

5 Allgemeine Baustoffeigenschaften

Die nachfolgenden Ausführungen sollen keine allgemeine Baustoffkunde im herkömmlichen Sinne darstellen, sondern lediglich einige ausgewählte, wichtige allgemeine Baustoffeigenschaften im Überblick beschreiben.

5.1 Einteilung der Baustoffe

Für Baustoffe gibt es kein allgemein gültiges und durchgängiges Ordnungssystem, das auf alle Baustoffe gleichermaßen zutreffend angewendet werden könnte. In der Praxis sind deshalb unterschiedliche Ordnungssysteme, je nach Zielsetzung und Detaillierung einer Einteilung von Baustoffen anzutreffen.

Für eine allgemeine Einteilung eignen sich die Unterscheidungen nach der stofflichen Zusammensetzung und nach dem strukturellen Aufbau der Baustoffe.

Bei der Einteilung nach der stofflichen Zusammensetzung werden anorganische und organische Baustoffe unterschieden.

Anorganische Baustoffe		Organische Baustoffe
mineralische	metallische	
Natursteine, Keramische Baustoffe, Glas, Mörtel, Beton, u.a.	Gußeisen, Stahl, Aluminium, Kupfer, u.a.	Vollholz, Holzwerkstoffe, Bitumen, Teerpeche, Kunststoffe, u.a.

Abb. 1 Einteilung der Baustoffe nach der stofflichen Zusammensetzung

Bei der Einteilung nach dem strukturellen Aufbau werden kristalline, amorphe und micellare Baustoffe unterschieden.

Kristalline Baustoffe bestehen entweder aus einem einzigen oder aus einer großen Zahl zusammengefügter Kristalle. Die Eigenschaften der Stoffe sind anisotrop, d.h. von der jeweiligen Richtung abhängig.

Kristalline Baustoffe wie z.B. die meisten mineralischen Baustoffe sind spröde und besitzen eine große Wärmeleitfähigkeit.

Amorphe (gestaltlose) Stoffe sind niemals körnig oder faserig, sondern durch ihre ganze Struktur hindurch vollkommen gleichmäßig beschaffen. Sie sind niemals von ebenen Flächen begrenzt. Die Stoffeigenschaften sind isotrop, also nicht von der jeweiligen Richtung abhängig. Gegenüber kristallinen Stoffen sind sie zäher und besitzen eine geringere Wärmeleitfähigkeit.

Micellare (faserige) Stoffe wie z.B. Holz sind im Aufbau durch fadenförmige Makromoleküle gekennzeichnet. Die Eigenschaften der Stoffe sind anisotrop, also von der

jeweiligen Faserrichtung abhängig. Die Stoffe verfügen über eine hohe Zugfestigkeit.

5.2 Baustoffkennwerte

Um Baustoffe unter Berücksichtigung der baupraktischen Anforderungen beschreiben und zuordnen zu können werden Baustoffkennwerte verwendet. Diese Werte werden durch genormte Prüfverfahren ermittelt. Die meisten baupraktisch relevanten Baustoffkennwerte können durch eine oder mehrere zahlenmäßige (quantitative) Angaben beschrieben werden. Andere, wie z.B. die Ritzhärte können nur qualitativ beschrieben werden.

5.3 Masse

Die physikalische Größe Masse m ist das Maß für den Materiegehalt eines beliebigen Körpers. Die Masse ist maßgebend für das Eigengewicht einer Konstruktion, die aus Baustoffen hergestellt ist.

5.4 Dichte

Die Dichte ρ ist die Masse eines Stoffes bezogen auf sein Volumen.

$$\rho = m / V \quad [\text{kg/dm}^3]$$

In Abhängigkeit davon, ob die Eigenporen und die Haufwerksporen im Volumen des Stoffes berücksichtigt sind, werden verschiedene Dichtebegriffe definiert. (vgl. Abb. 2)

Die Reindichte ρ ist die Masse des Stoffes bezogen auf sein hohlraumfreies Volumen.

Die Rohdichte ρ_R ist die Masse eines Stoffes bezogen auf sein Volumen einschließlich der Eigenporen. Die Rohdichte ist ein wichtiger Baustoffkennwert für die Beurteilung der Festigkeiten, der Wärmeleitfähigkeit usw. Die Schüttdichte ρ_S , ist die Masse eines körnigen Stoffes bezogen auf das bei einem Schüttvorgang eingenommene Volumen, einschließlich der Eigenporen und der Zwischenräume, zwischen den einzelnen Körnern (Haufwerksporen).

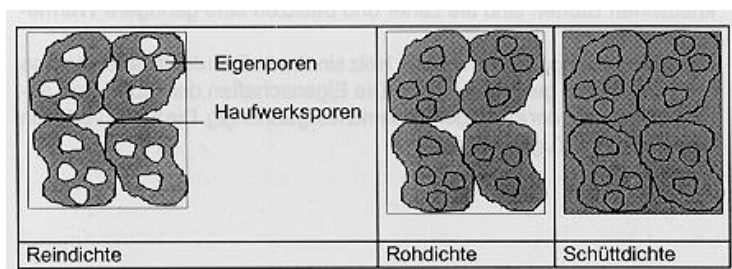


Abb. 2 Prinzipdarstellung der Volumenanteile für Dichtebestimmungen

5.5 Feuchtigkeitstechnische Eigenschaften

Jeder porige Baustoff nimmt in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchte eine bestimmte Ausgleichsfeuchte ein. Sie wird üblicherweise als Gleichgewichtsfeuchte bezeichnet.

Der massebezogene Feuchtegehalt eines Baustoffes wird aus der Masse des feuchten Stoffes m_u und der Masse des trockenen Stoffes m_d ermittelt.

$$u = (m_u - m_d)/m_d * 100 \text{ [Masse \%]}$$

Bei den verwendeten Formelzeichen zur Angabe des Feuchtegehaltes von Stoffen besteht in den verschiedenen Normen keine Übereinstimmung. Für die Angabe des Feuchtegehaltes gelten die Formelzeichen der jeweiligen Prüf- oder Stoffnormen.

Der Feuchtegehalt von Baustoffen ist von großer Bedeutung, weil die meisten Eigenschaften sehr deutlich vom Wassergehalt des Stoffes beeinflusst werden.

Die Wasserdampfdiffusion ist bei vielen Konstruktionen von besonders großer Bedeutung. Bei unterschiedlicher relativer Luftfeuchte auf beiden Seiten eines Baustoffes bzw. einer Konstruktion entsteht ein Druckunterschied. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf wandert als Folge des Druckunterschiedes in Richtung des niedrigeren Druckes, also der geringeren relativen Luftfeuchte. Diese Bewegung des Wasserdampfes wird als Diffusion bezeichnet. Die verschiedenen Baustoffe setzen dem durch sie hindurchgehenden Wasserdampf einen unterschiedlichen großen Widerstand entgegen. Dieser stoffspezifische Widerstand wird als Wasserdampfdiffusionswiderstand bezeichnet. Als Kennwert für die Wasserdampfdurchlässigkeit wird die dimensionslose Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ verwendet. Der Wert gibt an, um wieviel der Diffusionswiderstand des Stoffes größer ist als der einer ruhenden Luftschicht bei gleicher Dicke.

Bei einigen Baustoffen wie z.B. Folien für Dampfbremsschichten, ist es üblich, nicht den μ -Wert sondern das Produkt aus der Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ und der jeweiligen Schichtdicke d in [m] anzugeben. Dieser Wert wird als wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d bezeichnet und in [m] angegeben.

5.6 Mechanische Eigenschaften

Die Standsicherheit und das Tragverhalten der Baukonstruktionen wird in erster Linie von den mechanischen Eigenschaften der verwendeten Baustoffe bestimmt. Die wichtigsten mechanischen Eigenschaften in diesem

Zusammenhang sind die Festigkeit und die Verformbarkeit des Baustoffes.

Jeder Baustoff setzt einer von außen auf ihn einwirkenden Kraft einen inneren Widerstand entgegen, der durch die Zusammenhskraft seiner kleinsten Bausteine bestimmt wird. Dieser Widerstand ist die Festigkeit. Ein Maß für die Festigkeit ist die Größe der Spannung, bei der ein Bruch erfolgt. Diese Spannung wird als Bruchspannung bezeichnet.

Da die Festigkeit eines Baustoffes keine eindeutige physikalische Größe ist, sondern von den Bedingungen der Prüfung abhängt, ist die Bestimmung der Festigkeit in den jeweiligen Prüf- oder Stoffnormen festgelegt.

Jede mechanische Beanspruchung eines Baustoffes führt auch zu einer Verformung. Die zur Verformung erforderliche Kraft wird auf die Fläche des Baustoffes bezogen und als Spannung bezeichnet. Wenn diese Kraft senkrecht auf die Bezugsfläche wirkt, wird sie als Normalspannung σ bezeichnet; wirkt sie parallel (tangential) zur Bezugsfläche, wird sie als Schubspannung τ bezeichnet.

Die Formänderungen als Folge der Spannung werden in elastische und plastische Formänderungen unterschieden. Nimmt ein Bauteil nach Entlastung seine ursprüngliche Form wieder ein, spricht man von einer elastischen Verformung; bleibt nach der Entlastung aber eine Formänderung zurück, spricht man von einer plastischen bzw. bleibenden Verformung.

Im Bereich der elastischen Verformungen besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Spannung als Verformungskraft und der Verformung. Der Zusammenhang zwischen der Normalspannung σ (Kraftwirkung senkrecht zur Bezugsfläche) und der daraus resultierenden Formänderung ε wird als statischer Elastizitätsmodul E bezeichnet. Der Zusammenhang zwischen der Schubspannung τ (Kraftwirkung parallel zur Bezugsfläche) und der Schiebung γ wird als Schubmodul G bezeichnet.

$$E = \sigma / \varepsilon * 100 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$G = \tau / \gamma * 100 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Je kleiner der E-Modul eines Baustoffes ist, desto biegsamer ist er.

Für die Dimensionierung von Bauteilen sind die Zugfestigkeitswerte von besonderer Bedeutung. Die Bestimmung der Kennwerte erfolgt im Zugversuch, bei dem der Probekörper bis zum Zerreißen auf Zug beansprucht wird. Die **Zugfestigkeit** ist insbesondere bei Baustahl, Betonstahl, Spannstahl, Holz und Kunststoff wichtig. Die Zugfestigkeit β_z , ist die Spannung, die sich aus der maximalen Zugkraft F_{\max}

während des Zugversuchs bezogen auf den Anfangsquerschnitt S_0 , ergibt.

$$\beta_z = F_{\max} / S_0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Die **Biegezugfestigkeit** wird am Balken auf zwei Stützen ermittelt. Der Probekörper wird dabei entweder mit einer mittigen Einzellast oder zwei gleich großen Lasten in den Drittpunkten des Balkens bis zum Bruch belastet. Die Biegezugfestigkeit als Höchstbiegespannung errechnet sich aus dem maximalen Biegemoment und dem Widerstandsmoment des Prüfkörpers.

$$\beta_{BZ} = \text{max. Biegemoment} / \text{Widerstandsmoment [N/mm}^2\text{]}$$

Auch die **Druckfestigkeit** ist für viele Baustoffe eine wichtige Kenngröße. Sie wird in der Regel an würfelförmigen Prüfkörpern bestimmt, die in einer Druckprüfvorrichtung einachsig auf Druck bis zum Versagen beansprucht werden. Die Druckfestigkeit ist dabei die aufgebrachte Höchstkraft F_{\max} bezogen auf den Ausgangsquerschnitt S_0 .

$$\beta_D = F_{\max} / S_0 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Die **Scherfestigkeit** ist eine wichtige Kenngröße bei der Bemessung von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln (Nägel, Stabdübel, Schrauben, Bolzen,...) bei Klebeverbindungen sowie bei der unterschiedlichen Formänderung bei Verbundwerkstoffen. Die Scherfestigkeit ist die Widerstandsfähigkeit, die ein Baustoff einer äußeren Schubbeanspruchung (Kraft wirkt parallel zur Bezugsfläche) entgegensetzt.

$$\beta_a = F_{\max} / S \text{ [N/mm}^2\text{]} \quad \text{mit } S = \text{Scherfläche [mm}^2\text{]}$$

Alle Baustoffe verhalten sich bei kurzzeitigen Belastungen anders, als wenn sie einer Dauerbelastung unterzogen werden. Bei einer statischen Langzeitbelastung treten die Zustandsveränderungen Entspannung und Kriechen auf. Das Kriechen wird im sogenannten Zeitstandversuch ermittelt. Dabei wird die aufgebrachte Prüfkraft stets konstant gehalten und die Zunahme der Verformungen gemessen. Bei der Durchführung der Versuche zeigt sich, daß die Kriechverformungen ϵ_k in einem bestimmten Verhältnis zu den sofort auftretenden elastischen Verformungen ϵ_{el} stehen. Daraus läßt sich die **Kriechzahl** φ ableiten.

$$\varphi = \epsilon_k / \epsilon_{el}$$

5.7 Härte

Unter Härte versteht man den Widerstand, den ein Körper dem Eindringen eines anderen härteren Körpers entgegensetzt. Je nach Art des Stoffes werden verschiedene Prüfverfahren zur Bestimmung der Härte verwendet. Aus

dem angewendeten Prüfverfahren ergeben sich auch die Bezeichnungen der verschiedenen Härtebegriffe.

Gängige Prüfverfahren zur Bestimmung der Härte sind:

- Ritzen der Oberfläche
- Eindringen eines Prüfkörpers unterstatischer Belastung
- Eindringen eines Prüfkörpers unter stoßartiger Belastung
- Rückprall eines Prüfkörpers vom geprüften Körper

Zur Kennzeichnung der Härte von Gesteinen wird häufig die Mohsche Ritzhärteskala verwendet. Dazu sind 10 Leitmaterialien festgelegt, von denen das Mineral höherer Härte die jeweils weicheren Mineralien ritzen kann (vgl. Abb. 3)

Mineral	Mohshärte
Talkum	1
Gips	2
Kalkspat	3
Flußspat	4
Apatit	5
Feldspat	6
Quarz	7
Topas	8
Korund	9
Diamant	10

Abb. 3 Ritzhärte nach Mohs

Für die Härteprüfung vieler anderer Baustoffe ist dieses Verfahren allerdings entweder zu grob oder aber aufgrund der Stoffeigenschaften überhaupt nicht geeignet. Bei Metallen wird die Härte durch Eindringprüfungen ermittelt. Dabei werden Eindringkörper einer bestimmten Form in die Probenoberfläche eingedrückt. Je nach Form der Eindringkörper werden die Prüfverfahren nach Brinell (Stahlkugel), Vickers (Diamantpyramide) und Rockwell (Diamantkegel oder Stahlkugel) unterschieden.

Die Prüfmethode lassen sich auch für Härteuntersuchungen an porösen Baustoffen einsetzen. Prüfungen mit dem Kugelschlaghammer oder dem Rückprallhammer bei z.B. Beton und Estrich sind allgemein üblich.

5.8 Verschleißwiderstand

Als Verschleiß bezeichnet man die unerwünschten Veränderungen an der Oberfläche von Baustoffen, die durch Massen- oder Volumenverlust als Folge mechanischer

Beanspruchungen eintreten. Einheitliche Prüfverfahren zur Bestimmung des Verschleißwiderstandes gibt es nicht.

5.9 Beständigkeit

Baustoffe und die daraus hergestellten Konstruktionen sind vielfältigen äußeren Einflüssen ausgesetzt. Um das Langzeitverhalten einer Konstruktion bzw. eines Baustoffes abschätzen zu können und ggf. angemessene Schutzmaßnahmen vorzusehen, sind Kennwerte zur Beständigkeit der Baustoffe gegenüber diesen Einwirkungen wichtig.

Die **Raumbeständigkeit** spielt bei vielen porösen Baustoffen eine wichtige Rolle. So z.B. bei Mörtel, Beton und keramischen Baustoffen. Sind die Baustoffe nicht ausreichend raumbeständig, besteht die Gefahr der Ribildung, von Absprengungen usw. Dort wo die Raumbeständigkeit für die Gebrauchstauglichkeit eine Rolle spielt, sind in den entsprechenden Stoff- bzw. Prüfnormen besondere Raumbeständigkeitsprüfungen vorgeschrieben.

Als **Frostbeständigkeit** wird die Eigenschaft eines Baustoffes bezeichnet, im durchfeuchteten Zustand mehrfach eine Frostbeanspruchung zu bestehen, ohne dabei geschädigt oder zerstört zu werden. Die Frostbeanspruchung für einen Baustoff entsteht dadurch, daß sich das in den Poren enthaltene Wasser beim Gefrieren ausdehnt und damit das Baustoffgefüge beansprucht. Als Ergebnis der Versuche werden keine quantitativen Wertangaben ermittelt; es sind lediglich qualitative Aussagen möglich.

Baustoffe, die gleichzeitig der Einwirkung von Auftaumitteln wie z.B. Streusalzen ausgesetzt sind, müssen auch im Hinblick auf ihre Tausalz-Beständigkeit geprüft werden.

Unter **Witterungsbeständigkeit** versteht man das Widerstandsvermögen von Baustoffen und Bauteilen, die im Freien unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen verwendet werden. Aus Witterungsbelastungen entsteht eine Vielzahl von Beanspruchungen, die sich außerdem gegenseitig beeinflussen können. Feuchte, chemische Beanspruchungen durch sauren Regen oder andere chemisch aggressive Medien, UV-Einstrahlung der Sonne, besonders tiefe oder hohe Lufttemperaturen, Wind- und Regenbelastung usw. sind nur die wichtigsten Einflüsse. Aufgrund dieser Vielfalt und Vielschichtigkeit kann die Witterungsbeständigkeit als solche nicht ermittelt werden. Zur Abschätzung des Verhaltens von Baustoffen unter Witterungseinflüssen können aber einzelne Kennwerte wie z.B. die UV-Beständigkeit in Verbindung mit einem fundierten Erfahrungswissen beitragen.

Für das **Brandverhalten** der Baustoffe sind nahezu alle Stoffeigenschaften zu berücksichtigen. Neben der Entflammbarkeit, der Brandweiterleitung und der Temperaturentwicklung spielt zunehmend eine wichtige Rolle,

ob die Baustoffe unter Feuereinwirkung Rauchgase und/oder giftige Brandgase entwickeln. Hier sind insbesondere Stoffkombinationen sorgfältig zu bewerten. Festlegungen zum Brandverhalten von Baustoffen und Baukonstruktionen enthält die Normenreihe DIN 4102.

Baustoffklasse	Brandverhalten	Baustoffe	
A A1	nicht brennbar	mineralische und metallische Baustoffe	
A2		mineralische Baustoffe mit wenig organischen Stoffen	
B	brennbar	organische Baustoffe	
B 1			schwer entflammbar
B 2 B 3			normal entflammbar leicht entflammbar

Abb. 4 Baustoffklassen nach DIN 4102-1

5.10 Thermische Eigenschaften

Die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes gibt an, wie gut das Material Wärme leiten kann. Sie wird durch die Wärmeleitfähigkeit λ [W/(mK)] größenmäßig angegeben. Sie gibt an, welche Wärmemenge von der einen Seite eines Prüfkörpers mit 1 m² Fläche und 1 m Dicke in einer Stunde zur anderen Seite hindurchfließt, wenn zwischen beiden Seiten ein Temperaturunterschied von 1 K besteht. Die Kenngröße hängt im wesentlichen von der Porosität und dem Feuchtegehalt des Stoffes ab. Je größer der Feuchtegehalt eines porösen Baustoffs um so besser ist die Wärmeleitfähigkeit, da Wasser eine etwa 20 mal größere Wärmeleitfähigkeit als ruhende Luft hat. Je größer die Wärmeleitfähigkeit, um so schlechter ist die Wärmedämmeigenschaft eines Baustoffs. Wärmedämmstoffe müssen deshalb auf jeden Fall trocken bleiben, um ihre dämmende Wirkung zu behalten (vgl. Abb. 5)

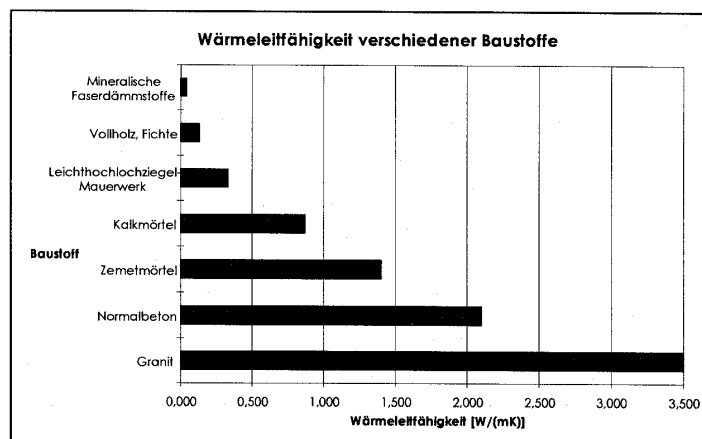


Abb. 5 Wärmeleitfähigkeit λ_R verschiedener Baustoffe

6 Baustoffe im Holzbau

6.1 Holz- und Holzwerkstoffe

6.1.1 Bauschnittholz

Bauschnitthölzer sind Latten, Bretter, Bohlen und Kanthölzer aus Nadel- oder Laubholz. Abgrenzungsmerkmal zwischen den verschiedenen Schnittholzsortimenten sind die Abmessungen und das Verhältnis von Dicke zu Breite des Schnittholzes.

	Dicke d Höhe h [mm]	Breite b [mm]
Latte	$d \leq 40$	$b < 80$
Brett	$d \leq 40$	$b \geq 80$
Bohle	$d > 40$	$b > 3d$
Kantholz	$b \leq h \leq 3b$	$b > 40$

Abb. 6 Schnittholzeinteilung

Anforderungen an Bauschnittholz sind in mehreren Normen enthalten. Dabei sind die Aussagen in den Normen nicht immer deckungsgleich. Die wichtigsten Normen sind:

DIN 1052-1	Holzbauwerke, Berechnung und Ausführung
DIN 1052-1/A1	Holzbauwerke, Teil 1: Berechnung und Ausführung, Änderung 1
DIN 4074-1	Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit
DIN 68365	Bauholz für Zimmerarbeiten

DIN 68365 gilt für die Güte, die Bauholz für Zimmerarbeiten beim Einbau haben muß; sie enthält keine Aussagen über die Tragfähigkeit. Die Schnittholzeinteilung erfolgt nach anderen Kriterien als in DIN 4074. Da Bauschnittholz üblicherweise für Konstruktionen verwendet wird, die nach der Tragfähigkeit bemessen werden, bleibt DIN 68365 in den folgenden Ausführungen weitgehend unberücksichtigt.

Die Tegerenseer Gebräuche sind für die Sortierung von Bauschnittholz nach der Tragfähigkeit nicht anzuwenden. Im Vorwort zu den Tegerenseer Gebräuchen heißt es dazu eindeutig: Die Güteklassen... gelten für den allgemeinen Einsatz von Schnittholz. Bei speziellen Anforderungen, wie z.B. die Festigkeit und Feuchte von Bauschnittholz, gilt nur das DIN Normenwerk.

Nach DIN 1052-1 darf für tragende Zwecke Vollholz aus Nadel- oder Laubhölzern eingesetzt werden. In Tabelle 1 der Norm und der Änderung A1 zur DIN 1052 sind die verwendbaren Holzarten abschließend aufgeführt.

Nadelholz	
Holzart	Botanischer Name
Fichte (FI)	Picea abies Karst.
Kiefer (KI)	Pinus sylvestris L.
Tanne (TA)	Abies alba Mill.
Lärche (LAR)	Larix decidua Mill.
Douglasie (DGA)	Pseudotsuga menziesii Franco
Southern Pine (PIP)	Pinus palustris
Western Hemlock (HEM)	Tsuga heterophylla Sarg.
Yellow Cedar (-)	Chamaecyparis nootkatensis Spach

Abb. 7 Verwendbare Nadelhölzer (Kurzzeichen nach DIN 4076-5)

Laubholz		
Gruppe	Holzart	Botanischer Name
A	Eiche (EI)	Quercus robur L.
	Buche (BU)	Fagus sylvatica L.
	Teak (TEK)	Tectona grandis L.f.
	Keruing (YAN)	Dipterocarpus alatus Roxb.
B	Afzelia (AFZ)	Afzelia bipindensis Harms
	Merbau (MEB)	Intsia bijuga (Colebnr.) O. Ktze.
	Angelique (AGQ)	Dicorynia guianensis Amsh.
C	Azobé (AZO)	Lophira alata Banks
	Greenhart (GRE)	Ocotea rodiaei (Rob. Schomb.) Mez

Abb. 8 Verwendbare Laubhölzer (Kurzzeichen nach DIN 4076-5)

Sortierung von Bauschnittholz nach der Tragfähigkeit

Bauholz, das nach der Tragfähigkeit zu bemessen ist, muß vor der Verwendung nach der Tragfähigkeit sortiert werden.

Eine Norm für die Sortierung nach der Tragfähigkeit von Bauschnittholz aus Laubholz gibt es nicht. Es sind auch keine eigenen Sortiermerkmale und Sortierkriterien festgelegt. In DIN 1052-1 Tab. 5 wird für Vollholz aus Laubhölzern lediglich eine mittlere Güte verlangt. Diese gilt als gegeben, wenn mindestens die Kriterien für die Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1 erfüllt sind, soweit diese nicht nadelholzspezifisch sind.

Für die Sortierung von Bauschnittholz aus Nadelholz gilt DIN 4074-1 Sortierung von Nadelholz nach der Tragfähigkeit; Nadelschnittholz.

Bei der visuellen Sortierung sind folgende Merkmale zu berücksichtigen: Baumkante, Äste, Jahringbreite, Faserneigung, Risse, Verfärbungen, Druckholz, Insektenfraß, Mistelbefall und Krümmung; bei Bohlen, Brettern und Latten ist zusätzlich noch das Merkmal Markröhre zu berücksichtigen.

Beider maschinellen Sortierung werden je nach Sortierverfahren Elastizitätsmodul, Rohdichte, Ästigkeit und Faserabweichung erfaßt.

In Abhängigkeit von den Kriterien der Sortiermerkmale werden die sortierten Schnitthölzer einer Sortierklasse zugeordnet. Dabei werden folgende Sortierklassen unterschieden.

Visuelle Sortierung: S 7, S 10, S 13
Maschinelle Sortierung: MS 7, MS 10, MS 13, MS 17

Dabei entsprechen die Sortierklassen S 7, S 10, S 13 den früheren Güteklassen III, II, I.

Die zulässigen Spannungen sowie die Rechenwerte für Elastizitäts- und Schubmodul sind in DIN 1052-1 sowie der Änderung A1 zu DIN 1052 enthalten. Tab. 1 der Norm enthält die Elastizitäts- und Schubmoduln in Abhängigkeit von der Holzart und in Tabelle 5 sind die zulässigen Spannungen für Vollholz in Abhängigkeit von der Sortierklasse angegeben.

Bauschnittholz aus Nadelholz darf in allen Gebieten des Bauwesens verwendet werden. Die Hölzer dürfen auch im Freien verwendet werden, wenn die nach den zu erwartenden klimatischen Beanspruchungen erforderlichen Maßnahmen des konstruktiven und ergänzend auch des chemischen Holzschutzes beachtet werden.

Holzfeuchte

Nach DIN 1052-1 soll Bauschnittholz mit der im Gebrauchszustand zu erwartenden Gleichgewichtsfeuchte eingebaut werden. Ist die Holzfeuchte beim Einbau höher als die zu erwartende Gleichgewichtsfeuchte, dann darf das Holz nur für solche Bauwerke verwendet werden, bei denen es nachtrocknen kann und deren Bauteile gegenüber den dabei auftretenden Schwindverformungen nicht empfindlich sind.

Als Gleichgewichtsfeuchte gelten die folgenden Werte der Holzfeuchte (DIN 1052 - 1)

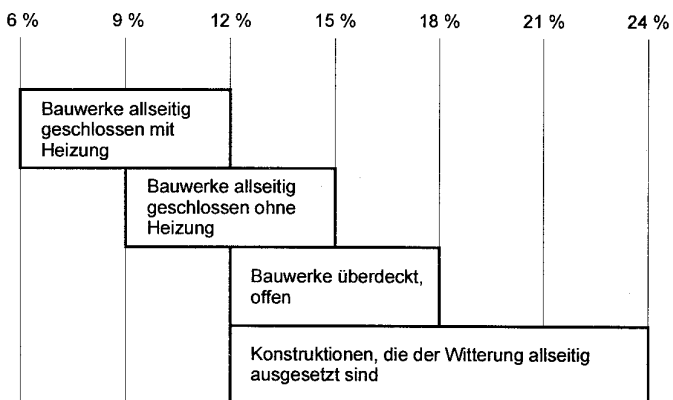


Abb. 9 Gleichgewichtsfeuchte

Nahezu alle wichtigen Eigenschaften des Bauholzes hängen auch entscheidend von der Holzfeuchte ab. Weitaus wichtiger als der Einfluß auf die Maßhaltigkeit von Holzquerschnitten ist dabei der Einfluß auf die elastomechanischen Eigenschaften. Diese werden durch die Abminderungs bzw. Erhöhungsfaktoren für die Beanspruchbarkeit nach DIN 1052-1 ausgedrückt.

6.1.2 Brettschichtholz (BS-Holz)

Brettschichtholz besteht aus mindestens drei breitseitig faserparallel mit einander verleimten Brettern oder Brettlagen aus Nadelholz. Infolge der Lamellierung erfolgt eine Vergütung, so daß das Brettschichtholz in der Regel höhere elastomechanische Eigenschaftswerte als das verwendete Schnittholz aufweist. Durch die Verleimung sind die Holzteile flächenfest unnachgiebig miteinander verbunden. Diese Verbindung ist steifer als die mehr oder weniger gelenkig wirkenden, deutlich nachgiebigeren Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln.

Herstellung tragender Bauteile aus BS-Holz

Verleimte tragende Bauteile nach DIN 1052-1 dürfen nur verwendet werden, wenn sie von Betrieben hergestellt worden sind, die eine bestimmungsgemäße Herstellung nachgewiesen haben. Vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) wird eine Liste der Betriebe geführt, die einen Nachweis der Eignung zum Leimen für tragende Holzbauteile besitzen.

Aufbau von Brettschichtholz
 Breite $b \leq 220$ mm

Aufbau von Brettschichtholz
 Breite $b > 220$ mm

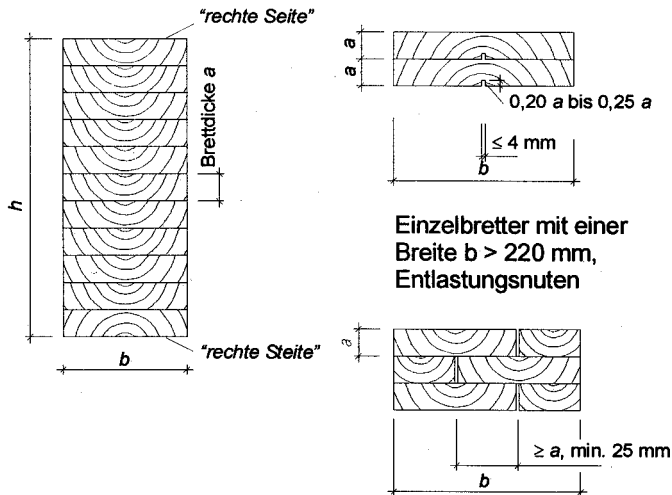


Abb. 12 Aufbau von Brettschichtholz

Die einzelnen Lamellen können aus zwei oder mehreren nebeneinander liegenden Brettern bestehen. Wenn die Bretter an den Schmalseiten nicht miteinander verleimt sind, so müssen die Längsfugen der benachbarten Lamellen um die Brettstärke, jedoch mindestens um 25 mm versetzt sein (Abb. 12). Wenn die Bretter an den Schmalseiten verleimt sind, müssen die Leimfugen nicht versetzt werden.

Brettschichtholzklassen

Brettschichtholz wird in Brettschichtholzklassen nach DIN 1052-1/Al Holzbauwerke Teil 1: Berechnung und Ausführung, Änderung 1, eingeteilt.

BS-Holzklasse	Sortierklasse der Lamellen nach DIN 4074 - 1
BS 11	S 10, MS 10
BS 14	S 13
BS 16	MS 13
BS 18	MS 17

Abb. 13 Unterscheidung der Klassen

Abmessungen von Bauteilen aus BS-Holz

Breiten und Höhen von Brettschichtholz-Querschnitten sind durch die Größe der Hobelmaschinen begrenzt. Die Länge der Brettschichtholzträger ist vom Transport abhängig. Gerade Träger können bei günstigem Straßenverlauf zwischen Herstellungs- und Montageort bis zu 50 m lang transportiert werden. Bei gekrümmten Trägern ist die Transport- bzw. Stichhöhe von der Straßenbreite und der Durchfahrtshöhe abhängig. Sie sind auf 4,2 m für Normaltransport und zwischen 4,8 und 6,0 m für Sondertransporte begrenzt. Die Trägerhöhe sollte auf 2 m begrenzt sein, um hohe Spannungsspitzen im Zugbereich zu vermeiden. Die Schlankheit von $b:h = 1:10$ sollte nicht überschritten werden.

6.1.3 Holzwerkstoffe

Der Bedarf an Bauplatten und Konstruktionsquerschnitten mit den positiven Eigenschaften des Baustoffes Holz ist groß. Wegen des geringen Stammdurchmessers lassen sich jedoch keine Platten mit ausreichenden Querschnittsabmessungen aus Vollholz schneiden. Auch Vollholzträger sind in ihrer Größe und Höhe begrenzt. Zudem schränkt die Anisotropie der Festigkeitseigenschaften von Vollholz und das unterschiedliche Quellen längs und quer zur Faser dessen Anwendbarkeit ein.

Das hat zur Entwicklung von Holzwerkstoffen als tragende Querschnitte und Platten größerer Abmessungen geführt, die ein gleichmäßigeres Festigkeits- und Verformungsverhalten als Holz aufweisen.

Holzwerkstoffe bestehen im wesentlichen aus Klebstoffen oder mineralischen Bindemitteln und zerkleinerten Holzteilen wie Brettchen, Stäben, Funieren, Funierstreifen, Spänen, Fasern, die zu einer Platte oder einem Konstruktionsquerschnitt verpreßt werden.

Holzwerkstoffplatten sind meist genormte Werkstoffe. Sie finden im Holzbau je nach Typ Anwendung für Innen- und Außenwände, Decken, Bekleidungen, Dachschalungen und Fußböden. Abhängig von Aufbau und Herstellungsbedingungen, können die Platten für tragende, aussteifende oder für nichttragend Bauteile verwendet werden.

Tragende Querschnitte aus Holzwerkstoffen sind zur Zeit nicht genormt und bedürfen eines Zulassungsbescheides des DIBt. Sie werden wie Vollholz als Träger und Stützen eingesetzt, sie weisen höhere Festigkeitswerte als Vollholz auf.

Abhängig vom Bindemittel geben manche Holzwerkstoffe Formaldehyd an die Umgebung ab. Die gesetzlichen Grenzwerte (0,1 ml/m³ (ppm)) für die Formaldehyd-Abgabe werden von modernen Holzwerkstoffen deutlich unterschritten.

6.1.3.1 Holzspanplatten

Baustoff

Holzspanplatten sind plattenförmige Werkstoffe, die durch Verpressen von im wesentlichen kleinen Teilen aus Holz und/oder anderen holzartigen Faserstoffen mit Bindemitteln hergestellt werden.

Spanplatten können folgende Bestandteile enthalten:

- Holzspäne
- holzartige Faserstoffe
- Bindemittel
- Härter
- Hydrophobierungsmittel
- Pilzschutzmittel
- Feuerschutzmittel
- Farbstoffe
- Beschichtungen

Die Bindemittel bestehen in erster Linie aus härtbaren Kunstharzen und teilweise auch aus mineralischen Stoffen (Zemente).

Die Art der einzelnen Bestandteile ist für die jeweiligen Eigenschaften der Spanplatte verantwortlich. Durch entsprechende Zusätze und Beschichtungen kann das Feuchte- und Brandverhalten sowie die Resistenz gegen Schädlinge beeinflusst werden.

Einsatzbereiche der Platten

Normtypen

Nach dem Bindemittel, den Holzschutzmittelzusätzen und dem Herstellverfahren unterscheidet man folgende Normtypen für das Bauwesen:

Flachpressplatten nach DIN 68763

Flachpreßplatten können im Holzbau als aussteifende und mittragende Beplankung für Wände und Decken eingesetzt werden. Die V100G-Platten können als Außenbekleidung und für Dachschalungen verwendet werden.

Im Ausbau dienen Flachpreßplatten als Trennwandbeplankung, als Wand- und Deckenbekleidung und als Fußbodenplatte.

- V 20 Verleimung beständig bei Verwendung in Räumen mit i.a. niedriger Luftfeuchte
Leime: Aminoplaste, alkalisch härtende
Phenolharze, polymere Diphenylmethan,
Diisocyanate (PMDI)

- V 100 Verleimung beständig gegen hohe Luftfeuchte
Leime: alkalisch härtende Phenolharze, Phenol-
resorcinharze, PMDI
- V 100 G Verleimung beständig gegen hohe Luftfeuchte
Leime: alkalisch härtende Phenolharze,
Phenolresorcinharze, PMDI mit
Holzschutzmittel geschützt gegen
holzerstörende Pilze (Basidiomyceten)

Nichttragende Spanplatten nach DIN 68762

Diese Platten werden für Sonderzwecke, vorwiegend für akustisch wirksame und dekorative Wand- und Deckenverkleidung (z.B. Leichtspan-Akustikplatte), verwendet. Folgende Normtypen werden unterschieden:

- LF Leichte Flachpressplatten mit höherer Schallabsorption mit oder ohne Beplankung oder Beschichtung
- LRD Strangpreß-Röhrenplatten, beidseitig beschichtet oder beplankt, mit durchbrochener Oberfläche und höherer Schallabsorption
- LMD Strangpress-Vollplatten, beidseitig beschichtet oder beplankt, mit durchbrochener Oberfläche und höherer Schallabsorption
- LR Strangpreß-Röhrenplatten, beidseitig beschichtet oder beplankt, mit geschlossener Oberfläche

Bauphysikalische Eigenschaften

Bei starken Klimaschwankungen (20°C/30% rel. Luftfeuchte bis 20°C/90% rel. Luftfeuchte) findet man für Spanplatten der Normtypen Änderungen in Länge und Breite von 0,3% bis 0,4%. Die Dickenänderungen betragen dabei ca. 2% bis 3%. Im Laborversuch beträgt die Dickenquellung nach einer Unterwasserlagerung von 2 h ca. 4% bis 8%. Nach einer Lagerzeit von 24 h darf der Wert 16% (V20) bzw. 12% (V100) nicht überschreiten.

Bauphysikalische Eigenschaften von Flachpreßplatten der Normtypen sind in Abb. 18 aufgelistet.

Bauphysikalische Eigenschaften von Flachpreßplatten			
der Normtypen V20, V100			
Schwind/Quellmaß	Länge/Breite Dicke	%	0,3 - 0,4 2 - 3
20°C, 30% rel. Luftfeuchte → 20°C, 90% rel. Luftfeuchte			
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ		---	50/100
DIN 4108, Teil 4			
Wärmeleitfähigkeit		W/mK	0,13
Rechenwert nach DIN 4108, Teil 4			

Abb. 18 Bauphysikalische Eigenschaften von Flachpreßplatten

Gemäß DIN 68763 darf der Feuchtegehalt zwischen 5% und 13% betragen. Die in der Praxis ermittelten Werte liegen eher im unteren Bereich.

Brandverhalten

Holzwerkstoffplatten mit einer Rohdichte $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ und einer Dicke $> 2 \text{ mm}$ oder mit einer Rohdichte $\geq 230 \text{ kg/m}^3$ und einer Dicke $> 5 \text{ mm}$ gelten ohne besonderen Nachweis normalentflammbar, Baustoffklasse B2.

Sollen Spanplatten hinsichtlich ihres Brandverhaltens höheren Anforderungen genügen, so müssen die entsprechenden Eigenschaften (DIN 4102) nachgewiesen werden. Spanplatten einer solchen Baustoffklasse unterliegen der Prüfzeichenpflicht und einer Güteüberwachung.

Schwerentflammbare Spanplatten (Baustoffklasse B1) lassen sich bei der Spanplattenherstellung durch Zusatz von Feuerschutzmittel oder durch nachträgliches Aufbringen von geprüften Schutzanstrichen/Beschichtungen erzielen. Weiterhin gehören zementgebundene Spanplatten üblicherweise zur Baustoffklasse B1.

Es existieren auch nicht brennbare Spezialspanplatten der Baustoffklasse A2.

6.1.3.2 Holzfaserplatten

Baustoff

Holzfaserplatten werden aus verholzten Fasern mit oder ohne Bindemittel-Zusatz hergestellt.

Neben den Bindemitteln können Holzfaserplatten Zusätze zum Erreichen bestimmter Eigenschaften erhalten.

Einsatzbereiche

Holzfaserplatten werden hauptsächlich nach dem Härtegrad (Festigkeit) und der Oberflächenbeschaffenheit

unterschieden. Von diesen Eigenschaften ist auch der jeweilige Einsatzbereich abhängig.

Harte und mittelharte Holzfaserplatten nach DIN 68754

Dieser Norm entsprechende Platten können in der Tafelbauart als mittragende Beplankung tragender und aussteifender Elemente eingesetzt werden. Sie finden im Baubereich Verwendung bei Innen- und Außenwänden, Dächern, Bekleidungen, Fußböden, etc..

Normtypen

HFH	Harte Holzfaserplatten mit einer Rohdichte über 800 kg/m ³
HFM	Mittelharte Holzfaserplatten mit einer Rohdichte von 350 bis 800 kg/m ³

Nichttragende Holzfaserplatten

HFD	Poröse Holzfaserplatten nach DIN 68750 - auch Isolier- oder Dämmplatten genannt - sind Platten mit einer Rohdichte von 230 bis 350 kg/m ³ (siehe Kap. Dämmstoffe)
KH	Kunststoffbeschichtete dekorative Holzfaserplatten nach DIN 68751 sind harte Holzfaserplatten, beschichtet mit Trägerbahnen, die mit härtbaren Kunstharzen imprägniert und unter Wärmeeinwirkung aufgepreßt sind. Die Platten können ein- oder beidseitig beschichtet sein.
BPH 1/2	Bitumen Holzfaserplatten nach DIN 68752 sind poröse Platten mit einem Bitumengehalt von 10 bis 15 Gewichtsprozent/über 15 Gewichtsprozent.

6.1.3.3 Sperrholz

Baustoff

Der Oberbegriff Sperrholz umfaßt alle Platten aus mindestens drei aufeinander geleimten Holzlagen, deren Faserrichtungen gegeneinander gekreuzt sind.

Neben den Holzlagen aus Furnieren (FU), Stäben (ST) oder Stäbchen (STAE) besteht Sperrholz aus unterschiedlichen Klebstoffen und gegebenenfalls Schutzstoffen gegen Schädlinge oder Feuer.

Einsatzbereiche

Die Einteilung der Plattentypen erfolgt bei Bau-Sperrholz (DIN 68705, Teil 3 bis 5) nach der Verleimung und nach dem vorgesehenen Anwendungsbereich

Man unterscheidet folgende Normtypen nach DIN 68705, Teil 3 (Bau-Funiersperrholz) und Teil 4 (Stab- und Stäbchensperrholz):

BFU 20, BST 20, BSTAE 20

- Innensperrholz, Verleimung nicht wetterbeständig

BFU 100, BST 100, BSTAE 100

- Außensperrholz, Verleimung wetterbeständig. Eine ungeschützte Bewitterung kann je nach Holzart problematisch sein

BFU 100 G, BST 100 G, BSTAE 100 G

- Verleimung wetterbeständig und gegen holzerstörende Pilze geschützt

DIN 68705, Teil 5 (Bau-Funiersperrholz aus Buche):

BFU-BU 100

- Verleimung wetterbeständig

BFU-BU 100 G

- Verleimung wetterbeständig und gegen holzerstörende Pilze geschützt

Bau-Sperrholzplatten sind besonders für tragende Konstruktionen im Holzbau geeignet, als mittragende bzw. aussteifende Beplankungen sowie für Dachschalungen. Sie weisen im Vergleich zu den anderen Holzwerkstoffplatten die höchsten E-Moduln und Festigkeiten und somit auch die höchsten zulässigen Spannungen auf. Ihre Anwendung ist dann zweckmäßig, wenn die höheren Festigkeiten oder die größere Widerstandsfähigkeit gegenüber Witterungseinflüssen auch tatsächlich ausgenutzt werden, da sie meist teurer als die konkurrierenden Span- oder Faserplatten sind.

Bauphysikalische Eigenschaften

Bauphysikalische Eigenschaften von Bau-Funier-Sperrholz		
Eigenschaft	Einheit	Wert
Ausgleichsfeuchte	%	5 - 15
Schwind/Quellmaß bei Änderung der Feuchte des Sperrholzes um 1%	Länge/Breite Dicke %	0,01 - 0,02 0,25 - 0,35
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ DIN 4108, Teil 4	---	50/400 ¹⁾
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach DIN 4108, Teil 4	W/mK	0,15

¹⁾ Bei Sperrholz wird der Diffusionswiderstand in erster Linie von der Dicke und Anzahl der Leimfugen bestimmt, weil eine geschlossene Leimfuge für Wasserdampf einen rund 50fach höheren Widerstand darstellt als eine gleich dicke Holzschicht. Durch zusätzliche Beschichtungen kann Sperrholz praktisch Wasserdampfdicht werden.

Abb. 23 Bauphysikalische Eigenschaften von Bau-Funier-Sperrholz

Brandverhalten

Holzwerkstoffplatten mit einer Rohdichte $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ und einer Dicke $> 2 \text{ mm}$ oder mit einer Rohdichte $\geq 230 \text{ kg/m}^3$ und einer Dicke $> 5 \text{ mm}$ gelten ohne besonderen Nachweis als normalentflammbar, Baustoffklasse B2.

Durch Einarbeitung von Feuerschutzsalzen können Platten der Baustoffklasse B1 (schwerentflammbar, prüfzeichenpflichtig) hergestellt werden. Normalentflammbare Sperrholzplatten sind durch nachträgliche Behandlung mit einem schaumschichtbildenden Feuerschutzmittel schwerentflammbar zu machen.

6.1.3.4 OSB-Platten

Baustoff

OSB-Platten (Oriented Strand Board) sind Spanplatten mit gerichteten Spänen. Es werden relativ lange, große Späne (Strands) eingesetzt, die durch spezielle Streuvorrichtungen längs oder quer zur Plattenherstellrichtung orientiert sind.

Bei dreischichtigem Aufbau werden im allgemeinen die Mittelschichtspäne quer und die Deckschichtspäne längs zur Herstellrichtung orientiert.

Einsatzbereiche

OSB-Platten sind für tragende Konstruktionen (mittragende bzw. aussteifende Beplankung) im Holzbau geeignet. Sie werden hauptsächlich für Fußböden und Dachschalungen, aber auch als Wandschalen verwendet. Durch das dekorative Erscheinungsbild der Plattenoberfläche mit ihrer plastischen Struktur werden die Platten auch für Möbeldesign sowie Laden-, Messe- und Innenausbau eingesetzt.

Rohdichte, mechanische und bauphysikalische Werte für eine bauaufsichtlich zugelassene OSB-Platte sind als Anhaltswerte in Abb. 26 zusammengefaßt. Bei dem Einsatz sind die Daten (z.B. zulässige Spannungen) der einzelnen Hersteller zu berücksichtigen

Eigenschaft	Einheit	$6 \leq d \leq 18$	$18 \leq d \leq 22$
Rohdichte (Mindestwerte)	kg/m ³	650	600
Biegefestigkeit	längs	40	40
	quer	19	18
Querkzugfestigkeit V 100	N/mm ²	≤ 0,15	≤ 0,15
Ausgleichsfeuchte	%	9 ± 4	
Dickenquellung nach 24 h Unterwasserlagerung	%	≤ 12	≤ 10
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ analog DIN 4108, Teil 4	---	110/260	
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach DIN 4108, Teil 4	W/mK	0,13	
Baustoffklasse	---	B	

Abb. 26 Technische und bauphysikalische Eigenschaften von OSB-Platten

6.2 Beplankungen

6.2.1 Gipskartonplatten

Baustoff

Der Rohstoff für die Herstellung von Gipswerkstoffen ist natürlich vorkommender Gipsstein und in gewissem Umfang auch bei der Rauchgasentschwefelung anfallender REA-Gips. In einer Vielzahl von Gutachten wird die Gleichwertigkeit dieser Rohstoffe bestätigt.

Bei der Verarbeitung und Formung von Gips wird dem Gipspulver (Halbhydratgips) Wasser zugegeben, daß als Kristallwasser in den Kristallverband eingelagert wird. Es bildet sich der feste Gips (Dihydrat), der dem Gipsstein entspricht.

Einsatzbereiche

Für verschiedene Verwendungszwecke gibt es unterschiedliche Plattentypen, die sich durch den äußeren Karton und Zusätze im Gipskern unterscheiden. DIN 18180 unterscheidet zwischen:

Anforderung		Plattendicken					
		9,5 mm	12,5 mm	15 mm	18 mm	20 mm	25 mm
Dickentoleranz	mm	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,9	± 0,9	± 0,9
Regelbreite	mm	1250	1250	1250	1250	600	600
Breitentoleranz	mm	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5
Regellänge (ab 2000 mm um je 250 mm steigend)	mm	≤ 4000	≤ 4000	≤ 4000	≤ 3500	≤ 3500	≤ 3500
Längentoleranz	mm	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5	+0/-5
flächenbezogene	GKB	≤ 9,5	≤ 12,5	≤ 15	≤ 18	≤ 20	≤ 25
Masse kg/m ²	GKF	8 - 10	10 - 13	13 - 16	15 - 19	16 - 20	20 - 26

Abb. 27 Abmessungen und Plattendicke von Gipskartonplatten

Gipskarton-Bauplatten (GKB)

zum Befestigen auf flächiger Unterlage, zum Ansetzen als Wandrockenputz nach DIN 18181 und zur Herstellung von Gipskarton-Verbundplatten nach DIN 18184; ab 12,5 mm Dicke zum Befestigen von Wand- und Deckenbekleidungen nach DIN 18181, für Deckenlagen an Unterdecken und Deckenbekleidungen nach DIN 18168, für die Beplankung von Montagewänden nach DIN 18183, sowie für die Beplankung aussteifender Wände, wenn eine diesbezügliche Zulassung existiert.

Gipskarton-Feuerschutzplatten (GKF)

für Anwendungsbereiche der Bauplatten, jedoch mit Anforderungen an die Feuerwiderstanddauer der Bauteile. Der Gipskern enthält in der Regel Glasfasern, er darf keine brennbaren Zuschläge enthalten.

Gipskarton-Bauplatten-imprägniert (GKBi)

für Anwendungsbereiche der Bauplatten, jedoch mit einer verzögerten Wasseraufnahme; Verwendung insbesondere in Feuchträumen (Küchen, Bäder, etc.) sowie als Untergrund für Verfließungen. Es ist zu beachten, dass imprägnierte GK-Platten (GKBi und GKFi) zwar die Wasseraufnahme hinauszögern, sie aber nicht verhindern.

Gipskarton-Feuerschutzplatten-imprägniert (GKFi)

für Anwendungsbereiche der Gipskarton-Feuerschutzplatten, jedoch mit einer verzögerten Wasseraufnahme.

Gipskarton-Putzträgerplatten (GKP)

werden vorwiegend als Putzträger auf Unterkonstruktionen verwendet, Dicke 9,5 mm.

Gipskarton -Lochplatten und -Schlitzplatten (Gipskarton-Akustikplatten)

für Akustikdecken und als gestalterisches Element

Gipskarton-Akustikplatten sind Gipskartonplatten die in verschiedenen Variationen gelocht oder geschlitzt sind. Es existieren Standard-Langfeldplatten (1250 x 2500 mm) und quadratische Kassetten (Kantenlänge 600 oder 625 mm).

Die Platten können werkseitig mit einer Faservlieskaschierung als Rieselschutz versehen werden, wenn Faserdämmstoffe zur Erhöhung der Schallabsorption aufgelegt werden. Des Weiteren existieren Platten mit rückseitig aufkaschiertem Akustikvlies.

Gipskartonplatten mit Holzspänen

für erweiterte Anwendungsbereiche, z.B. eine erhöhte Belastung der Plattenoberfläche.

Bei der Gipskartonplatte mit Holzspänen erreicht man durch einen Festigkeitserhöhenden Kernzuschlag aus Hartholzgranulat eine Erhöhung der Oberflächenhärte. Zudem wird die Druck- und Biegezugsteifigkeit gesteigert. Eingesetzt werden geschnittene Eichenholz-/Buchenholzspäne aus einer spanabhebenden Fertigung mit einer Korngröße von 0,02 - 5,0 mm, deren Anteil am gesamten getrockneten Gipskern 5 - 15 Gew. % beträgt und je nach Verwendungszweck variiert werden kann.

Gipskartonplatten mit Holzspänen können für die gleichen Anwendungsbereiche wie herkömmliche Gipskartonplatten verwendet werden. Wegen der höheren Oberflächenhärte und Stoßfestigkeit eignen sich die Platten besonders für Anwendungsbereiche, in denen die Plattenoberfläche einer erhöhten Belastung ausgesetzt ist (z.B. Wände von Krankenhausfluren). Zudem werden die Platten als Trockenunterboden eingesetzt.

Beschichtete Gipskartonplatten

Für besondere Zwecke können GK-Platten mit festen Schichten, Folien oder plastischer Masse beschichtet werden, z.B.:

- Folien aus Kunststoff oder Aluminium als Dampfsperre
- Kunststoffolien oder Kupferbleche für dekorative Zwecke
- Bleifolie als Strahlenschutz
- etc.

Gipskarton-Verbundplatten

GK-Verbundplatten nach DIN 18184 bestehen aus 9,5 bis 12,5 cm dicken GK-Bauplatten, die mit Dämmstoffplatten (Polystyrol- oder Polyurethan-Hartschaum) verbunden sind. Sie werden für Wärmedämm-Aufgaben eingesetzt.

Verbundplatten mit Mineralwollgedämmstoffen sind nicht durch DIN 18184 erfaßt. Sie eignen sich zur Schall- und Wärmedämmung.

Bauphysikalische Eigenschaften

Der hohe Anteil von Makroporen im Gipskern der GK-Platte ermöglicht eine sehr schnelle Aufnahme und Abgabe von Wasser in flüssiger sowie in gasförmiger Form. Diese Porosität ist verantwortlich für die günstigen feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften von GK-Platten, bei

hoher Luftfeuchtigkeit nimmt Gips größere Mengen Feuchtigkeit auf, bei trockener Luft gibt er die zuvor gespeicherte Feuchtigkeit wieder ab.

Eine thermische Behaglichkeit wird erreicht, da der Wärmeverlust eines Körpers durch die niedrige Wärmeeindringzahl der GK-Platte gering ist. Trotz gleicher Oberflächentemperatur fühlt sich eine mit GK-Platten bekleidete Wand wärmer an, als z.B. eine mit keramischen Fliesen bekleidete Fläche.

Allgemein gilt, daß GK-Platten, wie alle Gipsbaustoffe, im Einbauzustand keiner länger anhaltenden oder dauerhaften Durchfeuchtung ausgesetzt werden dürfen. Durch Feuchtigkeit werden die mechanischen Eigenschaften und das Verformungsverhalten der Platten negativ beeinflusst, bei länger währendem Angriff von Wasser ihr Gefüge zerstört. Deshalb werden diese Bauelemente im wesentlichen im Innenausbau verwendet, beim Einsatz im Freien müssen sie durch geeignete Maßnahmen (Putz, Bekleidung, Anstrich, etc.) gegen Wassereinwirkung geschützt werden. Eine nur vorübergehende Einwirkung von Feuchte ist allerdings unproblematisch, solange die Gipsbauteile immer wieder die Gelegenheit haben auszutrocknen. Dauernder hoher Feuchtigkeit (Wäschereien, Saunen, etc.) sollten sie jedoch nicht ausgesetzt sein. Feuchte Platten dürfen nicht eingebaut werden, nach dem Trocknen können sie allerdings wieder verwendet werden.

Gipskartonplatten unterliegen nur sehr geringen Formänderungen. Dies ist die Voraussetzung dafür, daß auch verhältnismäßig große Flächen fugenlos, d.h. mit Verspachtelungen ausgeführt werden können.

Bauphysikalische Eigenschaften von GK-Platten		
Ausgleichsfeuchte 20°C, 65% rel. Luftfeuchte	ca. 0,5	m%
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach DIN 4108, Teil 4	0,21	W/mK
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ DIN 4108, Teil 4	6 - 10	---
feuchteabhängige Längenänderung bei freier Dehnung	$5 - 8 \cdot 10^{-6}$	je % r.F.
temperaturbedingte Längenänderung bei freier Dehnung	$1,3 - 2,0 \cdot 10^{-5}$	je °K

Abb. 28 Bauphysikalische Eigenschaften von Gipskartonplatten (nach Gipsdatenbuch)

Brandverhalten

Gipskartonplatten gehören der Baustoffklasse A2 nichtbrennbar nach DIN 4102 Teil 4 an, Lochplatten der

Baustoffklasse B1, Hartschaum-Verbundplatten der
 Baustoffklasse B2

6.2.2 Mineralisch gebundene Holzspanplatten

Baustoff

Mineralisch gebundene Spanplatten bestehen zu ca. 65 % aus Holz (Fichte/Tanne), zu ca. 25 % aus Zement als Bindemittel (Portlandzement) und zu ca. 10 % aus gebundenem Wasser. Bei nichtbrennbaren Platten ist das Holz teilweise durch mineralische Stoffe (z.B. Perlite) ersetzt.

Einsatzbereiche

Mineralisch gebundene Holzspanplatten können wie herkömmliche, kunstharzgebundene Spanplatten (Flachpreßplatten) verwendet werden, z.B. als Wandbekleidung oder Trockenestrichplatte. Sie kommen aber vor allem dort zum Einsatz, wo herkömmliche Spanplatten den bauphysikalischen oder anwendungstechnischen Anforderungen nicht mehr genügen, z.B. bei erhöhter Feuchtebelastung (Außenbereich, Feuchträume) oder bei erhöhten Brandschutzanforderungen.

Bauphysikalische Eigenschaften

Mineralisch gebundene Holzspanplatten sind dauerhaft feuchtebeständig, bei Nässeeinwirkung weisen sie eine deutlich geringere Dickenzunahme auf als herkömmliche Spanplatten. Sie sind resistent gegen Fäule und Pilzbefall. Mineralisch gebundene Spanplatten haben damit eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen natürliche Witterungs- und Klimaeinwirkungen.

Bauphysikalische Eigenschaften von mineralisch gebundenen Holzspanplatten		
Ausgleichsfeuchte 20°C, 60% rel. Luftfeuchte	ca. 9	%
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach Zulassung	0,35	W/mK
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ	20/80	---
temperaturbedingte Längenänderung bei freier Dehnung	0,011	mm/mK
feuchteabhängige Längenänderung bei freier Dehnung	0,3	mm/m je Gew.%
Dickenquellung nach 24 h Wasserlagerung	max. 2	%

Abb. 29 Bauphysikalische Eigenschaften von mineralisch gebundenen Holzspanplatten

Brandverhalten

Die Platten sind je nach Zusammensetzung schwer entflammbar (Baustoffklasse B1) oder nicht brennbar (Baustoffklasse A2).

6.2.3 Faserzementplatten

Baustoff

Faserzement ist ein Verbundwerkstoff aus Fasern und Zement. Seine Bestandteile sind (in Volumenanteilen) 40% Bindemittel (Portlandzement), 11% Zuschlagstoffe (Kalksteinmehl, gemahlener Faserzement), 2% Armierungsfasern, 5% Prozeßfasern (Zellstoff), 12% Wasser und 30% Luft (Poren).

Die ursprünglich eingesetzten Asbestfasern (Asbestzement) werden in Deutschland nicht mehr verwendet.

Einsatzbereiche

Faserzementplatten werden als Dachplatten, Fassadenplatten und Bautafeln für Wand-, Decken- und Flachdachelemente eingesetzt.

Bauphysikalische Eigenschaften

Faserzementplatten sind Beständig gegen Frost, Pilze und Fäule sowie Unempfindlich gegenüber Nässe. Ablagerungen aus der Luft können jedoch Nährboden für Algen- und Moosbewuchs bilden.

Bauphysikalische Eigenschaften von Faserzementplatten		Einheit
Wasseraufnahme	max 18	Gew.%
Wärmeleitfähigkeit	0,58	W/mK
temperaturbedingte Längenänderung bei freier Dehnung	0,010	mm/mK

Abb. 30 Bauphysikalische Eigenschaften von Faserzementplatten

Brandverhalten

Die Platten sind nicht brennbar (Baustoffklasse A2).

6.2.4 Kalziumsilikat-Platten

Die Basisrohstoffe für die Herstellung von Kalziumsilikat-Platten sind Zement, Faserarmierungszusätze (Zellstoff, Glasfasern), mineralische Füllstoffe (z.B. Vermiculite), Quarz und weitere Additive. Die Anteile variieren je nach Anwendungsbereich und erforderlichen Eigenschaften.

Die Herstellung und Eigenschaften der Platte unterliegen keiner Normanforderung und werden über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder Zulassungen nachgewiesen. Das gleiche gilt für Bauelemente und Bauteile, die aus Kalziumsilikat-Platten erstellt werden.

Anwendungsbereich der Platten

Die Hauptanwendungsbereiche von Kalziumsilikat-Platten liegen im baulichen Brandschutz. Sie werden als Brandschutzbekleidungen von Trägern, Stützen, Unterdecken und Ständerwänden sowie als Kabel- und Installationskanäle eingesetzt.

Weitere Anwendungsbereiche liegen im Bereich von Putzträgerplatten im Außenwandbereich, Wand- und Deckenbauplatten sowie Trockenunterböden in stark feuchtebelasteten Räumen. Außerdem können sie als Beplankungswerkstoffe im Trockenbau und Holztafelbau eingesetzt werden.

Kalziumsilikat-Platten sind absolut feuchtigkeitsbeständig. Bis zu 100% des eigenen Raumgewichts kann an Feuchtigkeit aufgenommen werden ohne das maßgebende Formveränderungen eintreten. Nach dem Austrocknen werden die ursprünglichen physikalischen und mechanischen Werte wieder erreicht.

Kalziumsilikat-Platten werden von organischen Schädlingen wie Insekten und Pilze nicht befallen und sind somit verrottungsfest. Sie können mit normalem Bauschutt entsorgt werden.

Kalziumsilikat-Platten, die für brandschutztechnische Zwecke eingesetzt werden, gehören der Baustoffklasse A - nicht brennbar - nach DIN 4102, Teil 4, an.

6.3 Dämmstoffe

Der Begriff Dämmen ist im Bauwesen im wesentlichen für die Bereiche Wärmeschutz und Schallschutz reserviert, er beinhaltet eine Verringerung von Energieabfluß/Energiedurchfluß. Aber auch bei vielen Konstruktionen mit Brandschutzaufgaben werden Dämmstoffe eingesetzt.

Viele Konstruktionen erreichen ihre geforderten bauphysikalischen Eigenschaften nur in Kombination mit geeigneten Dämmstoffen.

Dämmstoffe für die Wärmedämmung

Als Wärmedämmstoff gelten Produkte, deren Wärmeleitfähigkeit λ in trockenem Zustand bei einer Mitteltemperatur von 10°C kleiner als 0,1 W/mK ist.

Bei allen Dämmstoffen ist für gebräuchliche Dämmstoffdicken (bis ca. 24 cm) die Primärenergie- und die Schadstoff-Bilanz positiv (d.h. durch die Dämmung wird mehr (Heiz-)Energie einspart, als zu deren Herstellung und Verarbeitung verbraucht wird und die Emission von Schadstoffen bei der Dämmstoffherstellung ist deutlich geringer wie die Emission bei der Beheizung (mit fossilen Brennstoffen!) von ungedämmten Gebäuden).

Anwendungstypen von Dämmstoffen

Dämmstoffe müssen bauaufsichtlich zugelassen sein, eine Güteüberwachung findet statt. Für die meisten Dämmstoffe gibt es Stoffnormen, in denen Mindestanforderungen und Anwendungsbereiche festgelegt sind. In den Dämmstoffnormen und fast allen bauaufsichtlichen Zulassungen werden die einzelnen Produkte sogenannten Anwendungstypen zugeordnet, die durch ein Kurzzeichen gekennzeichnet sind. Ortschaften und lose Schüttungen können diesen Anwendungstypen nicht zugeordnet werden.

Dämmstoffe				
nach DIN				Bauaufsichtliches
Faserdämmstoffe DIN 18165		Schaumkunststoffe DIN 18164	Leichtbauplatte DIN 1101+1102	Prüfzeugnis
organisch	mineralisch	Polystyrol [030-045]	Mehrschicht-[040-045]	Zellulosefaser [040-045]
Kokosfaser [045-055]	Glas [035-045]	Polyurethan [025-035]	Holzwolle-[090-150]	Baumwolle [040]
Holzfaser [045-055]	Stein [035-045]	Phenolharz [030-045]		Schafwolle [040]
Torf [045-055]	Schlacke [035-045]			Flachfasern [040]
	Schmelze [035-045]			Korkerzeugnisse [045-055]

Abb. 31 Dämmstoffe

Die Anforderungen, die sich aus den unterschiedlichen Beanspruchungen je nach Einsatzgebiet ergeben, können nicht von allen Produktgruppen erfüllt werden. Bestimmte Produktgruppen eignen sich besonders für spezifische Anwendungsfälle.

An die gleichen Anwendungstypen verschiedener Dämmstoff-Normen werden allerdings unterschiedliche Anforderungen gestellt. Für eine Entscheidung im praktischen Anwendungsfall müssen die Anforderungen der entsprechenden Normen oder Zulassungen deshalb detailliert verglichen werden. Weitere Angaben sind den Baustoffdatenblättern zu entnehmen.

6.3.1 Mineralwolle-Dämmstoffe

Baustoff

Mineralwolle-Dämmstoffe bestehen aus künstlichen Mineralfasern, die aus Glas-, Stein- oder Schlackenschmelze hergestellt werden und in Form von Bahnen, Matten, Filzen oder Platten mit unterschiedlicher Dichte verwendet werden.

Die Struktur der Mineralwolle wird vor allem durch das Herstellungsverfahren, weniger durch die Rohstoffe bestimmt. Unter der Struktur versteht man die Verteilung der Faserdicke und -länge sowie die Orientierung und Verfilzung der Fasern, aber auch den Anteil an nicht faserförmigen Bestandteilen. Von der Struktur hängen viele physikalischen Eigenschaften ab. Die übliche Faserdicke liegt zwischen 3 und 6 μm .

Durch eine Kunstharzbindung kann aus einem weichen, schwach verfilzten Vlies ein elastischer Filz oder eine feste Platte gemacht werden. Als Bindemittel wird vorwiegend modifiziertes Phenolharz verwendet.

Einsatzbereiche von Mineralwollendämmstoffen

Mineralische Faserdämmstoffe nach DIN 18165 werden für Wärme-, Schall- und Brandschutzaufgaben eingesetzt. Die DIN 18165 besteht aus zwei Teilen. Teil 1 befaßt sich mit den Wärmedämmstoffen und Teil 2 mit den Trittschalldämmstoffen. Die Norm unterscheidet verschiedene Anwendungstypen, die mit dem Typenkurzzeichen gekennzeichnet sind und jeweils besondere, auf den Verwendungszweck abgestimmte, Eigenschaften haben.

Faserdämmstoffe für die Trittschalldämmung nach DIN 18165-2			
Lieferform	Anwendungstyp Kurzzeichen	Verwendung im Bauwerk	Nenn dickendifferenz $d_L - d_B$ ¹⁾
Matten Filze Platten	T	Trittschalldämmstoffe, z.B. unter schwimmenden Estrichen	≤ 5
	TK	Trittschalldämmstoffe mit geringer Zusammen-drückbarkeit, z.B. unter Fertigteilestrichen	≤ 3

1) d_L : Lieferdicke, d_B : Dicke unter Belastung

Abb. 32 Anwendungstypen von Faserdämmstoffen

Bauphysikalische Eigenschaften

In Abhängigkeit von ihrer Wärmeleitfähigkeit werden Mineralwolle-Dämmstoffe von DIN 18165-1 in Wärmeleitfähigkeitsgruppen eingeteilt.

Bauphysikalische Eigenschaften von Mineralwolle			
Längenbezogener Strömungswiderstand	≥ 5		kPas/m ²
Mindestwert für Hohlraumdämpfung			
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ DIN 4108-4	1		---
Wärmeleitfähigkeit	Rechenw	Gruppe	W/mK
Rechenwert nach DIN 4108-4	0,035	035	
Einteilung in Gruppen nach DIN 18165 -1	0,040	040	

Abb. 33 Bauphysikalische Eigenschaften von Mineralwolle

Mineralwolle stellt einen porösen, nicht hygroskopischen und nicht kapillarleitenden Stoff dar. Mineralwolleprodukte sind sehr wasserdampfdurchlässig. Bei drückendem Wasser kommt es zu einer Wasseraufnahme der Hohlräume, die Wärmeleitfähigkeit steigt sehr stark an. Durch Hydrophobierung kann die Wasseraufnahme auf etwa 1/100 reduziert werden.

Mineralwollendämmstoffe sind für Aufgaben des Luft- und Trittschallschutzes sowie der Raumakustik (Schallabsorption) sehr gut geeignet. Der längenbezogene Strömungswiderstand von allen Mineralwollendämmstoffen beträgt über 5 kPa·s/m² (kNs/m²).

Brandverhalten

Mineralwolle, als Baustoff mineralischen Ursprungs, ist nicht brennbar, Baustoffklasse A. In Ausnahmefällen kann sie durch brennbare Zusätze, insbesondere Bindemittel, oder durch Kaschierungen auch brennbar werden.

Geeignet für das Wahrnehmen von Brandschutzaufgaben sind nach DIN 4102 Mineralwolle mit einem Schmelzpunkt über 1000°C. Sofern in Prüfzeugnissen nachgewiesen, können auch andere Mineralwolle-Dämmstoffe für Brandschutzaufgaben verwendet werden.

6.3.2 Hartschaum-Dämmstoffe

Arten von Hartschaum-Dämmstoffen

DIN 18164 unterscheidet bei Hartschaum-Dämmstoffe zwischen folgenden Stoffarten:

- Dämmstoffe aus Polystyrol PS (Partikelschaum und Extruderschaum)
- Dämmstoffe aus Polyurethan PUR

- Dämmstoffe aus Phenolharz PF

Einsatzbereiche

Hartschaum-Dämmstoffe (Schaumkunststoffe) nach DIN 18164 haben im allgemeinen eine überwiegend geschlossoporige Struktur und sind verhältnismäßig steif. Haupteinsatzbereich ist somit die Wärmedämmung. Hartschäume finden z.B. Anwendung in Wärmedämm-Verbundsystemen, im Dachbereich oder in Verbindung mit GK-Platten (Gipskarton-Verbundplatte) als angesetzte Vorsatzschalen.

Weiteres Anwendungsgebiet für Polystyrol-Partikelschaum ist die Trittschalldämmung.

6.3.3 Sonstige Dämmstoffe

6.3.3.1 Holzwolle- und Mehrschicht-Leichtbauplatten

Baustoff

Holzwolle-Leichtbauplatten (HWL-Platten) nach DIN 1101 sind Leichtbauplatten aus Holzwolle und mineralischen Bindemitteln wie Zement oder kaustisch gebrannter Magnesit. Mehrschicht-Leichtbauplatten (allgemein: ML-Platten) sind Leichtbauplatten aus einer Schicht aus den Dämmstoffen Hartschaum (HS-ML-Platten) oder Mineralwolle (Min-ML-Platten) und einer ein-(Zweischichtplatten) oder beidseitigen (Dreischichtplatten) Schicht aus mineralisch gebundener Holzwolle.

Einsatzbereiche

HWL- und ML-Platten werden als Dämmstoff für den Wärmeschutz, Schallschutz (Schalldämmung und Schallabsorption) und Brandschutz im Bauwesen verwendet. Alle Platten müssen den Anwendungstypen W, WD, WV, und WB genügen, die HWL-Platten zusätzlich dem Anwendungstyp WS.

Die Platten werden als Wand- und Deckenbildende Dämmstoffe (Trennwände, Vorsatzschalen, Decken- und Wandbekleidung) verwendet und mit mineralischem Putz verputzt oder mit geeigneten Bauplatten verkleidet, zudem können sie unter Estichen als Trittschalldämmung eingesetzt werden. Die Platten können beim Betonieren als verlorene Schalung verwendet werden.

Bauphysikalische Eigenschaften

Plattenart	HWL	HS-ML	Min-ML
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ DIN 4108-4	2/5	20/50	1
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach DIN 4108-4	≥ 25 mm	0,040 ¹⁾	0,040 ¹⁾
	15 - 25 mm		0,045 ¹⁾
	< 15 mm		²⁾
¹⁾ Bei ML-Platten dürfen Holzwoleschichten < 10 mm nicht zur Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes berücksichtigt werden. ²⁾ HWL-Platten der Dicken < 15 mm dürfen wärmeschutztechnisch nicht berücksichtigt werden			

Abb. 34 Tab. 10.4-2:Bauphysikalische Eigenschaftender HWL- und ML-Platten

Brandverhalten

HWL-Platten sind in DIN 4102-4 als schwerentflammbar, Baustoffklasse B1 klassifiziert.
 HS-ML-Platten müssen mindestens der Baustoffklasse B2, normalentflammbar, entsprechen.
 Für Min-ML-Platten ist der Nachweis der Baustoffklasse B1 derzeit über Prüfzeichen zu führen.

6.3.3.2 Korkerzeugnisse

Kork wird aus der nachwachsenden Rinde der Korkeiche gewonnen. Kork besteht aus einer geschlossenzelligen Struktur und hat ca. 40 Mio. Zellen pro cm².
 Aus Kork werden Schüttungen und Dämmplatten gefertigt.
 Bei der Herstellung wird Korkschrot in einem Druckbehälter überhitzter Wasserdampf zugeführt. Dabei dehnt sich der Korkschrot bis zum 10-fachen seines Volumens aus und verbackt durch das im Kork vorhandene Naturharz (Suberin) zu einem Block. Dieser wird zu Platten gewünschter Dicke zugeschnitten.
 Korkdämmplatten werden zur Wärmedämmung im Dach-, Decken- und Wandbereich eingesetzt.
 Übliche Plattenabmessungen sind: Dicke 20 bis 100 mm, Länge 900 bis 1200 mm, Breite 500 bis 610 mm.

Mechanische und bauphysikalische Eigenschaften

Mechanische und bauphysikalische Eigenschaften von Korkdämmplatten		
Rohdichte	80 - 500	kg/m ³
Druckspannung bei 10% Stauchung	> 0,1	N/mm ²
Wasserdampfdiffusionswiderstand μ DIN 4108-4	5/10	---
Wärmeleitfähigkeit Rechenwert nach DIN 4108-4	0,045	W/mK
	0,050	
	0,055	

*Abb. 35 Mechanische und bauphysikalische Eigenschaften von
Korkdämmplatten*

Brandverhalten

Korkdämmplatten entsprechen der Baustoffklasse B2 nach DIN 4102.

6.3.4 Schüttungen

Unter Schüttung versteht man ein loses Granulat mit Korngrößen, die üblicherweise zwischen 0 und 7 mm liegen. Für die verschiedenen Produkte werden unterschiedliche Rohstoffe als Ausgangsmaterial verwendet.

Schüttungen dienen zum Ausgleich von Bodenunebenheiten oder einer unerwünschten Bodenneigung. Sie wirken wärmedämmend und werden somit als alleinige oder zusätzliche Wärmedämmung eingesetzt, sie verbessern den Trittschallschutz einer Deckenkonstruktion.

Im Bodenbereich werden Schüttungen meist wegen ihrer ausgleichenden Wirkung eingesetzt, mit dem Vorteil zugleich wärmedämmend und trittschallverbessernd zu sein. Sie werden aber auch alleine zum Zweck der fugenlosen Wärmedämmung im Zwischendeckenbereich von Holzbalkendecken oder als Steildachdämmung eingesetzt. Schüttungen kleinerer Korngröße eignen sich besonders zum Höhenausgleich insbesondere in Verbindung mit Trockenunterboden-Elementen (Trittschalldämmung), grobkörnige Schüttungen bieten sich zum Verfüllen von Hohlräumen bei gleichzeitigem Wärmeschutz an.

In Verbindung mit Trockenunterböden kommen nur solche Schüttungen zum Einsatz, die für das jeweilige Bodensystem geeignet sind (Herstellerhinweise beachten). Dabei sind vor allem die elastischen Eigenschaften (elastische Bettung) und eine geringe Nachverdichtung von Bedeutung.

Bedingt durch ihre Ausgangsstoffe sind mineralische Schüttungen stets ungeziefer- und verrottungsbeständig. Bei Schüttungen aus organischen Stoffen ist eine entsprechende Zusatzausrüstung erforderlich.

Nach ihren Ausgangsrohstoffen werden folgende Schüttungsgruppen unterschieden:

- Schüttungen auf Perlite-Basis
- Schüttungen auf Vermiculite-Basis
- Schüttungen aus Blähton
- Schüttung aus Porenleichtbeton-Granulat
- Schüttungen aus Kork
- Schüttungen aus organischen Ausgangsstoffen

6.4 Folien, Pappe und Papier

6.4.1 Folien

Ausgangsstoffe für die synthetischen Kunststoffe sind überwiegend Kohle, Erdöl oder Erdgas, die zunächst zu einfachen, reaktionsfähigen Kohlenstoffverbindungen aufgeschlossen werden; dazu Wasser, Luft, Kochsalz, welche die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Chlor für die Synthese liefern. Auch synthetische Silicium-Verbindungen (Silicone) gehören als halborganische Stoffe zu den Kunststoffen. Nach Aussehen und Anordnung (Struktur) der Makromoleküle gibt es drei verschiedene Gruppen von Kunststoffen:

- Bei der ersten Gruppe liegen die Molekülfäden wirt verknäult oder fast parallel geordnet (Beispiel PVC). Man bezeichnet diese Kunststoffe als Thermoplaste oder Plastomere.
- Duromere (früher: Duroplaste) im Gebrauchszustand bestehen aus dreidimensional vernetzten Makromolekülen.
- In Elastomeren sind Molekülfadenteile durch chemische Querverbindungen in größeren Abständen zu weitmaschigen Netzmolekülen verknüpft.

Für die Dach- und Bautenabdichtung kommen sowohl Bahnen aus thermoplastischen Kunststoffen als auch Elastomerbahnen zum Einsatz. Beide Gruppen werden im folgenden unter dem Oberbegriff "Kunststoffbahnen" zusammengefaßt.

Abgesehen davon, daß Schäden an Abdichtungen mit Kunststoffbahnen heute eigentlich nur noch dann auftreten, wenn sie nicht fachgerecht und materialgerecht ausgeführt worden sind (hier besteht kein Unterschied zur bituminösen Dichtung), gibt es eine Reihe von weiteren Gründen, den Einsatz von Kunststoff- Dach- und Dichtungsbahnen ebenbürtig neben den von Bitumenbahnen zu stellen:

- Eine einlagige Verlegung von Kunststoffbahnen ist bei sachgemäßer Ausführung der Nahtverbindungen vollkommen ausreichend. Dies stellt gegenüber der herkömmlichen dreilagigen bituminösen Dichtung einen erheblichen Wirtschaftlichkeitsfaktor dar
- Kunststoffbahnen können im Werk zu großflächigen Planen (bis zu 500 m²) vorkonfektioniert werden. Dies stellt nicht nur einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn dar, sondern auch eine weitere Beschleunigung - und damit Rationalisierung - des Arbeitsablaufes an der Baustelle
- Kunststoff-Dachbahnen müssen in den seltensten Fällen vollflächig verklebt werden. Oft ist eine lose Verlegung

nicht nur die werkstoffgerechteste, sondern auch die wirtschaftlich günstigste Lösung.

Die Einsatzbereiche von Folien sind vielfältig. Sie werden beispielsweise als dampf- und windsperrende Schicht bei Außenwänden und Dächern eingesetzt, sie verhindern das Eindringen von Restfeuchte aus massiven Rohdecken in die Trittschalldämmplatten, unter Schüttungen dienen sie als Rieselschutz, unter Schwellen schützen sie das Holz gegen aufsteigende Feuchtigkeit.

Zum Einsatz kommen Bitumen-, Kunststoff- und Metallfolien, etc. Je nach der geforderten Funktion der Trenn- oder Sperrschicht muß eine geeignete Folie gewählt werden. Bei rauen Untergründen (z.B. übliche massive Rohdecken) müssen Folien dick genug gewählt werden, um nicht durch Rauigkeitsspitzen perforiert und damit nutzlos zu werden. Die Eigenschaften der marktüblichen Folien sind stark produktabhängig. Sie sind den jeweiligen Herstellerangaben zu entnehmen.

Im folgenden werden die materialspezifischen Eigenschaften der wichtigsten Folien und deren Anwendungsbereiche beschrieben. Sie stellen nur einen Ausschnitt auf dem Markt vorhandener Folien dar. Vor allem sind dies Folien, die aus

- thermoplastischen oder elastomeren Kunststoffen oder
- Metallfolien

bestehen.

Werkstoff	Wasserdampf-Diffusionswiderstand μ
PVC-Folie, $d \geq 0,1$ mm	20.000/50.000
Polyethylen, $\geq 0,1$ mm	100.000
Aluminium, $d \geq 0,05$ mm	praktisch Dampfdicht
andere Metallfolien, $d \geq 0,1$ mm	praktisch Dampfdicht

Abb. 36 Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ von verschiedenen Folien nach DIN 4108-4 und Herstellerangaben

Es stehen im Bauwesen eine Vielzahl unterschiedlicher Kunststoffe zur Verfügung, z. B. Profile, Dämmstoffe, Folien/Bahnen, Abdichtungs- und Klebstoffe. Die meisten Kunststoff-Bahnen schrumpfen nach der Verlegung; ausgenommen davon sind nicht weich gemachte Plastomere (PIB, CPE). Verschiedenartige Kunststoffe können sich gegenseitig schädigen. Auch Bautenschutzmittel (Holzschutz, Imprägnierung, Korrosionsschutz u.a.) wirken oft zerstörend, besonders dann, wenn es sich um ölige oder gelöste Mittel handelt. Hier muß in jedem Einzelfall klargestellt sein, ob und welcher Kunststoff unbedenklich angewandt werden darf. Im folgenden werden die Eigenschaften der für Folien und Bahnen gebräuchlichen Kunststoffe beschrieben.

Thermoplaste/Plastomere

- Polyethylen PE (Polyethen) besteht aus polymerisiertem Ethylen und ist durchscheinend.
- PE-Bitumen-Copolymerisat ECB besteht aus PE mit Bitumenanteilen.
- Chlorpolyethylen CPE (PE-C) ist ein modifiziertes Polyethylen mit kontrolliertem Zusatz von Chlor.
- Polyvinylchlorid PVC ist der meistgebrauchte Kunststoff und kann je nach Inhaltsstoffen hart oder weich sein.

Elastomere

- Butyl IIR ist ein Kautschuktyp.
- Polychloropren CR ist bekannt unter dem Namen "Neopren".

6.4.2 Pappen und Papiere

Bei den Pappen und Papieren (den sogenannten Baupappen) handelt es sich um Bestandteile aus Papier und verstärkte Papiere, bestehend aus Recycling- und / oder Naturzellulose mit Zusatzstoffen.

Die Zusatzstoffe verleihen dem Papier die erforderlichen Baustoff- und Verarbeitungseigenschaften.

Eigenschaften	erreicht durch Zusatzstoff...
Flammschutz,	Amoniumsalze
Feuchtigkeitsbeständigkeit	nicht genannt
UV-Beständigkeit	nicht genannt
Bruch- und Reißfestigkeit	Glasseideneinlage Glasfasergewebe
Farbe	Farbstoffe
s _p -Wert	Polyethylen-Klebstoffe Naturlatex
Verbindung bei mehrlagigen Papieren	Polyethylen, Naturlatex
Beschichtung / Füllstoffe	pflanzliche Bindemittel Amoniumsalze einseitige Aluminium-Beschichtung Sisalfasern Bitumen

Abb. 37 Eigenschaften der Pappen und Papiere

Pappen und Papiere können im Aufbau einer Konstruktion verschiedene Aufgaben haben:

- **Luftdichtheit**
Die Luftdichtheit hat die Aufgabe, das Eindringen von Raumluft (durch Konvektion) in die Dämmebene zu verhindern.
- **Dampfbremse**
Die Dampfbremse soll das Eindringen von Feuchte durch Diffusion in das Konstruktionsinnere begrenzen bzw. verhindern. Der gewünschte s_d -Wert kann über die Zusammensetzung des Papiers / der Pappe gesteuert werden.
- **Winddichtheit**
Die Winddichtheit verhindert das Eindringen von Wind und Feuchte in die darunter/dahinter liegenden Bauteilschichten.
- **Rieselschutz**
Bei der Verwendung von Schüttungen verhindert diese Schicht das "durchrieseln" in andere Bauteilschichten oder angrenzende Räume.

Zu erwartende Bauteilbewegungen, aus Quellen, Schwinden oder Setzungen sind beim Verlegen und Verkleben der Papp-/Papierbahnen zu berücksichtigen.

Dampfbremsen und Luftdichtheitsebenen aus Pappen und Papieren müssen miteinander sowie bei An- und Abschlüssen mit den angrenzenden Bauteilen dauerhaft verklebt werden. Dazu sind auf die Pappen, Papiere abgestimmte Klebstoffe sowie Klebbänder zu verwenden. Beim Verlegen der Bahnen werden diese mit Klammern befestigt. Um den im Gebrauch auftretenden Belastungen stand halten zu können ist eine Lattung oder eine direkt auf dem Papier angeordnete Platte notwendig.

6.5 Dichtstoffe

Dichtstoffe haben eine abdichtende Funktion. Sie sollen je nach Anwendung das Eindringen, bzw. das Entweichen bestimmter Stoffe verhindern. Die dabei auftretenden Belastungen entstehen aus den klimatischen Umgebungseinflüssen (Feuchte, Wärme, Kälte, UV-Strahlung, usw.) und aus mechanischen Einwirkungen (Druck und Bewegungen).

Je nach Einsatzzweck können diese Belastungen sehr unterschiedlich in Art, Ausmaß und Dauer sein. Für die Summe dieser Anforderungen muß jeweils der richtige und dauerhaft beständige Dichtstoff ausgewählt werden. Abhängig von den eingesetzten Grundstoffen, können die Grenzen zwischen Dichtstoffen und Kleb- oder Dämmstoffen fließend sein. So kann beispielsweise ein zur Abdichtung eingesetzter Schaum gleichzeitig Dämmfunktion übernehmen oder ein Buthylband andere Bauteile fixieren.

Physikalische Eigenschaften

Die Begriffe "plastisch" oder "elastisch" beschreiben im engeren Sinne das Verhalten von Dichtstoffen nach Einwirkung einer äußeren mechanischen Kraft. Wird der Dichtstoff dadurch bleibend verformt, so ist er plastisch. Bewegt er sich dagegen nach Wegfall der äußeren Kraft aus eigenem Antrieb wie der in seine ursprüngliche geometrische Form zurück, so verhält er sich elastisch.

Die Mehrzahl der auf dem Markt erhältlichen Dichtstoffe stellen Mischformen mit gleichzeitig vorhandenen plastischen und elastischen Anteilen dar.

Eine genormte Unterteilung mit Grenzwerten zur Identifizierung eines Dichtstoffes gibt es nicht.

Daher wurde vom Industrieverband Dichtstoffe (IVD) eine Prüf- und Meßmethode erarbeitet und als IVD-Merkblatt Nr. 2 herausgegeben. Die Klassifizierung erfolgt im wesentlichen nach dem Rückstellvermögen.

Rückstellvermögen in %	Begriff
≥ 70	Elastisch
$\geq 40 < 70$	Plastoelastisch
$\geq 20 < 40$	Elastoplastisch
< 20	Plastisch

Abb. 38 Unterteilung der Dichtstoffe nach ihrem Rückstellvermögen

Im Bauwesen finden vorwiegend verarbeitungsfertige Silikone, Acrylate, Schäume (Ein- und Zweikomponentenmaterial), Polysulfidkautschuke (Thiokole), Klebestreifen und Dichtschnüre aus geschäumten Kunststoffen Anwendung. Diese sind:

- Silikone
- Polysulfide
- Butyle
- Acrylate
- Polyurethane
- Korke
- Teerprodukte (Bitumen)
- Schäume
- Filze mit Zusatzstoffen
- Metalle
- Kitte

Elastische Dichtstoffe müssen ein hohes Dehnvermögen (gummiartig), große Rückstellelastizität und starke Haften zu Verbindung mit dem Untergrund besitzen (Bsp.: Silikon). Sie müssen den oben geschilderten Beanspruchungen über einen angemessenen Zeitraum

(Jahre) standhalten. Sie können, bei ausreichender Flankenhaftung Dehnungen von über 20 % (je nach Dichtstoff auch mehr) schadlos aufnehmen.

Plastischer Dichtstoff: Dichtstoff, der nach der Verarbeitung vorwiegend plastische Eigenschaften behält, d.h. die durch Fugenbewegungen im Dichtstoff verursachten Spannungen werden sehr schnell abgebaut. Plastische Dichtstoffe sind vorrangig zum Füllen von Fugen jedoch nicht zur Aufnahme von Bewegungen vorgesehen.(z.B. Fensterkitt) Sie sind nicht oder nur sehr beschränkt in der Lage sich verformenden Fugen anzupassen und nach einer Veränderung der Fuge noch eine ausreichende Dichtheit zu gewährleisten. Für die Haftflächen gelten die gleichen Anforderungen wie bei elastischen Dichtstoffen.

Plastoelastischer Dichtstoff: Der Begriff "plastoelastische" beschreibt einen Dichtstoff mit vorwiegend elastischen und geringen plastischen Eigenschaften.

Vorkomprimierte Dichtstoffe sind Schaumkunststoffe, die mit Zusatzstoffen zur Erlangung bestimmter Eigenschaften getränkt sind. (z.B. Bitumen um wasserabweisend zu sein). Sie wirken rein physikalisch, durch den Anpreßdruck an die Fugenflanken und sind chemisch neutral. Zum Einbau werden die Bänder komprimiert geliefert (Kompression 1:7). In der vorgesehenen Fuge kann sich das Material ausdehnen. Um die gewünschte Dichtheit zu erreichen darf er jedoch nicht vollkommen expandieren. Über die für die Dichtfunktion notwendige Restkompression geben die Herstellerunterlagen für das jeweilige Produkt Auskunft. Der Vorgang der Ausdehnung ist abhängig von der Umgebungstemperatur. Ist bei geringeren Temperaturen nur mit einem langsamen Expandieren zu rechnen, muß der Dichtstoff gegen Herausfallen gesichert werden.

Schäume, die erst am Einsatzort hergestellt werden (aus Dosen oder Kartuschen) können ebenfalls Dichtfunktionen übernehmen. Nach dem Aushärten sind sie jedoch, je nach Fugendicke, eher plastischen Dichtstoffen zuzuordnen. Beim Einbringen des Schaums in die Fuge wird die Schaumkomponente (oder zwei) mit einem Treibmittel in Schaum umgewandelt. Zu beachten ist, daß die Haftflächen angefeuchtet sein müssen.

Dichtschnüre dienen vorwiegend zum Füllen von Hohlräumen. Sie können verwendet werden, um eine Dreiflankenhaftung (führt durch Spannung bei Verformung zum Abreißen des Dichtstoffs) des nachfolgend eingesetzten Dichtstoffes zu vermeiden.

Der Haftgrund muß:

- trocken,
- griffig,
- fest,
- staubfrei,

- öl und fettfrei und
- chemisch geeignet sein .

Zur Verbesserung der Haftung kann ein Primer auf den Haftgrund gegeben werden.

6.6 Leime und Kleber

Mit Leimen und Klebern hergestellte Verbindungen sind, im Gegensatz zu allen anderen Verbindungsmitteln, starr. Sie wirken flächenhaft und eignen sich gut zur Herstellung von Holzwerkstoffen und von Bauteilen größerer Abmessungen.

Dabei wird unterschieden:

- Leimverbindungen für tragende Holzbauteile nach DIN1052
- Leimverbindungen bei denen die Leimfuge keine statische Funktion übernimmt(z.B. stehende Leimfuge bei ausschließlich vertikal belasteten Bauteilen).

Zur Sicherstellung der Anforderungen an Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Leimverbindungen sind die nachfolgenden Vorgaben - bei Holzbereitstellung und Verleimung - einzuhalten:

- Holzbereitstellung
 - Holz-Gütesortierung
 - Technische Holz Trocknung
 - Oberflächenqualität
 - Jahrringlage der Holzlamellen
- Verleimung
 - Leimmischung
 - Gleichmäßiger Leimauftrag
 - Ausreichende Auftragsmenge
 - Gleichmäßiger Preßdruck
 - Ausreichender Preßdruck
 - Vorgegebenes Klima im Leimraum
 - Bestimmte Preßdauer
 - Konditionierung verleimter Teile/Aushärten

Herstellung tragender Bauteile

Verleimte tragende Bauteile nach DIN 1052 dürfen nur verwendet werden, wenn sie von Betrieben hergestellt worden sind, die eine bestimmungsgemäße Herstellung nachgewiesen haben. Vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) wird eine Liste der Betriebe geführt, die einen Nachweis der Eignung zum Leimen für tragende Holzbauteile besitzen.

Die Verleimung tragender Holzbauteile ist damit ähnlich wie beim Schweißen im Stahlbau an geeignetes Fachpersonal und Werkseinrichtungen geknüpft, wie:

- Klimatisierte Arbeitsräume
- Anlage zur techn. Holz Trocknung
- Holzfeuchtemeßgerät
- Maschinen zum Bearbeiten der Leimflächen
- Keilzinkenanlage
- Leimauftragsvorrichtungen und -maschinen
- Vorrichtungen zur Erzeugung des notwendigen Preßdrucks.

Es dürfen nur Leime verwendet werden die nach DIN 68141: Holzklebstoffe; Prüfung der Gebrauchseigenschaften von Klebstoffen für tragende Holzbauteile, geprüft sind.

Nachweis der Eignung zum Leimen von tragenden Holzbauteilen

Die Anwendung von Leimen zur Herstellung von tragenden Holzbauteilen erfordert nach DIN 1052-1, Anhang A oder DIN EN 386 spezifische Leimgenehmigungen. Die darin gestellten Anforderungen werden jeweils nur durch bestimmte Klebstoffe erreicht. Amtliche Prüfstellen - zugelassen vom DiBt - erteilen Leimgenehmigungen, Eignungsnachweise und Verträglichkeitsnachweise, z.B. für die Verleimung von behandelten Holzteilen.

Leimgenehmigungen werden für vier Bereiche erteilt:

Bescheinigung A:

Leimen tragender Holzbauteile allerart.

Bescheinigung B

Leimen einfach geleimter Holzbauteile, wie z. B.

- Balken und Träger bis max. 12,0 m Stützweite
- Dreigelenkbinder bis max.15,0 m Spannweite
- Einhüftige Binder bis max.12,0 m Abwicklungslänge

Auch die Genehmigung für Sonderbauarten kann enthalten sein (z.B. DSB-Dreiecksstrebenbau).

Bescheinigung C

Nur zum Leimen von Sonderbauarten, wie z. B. DSB.

Bescheinigung D

Geeignet nur zum Leimen von Holztafeln für Holzhäuser in Tafelbauart.

In den Bescheinigungen muß außerdem angegeben sein ob der Betrieb den Nachweis für die Herstellung von Keilzinkenverbindungen nach DIN 68 140 erbracht hat.

Geeignete Leime und Klebstoffe müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Fugenfüllend

- Rasch abbindend
- Widerstandsfähig gegen klimatische Einflüsse.

Für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche sind, je nach den herrschenden Umgebungsanforderungen an das Bauteil, entsprechend den Angaben in den nachfolgenden Baustoffdatenblättern, folgende Leimarten zulässig:

- Resorcin-Harzleime
- Phenol-Melamin-Harzleime
- Harnstoff-Harzleime
- Melamin-Harnstoff-Harzleime
- Kaseinleime
- Polyurethan-Klebstoffe.

6.7 Mechanische Verbindungsmittel

6.7.1 Nägel, Sondernägel, Klammern

In Deutschland wurde die Nagelbauweise erst 1933 zugelassen. Die Anwendung für tragende Bauteile war vorher verboten. Nägel wurden und werden aus verschiedenen Materialien hergestellt.

Bei der Verwendung von unterschiedlichen Metallen an einem Bauteil ist die elektrische Spannungsreihe zu beachten. Bleiben z.B. unverzinkte Nägel längere Zeit etwa auf Aluminium- oder Kupferblech liegen (z.B. Dachplatten, Dachrinnen), dann entsteht bei Feuchtigkeitzutritt ein elektrisches Element (Elektrolyt). Durch die dabei fließenden elektrischen Ströme wird das unedlere Metall zersetzt.

Im Gegensatz zur flächigen Verleimung bringen Nagelverbindungen die Kräfte punktwise auf. Eine gleichmäßige Verteilung der Nägel kommt der Wirkung einer Leimverbindung nahe, behält jedoch noch soviel Elastizität, daß die Nebenspannungen gering bleiben.

Deshalb dürfen Nagel- und Leimverbindungen nicht nebeneinander verwendet werden. Bei einer starren Leimverbindung kämen die Nägel erst nach dem Versagen der Leimschicht zum Tragen.

Bei mechanischen Verbindungen treten unter Scherbelastungen Verschiebungen zwischen den miteinander verbundenen Teilen auf. Diese Verschiebungen werden durch Lochleibungsverformungen der verbundenen Teile im Bereich der Leibungsflächen der Verbindungsmittel und zusätzlich durch die Verformung der Verbindungsmittel verursacht. Die hierfür verwendeten Verbindungsmittel werden als mechanische Verbindungsmittel bezeichnet. Sie können je nach Bauart auch in Axialrichtung beansprucht werden.

Für die Berechnung und Ausführung von tragenden mechanischen Verbindungen im Holzbau gilt die DIN 1052-1 bis -3.

DIN1052-1 Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
 DIN1052-2 Holzbauwerke; Mechanische Verbindungen
 DIN1052-3 Holzbauwerke; Holzhäuser in Tafelbauart
 Berechnung und Ausführung

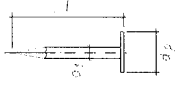
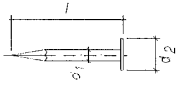
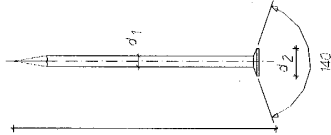
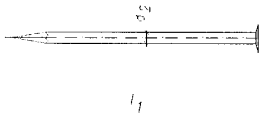
DIN 1160 Breitkopfstifte; Rohr, Dachpapp-, Schiefer- und Gipsdielstifte	Form A 	Form B 
DIN 1143-1 Maschinenstifte, rund, lose		
DIN 1151 Drahtstifte, rund		

Abb. 39 Normen über die Eigenschaften von Nägeln

Die Festlegungen für Nagelverbindungen im Holzbau gelten für die Anwendung von runden Drahtstiften der Form B nach DIN 1151 aus Stahl und von runden Maschinenstiften nach DIN 1143-1. Es dürfen auch andere als in der DIN angegebene Nagellängen verwendet werden.

Runde Drahtstifte dürfen beharzt sein. Von DIN 1151 bzw. DIN 1143-1 abweichende Kopfformen sind zulässig, wenn die Kopffläche mindestens $2,5 d_n^2$ beträgt.

DIN 1052-2 schreibt Mindestabstände für die Nägel vor, um das Aufspalten des Holzes zu verhindern und um jedem Nagel die volle Anschlußwirkung zu sichern.

Nagelabstände		Nagelabstände parallel der Krafrichtung mindestens	
		nicht ¹⁾ vorgebohrt	vorgebohrt
untereinander	der Faserrichtung	10 d_n 12 $d_n^{2)}$	5 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	5 d_n	5 d_n
vom beanspruchten Rand	der Faserrichtung	15 d_n	10 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	7 d_n 10 $d_n^{2)}$	5 d_n
vom unbeanspruchten Rand	der Faserrichtung	7 d_n 10 $d_n^{2)}$	5 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	5 d_n	3 d_n

¹⁾ Bei Douglasie ist bei $d_n \geq 3,1$ mm stets Vorbohren erforderlich
²⁾ bei $d_n > 4,2$ mm

Abb. 40 Nagelabstände nach DIN 1052-2 Tab.11

Außerdem dürfen **Sondernägel** verwendet werden, d.h. Nägel mit profilierter Schaftausbildung, wobei die Profilierung des Nagelschaftes über die gesamte Nagellänge oder ausgehend von der Nagelspitze über einen Teil der Nagellänge erfolgen darf. Sondernägel werden entsprechend ihrer Haftkraft in Nadelholz bei Beanspruchung in Schaftrichtung (Herausziehen) nach den Tragfähigkeitsklassen I, II und III unterschieden.

Es dürfen nur Sondernägel verwendet werden, deren Eignung für diese Verbindung nachgewiesen ist, die in eine der drei Tragfähigkeitsklassen eingestuft sind und deren Eigenschaften laufend überwacht werden. Maßgebend für den Eignungsnachweis und die Einstufung in die Tragfähigkeitsklassen ist der Einstufungsschein nach DIN 1052-2 Anhang C.

Der Einstufungsschein ist von einer hierfür anerkannten Prüfstelle auszustellen.

Werden Sondernägel in frisches Holz eingeschlagen und bleibt die Holzfeuchte im Gebrauchszustand im Fasersättigungsbereich, so sind die zulässigen Belastungen auf Herausziehen um 1/3 abzumindern. Dieses gilt nicht, wenn das Holz im Gebrauchszustand nachtrocknen kann, und nicht für Laubhölzer der Holzartgruppe C.

Die Festlegungen für **Klammerverbindungen** bei Holzbauteilen aus Nadelholz nach DIN 1052-2 und DIN 1052-2/Al sowie für tragende Verbindungen von Platten aus Holzwerkstoffen mit Vollholz aus Nadelholz gelten für Klammern aus Stahldraht, die mit geeigneten Eintreibgeräten verarbeitet werden. Die Klammern müssen auf einer Länge l_H von mindestens $0,5l_n$ gemessen von der Klammerspitze, mit einer geeigneten Beharzung versehen sein. Der Querschnitt der Klammern darf kreisförmig bis leicht tonnenförmig ($b < 1,2 a$) gewalzt sein. Der Drahtdurchmesser d_d muß 1,5-2 mm betragen, die Rückenbreite der Klammern $b_R > 6d_n$ jedoch nicht < 15 mm, und die Schaftlänge $l_n < 50d_r$ sein.

Der größte Abstand der Klammern soll bei Holzwerkstoffen und bei Vollholz aus Nadelholz in Faserrichtung $80 d_n$ und bei Vollholz aus Nadelholz rechtwinklig zur Faserrichtung $40 d_n$ nicht überschreiten.

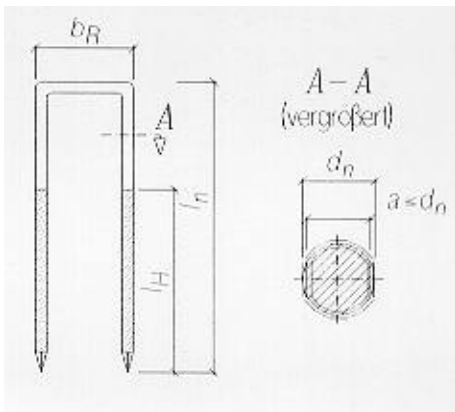


Abb. 41 Klammer

6.7.2 Dübel besonderer Bauart

Dübel besonderer Bauart sind mechanische Verbindungsmittel, die zwei Stäbe schubsicher miteinander verbinden. Sie werden auch zum Anschluß von Stahlbauteilen an Vollholz eingesetzt.

Es wird zwischen Einlaß- und Einpreßdübel unterschieden. Auf beide Typen wird mittels eines Spannbolzens ein Anpreßdruck ausgeübt.

Die Schubkräfte werden bei Einlaßdübeln über den Dübelumfang und bei den Einpreßdübel durch die mechanische Verankerung der Verzahnung übertragen.

Nach DIN 1052-2 unterscheidet man folgende Dübel besonderer Bauart:

- Typ A (Ein- und Zweiseitiger Ringkeildübel)
- Typ B (Rundholzdübel aus Eiche)
- Typ C (Einpreßdübel aus St 2 K 40)
- Typ D (Einpreßdübel aus Temperguß)
- Typ E (Einlaß-Einpreßdübel)

Bei der Verwendung von unterschiedlichen Metallen an einem Bauteil ist die elektrische Spannungsreihe zu beachten.

Es dürfen nur Dübel besonderer Bauart (ausgenommen Dübeltyp B) verwendet werden, deren bestimmungsgemäße Herstellung durch eine Werksbescheinigung mit Angabe des Werkstoffes, gegebenenfalls des Korrosionsschutzes und der Maße nach DIN 1052 sowie des Zeichens des Herstellers nachgewiesen ist. Die Liefereinheit ist mit den gleichen Angaben zu kennzeichnen.

Als **Einlaßdübel** gelten zwei- und einseitige Ringkeildübel (Dübeltyp A), die aus der Leichtmetall-Gußlegierung GD- AlSi9Cu3 (Werkstoffnummer 3.2163.05) nach DIN 1725-2 bestehen, sowie Rundholzdübel aus fehlerfreiem Eichenholz

(Dübeltyp B). Die Dübel werden in passende Vertiefungen ins Holz eingelegt.

Die Regelungen der DIN 1052-2 Tabelle 4 gelten auch für Laubhölzer. Einseitige Einlaßdübel des Dübeltyps A sind für die Verbindung von Vollholz mit Stahlbauteilen zulässig, wenn die Stahllaschen mindestens die Dicke h nach DIN 1052-2 Tabelle 4 besitzen und die Löcher in den Laschen höchstens auf den Durchmesser $d_u + 1,0$ mm (d_u nach Tabelle 4) gebohrt sind.

Einlaßdübel des Dübeltyps A mit Außendurchmesser 65, 80, 95 und 126 mm dürfen auch in rechtwinklig oder schräg ($\varphi > 45^\circ$) zur Faserrichtung verlaufenden Hirnholzflächen von Brettschichtholz nach DIN 1052-2 Bild 5 eingebaut und zur Übertragung von Auflagerkräften herangezogen werden. Die zulässigen Belastungen sind DIN 1052-2 Tabelle 5 zu entnehmen.

Einpreßdübel nach DIN 1052-2 Bild 6 (Dübeltyp C) sind aus St 2 K 40 nach DIN 1624, Einpreßdübel nach DIN 1052-2 Bild 7 (Dübeltyp D) aus Temperguß GTS-35-10 oder GTW-40-45 nach DIN 1692 herzustellen. Verbindungen mit Einpreßdübeln müssen den Anforderungen in den Tabellen 6 und 7 der DIN 1052-2 entsprechen. Die Grundplatten des Dübeltyps D dürfen bis zu 3 mm in das Holz eingelassen werden.

Für die Verbindung von Vollholz mit Stahlteilen sowie von Vollholz mit Vollholz sind einseitige Einpreßdübel der Dübeltypen C und D zulässig.

Bei Stahllaschen darf auf der Kopfseite auf die Scheibe verzichtet werden; auf der Gewindeseite dürfen Scheiben nach DIN 125 oder DIN 7989 verwendet werden.

Einlaß- und Einpreßdübel nach DIN 1052-2 Bild 8 (Dübeltyp E) müssen aus GTW-40-05 (weißer Temperguß) nach DIN 1692 hergestellt werden. Sie müssen mit der Grundplatte in genau passende Vertiefungen der Hölzer eingelegt werden. Anschließend sind die Zähne einzupressen. Die Verbindungen müssen den Anforderungen in DIN 1052-2 und DIN 1052-2/A1, Tabelle 7 entsprechen.

Für Verbindungen von Holz mit Stahlbauteilen sind einseitige Dübel nach DIN 1052-2 Bild 8 zulässig. Die Nabe muß in eine Bohrung der Stahlbauteile mit dem Durchmesser von maximal 21 mm eingreifen.

Dübelabstände

Bei einer Dübelreihe gelten als Mindestabstände der Dübel untereinander sowie als Mindestvorholzlänge die Werte e_{dII} nach DIN 1052-2 Tabelle 4, 6 und 7.

Für Verbindungen mit mehreren Dübelreihen gelten für die Abstände der Dübel in Faserrichtung, für die Abstände

benachbarter Dübelreihen und der Abstände der äußeren Dübelreihe von der Holzkante die Festlegungen der DIN 1052-2 Tabelle 8. Der Dübelabstand in Faserrichtung (Vorholzlänge) darf bei unbeanspruchtem Rand auf $0,5 e_{d||}$ herabgesetzt werden. Die Abstände aus Tabelle 8 gelten auch für Queranschlüsse.

Anordnung der Dübel	Mindestabstand $e_{d\perp}$ zweier benachbarter Dübelreihen	Mindestabstand $e_{d }$ der Dübel parallel der Faserrichtung	Mindestabstand der äußeren Dübelreihe von der Holzkante
nicht gegeneinander versetzt	$d_d + t_d$	$e_{d }$	$b/2$
gegeneinander versetzt ¹⁾	$d_d + t_d$ d_d $0,5 (d_d + t_d)$	$e_{d }$	$b/2$
		$1,1 \cdot e_{d }$	
		$1,8 \cdot e_{d }$	
¹⁾ Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren			

Abb. 42 Dübelabstände nach DIN 1052-2 Tabelle 8

- d_d Außendurchmesser des Dübels
- t_d Einschnittiefe (Einlaß- bzw. Einpreßtiefe) des Dübeis
- $e_{d||}$ Mindestwerte für Dübelabstände und -Vorholzlängen bei einer Dübelreihe
- b Mindestbreite des Holzes bei einer Dübelreihe

6.7.3 Stabdübel, Paßbolzen

Stabdübel und Paßbolzen sind Verbindungsmittel die rechtwinklig zur Scherfläche durchgehen und vorwiegend auf Biegung beansprucht werden. Es sind zylindrische Verbindungsmittel aus Stahl, die im Holz vorwiegend Lochleibungsbeanspruchung hervorrufen. Dabei ist zwischen Stabdübeln und Bolzen zu unterscheiden:

Stabdübel werden als nichtprofilierte zylindrische Stäbe in vorgebohrte Löcher eingetrieben. Sie dürfen auch mit Kopf und Mutter oder beidseitig mit Muttern versehen sein (Paßbolzen). Stabdübel sind bei allen Bauten und Bauteilen anwendbar.

Die Löcher für Stabdübel sind mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels zu bohren. Bei Stahl-Holz-Verbindungen dürfen die Löcher im Stahl bis zu 1 mm größer sein als der Nenndurchmesser. Beim gleichzeitigen Bohren der Hölzer und Stahlteile muß der Durchmesser des Bohrers dem Stabdübeldurchmesser entsprechen. Bei Stabdübelverbindungen mit außenliegenden Stahlteilen sind die Stahlteile zu sichern.

Die Löcher für Bolzen müssen, auch bei mehrschnittigen Verbindungen, gut passend gebohrt werden, so daß ein Spiel von 1 mm nicht überschritten wird.

Bei Paßbolzen und Heftbolzen genügen Scheiben mit den Maßen nach DIN 436 oder DIN 440. Bei tragenden Bolzenverbindungen müssen Scheiben nach DIN 1052-2

Tabelle 3 gewählt werden, falls keine Stahllaschen verwendet werden.

Der Durchmesser muß bei Stabdübeln mindestens $d_{St} = 8$ mm betragen. Stabdübelverbindungen mit Durchmessern über 30 mm dürfen nicht nach den nachstehenden Regeln bemessen werden.

Tragende Verbindungen mit Stabdübeln müssen mindestens vier, solche mit Paßbolzen mindestens zwei Scherflächen besitzen. Dabei müssen in der Regel mindestens zwei Stabdübel oder Paßbolzen vorhanden sein. Bei gelenkigen Anschlüssen von Holz- mit Holz- oder mit Stahlteilen ist ein Paßbolzen ausreichend, wenn er in seiner Lage gesichert ist und nur bis zu 50 % seiner zulässigen Belastung beansprucht wird.

In Stößen und Anschlüssen sollen in Krafrichtung mehr als sechs Stabdübel oder Paßbolzen hintereinander vermieden werden. Anderenfalls ist die wirksame Anzahl e_f nach folgender Gleichung:

$$e_f = 6 + \frac{2}{3} \cdot (n-6)$$

anzunehmen. n bedeutet die Anzahl der hintereinanderliegenden Stabdübel oder Paßbolzen ($n > 6$). Mehr als zwölf Stabdübel hintereinander dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

Für die Mindestabstände von Stabdübeln und Paßbolzen gelten die Angaben nach Tabelle 9, Bild 11 und Bild 12 der DIN 1052-2. Dabei müssen in Faserrichtung des Holzes hintereinanderliegende Stabdübel und Paßbolzen um $d_{St}/2$ gegenüber der Rißlinie versetzt angeordnet werden, wenn der Abstand untereinander in Faserrichtung $< 8 d_{St}$ ist. Beim Anschluß von Stäben an Biegeträger oder sinngemäß ausgeführten Anschlüssen müssen in den Biegeträgern Randabstände in Faserrichtung (vom Hirnholzende) von mindestens $6 d_{St}$ bzw. 80 mm bei Stabdübeln oder Paßbolzen eingehalten werden.

Stabdübel- und Paßbolzenverbindungen können ein-, zwei- oder mehrschnittig sein. Die zulässige Belastung eines Stabdübels, oder Paßbolzens errechnet sich im Lastfall H für Kraftangriff in Faserrichtung unabhängig von der Güteklasse des Holzes nach folgender Formel:

$$\text{zul } N_{St,b} = \text{zul } \sigma_1 \cdot a \cdot d_{St,b}$$

jedoch höchstens

$$\text{zul } N_{St,b} = B \cdot d_{St,b}^2$$

Hierin bedeuten:

- zul σ_1 zulässige mittlere Lochleibungsspannung des Holzes
 in MN/m² nach Tabelle 10 der DIN 1052-1 bzw.
 Holzwerkstoffe in MN/m² nach DIN 1052-1, Tabelle 6
- a Holzdicke in mm
- d_{St,b} Durchmesser des Stabdübels, Paßbolzens bzw. des
 Bolzens in mm
- B Festigkeitswert in MN/m² nach DIN 1052-2 Tabelle 10

Bei Berechnung nach den oben angegebenen Gleichungen und der Tabelle 10 der DIN 1052-2 erübrigt sich der Nachweis der Biegespannungen in den Stabdübeln, Paßbolzen und Bolzen. Bei mehrschnittigen Stabdübel- und Paßbolzenverbindungen ist Tabelle 10 der DIN 1052-2 sinngemäß anzuwenden. Bei Stabdübel- und Paßbolzenverbindungen von Vollholz oder Brettschichtholz mit Stahlteilen dürfen die zulässigen Belastungen nach den oben genannten Gleichungen um 25 % erhöht werden. Die Lochleibungsbeanspruchung in den Stahlteilen darf die zulässigen Lochleibungsspannungen der verwendeten Stahlteile für Gelenkbolzen nicht überschreiten.

		Mindestabstände ¹⁾ parallel zur Krafrichtung bei Stabdübeln und Paßbolzen
untereinander	der Faserrichtung	5 d _{St}
	⊥ zur Faserrichtung	3 d _{St}
vom beanspruchten Rand	der Faserrichtung	6 d _{St}
	⊥ zur Faserrichtung	3 d _{St}
vom unbeanspruchten Rand	der Faserrichtung	3 d _{St}
	⊥ zur Faserrichtung	3 d _{St}

¹⁾ Bei Schräganschlüssen sind Zwischenwerte geradlinig zu interpolieren.

Abb. 43 Mindestabstände von tragenden Stabdübeln, Paßbolzen und Bolzen

6.7.4 Schrauben

Schrauben sind mechanische Verbindungsmittel, die neben der Haftung zwischen Schraubenoberfläche und Holz zusätzlich über eine mechanische Verankerung verfügen. Die Steigung des Gewindes erzeugt einen Spanndruck, der über den Schraubenkopf auf das anzuschließende Bauteil wirkt. Zusätzliche Verzahnungen an den Gewindeschneiden bewirken eine verbesserte Verzahnung der Schneiden im Holzgefüge.

Bei der Verwendung von unterschiedlichen Metallen an einem Bauteil ist die elektrische Spannungsreihe zu beachten. Bleiben z.B. unverzinkte Schrauben längere Zeit etwa auf Aluminium- oder Kupferblech liegen (z.B. Dachplatten, Dachrinnen), dann entsteht bei Feuchtigkeitzutritt ein elektrisches Element (Elektrolyt). Durch die dabei fließenden elektrischen Ströme wird das unedlere Metall zersetzt.

Schraubenverbindungen bringen die Kräfte punktwise, im Gegensatz zur flächigen Verleimung auf. Eine gleichmäßige Verteilung der Schrauben kommt der Wirkung einer Leimverbindung nahe, behält jedoch noch soviel Elastizität, daß die Nebenspannungen gering bleiben. Deshalb dürfen Schrauben- und Leimverbindungen nicht nebeneinander verwendet werden. Bei einer starren Leimverbindung kämen die Schrauben erst nach dem Versagen der Leimschicht zum Tragen.

Bei mechanischen Verbindungen treten unter Scherbelastungen Verschiebungen der miteinander verbundenen Teile auf. Diese Verschiebungen werden durch Lochleibungsverformungen der verbundenen Teile im Bereich der Leibungsflächen und zusätzlich durch die Verformung der Verbindungsmittel verursacht.

Die hierfür verwendeten Verbindungsmittel können je nach Bauart auch in Axialrichtung beansprucht werden.

Normen über die Eigenschaften (Material, Beschichtung, Länge und Abmaße) von Schrauben:

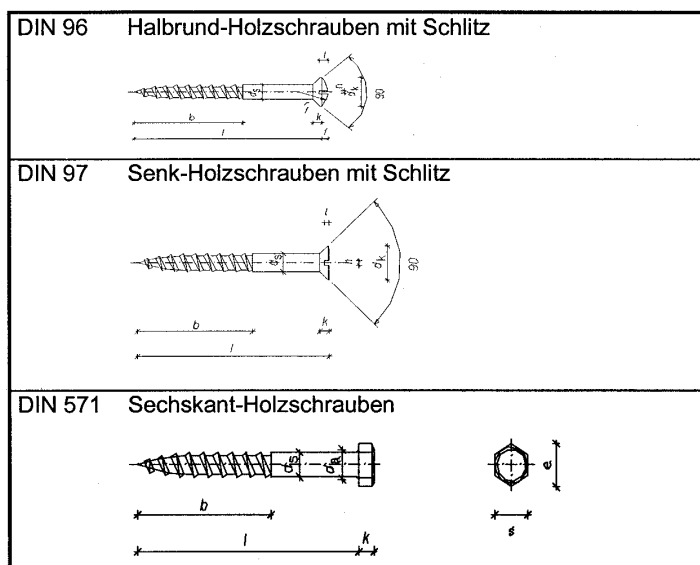


Abb. 44 Normen über die Eigenschaften (Material, Beschichtung, Länge und Abmaße) von Schrauben:

Die Festlegungen über Holzschraubenverbindungen in DIN 1052-2 und DIN1052-2/A1 gelten für die Anwendung von Holzschrauben nach DIN 96, DIN 97 und DIN 571 mit Nenndurchmesser $d_s > 4$ mm. Tragende Holzschraubverbindungen müssen in der Regel bei $d_s < 10$ mm mindestens vier, bei $d_s > 10$ mm mindestens zwei Scherflächen besitzen. Das gilt nicht für Befestigungen von Einzeltragteilen, von denen mindestens vier zum Anschluß eines Bauteils zusammenwirken.

Holzschraubenverbindungen sind in der Regel einschnittig ausgebildet.

Die zulässige Belastung im Lastfall H errechnet sich bei Nadel- und Laubholz nach DIN 1052-1 Tabelle 1 und Bau-Furniersperrholz nach DIN 68 705 bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren) für Kraftangriff in Faserrichtung des Holzes nach der Formel:

$$z_{uN} = 4 \cdot a_1 \cdot d_s [N] \quad \text{und darf höchstens } 17d_s^2 \text{ betragen.}$$

- a_1 Dicke des anzuschließenden Bauteils aus Vollholz- bzw. Bau-Furniersperrholz in mm
- d_s Nenndurchmesser der Schrauben in mm

Die zulässige Belastung darf nach dieser Formel auch in Rechnung gestellt werden, wenn Flachpreßplatten und mittelharte Holzfaserverplatten von mindestens 6 mm Dicke oder harte Holzfaserverplatten von mindestens 4 mm auf Vollholz aufgeschraubt werden. Dabei muß die Länge des glatten Schaftes mindestens der Dicke der Platten entsprechen. Die Einschraubtiefe s muß mindestens $8 d_s$ betragen. Anderenfalls ist die zulässige Belastung im Verhältnis der Einschraubtiefe zur Solltiefe $8 d_s$ zu mindern. Einschraubtiefen unter $4 d_s$ dürfen nicht mehr in Rechnung gestellt werden.

Die zu verbindenden Teile sind auf die Tiefe des glatten Schaftes mit d_s und auf die Länge des Gewindeteils mit $0,7 d_s$ vorzubohren.

Die Mindestabstände für die Verbindungsmittel untereinander und zum Rand sind in DIN 1052-2, DIN 1052-2/Al Tabelle 11 festgelegt.

Schraubenabstände		Nagelabstände parallel der Krafrichtung mindestens	
		nicht ¹⁾ vorgebohrt	vorgebohrt
untereinander	der Faserrichtung	10 d_n 12 d_n ²⁾	5 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	5 d_n	5 d_n
vom beanspruchten Rand	der Faserrichtung	15 d_n	10 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	7 d_n 10 d_n ²⁾	5 d_n
vom unbeanspruchten Rand	der Faserrichtung	7 d_n 10 d_n ²⁾	5 d_n
	⊥ zur Faserrichtung	5 d_n	3 d_n
¹⁾ Bei Douglasie ist bei $d_n \geq 3,1$ mm stets Vorbohren erforderlich			
²⁾ bei $d_n > 4,2$ mm			

Abb. 45 Schraubenabstände nach DIN 1052-2 Tabelle 11

Bei tragenden Holz- und Heftschrauben soll der größte Abstand in Mindestabstände Faserrichtung des Holzes und bei Platten aus Holzwerkstoffen $< 40 d_s$ und rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes $< 20 d_s$ sein.

6.7.5 Kunststoffdübel

Kunststoffdübel sind Verbindungsmittel zur Verankerung in unterschiedlichen Verankerungsgründen, woraus sich sehr unterschiedliche zulässige Lasten bzw. charakteristische Tragfähigkeitswerte und teilweise sich voneinander unterscheidende Ausführungen ergeben.

Beim Einsatz in Beton kommen dabei nur schaffförmige Dübel zur Anwendung. Dübel dieser Form werden auch bei Verankerungen im Mauerwerk nach DIN 1053 verwendet, bei einigen Dübeltypen ist auch eine Verankerung in Porenbeton zugelassen. Für diesen Verankerungsgrund sind aber auch Dübel mit besonderer Formgebung zugelassen, die speziell auf das Material Porenbeton abgestimmt sind.

Abhängig vom Verankerungsgrund ist das Bohrloch auf verschiedene Art zu erstellen: Bei Normalbeton (mindestens B15) muß mittels Bohrhämmer oder Schlagbohrmaschine mit eingeschaltetem Schlagwerk die Bohrung vorgenommen werden. Bei Mauerwerk ist dagegen nur drehend (ohne Schlagwerk) zu bohren. Besteht der Verankerungsgrund aus Porenbeton, so muß entweder mit einem Spezialbohrer nur drehend gebohrt werden (Hinterschnittsystem), oder mittels normalem Bohrer ein Bohrloch erstellt werden. Anschließend wird der Dübel mit einem Handhammer eingetrieben, wobei sich spiralförmige Außenrippen des Dübels im Porenbeton verzahnen.

Die Klemmwirkung des Dübels im Verankerungsgrund wird bei Kunststoffdübeln immer über ein Anziehen der Schraube aktiviert. Das Eindrehen der Verankerungsschraube bewirkt eine Spreizung des Kunststoffdübels im Verankerungsbereich.

Abhängig vom Verankerungsgrund erreichen Kunststoffdübel unterschiedliche Tragfähigkeiten. Die Anschlüsse sind nach Zulassung dabei ingenieurmäßig zu planen und zu bemessen. Es sind prüffähige Berechnungen und Konstruktionszeichnungen zu erstellen.

Die Kräfteinleitung in den Verankerungsgrund ist durch die Einhaltung der zulässigen Belastung gesichert. Die Weiterleitung der Kräfte im Verankerungsgrund ist dagegen zusätzlich nachzuweisen.

Zusatzbeanspruchungen im Dübel, eventuell im Bolzen, im anzuschließenden Bauteil oder in dem Bauteil, in dem der Dübel verankert ist, sind nachzuweisen.

Die zulässigen Lasten gelten für zentrischen Zug (Axialzug), Querkzug (Querlast) und Schrägzug unter jedem Winkel. Sollen diese Werte voll ausgenutzt werden, so sind die in den Zulassungen angegebenen Verbindungsmittelabstände, Randabstände, Bauteildicken oder teilweise auch Abstände zu Stoßfugen einzuhalten. Werden diese unterschritten, so sind die zulässigen Werte abzumindern und es muß ggf. eine Kraftumlenkung auf andere Dübel möglich sein.

Für viele Dübeltypen ist eine ständige Last in Schafrichtung nicht erlaubt. Ist eine ständige Last zu verankern, so muß diese mindestens unter 10° zur Dübelachse wirken.

Wird ein Dübel zusätzlich auf Biegung beansprucht, so sind die zulässigen Zuglastkomponenten in Relation zum Verhältnis des aufgetragenen Moments zum zulässigen Moment abzumindern.

Bei Fehlbohrungen, oder wenn Dübel nicht entsprechend vorgespannt oder vorbelastet werden können, so daß daneben ein weiterer Dübel gesetzt werden muß, ist ein Sicherheitsabstand von einem Vielfachen (geregelt in der Zulassung) der Tiefe der Fehlbohrung bzw. des Dübeldurchmessers einzuhalten.

Kunststoffdübel dürfen langfristig nur einer Temperatur von maximal 40°C (z.B. hinter Fassadenbekleidungen) ausgesetzt werden. Kurzfristig darf dieser Wert 80°C erreichen.

Werden Kunststoffdübel in Mauerwerk, das nicht in der Zulassung aufgeführt ist oder bei dem irgendwelche Abweichungen von der Zulassung bestehen, eingebaut, so kann die zulässige Beanspruchung auch aus Versuchen ermittelt werden. Hierbei sind die entsprechenden Zulassungsbescheide zu beachten.

6.7.6 Klebeanker

Klebeanker sind Verbindungsmittel für sehr unterschiedliche Anwendungsgebiete mit sehr unterschiedlichen zulässigen Lasten bzw. charakteristischen Tragfähigkeitswerten und stark sich voneinander unterscheidenden Ausführungen.

Beim Einsatz in Beton muß unterschieden werden zwischen Dübeln, die für die gerissene Zugzone zugelassen sind und solchen, die nur im Bereich der Druckzone eingebaut werden dürfen. In beiden Fällen ist mittels Hartmetall-Bohrhammer ein zylindrisches Bohrloch zu erstellen, in das die Mörtelpatrone, die das Reaktionsharz, den Härter und Quarzzuschläge (getrennt in separate Ampullen) enthält, eingesteckt wird. Mittels Schlagbohrmaschine wird dann der Ankerstahl eingedreht, wobei sich die verschiedenen Ampulleninhalte vermischen. Bei Dübeln für gerissene Zonen wird nach der Aushärtzeit dann unter Aufbringen eines Drehmoments die gewünschte Spreizkraft aktiviert. In ungerissenen Zonen genügt dagegen allein der Verbund zwischen Ankerstahl, Reaktionsmörtel und Verankerungsgrund.

Bei Dübeln für Verankerungen im Mauerwerk muß unterschieden werden, ob der Dübel in einen Vollstein oder einen Hohlkammerstein eingebaut wird. Im ersten Fall ist

entweder mit Hilfe einer speziellen Bohrtechnik ein Hinterschnitt herzustellen oder es sind entsprechende Ankerhülsen zu verwenden. Besitzt der Mauerstein Hohlräume, so wird neben der reinen Bohrlochauskleidung mit Mörtel auch ein Eingreifen des Mörtels in diese Kammern erreicht. Die Verankerung beruht neben dem Verbund somit auch noch auf dem Formschluß.

Die Dübelverbindungen sind ingenieurmäßig zu planen und zu bemessen. Es sind prüffähige Berechnungen und Konstruktionszeichnungen zu erstellen.

Die Kräfteinleitung in den Verankerungsgrund ist durch die Einhaltung der zulässigen Belastung gesichert. Die Weiterleitung der Kräfte im Verankerungsgrund ist dagegen zusätzlich nachzuweisen. Ab gewissen Grundlasten (Festsetzung in den Zulassungen) sind die Dübelkräfte als Einzellasten im Beton nachzuweisen, d.h. entsprechende Bewehrungen sind einzubauen. Bei sehr hohen Einzellasten ist zudem die Aufnahme der Spaltkräfte zu sichern.

Zusatzbeanspruchungen im Dübel, eventuell im Bolzen, im anzuschließenden Bauteil oder in dem Bauteil, in dem der Dübel verankert ist, sind nachzuweisen.

Die zulässigen Lasten gelten für zentrischen Zug (Axialzug), Querzug (Querlast) und Schrägzug unter jedem Winkel. Sollen diese Werte voll ausgenutzt werden, so sind die in den Zulassungen angegebenen Achsabstände, Randabstände, Zwischenabstände, Bauteildicken und Bauteilbreiten einzuhalten. Werden die Rand- bzw. Achsabstände innerhalb einer Gruppe unterschritten, so sind die zulässigen Tragfähigkeiten abzumindern. Bei zu kleinem Randabstand ist im Beton eine Randbewehrung einzulegen.

Bei Einzeldübeln muß unterschieden werden, ob der Randabstand nur zu einem Rand oder zu zwei Rändern (Eckbereich) unterschritten ist. Entsprechend unterschiedlich berechnet sich dabei die Abminderung.

Dübelgruppen bestehen aus 2 oder 4 Dübeln, deren Achsabstand kleiner als der Mindestzwischenabstand ist. Die Anordnung der Dübel ist dabei in den Zulassungen festgelegt wie auch die Maximallast einer Dübelgruppe. Sind vorgegebene Grenzwerte nicht eingehalten, so ist bei Betonkonstruktionen die Schubspannung, hervorgerufen durch die Dübelgruppe, zu beschränken. Sitzt die Dübelgruppe nah an einem Bauteilrand oder einer Ecke, so sind weitere Abminderungen vorzunehmen.

Wird ein Dübel zusätzlich auf Biegung beansprucht, so sind die zulässigen Zuglastkomponenten in Relation zum Verhältnis des aufgetragenen Moments zum zulässigen Moment abzumindern.

Werden Dübel, die für die gerissene Betonzugzone zugelassen sind in nachgewiesenen Druckzonen eingebaut,

so dürfen die zulässigen Beanspruchungen erhöht werden. Sofern in dem Verankerungsbereich keine dichte Bewehrung mit dicken Stäben vorhanden ist, dürfen die Dübellasten, abhängig vom Dübeldurchmesser, weiter vergrößert werden.

6.7.7 Metallspreizdübel

Bei Metalldübeln handelt es sich um ein Verbindungsmittel, das für hohe Beanspruchung bei Verankerung in Betonbauteilen zugelassen ist. Dabei muß prinzipiell zwischen zwei Gruppen unterschieden werden: Auf der einen Seite stehen die Dübel, die im Bereich der Zugzone, d.h. bei Rissen im Beton, zugelassen sind, auf der anderen diejenigen, die nur im Bereich einer nachgewiesenen Druckzone eingebaut werden dürfen. Die zulässigen Werte (alte Zulassungen) bzw. die charakteristischen Werte (neue Zulassungen) für beide Anwendungsbereiche sind in der Zulassung festgelegt.

Die Weiterleitung der Kräfte im Verankerungsgrund ist nachzuweisen. Ab bestimmten Grundlasten (Festsetzung in den Zulassungen) sind die Dübelkräfte als Einzellasten im Beton nachzuweisen, d.h. entsprechende Bewehrungen sind einzubauen.

Bezüglich der Weiterleitung der Kräfte, Zusatzbeanspruchungen, Dübelgruppen, Fehlbohrungen, Dübel für Zugzone in der Druckzone, und Zusatzbiegung gelten hier die Ausführungen unter 6.7.6 Klebeanker.