

# Die Befestigungstechnik von Markisen

*Sowohl bei der Planung als auch bei der Montage, aber auch im Verkauf und der Kundenberatung ist es wichtig, die Randbedingungen, die den Einsatz und die Auswahl von Dübeln beeinflussen, zu kennen. Immer wieder trifft der Sachverständige in seiner Praxis auf fehlerhaft ausgeführte Montagen, die sehr oft einen Absturz der Markisen und damit Gefahr für „Leib und Leben“ zur Folge haben. Hier sollen die gebräuchlichsten Montageuntergründe, Montagearten, Berechnungsgrundlagen und die größten Fehlerquellen bei der Montage von Markisen aufgezeigt werden.*

Die Problematik einer Markisenmontage beginnt bereits mit dem Verkaufsgespräch beim Kunden. Selten genug hat der Verkäufer beim Verkaufsgespräch die Möglichkeit, einen möglichen speziellen Fassadenaufbau zu untersuchen, und damit eine genaue Montageplanung zu leisten. Stellt sich hier zum einen das Problem der Auswahl der Befestigungsmaterialien, so kommt die Unsicherheit bei der Kalkulation der Montagekosten hinzu. Besteht bei einer „sicheren“ Kalkulation die Möglichkeit, keinen Zuschlag vom Kunden zu erhalten, so wird durch einen zu niedrig angesetzten Montagepreis der später ausführende Monteur unter Zeit- und Erfolgsdruck gesetzt. Hier gilt es, die goldene Mitte zu finden, um eine sichere Montage zu einem marktgerechten Preis zu finden.

Vorrangig gilt es, beim Verkaufsgespräch neben der Produktauswahl möglichst sicher den genauen Montageuntergrund zu ermitteln, und die spätere Position der Markise festzulegen. Nur mit einer genauen Arbeitsanweisung für die Montage kann vermieden werden, dass die Markise später an einer nicht geeigneten Position montiert wird.

Ebenso muss es natürlich auch möglich sein, dass der Monteur die vereinbarte Montageposition oder die Vorgabe des Befestigungssystems selbsttätig an die örtlichen Gegebenheiten anpassen kann, wenn sich beim Montageablauf neue Erkenntnisse über den Montageuntergrund oder den Fassadenaufbau ergeben.

Letztendlich bleibt es dem ausführenden Unternehmen überlassen, wie eine sichere Montage ausgeführt werden kann, es muss hier die Verantwortung für alle Mitarbeiter übernehmen, die vom Verkauf bis zur Montage beim Kunden in den Arbeitsablauf involviert sind.

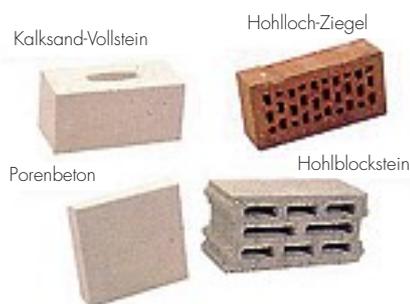
Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte wie zum Beispiel Baustoffe, Dübel, Montagearten, et cetera aufgeführt, deren Kenntnis vorausgesetzt werden sollte.

## Baustoff Beton

Zum Baustoff Beton gehören die beiden Untergruppen Leichtbeton und Normalbeton. Durch so genannte Leichtzuschläge wie zum Beispiel Bims, Blähton, Styropor und so weiter unterscheidet sich Leichtbeton von Normalbeton. In beiden Untergruppen ist das Bindemittel Zement vorhanden. Die am häufigsten vorkommende Betonfestigkeit lautet B25. Die angegebenen Ziffern in den Kurzbezeichnungen der Baustoffe kennzeichnen die Druckfestigkeit. Zum Beispiel bedeutet B25, dass ein Beton mit der Druckfestigkeit 25 N/mm<sup>2</sup> vorhanden ist. Die maximal mögliche Tragkraft eines Schwerlastdübels hängt neben weiteren Faktoren im Wesentlichen von der Betonfestigkeit ab.

## Mauerwerkstoffe

Verbundwerkstoffe aus Steinen und Mörtel gelten als Mauerwerk. Da in der



Regel die Druckfestigkeit der Steine höher ist als die des Mörtels, sollte eine Verankerung im Mauerwerkstein selbst vorgenommen werden. Hier sind natürlich durch die unterschiedlichen Konstruktionsarten der Markisenkonsolen enge Grenzen gesetzt. Neben der Positionierung der Befestigungsbohrungen kommt es auch auf den Anlagepunkt der unteren Konsolenkante an, mit dem die auf die obere Befestigungsschraube wirkende Kraft wesentlich beeinflusst wird (siehe Absatz Berechnungsgrundlagen zur Kraftermittlung). Man unterscheidet im We-

sentlichen vier Gruppen von Mauerwerksteinen:

## Vollbausteine mit dichtem Gefüge

Vollbausteine (Steine mit bis zu 15 Prozent Lochflächenanteil) sind für die Befestigung von Dübeln sehr gut geeignet, da sie überwiegend keine Hohlräume haben und damit sehr druckfest sind.

## Loch- und Hohlkammersteine

Loch- und Hohlkammersteine sind meistens aus ähnlichen druckfesten Materialien wie die Vollsteine hergestellt, haben jedoch einen Hohlraumanteil von mindestens 15 Prozent. Bei der Markisenbefestigung sollten hier spezielle Dübel verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Hohlräume überbrückt oder ausgefüllt werden. Die Auszugskräfte des verwendeten Mauerwerks sind zu beachten. Insbesondere bei Niedrigenergiehäusern ist vor der Montage zu prüfen, ob der Hohlkammerstein mit Schlagbohrwerk gebohrt werden darf, da spezielle Steinvarianten durch den Einsatz von Schlagbohrmaschinen zerstört werden.

## Vollbaustoffe mit porigem Gefüge

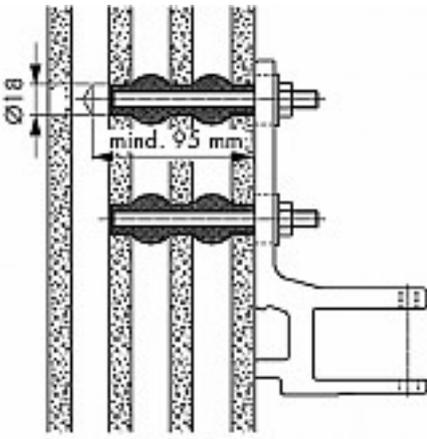
Wie die Begriffsdefinition es beschreibt haben diese Baustoffe eine geringe Druckfestigkeit und sehr viele Poren. Hier gilt es, besonders auf eine sichere Befestigung zu achten und den geeigneten Dübel zu verwenden. In der Praxis haben sich hier insbesondere Spezialdübel mit großer Spreizfläche oder stoffschlüssige Dübel bewährt.

## Leicht-Lochsteine

Bei den Leicht-Lochsteinen handelt es sich um Lochbaustoffe mit porigem Gefüge. Diese weisen eine geringe Druckfestigkeit, Hohlräume und Poren auf. Auch bei diesen Baustoffen gilt es, besonders auf eine sichere Befestigung zu achten und den geeigneten Dübel zu verwenden. Dübel mit einer langen Spreizzone oder formschlüssig wirkende Netzanker haben sich in der Praxis bewährt.

## Entscheidung bei der Montage

Es stellt sich natürlich immer wieder die Frage, wer die Entscheidung über die Verwendung der jeweiligen Dübel-systeme trifft. Ist es der Verkäufer, der bei seiner Beratung vor Ort entweder durch in Augenscheinnahme des Baugrundes oder nach den Angaben des Hausbesitz-



**Montage mit Zweikomponentendübeln**

zers die Auswahl trifft, und hierauf seine Montagekostenkalkulation aufbaut. Oder sollte ausschließlich der Monteur bei der Montage darüber entscheiden, welches Dübel- oder Befestigungssystem verwendet wird. Eigentlich dürfte sich diese Frage gar nicht stellen, da nur bei der Montage mit Sicherheit die Qualität und Festigkeit des Untergrundes festgestellt werden kann. Somit muss auch an diesem Punkt die Entscheidung über die Verwendung von Dübel oder Befestigungssystemen getroffen werden.

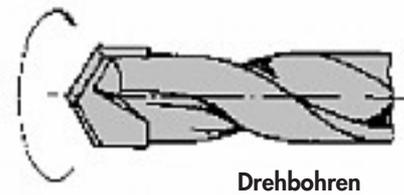
Leider kommt es in der Praxis immer wieder zu fehlerhaften Montagen, da eine Standardmontage mit „Kunststoffdübeln“ kalkuliert wird, und diese dann auch so erfolgt, selbst wenn der Einsatz eines wesentlich kostenintensiveren Zweikomponenten-Dübel-systems mit dem entsprechenden Befestigungsmaterial notwendig gewesen wäre. Hier entsteht auf den Monteur ein ungeheurer Druck, weil er durch erhöhte Materialeinsatzkosten (je nach Anzahl der Bohrlocher 50 bis 150 Euro mehrkosten) für Kartuschen, Siebhülsen, Schraubanker et cetera und eine erhöhte Montagedauer (ein bis drei Stunden Mehraufwand für Bohrlochvorbereitung und Trockenzeiten je nach Außentemperatur) die Montagekostenkalkulation wesentlich beeinflussen kann, und damit die Ertragssituation für das Unternehmen schmälert.

Es kommt in der Praxis auch immer wieder zu so genannten Zwitterlösungen, bei denen Zweikomponentendübel-systeme zum Beispiel als Notreparaturset verwendet werden. Hier wird zur vermeintlichen Sicherheit vor dem Einstecken des „Kunststoffdübel“ das Bohrloch schnell mit dem chemischen Dübel aufgefüllt und so eine trügerische Sicherheit erreicht. Die Schraube zieht, und die Montage kann ungehindert fortgesetzt werden. Hier gilt es, entsprechende Aufklärung zu leisten, um einen Missbrauch dieser Dübel-systeme und eine nicht be-

stimmungsgemäße Verwendung zu verhindern. Die Problematik einer aufwändigeren Montage darf nicht auf dem Rücken eines Monteures ausgetragen werden. Hier muss sichergestellt sein, dass der Monteur in seiner Entscheidung vor Ort frei ist, oder eine entsprechende Kommunikation mit dem Montageleiter und so weiter stattfindet. Die Kostenfrage darf hier nicht das Entscheidungskriterium sein, nicht geeignete Dübel-systeme zu verwenden. Dieses bedingt natürlich auch entsprechende Vertragszusätze über mögliche Nachforderungen, wenn der Montageuntergrund nicht zweifelsfrei definiert werden kann, und die Montagekosten damit vakant sind.

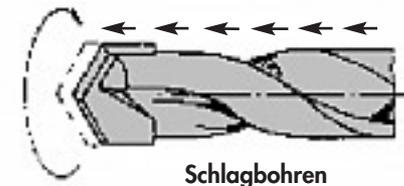
**Das Bohrloch**

Zur Erstellung der Bohrlocher gibt es mehrere gebräuchliche Bohrverfahren, die je nach vorhandenem Montageuntergrund zum Einsatz kommen sollten. Im Wesentlichen stellen sich diese wie folgt dar:



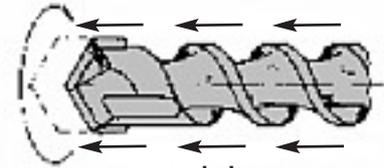
**Drehbohren**

- das Drehbohren (zum Beispiel Bohren mit einem Universalbohrer, der Vorschub erfolgt kontinuierlich durch den Monteur)



**Schlagbohren**

- Schlagbohren (Drehen des Bohrers bei gleichzeitiger großer Zahl von Schlägen mit leichter Schlageinwirkung auf den Bohrer, zusätzlicher Vorschub durch den Monteur)



**Hammerbohren**

- Hammerbohren (Drehen des Bohrers bei gleichzeitiger kleiner Zahl von Schlägen mit hoher Schlageinwirkung auf den Bohrer, zusätzlicher Vorschub durch den Monteur)
- Diamant- oder Kernbohrverfahren. Bohrverfahren, das hauptsächlich für die Erstellung größerer Bohrlochdurchmesser, Durchführungen für Antriebe und so weiter oder bei starker Bewehrung verwendet wird.

Der Baustoff bestimmt das Bohrverfahren:

- Beton: Benutzung des Hammerbohrwerkes mit hohem Vorschub und niedriger Drehzahl
- Kalksandstein: Benutzung der Schlagbohrereinrichtung mit niedrigem Vorschub und hoher Drehzahl
- Lochsteine, Baustoffe mit geringer Festigkeit und Porenbeton: Benutzung eines Universalbohrers und einer Universalbohrmaschine. Das Schlagbohren ergibt hier keine sauberen Bohrlocher sondern „zerdrückt“ und „zerbröseln“ die Baustoffe nur. Insbesondere ist auf die verwendeten Mauersteine und die Herstellervorschriften zu achten.

Die Bohrlochtiefe muss bis auf wenige Ausnahmen immer größer sein als die Verankerungstiefe, um so für eventuell

vorhandenes Bohrmehl oder die aus der Dübelspitze austretende Schraube Platz zu schaffen, und damit ein Ausdrücken des Dübels aus dem Bohrloch durch sich selbst zu verhindern.

In der Praxis zeigt sich hier leider immer wieder der universelle Einsatz der Schlagbohrmaschine oder des Hammerbohrers, egal welcher Montageuntergrund angetroffen wird. Schon die Verwendung des falschen Bohrers kann die Bohrlochgröße und damit den sicheren Halt des Dübels wesentlich beeinflussen. Die gleichen Kriterien gelten für abgenutzte Bohrer oder solche, die durch einen falschen Anschlag größere Bohrl Lochdurchmesser verursachen.

Ein weiterer wichtiger Punkt, dem in der Praxis leider nur eine untergeordnete Rolle beigemessen wird, ist die Reinigung des Bohrloches vor dem Einsetzen des Dübels. Gerade bei der heutigen Bauweise mit Wärmedämmverbundsystemen oder vorgesetzten Blend- oder Klinkermauerwerken ist es dem Monteur außer nach seinem „Gefühl“ beim Bohren nicht ohne weiteres möglich, die Qualität des Bohrloches in Augenschein zu nehmen und damit sicher zu beurteilen. Es ist hier umso wichtiger, das Bohrloch mit einer geeigneten Rundbürste von losen Rückständen zu befreien. Rückstände im Bohrloch haben die gleiche Wirkung wie Rollspalt auf der Straße: Der Dübel kann aus dem Bohrloch rutschen, weil er keinen direkten Kontakt zum Befestigungsuntergrund hat. Leider gilt hier die weitverbreitete Meinung, dass das Reinigen des Bohrloches nur beim Einsatz von chemischen Dübeln stattfinden muss. Vergleicht man den notwendigen Zeiteinsatz für das Reinigen des Bohrloches mit dem Nutzen einer sicheren Montage, so wird man schnell feststellen, dass dieser Aufwand, der sich im übrigen kakulatorisch kaum bemerkbar macht, eine lohnende Investition ist.

Hier gilt es, bei der Wahl der Werkzeuge und der Ausführung der einzelnen Montageschritte mit der größtmöglichen Sorgfalt vorzugehen, um einen sicheren Halt des verwendeten Dübel systems zu erreichen.

**Die Montage Rand- und Achsabstand, Bauteildicke**

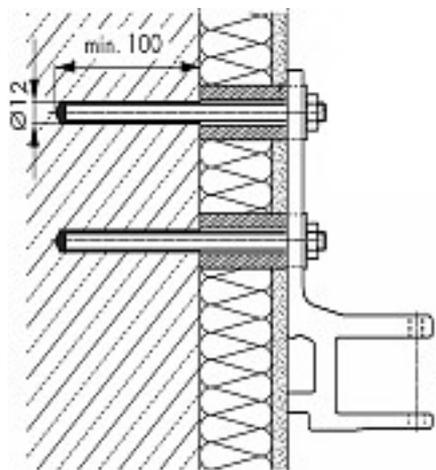
Um ein Abplatzen und Rissbildung des jeweiligen Baustoffes zu vermeiden und um die erforderliche Last mit Dübeln übertragen zu können, müssen die Rand- und Achsabstände sowie die erforderliche Bauteilbreiten und -dicken je nach gültiger Vorschrift eingehalten werden.

Bei Kunststoffdübeln (Spreizwirkung) kann in der Regel von einem Randab-

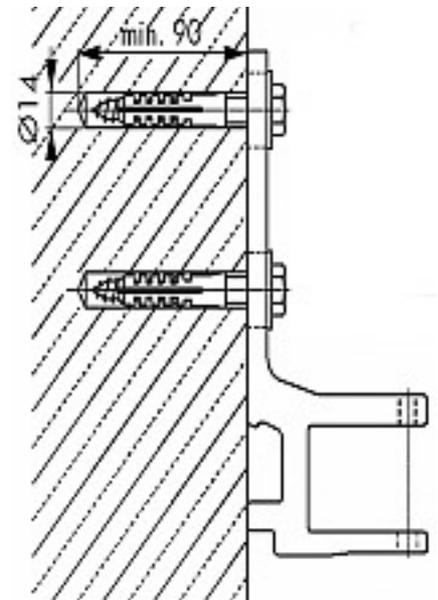
stand ausgegangen werden, der das Zweifache der Verankerungstiefe, und einem Achsabstand der das Vierfache der Verankerungstiefe beträgt.

In der Praxis stellen sich auch hier Probleme ein, da durch vorgegebenen Bohrlochabstände der Markisenkonsolen nicht immer die notwendigen Bedingungen eingehalten werden können. Wenn man zum Beispiel die übliche Montage einer Gelenkarmmarkise in Höhe der Geschossdecke (18 Zentimeter dick) betrachtet, stellt man schnell fest, dass bei einem gängigen Bohrlochabstand von 90 Millimeter oberhalb und unterhalb des Bohrlochs lediglich 45 Millimeter verbleiben, die nach der Definition des Randzonenabstandes (meist 70 Millimeter) auf jeden Fall zu wenig sind, um den Vorschriften zu entsprechen. Kann die Deckenhöhe bei der Montage nicht optimal von innen nach außen übertragen werden oder wird zum Beispiel der Deckenputz nicht entsprechend berücksichtigt, so kann hierdurch die Positionierung der Bohr Löcher sehr schnell in den äußersten Randbereich der Betondecke geraten. Durch das meist noch von oben aufstehende Mauerwerk oder auch die im äußersten Randbereich liegende Stahlbewehrung wird das trügerische Gefühl der Sicherheit suggeriert, da der Dübel bei der Montage der Konsole „zieht“. Aber gerade in diesem Bereich kommt es durch die stetigen Bewegungen der Konsole durch Windeinwirkung zu einem späteren Dübelversagen. Solche Fälle treten sehr oft erst nach einem Zeitraum von mehreren Jahren ein.

Es sollte insbesondere bei der Deckenmontage und vor allem dann, wenn Unsicherheit über die Stärke der Betondecke beziehungsweise den Aufbau besteht, die Montageposition so gewählt werden, dass ein Volltreffer in der Decke mit dem entsprechenden Randzonenab-



**Montage auf nicht druckfestem Untergrund**



**Montage auf druckfestem Untergrund**

stand gewährleistet ist und das zweite Bohrloch dann in dem darunter liegenden Mauerwerk angeordnet wird.

Bei Schwierigkeiten mit dem vorgegebenen Bohrlochabstand der Markisenkonsole sollte mittels einer Adapterplatte die Möglichkeit geschaffen werden, die Befestigungsbohrungen entsprechend dem Montageuntergrund zu positionieren.

**Montagearten:**

Unterschieden werden sollten im wesentlichen drei verschiedene Montagearten:

**Montage auf druckfestem Untergrund:**

Bei dieser Montageart wird die Markisenkonsole unmittelbar auf den ebenen Befestigungsuntergrund geschraubt. Die Rückseite der Konsole muss bei dieser Montageart auf der gesamten Fläche anliegen, um zu gewährleisten, dass das Drehmoment der Konsole an dem unteren vom Hersteller vorgesehenen Drehpunkt wirken kann (siehe Skizze).

In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass bei einer Montage auf einem profilierten ebenen Untergrund (Mauerwerk, Beton mit Rillen et cetera) die Unterkante der Markisenkonsole nicht anliegt, der Drehpunkt sich somit nach oben verlagert und damit die Befestigungskräfte maßgeblich verändert werden (siehe Berechnungen).

**Montage auf nicht druckfestem Untergrund:**

Bei Montagen auf nicht druckfesten Untergründen handelt es sich in der Regel um Verblendmauerwerk (Klinker) oder Wärmedämmverbundsysteme. Bei die-

ser Montageart müssen die Befestigungskräfte der Markisenkonsolen über ein geeignetes Zwischenmedium (Distanzhülsen, Hartholz et cetera) direkt auf den dahinter liegenden Montageuntergrund übertragen werden. Der Wärmedämmputz oder der vorgestellte Klinker dürfen weder horizontal, senkrecht oder axial belastet werden, das heißt theoretisch müsste ein berührungsfreier Zustand hergestellt werden.

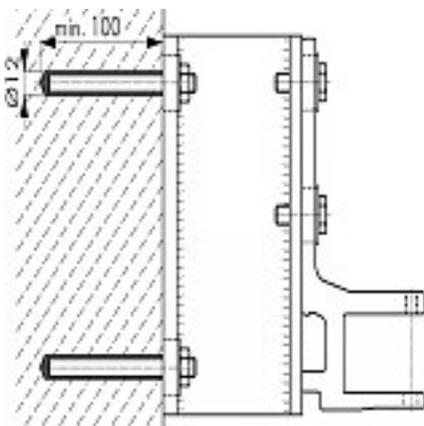
Bei der Montage mit Distanzhülsen oder Gewindestangen muss zwingend berücksichtigt werden, dass der Drehpunkt über die Achse der unteren Befestigungsschraube definiert wird, und in diesem Fall wesentlich höhere Befestigungskräfte auf die obere Schraube wirken (siehe Berechnungen).

Lediglich im Fall einer vollflächigen Unterlage (Hartholz, Stahlkonsole et cetera) kann von der normalen Berechnungsgrundlage ausgegangen werden (siehe Berechnungen).

Gerade bei der Montage mit vorgesetztem Klinker- oder Verblendmauerwerk kann in der Praxis immer wieder festgestellt werden, dass montierende Unternehmen häufig davon ausgehen, der Klinker könne eine stützende Funktion in senkrechter Richtung übernehmen. Bei der Montage der mittleren Markisenkonsolen wird auf die Unterfütterung sehr oft verzichtet, und direkt im Klinker oder Verblendmauerwerk befestigt. In diesen Fällen liegen klassische Montagefehler vor.

**Montage mittels Sonderkonsolen:**

Diese Montagesituation ist immer dann gegeben, wenn eine Zwischenkonsole angefertigt werden muss, um die Markisenkonsole an die gewünschte Position zu bringen. Hier kann es sich um eine besondere Fassadenkonstruktion, als auch eine Dachsparrenmontage oder Ähnliches handeln. Bei der Befestigung auf dem Montageuntergrund müssen die zusätzlichen Hebellasten durch die Anbringung vor der



Montage mit Sonderkonsolen im speziellen Anwendungsfall

Fassade oder am Dachsparren entsprechend berücksichtigt werden.

**Ausrichten der Konsolen**

Die Qualität und Haltbarkeit der Montage einer Gelenkarmmarkise steht in sehr starker Abhängigkeit von der Genauigkeit, mit der die Markisenkonsolen vom Monteur ausgerichtet werden. Abgesehen davon, dass gut ausgerichtete Konsolen wesentlich zu einem einfachen Einhängen der Markise verhelfen, so ist der Kastenschluss auch nur dann optimal herzustellen. Der wichtigste Aspekt, der jedoch fast immer unbeachtet bleibt, ist die gegenseitige Hebelwirkung der Konsolen auf die Nachbarkonsolen, die je nach Steifigkeit des Markisenkastens mehr oder weniger entsteht, wenn die Konsolen nicht in der Flucht beziehungsweise nicht lotrecht montiert sind. Hier werden die Dübel belastet, auch wenn die Markise nicht ausgefahren ist!

**Dübelzulassung**

Die Verwendung zugelassener Dübel ist dann vorgeschrieben, wenn bei deren Versagen Gefahr für die öffentliche Sicherheit sowie für Leib und Leben anderer besteht. Wichtige Anwendungsbeispiele für die Verwendung zugelassener Dübel ist die Verankerung von Fassadenunterkonstruktionen, abgehängten Decken, Geländern und, mit der zusätzlichen Anforderung der Schocksicherheit, zum Beispiel Einbauteilen in Zivilschutzräumen.

Da es sich bei Markisen um Bauprodukte handelt, die für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung haben, gilt Gleiches auch für die zugehörigen Befestigungselemente (Schrauben, Dübel/ und so weiter). Markisen fallen demnach in den Anwendungsbereich der Liste C (Abschnitt 2.3: Zubehör für Türen, Tore und Fenster).

Aufgrund dieses Sachverhaltes ist es normalerweise nicht erforderlich, allgemein bauaufsichtlich zugelassene Dübel für die Befestigung von Markisen im Innen- oder Außenbereich zu verwenden, es sei denn, dass zum Beispiel im Rahmen einer Ausschreibung oder anderer rechtlicher Bestimmungen diese Forderungen gestellt werden.

**Korrosionsschutz**

Es ist deshalb auch unerheblich, ob galvanisch verzinkte Schrauben und Dübel oder nichtrostende Schrauben und Dübel im Außenbereich verwendet werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bei der Anbringung von Markisen an Stahlbauten die Verwendung galvanisch verzinkter 10.9-

Schrauben nicht zulässig ist, da ansonsten eine wasserstoffinduzierte Versprödung der Schrauben nicht ausgeschlossen werden kann (siehe DIN ISO 4042).

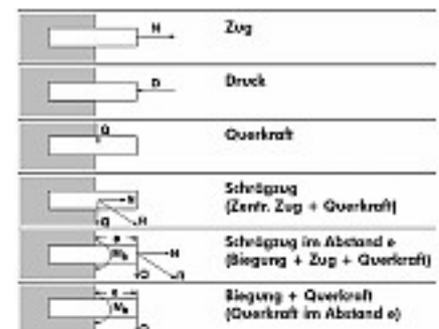
**Brandschutz**

Werden in besonderen Einsatzfällen Dübel zur Verankerung von Bauteilen verwendet, an die Anforderungen hinsichtlich der Feuerwiderstandsdauer gestellt werden, so muss im Normalfall das Brandverhalten der Gesamtkonstruktion einschließlich der Verankerung durch ein Prüfzeugnis einer hierfür anerkannten Prüfstelle nachgewiesen werden. Diese Leistung kann ein Fachbetrieb im Rollladen- und Jalousiebauerhandwerk in der Regel nicht erbringen.

**Belastung**

Größe und Art der Belastung Ebenso wichtig wie die Abmessungen des Ankergrundes sind für die Dübelauswahl die Lasten beziehungsweise Kräfte, welche bei der Befestigung der Markise auftreten. Diese Kräfte werden charakterisiert durch:  
 ○ Größe  
 ○ Richtung  
 ○ Angriffspunkt

**Wirkungsweise von Dübeln**



**Beanspruchungsarten**

Quelle: Fischerwerke

Um die entstehenden Kräfte sicher in den Untergrund abzuleiten, können die verschiedenen Tragmechanismen der Dübelssysteme ausgenutzt werden. Es handelt sich hier im Wesentlichen um:

**Reibschluss**

Der Spreizteil des Dübels (Schwerlastanker und so weiter) wird an die Bohrlochwandung gepresst und trägt durch die Reibung die äußeren Zuglasten. (Deshalb ist es wichtig, das Bohrloch immer zu reinigen.)

**Formschluß**

Hier paßt sich der Dübel (zum Beispiel Kunststoffdübel) in seiner Geometrie der Form des jeweiligen Untergrundes be-

ziehungsweise Bohrlochs entsprechend an. (Deshalb ist es wichtig, dass Bohrloch immer zu reinigen, damit sich der Dübel entsprechend anpassen kann.)

### Stoffschluß

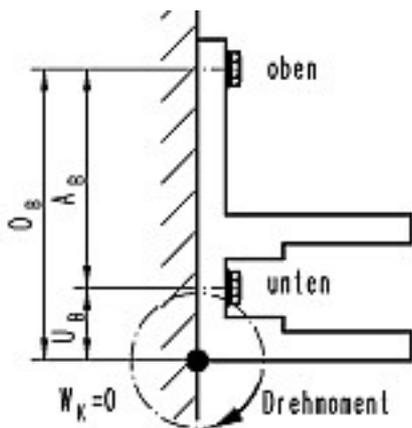
Hier wird durch die Verwendung von sogenannten Zweikomponenten-Dübeln (Mörtel oder Kunstharz) eine Verbindung zwischen Dübel und Ankergrund hergestellt.

### Die Berechnungsgrundlagen zur Kraftermittlung

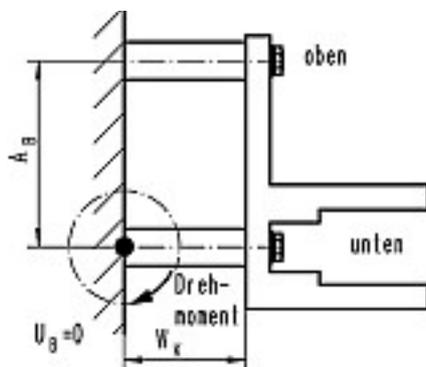
Der wichtigste Punkt ist die Festlegung des Drehpunktes, auf welchen sich das Drehmoment bei Lasteinwirkung auswirkt. Das Lastmoment wirkt bereits bei ausgefahrener Markise ohne Windlast auf die oberen Befestigungsschrauben, und nimmt entsprechend der jeweiligen Berechnung zu.

Im rechten unterlegten Feld soll an einfachen Berechnungsbeispielen aufgezeigt werden wie wichtig zum Beispiel die Positionierung der Konsole auf dem Untergrund sein kann, beziehungsweise wieviel Einfluss wenige mm Auflagefläche der Konsole auf die Dübellast haben. Es kann schnell festgestellt werden, ob die Dübellasten überschritten werden und damit evtl. mehr Befestigungskonsolen oder Sonderkonsolen verwendet werden müssen, um die Werte in den zulässigen Bereich zu senken.

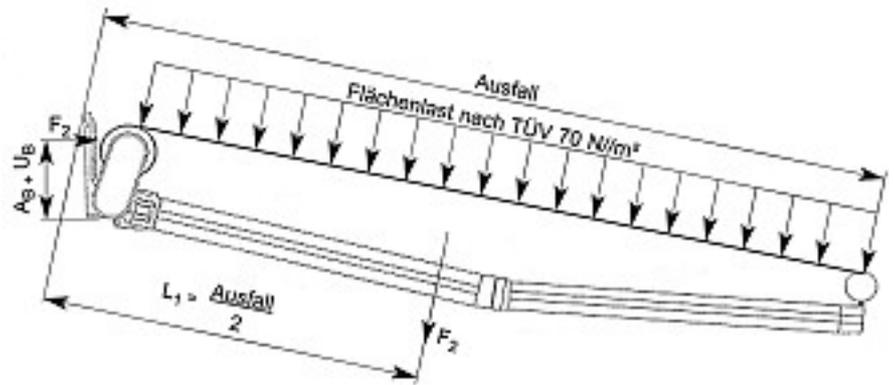
*Olaf Vögele*



**Drehmoment bei druckfestem Untergrund**



**Drehmoment bei nicht druckfestem Untergrund**



Geht man bei dem folgenden, derzeit noch gültigen Berechnungsbeispiel mit einer Markisengröße von 500 mal 350 Zentimeter aus, so ergeben sich bei Berücksichtigung von zwei Armkonsolen mit je einer oberen Bohrung die folgenden Werte:

**Druckfester Untergrund** (Abstand  $A_B + U_B = 120 \text{ mm}$ , Abstand  $W_K = 0 \text{ mm}$ )

Markisenfläche  $5,0 \text{ m} \times 3,5 \text{ m} = 17,50 \text{ m}^2$

Belastung nach EN 13561, Windklasse 2  
 $17,50 \text{ m}^2 \times 70 \text{ N/m}^2 = 1225 \text{ N}$

Die Flächenbelastung wird auf Mitte Ausfall bezogen. Daraus entsteht ein Drehmoment (M) an der Konsole von:

$$M = \text{Belastung nach EN13561 WK2} \times \frac{\text{Ausfall}}{2} = 1225 \text{ N} \times 1,75 \text{ m} = 2144 \text{ Nm}$$

Auszugskraft  $F_2$  für die oberen Schrauben der Konsolen :

$$F_2 = \frac{\text{Drehmoment an den Konsolen}}{\text{Abstand } A_B + U_B} = \frac{2144 \text{ Nm}}{0,12 \text{ m}} = 17866,67 \text{ N}$$

Auszugskraft  $F_2$  für die oberen Schrauben pro Markise 17 866,67 N  
 Da die Markise mit 2 Konsolen im Armbereich angebracht ist, gilt:

$$F_2 = \frac{17866,67 \text{ N}}{2} = 8933,33 \text{ N}$$

**Nicht druckfester Untergrund** (Abstand  $W_K = 90 \text{ mm}$ , Abstand  $A_B = 90 \text{ mm}$ ):

$$M = \text{Belastung nach EN13561 WK2} \times \left( \frac{\text{Ausfall}}{2} + W_K \right) = 1225 \text{ N} \times (1,75 \text{ m} + 0,09 \text{ m}) = 2254 \text{ Nm}$$

Auszugskraft  $F_2$  für die oberen Schrauben der Konsolen :

$$F_2 = \frac{\text{Drehmoment an den Konsolen}}{\text{Abstand } A_B} = \frac{2254 \text{ Nm}}{0,09 \text{ m}} = 25044 \text{ N}$$

Auszugskraft  $F_2$  für die oberen Schrauben pro Markise 25 044 N  
 Da die Markise mit 2 Konsolen im Armbereich angebracht ist, gilt:

$$F_2 = \frac{25044 \text{ N}}{2} = 12522 \text{ N}$$

Die Verlagerung des Drehpunktes um nur 30 Millimeter bei gleichzeitiger Montage auf einem Wärmedämmverbundsystem mit 90 Millimeter Abstand stellt sich somit mit 12 522 N gegenüber 8 933 Newton je Dübel bei einer Standardmontage dar und bedeutet eine Mehrbelastung des oberen Befestigungspunktes von 40 Prozent. Bezieht man die Berechnung auf eine Montage, bei der der untere Konsolenpunkt in eine Fuge ragt und sich somit der Drehpunkt nach oben verlagert, wird ersichtlich, wie schnell die Befestigungskräfte anwachsen können.

Dieser errechnete Wert wird zukünftig über den  $\alpha$ -Wert (Abminderungsfaktor nach EN 13561) korrigiert, um der dynamischen Lastaufnahme einer Markise bei Windbeanspruchung zu entsprechen und damit eine genaue Festlegung von Befestigungsmaterialien (Anzahl notwendiger oberer Befestigungsbohrungen) oder Maximalmaßen von Markisenanlagen zu ermöglichen.