

Martin Schmid, Augartenstr. 51, 76137 Karlsruhe

SIHGA Handels GmbH

Gewerbepark Kleinreith 4

A - 4694 Ohlsdorf

## 1 Produkt

Die GoFix® Therm der Firma SIHGA® dient zur Befestigung von hölzernen Tragkonstruktionen für Fassaden. Ihre Funktion ist die als Unterkonstruktion der Fassade dienenden Konterlatten nach der Anbringung der Wärmedämmung an der Wand befestigen zu können.

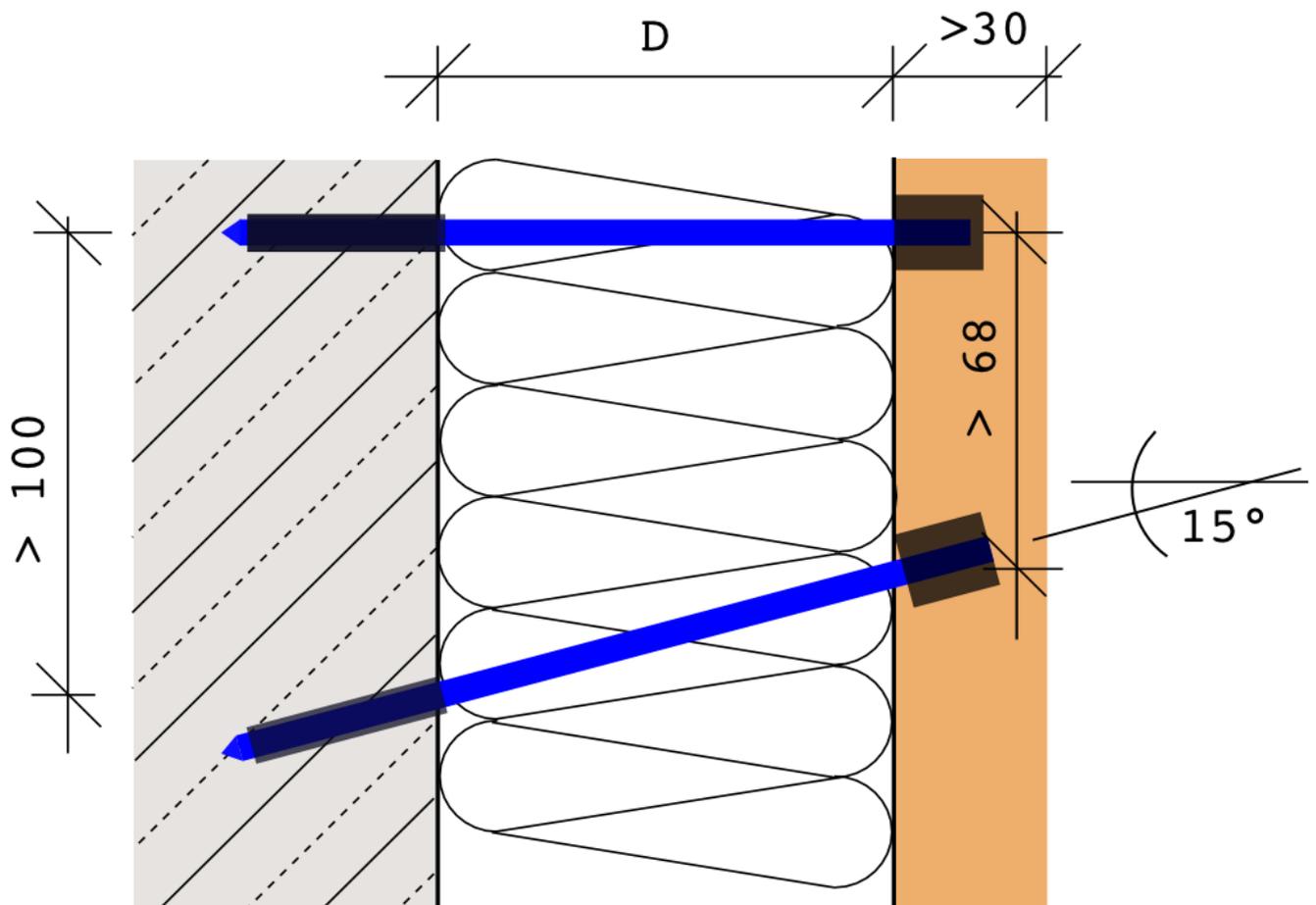


Abbildung 1: Längsschnitt durch Wand und Fassade



*Abbildung 2: Querschnitt bei Verwendung von Hochlochziegeln als Untergrund*

In die Konterlatte werden Löcher mit einem Durchmesser von 13 mm gebohrt. Durch diese Löcher wird bei Untergründen aus Holz die Schraube eingebracht. Bei Untergründen aus Mauerwerk oder Stahlbeton wird durch das Loch in der Konterlatte und durch das Dämmmaterial ein Bohrer mit  $d = 10$  mm geführt und ein Loch im Untergrund gebohrt. In diesem Fall ist die Schraube als System mit einem Kunststoffdübel zu verwenden. Geometrie und Material der Schraube im Bereich des Kunststoffdübels und des Dübels orientieren sich dabei an der Zulassung Z-21.2-220 vom 25.06.2001 der Firma Berner, Künzelsau (Dübel B 10 H).

In beiden Fällen erlaubt der drehbare Kopf der SIHGA® GoFix® Therm ein nachträgliches Justieren der Konterlatte.

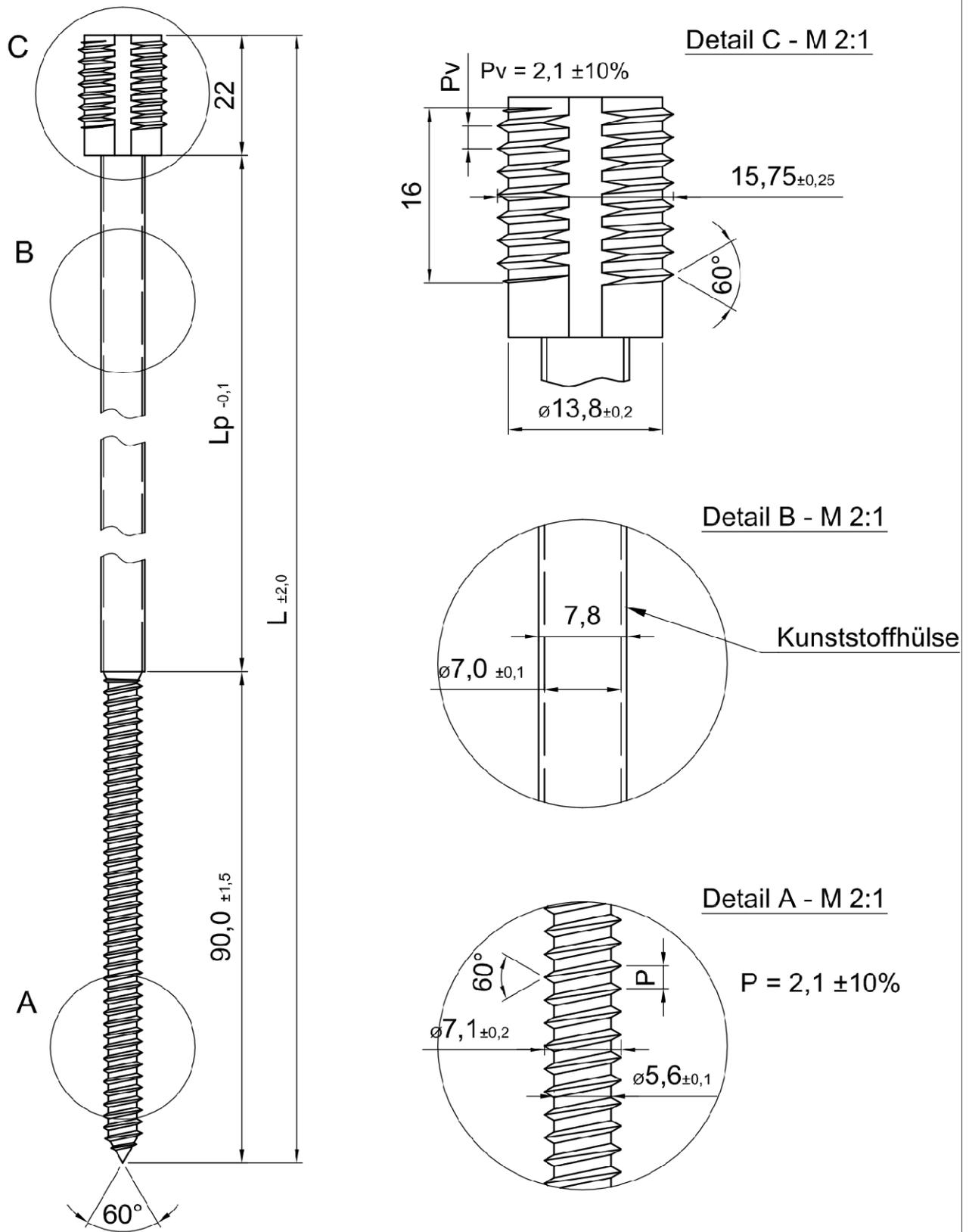


Abbildung 3: SIHGA® GoFix® Therm

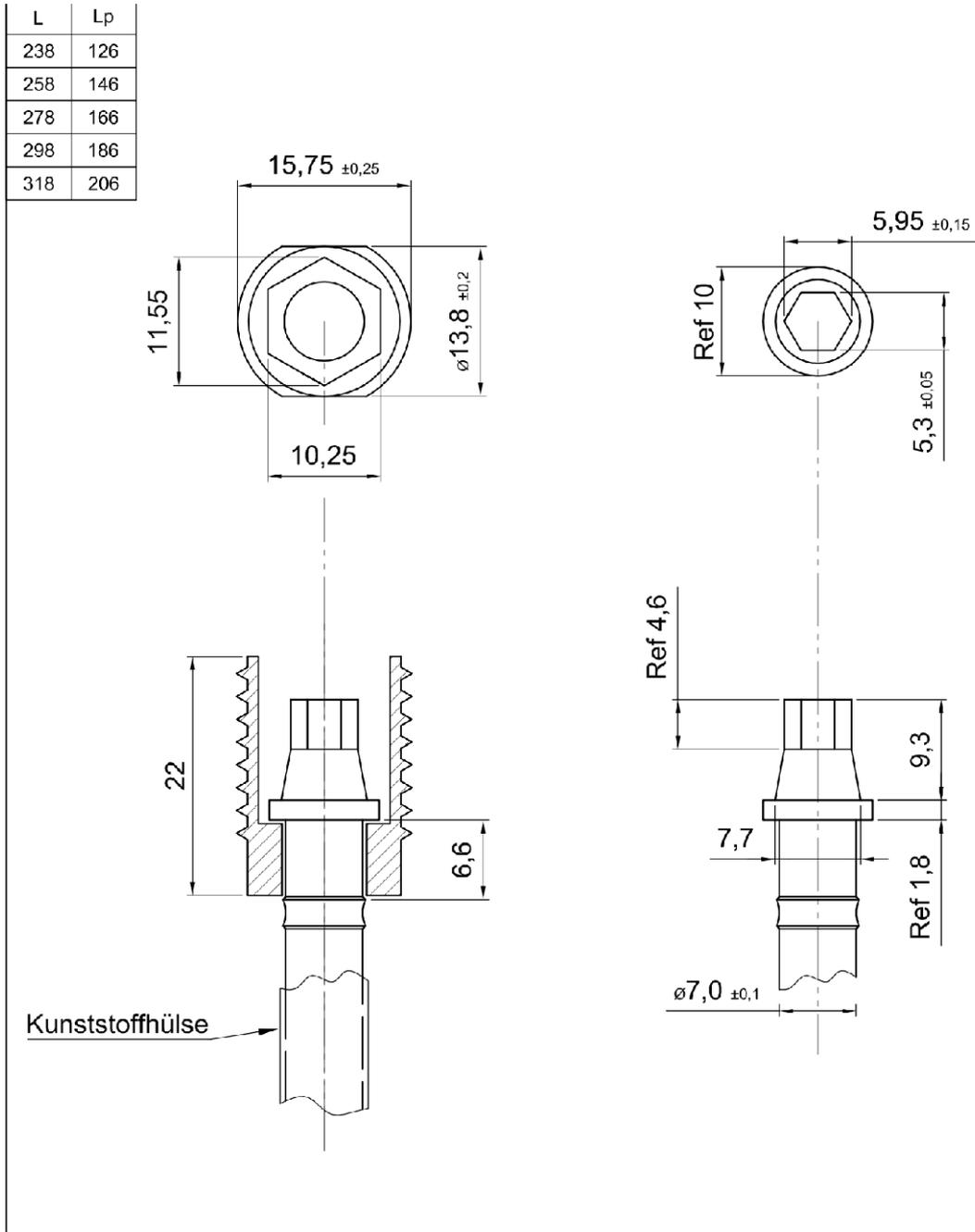


Abbildung 4: Detail drehbarer Kopf

## 2 Vorliegende Prüfberichte und Gutachten

Tabelle 1: Prüfberichte und Gutachten

Nr	Titel und Datum	Ersteller	Stelle
[1]	Prüfbericht Nr. 084090 Verstellschraube 25.07.2008	Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Blaß, Dipl.-Ing. Th. Misiiek	Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine (Amtliche Material- prüfungsanstalt), Universität Karlsruhe (TH) .
[2]	Gutachten Nr. 080912 zu Prüfbericht Nr. 084090 12.09.2008	Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Saal, Dipl.-Ing. S. Käpplein, Dipl.-Ing. Th. Misiiek	
[3]	Prüfbericht Nr. 09 6167 Montage- und Belastungsversu- che mit EISYS-Verstellschrau- ben als Fassadenschraube für vor- gehängte Fassaden an Mauer- werk-Elementen 12.05.2009	Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. J. Blaß, Dipl.-Ing. (FH) J. Born	Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine, Abt. Ingenieurholz- bau und Baukonstruktionen, Uni- versität Karlsruhe (TH)
[4]	BAM, VI.1, 14653 Korrosionsverhalten von Eisys- schrauben als Fassadenveranke- rungen 04.09.2009	Dr.-Ing. A. Burkert, Dipl.-Ing. J.Fischer	Bundesanstalt für Materialfor- schung und -prüfung (BAM)

## 3 Tragverhalten

Die Schrauben und Anschlüsse werden durch das Eigengewicht der Fassade auf Biegung und Abscheren und durch Windsog oder -druck axial beansprucht. Die in den Tabellen angegebenen Werte beziehen sich auf die verwendeten Schrauben aus unlegiertem Stahl der Festigkeitsklasse 6.8, der in [1] und [2] dokumentiert ist.

### 3.1 Tragfähigkeit bei axialer Beanspruchung

Der Prüfbericht Nr. 084090 und das zugehörige Gutachten Gutachten Nr. 080912, [1] und [2] der Tabelle 1, enthalten auf der Grundlage von Versuchen und theoretischen Überlegungen ermittelte Werte der Auszieh Widerstände und Tragfähigkeiten der Schraube bei Druckbeanspruchung. Bei massiven Untergründen wird die Tragfähigkeit der Verankerung im Gutachten Nr. 080912 ([2] der Tabelle 1) durch Umrechnung der zulässigen Werte der Z-21.2-220 auf Bemessungswerte ermittelt.

Tabelle 2: Tragfähigkeiten in der Unterkonstruktion bei axialer Beanspruchung

Unterkonstruktion	Tragfähigkeit	Quelle Tabelle 1
Holz	$F_{ax,\alpha,k} = \frac{f_{ax,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{350 \text{ kg/m}^3} \right)^{0,8}$ <p>mit: <math>f_{ax,k} = 14,5 \text{ N/mm}^2</math>; <math>d = 7 \text{ mm}</math> und <math>l_{ef}</math> der Eindringtiefe in der Unterkonstruktion mit einer Mindestschraubtiefe von <math>4 \cdot d</math> nach DIN 1052:2008</p>	[2]
Mauerwerk oder Stahlbeton	<p>Anwendung nach Z-21.2-220; Umrechnung auf neues Bemessungskonzept der Teilsicherheitsbeiwerte in [2]</p> <p>Dübel HD 10: <math>N_{R,d} = 1,2 \text{ kN}</math></p> <p>Dübel B 10 H: <math>N_{R,d} = 0,9 \text{ kN}</math></p>	[2]

Tabelle 3: Tragfähigkeit des Kopfes bei axialer Beanspruchung im Bereich der Konterlatte

Konterlatte	Tragfähigkeit	Quelle Tabelle 1
Holz	$F_{ax,\alpha,k} = \frac{20 \text{ N}}{1,2 \cdot \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \cdot \left( \frac{\rho_k}{350 \text{ kg/m}^3} \right)^{0,8}$ <p>dabei muss das Gewinde des Kopfes nach Abbildung 4 vollständig im Holz liegen</p>	[2]

Tabelle 4: Beanspruchung durch Normalkraft der Schraube

GoFix® Therm-Schraube	Tragfähigkeit	Quelle Tabelle 1
Zugbeanspruchung	Kleinstwert nach Tabelle 2 und Tabelle 3	[2]
Druckbeanspruchung	Knicklänge: $l_{cr} = 2 \cdot D$ mit D: Lichte Weite zwischen Konterlatte und Unterkonstruktion Kickspannungslinie c nach DIN EN 1993-1-1 $N_{pl} = 480 \text{ N/mm}^2 \cdot \frac{\pi \cdot (6,2 \text{ mm})^2}{4}$ $M_{pl} = 13,6 \text{ Nm}$	[2]

### 3.2 Tragfähigkeit bei Beanspruchung auf Biegung und Abscheren

Tabelle 5: Tragfähigkeiten in der Unterkonstruktion bei Beanspruchung auf Abscheren

Unterkonstruktion	Tragfähigkeit	Quelle Tabelle 1
Holz	<p>Es wird stets der Versagensfall maßgebend, bei dem ein Fließen der Schraube auftritt</p> $V_{R,k} = f_{h,k} \cdot d \cdot D \cdot \left( \sqrt{1 + \frac{2 \cdot M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d \cdot D^2}} - 1 \right)$ <p>mit D nach Abbildung 1, <math>f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k</math></p> $M_{y,k} = 15,6 \text{ Nm}$	[2], Abschnitt 5.2 DIN 1052:2008
Mauerwerk oder Stahlbeton	<p>Anwendung nach Z-21.2-220; Umrechnung auf neues Bemessungskonzept der Teilsicherheitsbeiwerte in [2]</p> $\text{Dübel HD 10: } \frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = \frac{V_{Sd}}{1,2 \text{ kN}} \leq 1$ <p>Dübel B 10 H: <math>\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} \leq 1</math>, der Bemessungswerte der Tragfähigkeit <math>V_{R,d} = N_{R,d}</math> ist durch Versuche am Bauwerk zu bestimmen</p> <p>Biegung der Schraube: <math>\frac{M_{S,d}}{M_{R,d}} \leq 1</math></p> <p>mit <math>M_{R,d} = 14,18 \text{ Nm}</math></p>	[2] Z-21.2-220

### 3.3 Tragfähigkeit bei Interaktion aus Zug- und Abscherbeanspruchung

Tabelle 6: Nachweise bei Beanspruchung auf Zug und Biegung

Unterkonstruktion	Tragfähigkeit	Quelle Tabelle 1
Holz	$\left(\frac{V_{S,d}}{V_{R,d}}\right)^2 + \left(\frac{N_{S,d}}{N_{R,d}}\right)^2 \leq 1$ <p>mit <math>V_{R,d}</math> nach Tabelle 5 erhöht um den Seileffekt bei einschnittigen Verbindungen mit Schrauben</p> <p><math>N_{R,d}</math> Kleinstwert nach Tabelle 2 und Tabelle 3</p>	[2]
Mauerwerk oder Stahlbeton	$\frac{M_{S,d}}{M_{R,d}} + \frac{N_{S,d}}{N_{R,d}} = \frac{M_{S,d}}{14,18 Nm} + \frac{N_{S,d}}{10 kN} \leq 1$	[2]

### 3.4 Steifigkeiten

Nach [2] beträgt die Steifigkeit bei V-förmiger Anordnung

$$K_{ser} = \frac{1}{((1/1494 N/mm + D^3/(1,61 \cdot 10^8 N/mm^4)) \cdot (\rho_k/350 kg/m^3)^{1,5})}$$

mit D der lichten Weite zwischen Unterkonstruktion und Konterlatte nach Abbildung 1.

Die Steifigkeit einer einzelnen Schraube ist nach [2] deutlich geringer

$$K_{ser} = \frac{1}{((1/747 N/mm + D^3/(3,20 \cdot 10^7 N/mm^4)) \cdot (\rho_k/350 kg/m^3)^{1,5})}$$

### 3.5 Mindestabstände

Die in [2] für die Konterlatte empfohlenen Abstände und die aus der Z-21.2-220 resultierenden Mindestabstände der Kunststoffdübel sind in Abbildung 5 dargestellt. [2] empfiehlt des Weiteren die in Tabelle 7 enthaltenen Abstände. [2] bezieht sich dabei auf die Regelungen für Stabdübel des EC 5 (DIN EN 1995-1-1:2008). Da eine Beanspruchung quer zur Faserrichtung planmäßig nicht vorgesehen ist, kann der Unterschied zwischen  $a_{4,t}$  nach DIN EN 1995-1-1:2008 und  $a_{2,t}$  nach DIN 1052:2008 unberücksichtigt bleiben, so dass für die nicht in Tabelle 7 enthaltenen Abstände auch die Vorgaben der DIN 1052:2008, Tabelle 8 für Stabdübel verwendet werden können.

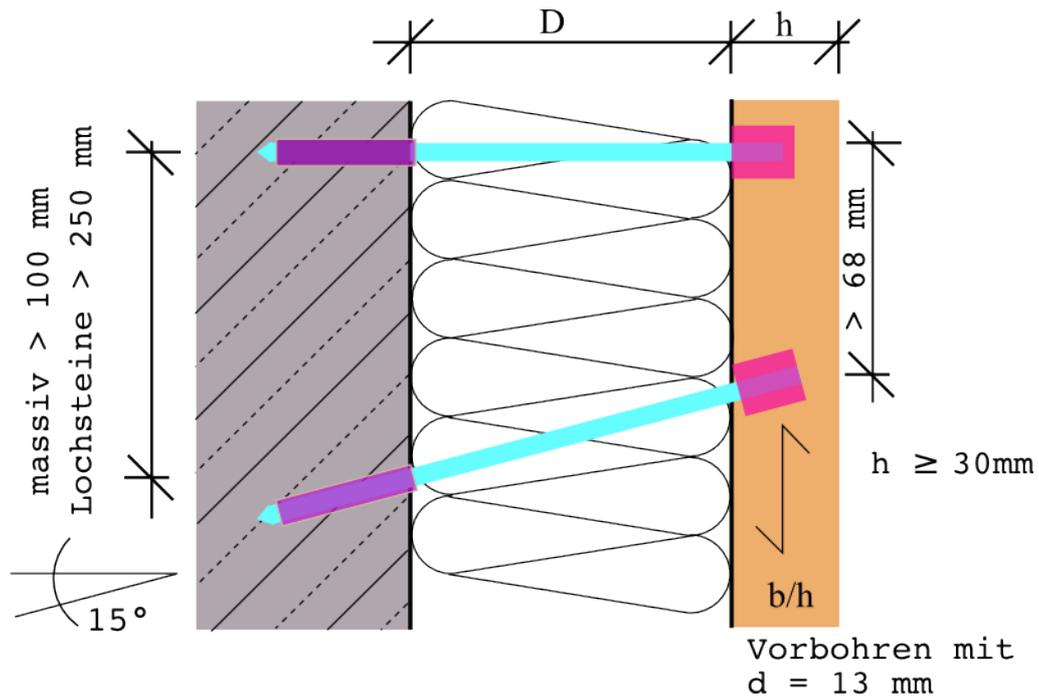


Abbildung 5: Mindestabstände

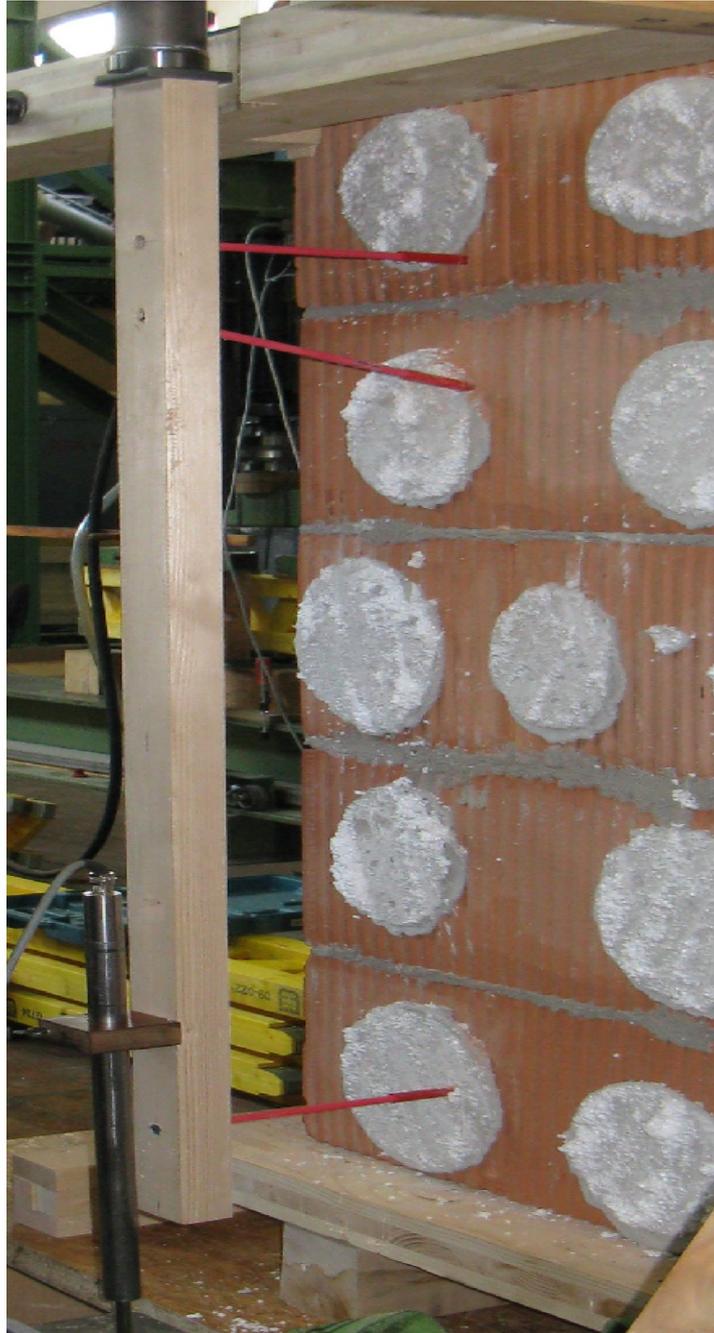
Tabelle 7: Mindestabstände nach [2]

Bezeichnung nach DIN 1052:2008	Mindestabstände
a <sub>2</sub>	30 mm
a <sub>1,t</sub>	40 mm
a <sub>1,c</sub>	40 mm

## 4 Mechanisches Modell

Bei massiven Untergründen empfiehlt das Gutachten [2] den Anschluss des Kopfes in der Konterlatte als Gelenk und den Anschluss in der Mauer als starre Einspannung zu betrachten. Des Weiteren wird die Zulassung der Kunststoffdübel Z-21.2-220 beachtet, die vorschreibt, dass die Dübel rechtwinklig zur Wandfläche einzubringen sind. Aus diesem Grund wird in [2] empfohlen, die geneigt eingebrachte Schraube nur für die Berechnung der Verschiebungen aber nicht als tragendes Bauteil anzusetzen.

Auf die Empfehlung der Abteilung I, Referat 2 des DIBt hin wurden weitere Versuche [3] durchgeführt, die zum Ziel hatten, die Ausführbarkeit des Einbringens der unter einem Winkel von  $75^\circ$  zur Wandfläche angeordneten Schraube zu untersuchen. Die Untersuchungen nach [3] bestätigen zunächst, dass es möglich ist, das System aus Schraube und Dübel bei zuvor angebrachtem Dämmmaterial einzubringen. Darüber hinaus zeigte sich, dass das System eine deutlich höhere Tragfähigkeit erreicht, als nach dem oben in Anlehnung an [2] gebildeten Modell. In Abbildung 6 ist ein Prüfkörper von [3] nach Entfernung des Dämmmaterials gezeigt. Die Konterlatte wird durch Druck auf das Hirnholz beansprucht, modelliert wird also die Beanspruchung durch Eigengewicht.



*Abbildung 6: Prüfkörper von [3] nach Entfernung des Dämmmaterials*

In Abbildung 7 sind die Versuchsergebnisse und die Ergebnisse für das Modell nach [2] eingetragen. Dabei wurden die vorhandenen drei GoFix® Therm -Schrauben als Kragarme modelliert und der Bemessungswert der Tragfähigkeit nach Tabelle 5 berechnet.

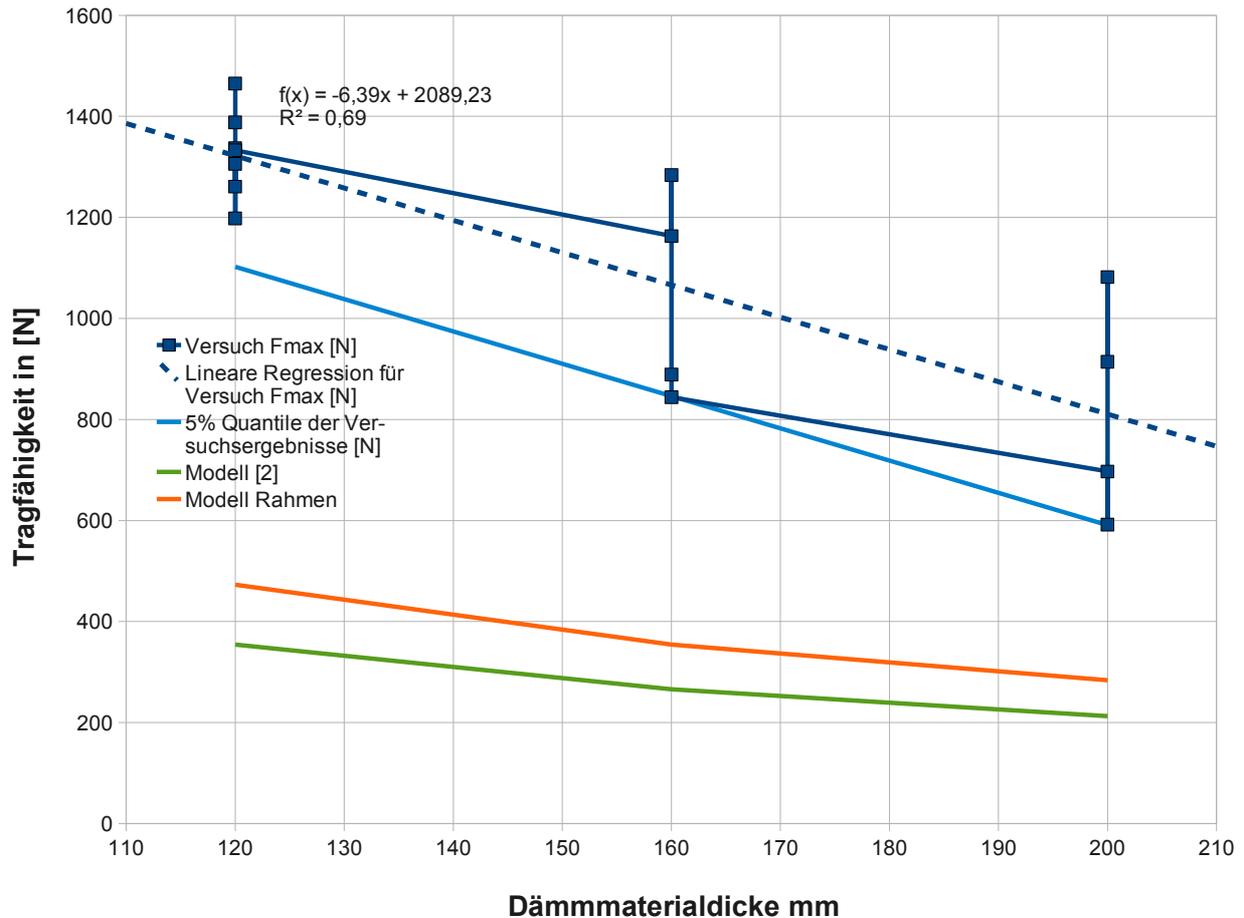


Abbildung 7: Versuchsergebnisse nach [3] und Bemessungswerte der Tragfähigkeiten der Modelle  
 Die Tragfähigkeit liegt demnach deutlich über denjenigen die mit dem in [2] vorgeschlagenen Modell berechnet wurden. Vermutlich bildet sich das Tragverhalten eines Rahmens aus, so dass die Biegebeanspruchung der Schraube im Bereich der Einspannung deutlich reduziert wird. Auf dieses Systemverhalten deuten auch die in [3] ermittelten Steifigkeiten hin, die in Tabelle 8 mit denjenigen eines V-Punktes nach Abschnitt 3.4 verglichen werden.

Tabelle 8: Steifigkeiten  $K_{ser}$

Dämmmaterialdicke	120 mm	160 mm	200 mm
$K_{ser}$ N/mm Nach [2] für einen V-Punkt	88	38	20
$K_{ser}$ N/mm Mittelwert der Versuche nach [3]	151	136	120

Aufgrund der bei den Versuchen in [3] beobachteten hohen Tragfähigkeiten und Steifigkeiten wird vorgeschlagen, die Bemessung der Schraube für die Biegebeanspruchung in der Unterkonstruktion mit einem Moment  $M = 2/3 \cdot F \cdot D$  nach Abbildung 8 zu bemessen.

Bei Untergründen aus Holz kann daher der in Tabelle 5 angegebene Wert der Tragfähigkeit mit  $3/2$  multipliziert werden, bei massiven Untergründen ist bei den Nachweisen der Tabellen 5 und 6 die Biegebeanspruchung  $M_{s,d} = 2/3 \cdot F \cdot D$ .

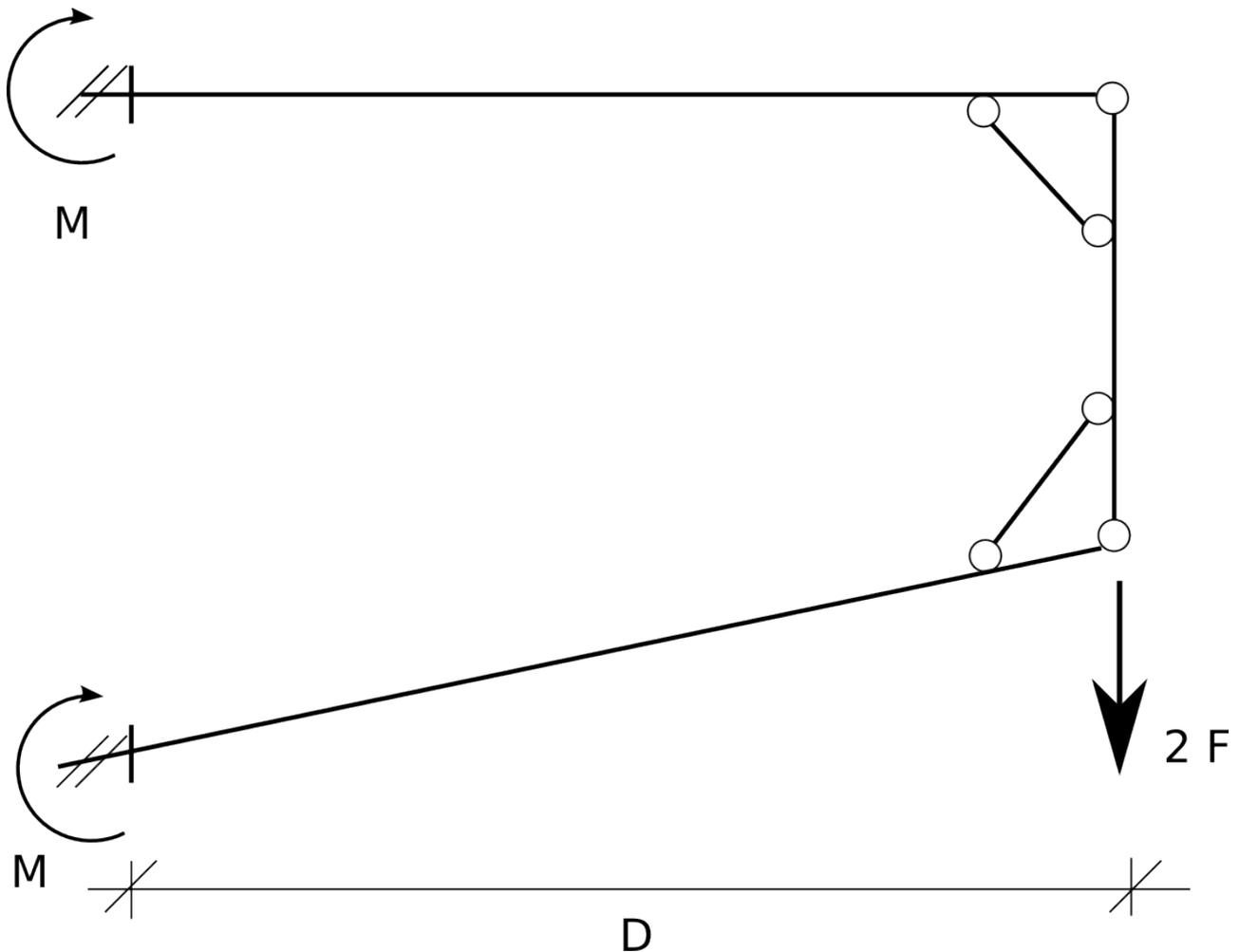


Abbildung 8: mechanisches Modell

Die Nachweise für die Querkraft- und Normalkraftbeanspruchung können mit den in Abschnitt 3 gegebenen Tragfähigkeiten geführt werden. Diese werden meist nicht maßgebend, auf der sicheren Seite liegend werden die Normalkräfte bei diesen Nachweisen nur den rechtwinklig zur Wand eingebrachten Schrauben zugewiesen.

## 5 Korrosionsverhalten und Material

Die gutachterliche Stellungnahme [4] der BAM, Berlin, empfiehlt zur Erfüllung des Korrosionsschutzes zwei mögliche Varianten:

1. feuerverzinkter Kohlenstoffstahl mit mindestens 30 (45)  $\mu$  Zinkschichtdicke; Verstellkopf aus Zink-Druckguss nach dem Feuerverzinken aufgespritzt; Schrumpfschlauch im Schaftbereich
2. A2 -Stahl (1.4301), einfach passiviert; kein Schrumpfschlauch im Schaftbereich

Weitere Voraussetzungen für die Ausführung der Fassade werden in [4] gegeben.

Der empfohlene nichtrostende Stahl 1.4301 weist nach Z-30.3-6 mit  $R_m=600 \text{ N/mm}^2$  und  $R_e=350 \text{ N/mm}^2$  Festigkeiten auf, die von der in [2] für die Schrauben angegebenen Festigkeitsklasse 6.8 abweichen. Da durch die Kaltverformung Änderungen der mechanischen Eigenschaft zu erwarten sind und die Bemessung mit dem in [1] ermittelten Fließmoment erfolgt, sollte vor Einsatz der Variante 2 das Fließmoment der Schrauben aus diesem nichtrostenden Stahl ermittelt und bei der Bemessung verwendet werden.