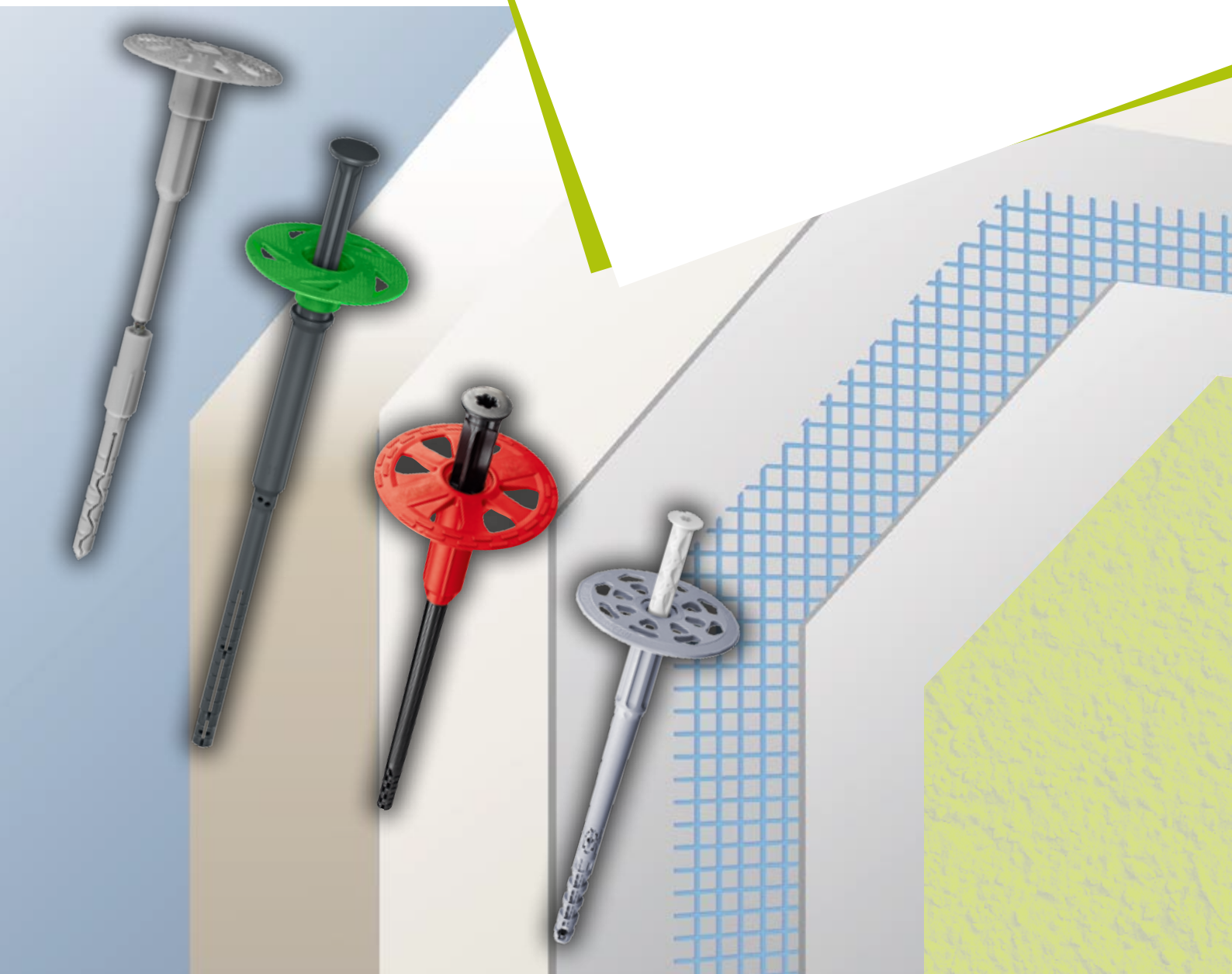
VDPM
Verband für Dämmsysteme,
Putz und Mörtel e.V.

MERKBLATT

DÜBEL IN WDVS: HINWEISE ZUR PLANUNG UND AUSFÜHRUNG



HERAUSGEBER:

Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V.
Reinhardtstraße 14 ▪ 10117 Berlin
www.vdpm.info ▪ info@vdpm.info

DER INHALT WIRD MITGETRAGEN VON:

Bundesverband Ausbau und Fassade
Kronenstraße 55-58 ▪ 10117 Berlin
www.stuckateur.de

Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz
Gräfstraße 79 ▪ 60486 Frankfurt a. M.
www.farbe.de

Gütegemeinschaft Wärmedämmung von Fassaden e. V.
Gräfstraße 79 ▪ 60486 Frankfurt a. M.
www.farbe-gwf.de

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Einleitung	4
2	Planung	5
2.1	Standsicherheit	5
2.1.1	Allgemeine Hinweise	5
2.1.2	Beanspruchung aus Windsog	6
2.1.3	Widerstand: Auszug aus dem Untergrund und Berechnung der Dübelanzahl	9
2.1.4	Widerstand des WDVS	10
2.1.4.1	Berechnung der Dübelanzahl mit Hilfe der WDVS-Lastklasse	11
2.1.4.2	Festlegung der Dübelanzahl durch die Nutzung von Traglasttabellen	12
2.1.5	Weitere Hinweise	12
2.2	Gebrauchstauglichkeit	13
2.3	Wärmedurchgang	13
2.4	Vermeidung von Dübeltellerabzeichnungen	14
3	Ausführung	15
4	Qualitätsmerkmale von WDVS-Dübeln	18
5	Glossar	19
6	Weiterführende Literatur	20
Anhang	Praxisbeispiel zur Dübelmengenbestimmung	22

1 Einleitung

Dübel sind wichtige Bestandteile vieler Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS). Sie tragen zu deren Standsicherheit bei. Auf das Gebäude wirkende Windlasten werden über die Dübel und die damit befestigten Systemkomponenten (Dämmstoff, Kleber) in den Untergrund abgetragen. Zusätzlich können Dübel, je nach Dämmstoff und Systemaufbau, die Abtragung des Eigengewichts eines WDVS unterstützen.

WDVS-Dübel verfügen in der Regel über eine Europäische Technische Bewertung (engl.: European Technical Assessment ETA) und eine Leistungserklärung. Allerdings erfüllen WDVS-Dübel ihre zugedachte Wirkung nur im Gesamtsystem. Dabei sind unzählige Kombinationen denkbar, die nicht in Gänze dargestellt werden können.

Systemspezifische Eigenschaften werden in den jeweiligen Zulassungen der Systemhalter definiert. Das wohl wichtigste Beispiel ist der Widerstand gegen Wind, der durch das Zusammenwirken der Systemkomponenten gewährleistet werden muss.

Dieses Merkblatt geht auf die besondere Aufgabe der Dübel in einem WDVS und die unterschiedlichen Anforderungen ein. Das Merkblatt enthält Hinweise zur Auswahl eines geeigneten Dübels und stellt die wichtigsten Regeln für eine fachgerechte Montage bereit. Es soll Planern wie Fachunternehmern einen Einblick in die Funktionsweise der Dübel geben und zur sicheren Planung und Ausführung eines WDVS beitragen.

2 Planung

2.1 Standsicherheit

2.1.1 Allgemeine Hinweise

Ein WDVS ist unterschiedlichsten Belastungen ausgesetzt. So führen Kleber, Dämmstoff und Putz je nach System zu nicht unerheblichen Eigenlasten. Diese müssen in den Untergrund abgetragen werden. Daher erfordern die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. allgemeinen Bauartgenehmigungen zunächst die Prüfung der Standsicherheit der Außenwand. Daneben müssen WDVS den Witterungseinwirkungen trotzen, insbesondere Temperaturschwankungen, Wind und Regen.

Zugelassene Systeme haben den Nachweis erbracht, dass sie diesen Belastungen grundsätzlich standhalten. Vor allem der Wind ist jedoch eine sehr variable Größe. An der Küste weht er in der Regel stärker als auf dem flachen Land. Zudem sind die Windlasten nicht gleichmäßig über die Fassadenfläche verteilt.

Die Standsicherheit eines WDVS gegenüber Windsogbelastungen wird somit einzeln für jedes Bauprojekt nachgewiesen. Diese planerische Aufgabe ist bereits im Leistungsverzeichnis zu berücksichtigen.

Bei einem geklebten und gedübelten WDVS muss gezeigt werden, dass bei den zu erwartenden Windeinwirkungen

a) das WDVS einen ausreichenden Widerstand gegen Windlasten aufweist und dass

b) der Widerstand des Dübels gegen Auszug aus dem Untergrund größer als die einwirkende Windlast ist.

Die Formeln zur Ermittlung der relevanten Wirkgrößen sind nebenstehend dargestellt.

Zur Veranschaulichung dient Abb. 1, Seite 6.

Formel 1 und Formel 2

Formaler Nachweis der Standsicherheit

$w_{ed} \leq N_{Rd,WDVS}$ **Formel 1**

$w_{ed} \leq n \cdot N_{Rd,Dübel}$ **Formel 2**

wobei

w_{ed} ... Bemessungswert der Beanspruchungen aus Windsog in kN/m²

$w_{ed} = w_{ek} \cdot \gamma_F$

w_{ek} ... charakteristische Einwirkung aus Windsog nach DIN EN 1991-1-4

γ_F ... Sicherheitsbeiwert der Einwirkungen (für Windlasten $\gamma_F = 1{,}5$)

n ... Dübelanzahl pro m²

$N_{Rd,WDVS}$ ... Bemessungswert des WDVS gegen Windsog

$$N_{Rd,WDVS} = \frac{N_{Rk,WDVS}}{\gamma_M}$$

$N_{Rk,WDVS}$ ... charakteristischer Widerstand des WDVS gegen Windsog

γ_M ... Materialsicherheitsbeiwert

Zum Zeitpunkt der Drucklegung galten typischerweise für EPS $\gamma_M = 1{,}5$ und für Mineralwolle $\gamma_M = 2{,}0$. Bitte informieren Sie sich über die aktuell gültigen Werte je Dämmstoff.

$$N_{Rd,Dübel} = \frac{N_{Rk,Dübel}}{\gamma_M}$$

$N_{Rk,Dübel}$ ... charakteristischer Widerstand des Dübels gegen Ausziehen aus dem Untergrund

$N_{Rk,Dübel}$

Charakteristischer Widerstand des Dübels gegen Ausziehen aus dem Untergrund. Dieser ist für klassifizierte Untergründe Bestandteil der Dübel-ETA. Eine Ermittlung über Dübelauszugsversuche am Bauwerk ist möglich.

$N_{Rk,WDVS}$

Charakteristischer Widerstand des Dämmstoffes gegen Dübeldurchzug gemäß WDVS-Zulassung für die jeweilige Dübel-Dämmstoff-Kombination.

w_{ek}

Charakteristische Einwirkung aus Windsog. Objektspezifischer Nachweis nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 [1].

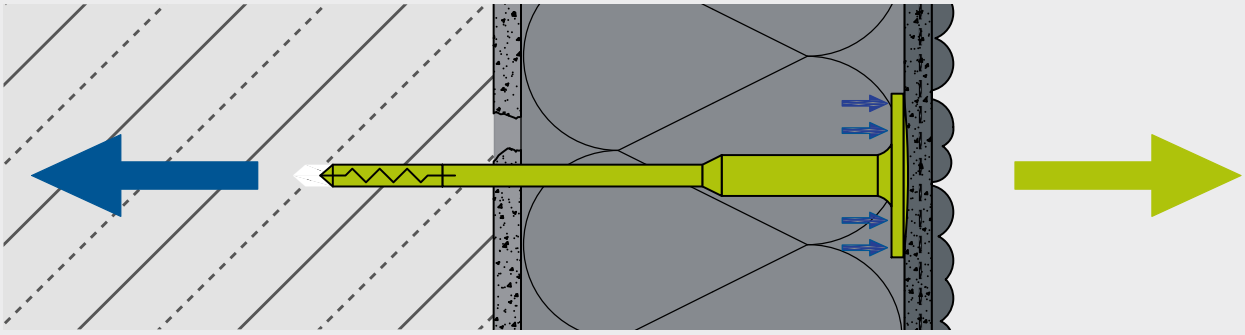


Abb. 1: Wirkende Kräfte und Widerstände gegen Windsog bei einem WDVS

2.1.2 Beanspruchung aus Windsog

WDVS-Dübel sind ausgelegt, um Windlasten abzutragen. Die Eigenlast (das Gewicht) eines WDVS wird über den Kleber und die Stabilität der Dämmplatten in den Untergrund eingeleitet.

Die Windsoglast kann nach zwei Verfahren bestimmt werden. Grundsätzlich muss das Standardverfahren zur Berechnung von Windlasten nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 sowie dem nationalen Anhang DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 [1] angewendet werden. Dieses Verfahren ist recht umfangreich. Unter bestimmten Voraussetzungen kann ein vereinfachtes Verfahren genutzt werden. Die Mitgliedsunternehmen des Verbands für Dämmsysteme, Putz und Mörtel (VDPM) bieten professionelle Unterstützung bei der Vorbemessung an.

Um die Größe der Windlast bestimmen zu können, müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- In welcher Region (Windzone) in Deutschland befindet sich das Gebäude? → vgl. Abb. 2 , Seite 6
- In welcher Geländekategorie steht das Gebäude? Ist es eher ländlich und offen oder innerstädtisch in dicht bebautem Bereich? → vgl. Abb. 3, Seite 7
- Welche Form hat das Gebäude und welche Abmessungen hat es? → vgl. Abb. 4, Seite 8

Abb. 2: Windzonenkarte Deutschlands

Hinweis

Die genaue Zuordnung der Windzonen kann der Excel-Tabelle „Windzonen nach Verwaltungsgrenzen“ des DIBt entnommen werden [6].

Geländekategorie I

Offene See; Seen mit mindestens 5 km freier Fläche in Windrichtung; glattes, flaches Land ohne Hindernisse, z. B. Inseln der Nordsee

Geländekategorie II

Gelände mit Hecken, einzelnen Gehöften, Häusern oder Bäumen, z. B. landwirtschaftliches Gebiet

Geländekategorie III

Vorstädte, Industrie- oder Gewerbegebiete; Wälder

Geländekategorie IV

Stadtgebiete, bei denen mindestens 15% der Fläche mit Gebäuden bebaut sind, deren mittlere Höhe 15 m überschreitet

Abb. 3: Geländekategorien

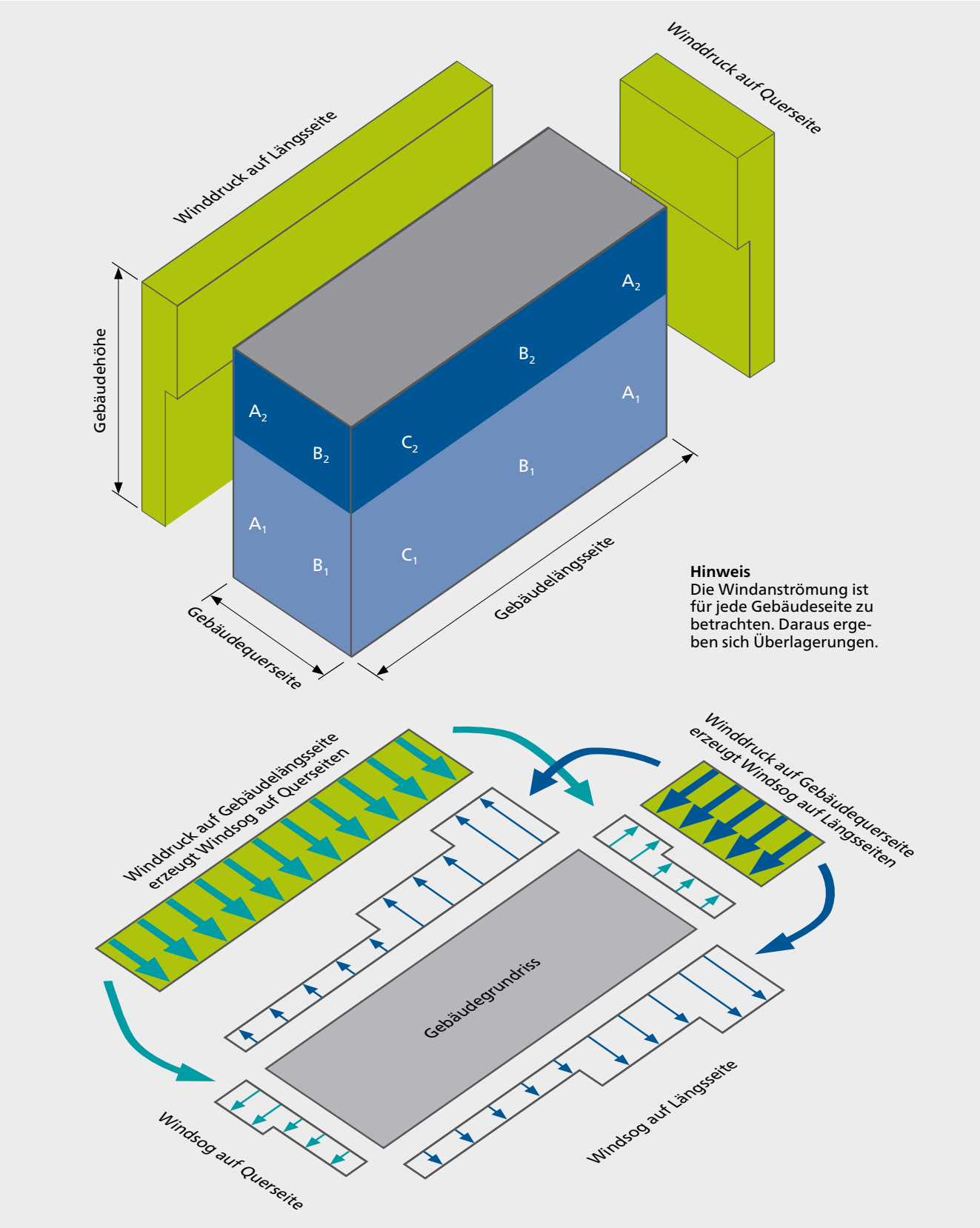


Abb. 4: Gebäudeform mit prinzipiellen Höhen- und Randbereichen sowie daraus resultierenden Winddruck- und Sogbereichen in Anlehnung an DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 (nicht maßstabsgetreu)

Durch spezifische Gebäudegeometrien können bestimmte Winddruck- und Windsogbereiche entfallen (z. B. A_2, B_2, C_2) bzw. sich gegenseitig überlagern. Weiterführende Informationen sind in DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12 [1] enthalten.

2.1.3 Widerstand: Auszug aus dem Untergrund und Berechnung der Dübelanzahl

Untergründe, die in der Baupraxis auftreten, sind in die Nutzungskategorien A bis E eingeteilt. Die Leistungserklärung eines Dübels gibt Auskunft, in welchen Nutzungskategorien er eingesetzt werden kann (siehe Abb. 5, Seite 9) und wie hoch sein charakteristischer Widerstand gegen Ausziehen aus dem jeweiligen Untergrund ist.

In der Baupraxis kommt eine Vielzahl unterschiedlicher Baustoffe als Untergrund für Dübel vor. Dies trifft insbesondere für energetische Modernisierungen von Bestandsgebäuden zu. Insofern kann die Leistungserklärung eines Dübels nur einen repräsentativen Ausschnitt aller denkbaren Untergründe abbilden. Insbesondere die Geometrie der Mauersteine, ihre Rohdichte oder Druckfestigkeit können von den in den Leistungserklärungen deklarierten Werten abweichen. In diesem Fall müssen Baustellenversuche nach EOTA TR 051 [2] ausgeführt werden. Durch diese Versuche wird im Vorfeld der Ausschreibung die Tragfähigkeit des Dübels am konkreten Objekt bewertet.

Qualifizierte Dübellieferanten, WDVS-Anbieter und Sachverständige verfügen über das erforderliche Fachwissen und die Prüfausrüstung, um Dübel am Bauwerk zu prüfen, deren charakteristische Zugtragfähigkeit zu ermitteln und zu dokumentieren. WDVS-Hersteller bieten diese Dienstleistung oft an oder empfehlen kompetente Ansprechpartner, z. B. im VDPM organisierte Dübelhersteller oder Sachverständige.

Zur Bestimmung der Tragfähigkeit im Untergrund wird in Deutschland eine vereinfachte Vorgehensweise angewendet. Hierzu werden Dübel hinsichtlich ihrer Dübellastklasse (zul. $N_{R,Dübel}$) klassifiziert. Sie wird bestimmt, indem die charakteristische Zugtragfähigkeit des Dübels durch den Materialsicherheitsbeiwert und den Sicherheitsbeiwert für Windlast dividiert wird (vgl. Formel 3, Seite 10).

Nutzungskategorie A: Normalbeton

Nutzungskategorie B: Vollsteine

Nutzungskategorie C: Lochsteine

Nutzungskategorie D: Haufwerksporiger Leichtbeton

Nutzungskategorie E: Porenbeton

Abb. 5: Untergründe werden in fünf Nutzungskategorien (A–E) eingeteilt, gemäß Europäischem Bewertungsdokument EAD 330196-01-0604.

Tabelle 1: Beispielhafte Angabe der charakteristischen Zugtragfähigkeit N_{Rk} in einer Leistungserklärung oder ETA Anhang C

Untergrund	Nutzungs-kategorie[a)]	Mindestdruck-festigkeit f_b [N/mm²]	Rohdichte-klasse ρ [kg/dm³]	Bemerkungen	Bohrver-fahren[b)]	N_{Rk} [kN][c)]
Beton ≥ C12/15 - C50/60 gemäß EN 206-1:2000	A	-	-	-	Hammer	**1,5**
Mauerziegel Mz gemäß EN 771-1:2011	B	12	≥ 2,0	Querschnitt bis 15% durch Lochung senkrecht zur Lagerfläche reduziert	Hammer	**1,5**
Hochlochziegel Hlz gemäß EN 771-1:2011	C	12	≥ 1,0	Querschnitt mehr als 15% und weniger als 50% durch Lochung senkrecht zur Lagerfläche reduziert; Außenstegdicke ≥ 15 mm	Drehend	**0,6**
Haufwerksporiger Leichtbeton LAC gemäß EN 1520:2011	D	4	≥ 0,8	-	Hammer	**0,4**
Porenbeton AAC gemäß EN 771-4:2011	E	4	≥ 0,4	-	Drehend	**0,4**

[a)] Nutzungskategorie nach EAD 330196-01-0604
[b)] Hammer: Hammerbohren oder Schlagbohren; Drehend: nur im Drehgang bohren ohne Hammer- oder Schlagwerk
[c)] Achtung: N_{Rk}-Werte enthalten keinen Sicherheitsfaktor

Formel 3 und Formel 4

Bestimmung der Dübelanzahl auf Basis der Dübellastklasse im tragenden Untergrund

$$\text{zul } N_{R,Dübel} = \frac{N_{Rk}}{\gamma_M \times \gamma_F}$$ **Formel 3**

zul $N_{R,Dübel}$ ... Dübellastklassen in kN/Dübel

N_{Rk} ... charakteristischer Widerstand des Dübels gegen Ausziehen aus dem Untergrund in kN/Dübel

γ_M ... Materialsicherheitsbeiwert; für WDVS-Dübel beträgt er in Deutschland 2

γ_F ... Sicherheitsbeiwert für die einwirkende Last; er beträgt für Wind 1,5

Folgende Bedingung muss mit der gewählten Dübelanzahl pro m² erfüllt sein:

$$w_{ek} \leq n \times \text{zul } N_{R,Dübel}$$ **Formel 4**

w_{ek} ... charakteristische Einwirkung aus Windsog in kN/m² nach DIN EN 1991-1-4

n ... Dübelanzahl pro m²

zul. $N_{R,Dübel}$ ... Dübellastklasse in kN/Dübel

2.1.4 Widerstand des WDVS

Für den Nachweis der Standsicherheit ist auch die Tragfähigkeit des Dübels im Dämmstoff zu berücksichtigen.

Grundsätzlich sind drei Möglichkeiten – je nach Inhalt der technischen Dokumentation des WDVS – zur Bestimmung der erforderlichen Dübelanzahl für die Systemtragfähigkeit anwendbar:

a) Berechnung der Dübelanzahl mit Hilfe der WDVS-Lastklasse

b) Nutzung von Traglasttabellen zur Bestimmung der Dübelanzahl

c) Berechnung der Dübelanzahl aus der Dübeltragfähigkeit in der Fläche und/oder in der Fuge des Dämmstoffes

Bemessungen nach den Ansätzen a) und b) werden typischerweise in Deutschland angewendet. Auf sie wird im Folgenden detailliert eingegangen. Weiterführende Informationen zur Bemessung nach Ansatz c) sind in der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB, Anhang 11 [5]) zu finden.

Tabelle 2: Beispielhafte Angabe von WDVS-Lastklassen für einen spezifischen Mineralwolletyp aus einer WDVS-Zulassung

Dämmstoff: Mineralwolle			
Dämmstoffdicke [mm]	40 ≤ d ≤ 200	60 ≤ d ≤ 200	40 ≤ d ≤ 200
Dübeltellerdurchmesser [mm]	≥ 60 *)	≥ 90	≥ 110
WDVS-Lastklasse zul. $N_{R,WDVS}$ [kN]	0,15	0,167	0,15

*) Dübel sind durch das Gewebe zu setzen

Bis Oktober 2016 wurden allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für WDVS erteilt. In diesen sind Angaben zur WDVS-Lastklasse (siehe Tabelle 2, Seite 11) enthalten, die für die Bemessung verwendet werden können. Die charakteristische Einwirkung aus Windsog w_{ek} (vgl. Formel 5, Seite 11) ist in diesem Fall auf 2,2 kN/m² begrenzt.

Seit dem Jahr 2017 werden allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen / allgemeine Bauartgenehmigungen erteilt. Diese enthalten Traglasttabellen, die für die Bemessung vorgesehen sind. Der Maximalwert in diesen Tabellen begrenzt die Einwirkungen aus Wind w_{ek} (vgl. Formel 6, Seite 12 und beispielhaft Tabelle 3, Seite 12).

2.1.4.1 Berechnung der Dübelanzahl mit Hilfe der WDVS-Lastklasse

In Abhängigkeit von Dämmstoffdicke und Dübeltellerdurchmesser werden für unterschiedliche Dämmstoffqualitäten verschiedene WDVS-Lastklassen angegeben. Die WDVS-Lastklasse ist für die jeweilige Dämmstoff-Dübel-Kombination nachgewiesen. Diese berücksichtigt bereits die Sicherheitsbeiwerte γ_M und γ_F. Ein Beispiel für die Darstellung der WDVS-Lastklassen ist in Tabelle 2 (Seite 11) dargestellt.

Die WDVS-Lastklasse ist üblicherweise anwendbar für Dübel mit einem Tellerdurchmesser ≥ 60 mm, einer Tellersteifigkeit ≥ 0,3 kN/mm und einer Tellertragfähigkeit ≥ 1,0 kN. Diese drei Merkmale sind in den Leistungserklärungen der jeweiligen WDVS-Dübel zu finden.

In Analogie zum Dübelauszug (Dübellastklasse) kann daher in Deutschland die erforderliche Dübelanzahl pro m² anhand der WDVS-Lastklasse ermittelt werden. Auch hier gilt, dass die Windlast kleiner oder gleich der jeweiligen Lastklasse, multipliziert mit der Anzahl der Dübel des WDVS, sein muss (vgl. Formel 5, Seite 11).

In der Regel kann ein Dübel, der in einer Dämmplattenfuge gesetzt ist, weniger Last abtragen als ein Dübel in der Dämmplattenfläche. Bei den WDVS-Lastklassen handelt es sich um gemittelte Werte der Flächen- und Fugentragfähigkeiten eines Dübels im Dämmstoff. Daher ist bei der Verwendung von WDVS-Lastklassen die Anordnung der Dübel als reiner Flächendübel oder als Flächen- und Fugendübel frei wählbar.

Allerdings müssen die Hinweise zu Dübelschema und Dübelabständen beachtet werden. Sie werden in den Abschnitten 2.1.4.2 und 2.1.5 (Seite 12) erläutert.

Formel 5

Bestimmung der Dübelanzahl mit Hilfe der WDVS-Lastklasse

Folgende Bedingung muss mit der gewählten Dübelanzahl pro m² erfüllt sein:

$w_{ek} \leq n \times zul.\ N_{R,WDVS}$ **Formel 5**

wobei

w_{ek} ... Einwirkungen aus Windsog in kN/m², wobei $w_{ek} \leq 2{,}2$ kN/m²

n ... Dübelanzahl pro m²

zul. $N_{R,WDVS}$ ... WDVS-Lastklasse in kN/Dübel

So wird sichergestellt, dass die Windlast kleiner oder gleich der kumulierten Tragfähigkeit aller Dübel (Einzeltragfähigkeit des Dübels x Dübelanzahl/m²) ist.

Anschließend:
Bestimmung der Dübelanzahl nach Abschnitt 2.1.3 (Seite 9)

2.1.4.2 Festlegung der Dübelanzahl durch die Nutzung von Traglasttabellen

Um die erforderliche Dübelanzahl zu ermitteln, können alternativ sogenannte Traglasttabellen verwendet werden. Diese finden sich in den Anlagen der für WDVS relevanten technischen Dokumente. Sie sind individuell in Bezug auf die Dämmstoffart, ggf. die Dämmplattendicke, den Dübeltellerdurchmesser sowie das Dübelbild (Setzposition Fläche/Fuge) und geben die zulässige Tragfähigkeit des Gesamtsystems pro m² an. Die ausgewählte zulässige Tragfähigkeit muss folgender Bedingung genügen:

Formel 6

$w_{ek} \leq$ zul. Tragfähigkeit **Formel 6**

mit

w_{ek} ... Einwirkungen aus Windsog in kN/m²

Anschließend:
Bestimmung der Dübelanzahl nach Abschnitt 2.1.3 (Seite 9)

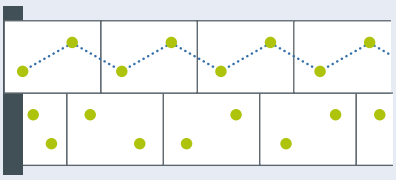
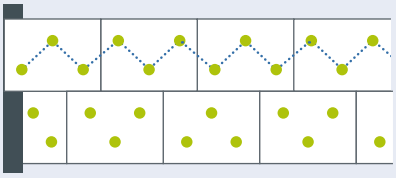
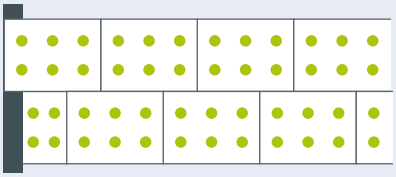
Bei der Anwendung der Traglasttabellen müssen die angegebenen Dübelbilder unbedingt eingehalten werden. Nur so kann die optimale Tragfähigkeit ausgenutzt werden.

2.1.5 Weitere Hinweise

Dübel können mit größeren Zusatztellern versehen werden. So können höhere Tragfähigkeiten im Dämmstoff erreicht werden. Diese Angaben sind für den jeweiligen Tellerdurchmesser den technischen Dokumenten des WDVS zu entnehmen. Dabei muss darauf geachtet werden, dass der Dübel mit dem richtigen Zusatzteller verwendet wird. Hierzu sind die zulässigen Kombinationen gemäß der ETA des jeweiligen Dübels zu beachten.

Werden Dübel zu nah an Gebäudekanten gesetzt, können sie unter Umständen nicht ihre volle Tragfähigkeit erreichen. Um das auszuschließen, werden Mindestabstände zum Bauteilrand definiert. Informationen hierzu sind der Leistungserklärung des jeweiligen Dübels oder der entsprechenden ETA zu entnehmen.

Tabelle 3: Beispiel einer Traglasttabelle für einen spezifischen Mineralwolletyp bei Verdübelung mit Dübeltellerdurchmessern von 60 mm bzw. 90 mm auf der Plattenfläche, oberflächenbündig unter dem Gewebe

Schema	Dübelanordnung	Dämm-plattendicke	Dübelteller	zul. Tragfähigkeit je m²
[Dübel/m²]		[mm]	[mm]	[kN/m²]
4		60 bis 79	Ø 60	0,551
			Ø 90	0,728
		80 bis 200	Ø 60	0,677
			Ø 90	1,027
6		60 bis 79	Ø 60	0,806
			Ø 90	1,092
		80 bis 200	Ø 60	1,016
			Ø 90	1,540
12		60 bis 79	Ø 60	1,488
			Ø 90	2,100
		80 bis 200	Ø 60	1,944

Das Plattenformat beträgt 800 x 625 mm.

Nicht nur im Untergrund, sondern auch im WDVS können sich die Dübel untereinander beeinflussen. Das kann Auswirkungen auf die Systemtragfähigkeit haben. Daher empfehlen wir grundsätzlich, die durch den Systemhalter vorgegebenen Dübelanordnungen zu verwenden. Dieser kann alternativ auf die Empfehlungen der DIN 55699:2017-08 [7] zur Festlegung der Dübelbilder verweisen.

Außerdem muss gewährleistet sein, dass der verwendete Dübel die Lasten im Untergrund abtragen kann. Dieser Nachweis ist im Abschnitt 2.1.3 (Seite 9) beschrieben.

2.2 Gebrauchstauglichkeit

Bei WDVS mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. einer allgemeinen Bauartgenehmigung des DIBt und/oder mit einer ETA, welches entsprechend den Verarbeitungsrichtlinien des Systemhalters ausgeführt wird, ist der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit im Rahmen des Zulassungsverfahrens erbracht.

2.3 Wärmedurchgang

Dübel können je nach Dübeltyp eine Wärmebrücke im WDVS darstellen. Die Wärmebrückenwirkung des Dübels wird mit dem punktbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten χ („Chi-Wert“) ausgedrückt. Hohe Wärmeleitfähigkeiten des Dübels in Kombination mit einer hohen Dübelanzahl können zur Folge haben, dass U-Wert-Korrekturen für den gedämmten Wandaufbau vorgenommen werden müssen (vgl. Formel 7, Seite 13). Das kann bedeuten, dass eine größere Dämmstoffdicke ausgeführt werden muss, um den geforderten U-Wert einzuhalten. Daher werden moderne Dübel mit niedrigen χ-Wert-Klassen empfohlen (siehe Tabelle 6, Seite 23). Der χ-Wert eines Dübels kann der Leistungserklärung oder der ETA des jeweiligen Dübels oder der technischen Dokumentation des Systemhalters entnommen werden. In den WDVS-Zulassungen sind entsprechende Auslegungstabellen enthalten, die die Anforderungen der DIN EN ISO 6946:2018-03 [8] („3%-Regel“) berücksichtigen (siehe Tabelle 4, Seite 13).

Formel 7

Die Wärmebrückenwirkung des Dübels ist wie folgt zu berücksichtigen:

$U_c = U + \chi \times n$ **Formel 7**

Dabei sind:

U_c ... korrigierter Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils in W/m² K

U ... Wärmedurchgangskoeffizient des ungestörten Bauteils in W/m² K

χ ... punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient eines Dübels in W/K

n ... Dübelanzahl pro m² (Durchschnitt der Fassadenbereiche)

Tabelle 4: Dübelanzahl je m², bis zu der eine Korrektur des U-Werts nicht erforderlich ist (beispielhafte Darstellung für Dämmstoffe mit einem Wärmedurchgang von λ = 0,035 W/mK) [4]

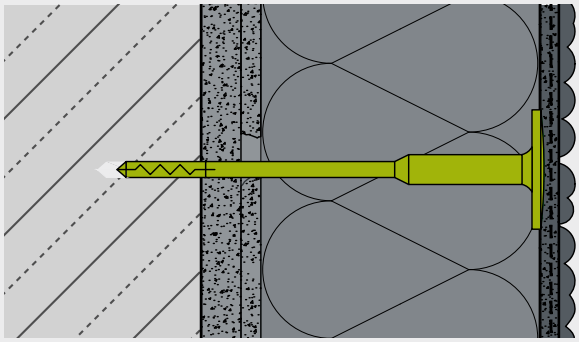
Dämmstoffdicke in mm (betrachtet für λ = 0,035 W/mK)						
	d ≤ 50	50 < d ≤ 100	100 < d ≤ 150	150 < d ≤ 200	200 < d ≤ 250	250 < d
χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m², bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist					
0,004	4	2	2	1	1	1
0,003	6	3	2	2	1	1
0,002	9	5	3	3	2	2
0,001	16	10	7	5	4	3

2.4 Vermeidung von Dübeltellerabzeichnungen

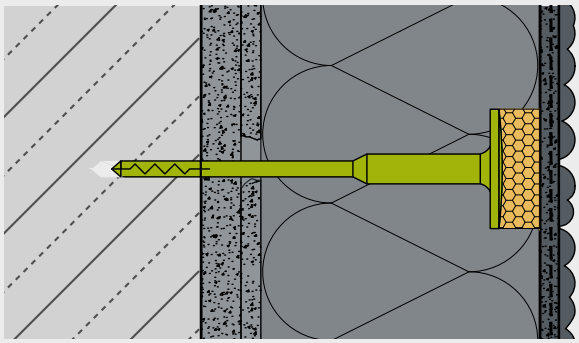
Abzeichnungen der Dübel auf der Putzfassade werden oft befürchtet. Die Anfälligkeit einer WDVS-Fassade hängt von vielen Faktoren ab, wobei

- der Standort und die Bewitterung der Fassade,
- die Homogenität von Dämmstoffoberflächen, Putz und Gleichmäßigkeit der Putzdicke sowie
- die Wärmeleitfähigkeit des Dübels

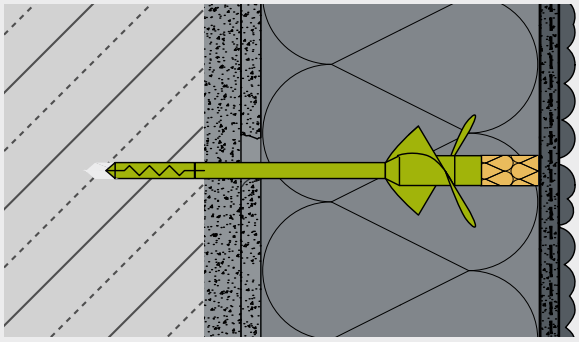
eine maßgebliche Rolle spielen.



Oberflächenbündiger Tellerdübel



Oberflächennah versenkter Tellerdübel mit Rondelle abgedeckt



Tiefenversenkter Dübel ohne Teller mit Stopfen oder ausgeschäumtem Dübelloch

Abb. 6: Darstellung verschiedener Dübelkonzepte

Durch die Auswahl abgestimmter Systemkomponenten (Dübel, Dämmstoff, Putz) und deren fachgerechte Verarbeitung lässt sich dem Entstehen von Dübeltellerabzeichnungen vorbeugen.

In der Praxis haben sich die folgenden Dübelkonzepte bewährt (vgl. Abb. 6, Seite 14):

- oberflächenbündige Dübel mit einem möglichst niedrigen χ-Wert
- oberflächennah versenkte und mit Rondellen abgedeckte Dübel
- tiefenversenkte Dübel mit Stopfen oder ausgeschäumtem Dübelloch

Damit die Putzschicht im Bereich des Dübels in etwa gleich dick ist wie in der übrigen Fläche des WDVS, wird empfohlen, bei der Montage der Dübel das vom Hersteller vorgesehene Setzwerkzeug zu verwenden.

3 Ausführung

Für eine fachgerechte Verdübelung von WDVS sind mehrere Schritte und Hinweise zu beachten.

1. Zunächst muss der am Bauobjekt vorhandene Untergrund bestimmt werden.

2. Der auszuwählende Dübel muss für die Nutzungskategorie geeignet sein (vgl. Abschnitt 2.1.3, Seite 9). Dabei sind folgende Fälle zu beachten:

   a) Entspricht der Untergrund allen Spezifikationen der Leistungserklärung bzw. Zulassung, ist der Dübel direkt verwendbar.

   b) Entspricht der Untergrund zwar der Nutzungskategorie der Leistungserklärung bzw. Zulassung, weicht aber in Untergrundspezifikation (z. B. Druckfestigkeit, Rohdichte, Steingeometrie) ab, sind Versuche am Bauwerk erforderlich, um objektspezifische Auszugswiderstände zu ermitteln.

   Trifft a) nicht zu, muss ein anderer für den Untergrund geeigneter Dübel gewählt werden.

Beispiel
Auf der Baustelle ist Porenbeton als Untergrund ermittelt worden. Ist der Dübel für die Kategorie Porenbeton grundsätzlich geeignet, ist zu klären, ob der vorhandene Untergrund bereits von der technischen Dokumentation abgedeckt ist. Ist dies der Fall, können die angegebenen Widerstände direkt für die Bemessung verwendet werden. Ist die tatsächliche Druckfestigkeit oder Rohdichte niedriger als angegeben oder unbekannt, muss der Auszugswiderstand durch Baustellenversuche nach TR 051 [2] ermittelt werden.

3. Die korrekte Auswahl der Dübellänge ist eine wesentliche Voraussetzung für die sichere Befestigung. Die erforderliche Dübellänge kann am selben Objekt in Abhängigkeit der konstruktiven Gegebenheiten in einzelnen Gebäudeabschnitten unterschiedlich sein. Generell berechnet sich die Mindestdübellänge aus der Verankerungstiefe, der Dämmstoffdicke und dem Toleranzausgleich (vgl. Formel 8, Seite 15). Der Toleranzausgleich setzt sich zusammen aus:

   - Nichttragenden Schichten (Altputz, HWL-Platten, Sparverblendern o. ä.)
   - Dicke der Kleberschicht nach dem Andrücken des Dämmstoffs (ca. 5 mm bis 20 mm)
   - Schichtdicke der Armierungslage bei der Verdübelung durch das Armierungsgewebe

   Die nominelle Verankerungstiefe ist der ETA des jeweiligen Dübels zu entnehmen.

Formel 8

Ermittlung der erforderlichen Dübellänge

$l_D \geq h_{nom} + t_{tol} + h_D$ **Formel 8**

l_D ... Dübellänge [mm]

h_{nom} ... nominelle Verankerungstiefe[a)] [mm]

t_{tol} ... Toleranzausgleich [mm]

h_D ... Dämmstoffdicke [mm]

(siehe Abb. 4, Seite 8)

[a)] Einige Hersteller geben nur die effektive Verankerungstiefe an. In diesen Fällen ist h_{eff} anstelle von h_{nom} in die Formel 8 einzusetzen.

Dübel werden meist in 20-mm-Abstufungen angeboten. Das Ergebnis aus der Formel 8 ist auf die nächstgrößere Dübellänge aufzurunden, um zu geringe Verankerungstiefen zu vermeiden.

Für die Berechnung der korrekten Dübellänge von tiefenversenkten Dübeln sind die technischen Dokumentationen der Hersteller zu beachten, siehe hierzu auch Abb. 7, Seite 16.

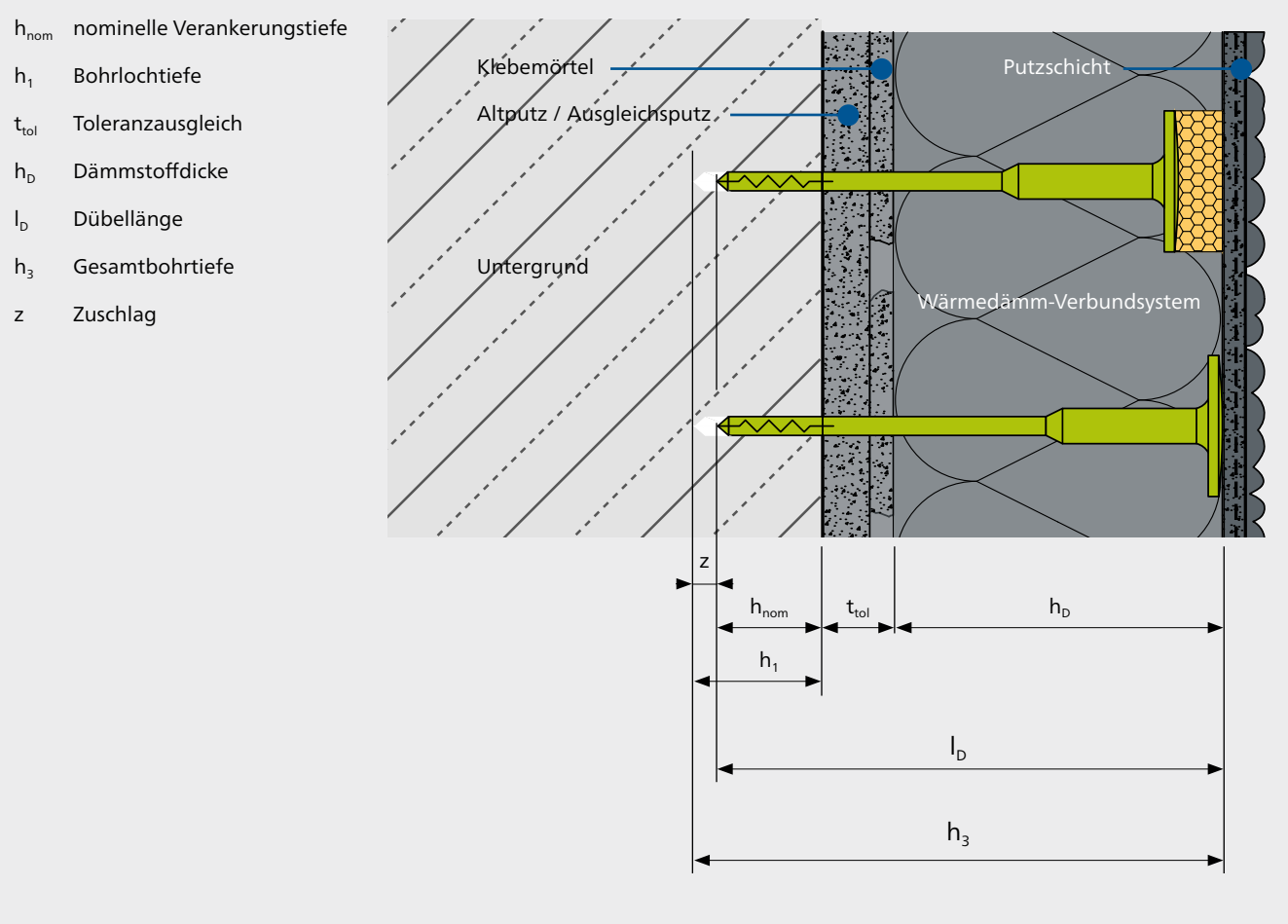


Abb. 7: Wesentliche Abmessungen zur Bestimmung der korrekten Dübellänge bzw. Bohrlochtiefe bei oberflächennah versenkten Dübeln (oben) bzw. oberflächenbündig gesetzten Dübeln (unten)

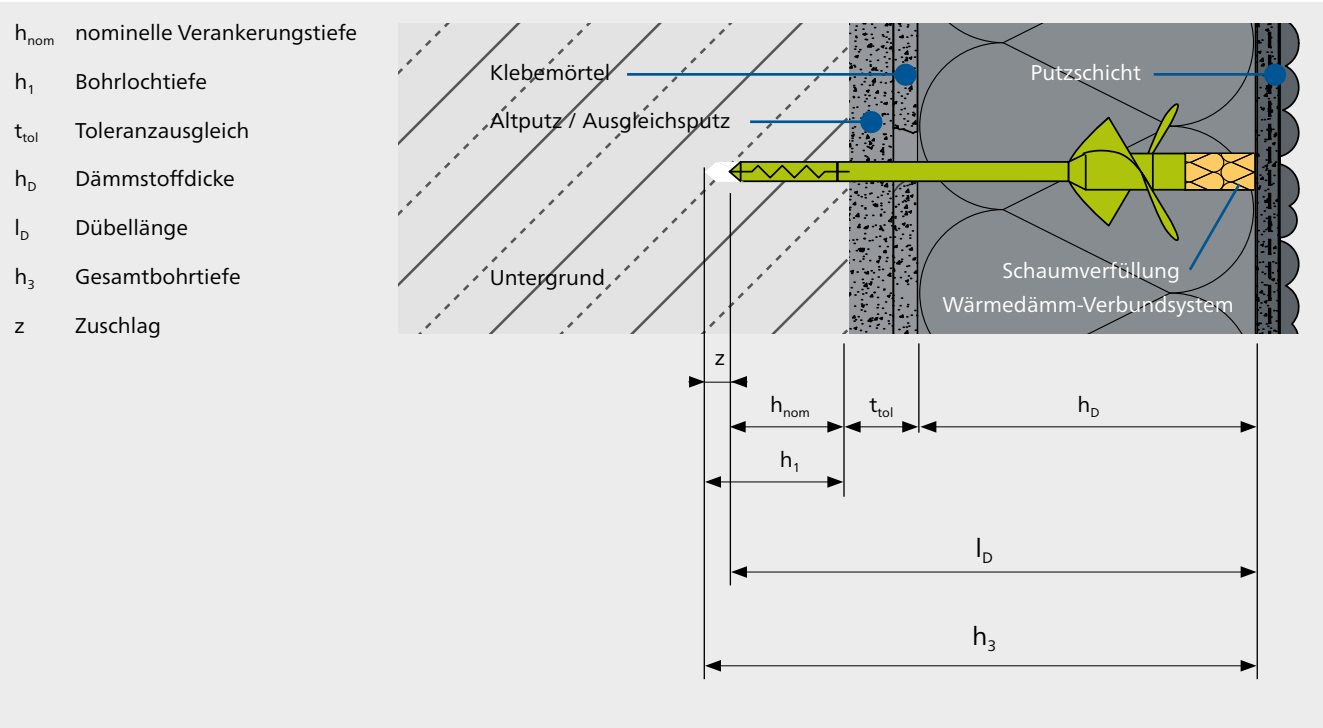


Abb. 8: Wesentliche Abmessungen zur Bestimmung der korrekten Dübellänge bzw. Bohrlochtiefe bei tiefenversenkten Dübeln

4. Erst nachdem die Dämmplatten verklebt sind und der Kleber getrocknet ist, dürfen die Dübel gesetzt werden. Dazu werden Löcher senkrecht zur Dämmstoffoberfläche durch Kleber und ggf. vorhandenen Altputz bis in den tragenden Untergrund gebohrt. Die eventuell vorgegebene Dübelanordnung muss dabei beachtet werden.

   Es muss ausreichend tief gebohrt werden. Angaben hierzu finden sich in den jeweiligen Dübel-ETAs oder in den Verarbeitungsanleitungen der Hersteller. Die Mindestbohrlochtiefe kann gemäß Formel 9 (Seite 17) ermittelt werden.

   Für die Bohrlocherstellung sind Bohrer mit einem Nenndurchmesser entsprechend den Angaben des Dübelherstellers zu verwenden. Üblicherweise beträgt der Nenndurchmesser 8 mm. Der Durchmesser an der Bohrerspitze sollte regelmäßig kontrolliert werden. Bei einem 8-mm-Bohrer soll er mindestens 8,05 mm betragen. Bohrer mit kleinerem Durchmesser sind verschlissen und müssen ersetzt werden. Ansonsten kann es zu Problemen beim Setzen des Dübels kommen. Je nach Untergrund wird das Bohrloch im Drehgang oder im Schlaggang erstellt (vgl. Leistungserklärung des Dübels). Bei Beton, Vollziegel und hauwerksporigem Leichtbeton wird typischerweise im Schlaggang gebohrt. In den meisten Fällen sollen Bohrlöcher in Lochziegel und Porenbeton im Drehgang erstellt werden. Von diesen Vorgaben kann abgewichen werden, wenn die Eignung des Bohrverfahrens durch Versuche auf der Baustelle nachgewiesen ist.

Formel 9

Ermittlung der Mindestbohrlochtiefe

$h_3 \geq l_D + z$ **Formel 9**

h_3 ... Bohrlochtiefe [mm], von der Dämmstoffoberfläche gemessen

l_D ... Dübellänge [mm]

z ... Zuschlag [mm]

(siehe Abb. 7 und 8, Seite 16)

5. Der Dübel ist so zu setzen, dass der Dübelteller bündig zur Dämmstoffoberfläche sitzt. Bei oberflächennah versenkten Dübeln muss die Oberseite der Rondelle ebenfalls bündig mit der Oberfläche des Dämmstoffs abschließen. Dübelteller bzw. Rondelle sollen weder überstehen noch zu tief sitzen. So kann der armierte Unterputz in einer gleichmäßigen Schichtdicke aufgetragen und das Risiko von Dübelabzeichnungen gering gehalten werden.

6. Fehlerhaft gesetzte Dübel müssen entfernt werden. Das entstehende Loch im Dämmstoff muss mit einem geeigneten Material verschlossen werden. Dafür kann entweder der verwendete Dämmstoff oder ein entsprechender PU-Schaum gewählt werden. Im Abstand von ca. 10 cm zum ursprünglichen Dübel ist ein Ersatzdübel zu setzen.

7. Bei speziellen WDVS sind abweichende Ausführungsformen möglich und notwendig. Zum Beispiel wird bei WDVS mit harten Belägen die Dübelung durch den armierten Unterputz ausgeführt. Detaillierte Ausführungsanweisungen hält der WDVS-Hersteller bereit.

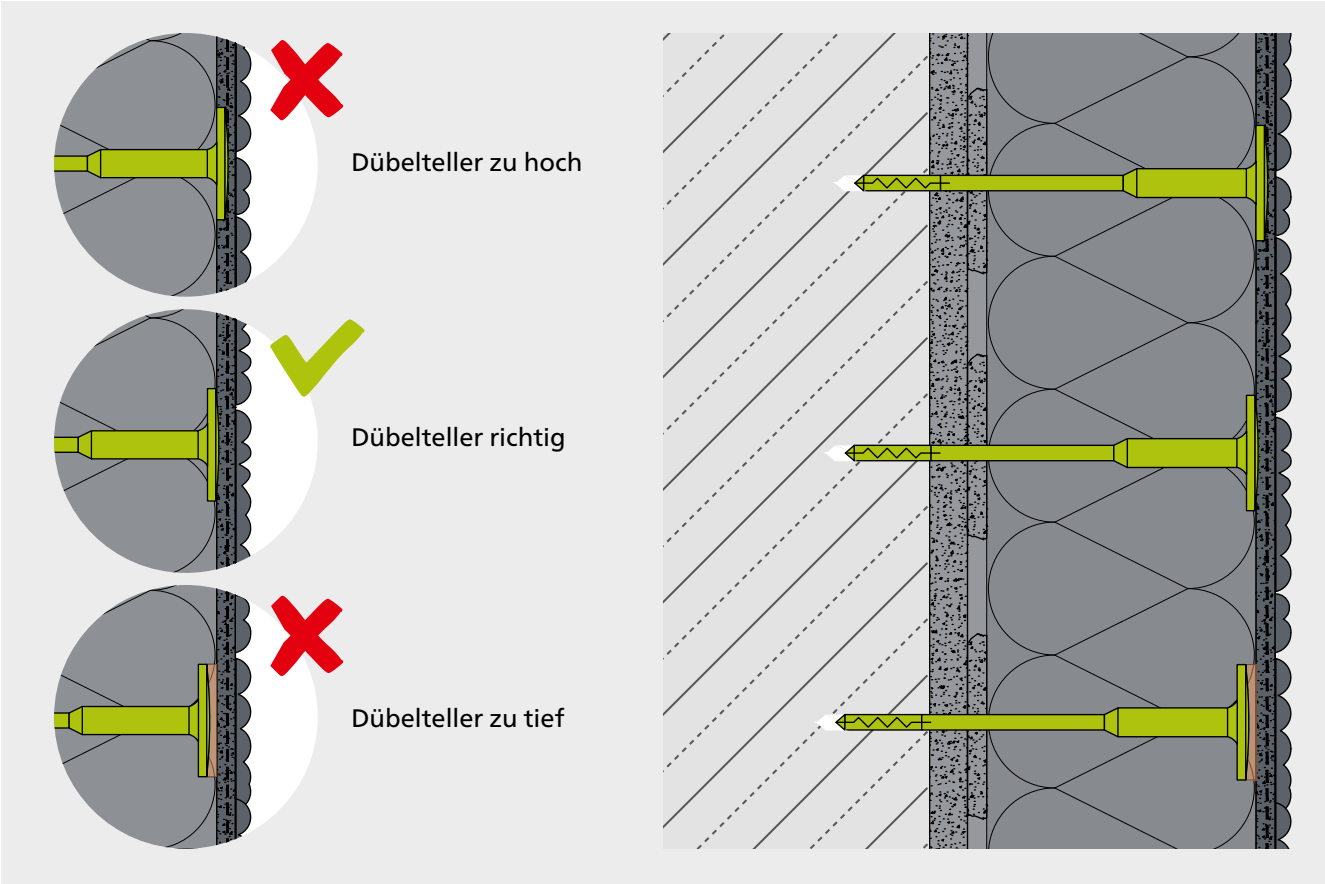


Abb. 9: Richtige (Mitte) und falsche Dübelpositionen (oben und unten) [Quelle: VDPM]

4 Qualitätsmerkmale von WDVS-Dübeln

Qualitätsdübel lassen sich an folgenden Merkmalen erkennen:

	Fundstellen für Informationen
Europäische Technische Bewertung (ETA)	Homepage der Dübelhersteller
Die ETA umfasst bereits zahlreiche Untergründe – typischerweise alle Nutzungskategorien A, B, C, D und E*)	ETA Anhang B, C
Der Standardteller hat einen Durchmesser von 60 mm, eine Tellersteifigkeit von mindestens 0,3 kN/mm und eine Tellertragfähigkeit von mindestens 1,0 kN (nach TR 026)	ETA Anhang C
Dübel und Zusatzteller sind aufeinander abgestimmt und in der ETA gelistet	ETA Anhang A
Passende Setzwerkzeuge werden angeboten	Homepage der Dübelhersteller
Niedriger „Chi-Wert“	ETA

*) Hinweis: Baustoffe der Nutzungskategorie D werden heute nicht mehr produziert. Daher kann eine fehlende Angabe auch in der Nichtverfügbarkeit von Prüfkörpern begründet sein.

5 Glossar

WDVS Wärmedämm-Verbundsystem

ETA Europäisch Technische Bewertung (engl. European Technical Assessment)

χ-Wert punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient eines Dübels in W/K („Chi-Wert“)

oberflächenbündiger Dübel
Der Dübelteller schließt im Endmontagezustand oberflächenbündig mit der Dämmstoffoberfläche ab.

oberflächennah versenkter Dübel
Der Dübelteller ist im Endmontagezustand ca. 20 mm unterhalb der Dämmstoffoberfläche positioniert und wird mit einer Dämmrondelle abgedeckt.

tiefenversenkter Dübel
Der Dübel verfügt in der Regel anstelle eines Tellers über eine Wendel (Spirale), die in den Dämmstoff eingeschraubt wird.

Flächendübel
Setzposition des Dübels in der Plattenfläche

Fugendübel
Setzposition des Dübels an Stoßfugen des verlegten Dämmstoffs, z. B. T-Fugen

Technische Dokumentationen
Leistungserklärungen, Verarbeitungsanleitungen, Zulassungen, technische Datenblätter

6 Weiterführende Literatur

[1] DIN EN 1991-1-4:2010-12:
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten
DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten

[2] Technical Report TR 051: Recommendations for Job-Site Tests of Plastic Anchors and Screws, European Organisation for Technical Assessments (EOTA), Brussels

[3] Technical Report TR 026: Plate Stiffness of Plastic Anchors for ETICS, European Organisation for Technical Assessments (EOTA), Brussels

[4] Neue Regelungen zur Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS, Mitteilung des DIBt, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Oktober 2016

[5] Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MMV TB), Mitteilung des DIBt, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Dezember 2017

[6] Excel-Tabelle Zuordnungen der „Windzonen nach Verwaltungsgrenzen“ des DIBt, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, April 2019, www.dibt.de

[7] DIN 55699:2017-08
Anwendung & Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW)

[8] DIN EN ISO 6946:2018-03
Bauteile-Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren (ISO 6946:2017)

Notizen

Anhang

Praxisbeispiel zur Dübelmengenbestimmung

Ein Meisterbetrieb des Maler- und Stuckateurhandwerks hat einen Auftrag zur energetischen Modernisierung mit einem WDVS erhalten. Es soll eine ehemalige Kaserne in 69181 Leimen saniert werden. Der Flachdach-Bau ist 11,2 m hoch, 22,6 m breit und 57,6 m lang. Zum Einsatz kommt ein WDVS mit Mineralwolle-Dämmstoff, einer Dämmstärke von 14 cm und einem Lambda-Wert von 0,035 W/mK.

Zu klären ist, wie viele Dübel eingesetzt werden müssen.

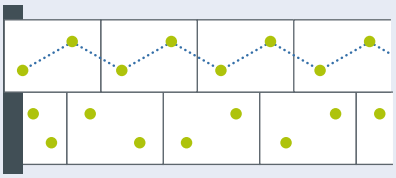
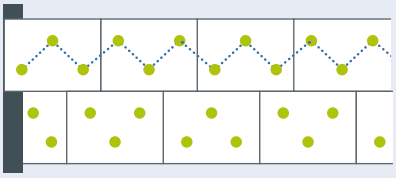
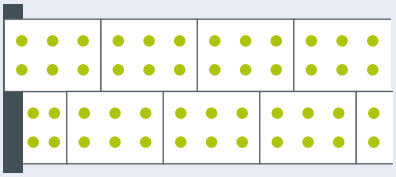
Vom Planer der Baustelle erhält der Fachunternehmer die Information, dass im Flächenbereich A der Fassade eine charakteristische Windsoglast von 0,742 kN/m², im Flächenbereich B eine Windlast von 0,583 kN/m² und im Flächenbereich C eine Windlast von 0,265 kN/m² auftritt. Diese Angaben sind für die Planung wichtig. Ansonsten müsste die Berechnung wie in Abschnitt 2.1.2 (Seite 6) dargestellt erfolgen.

Gemeinsam mit dem Systemanbieter wählt der Fachunternehmer eine Dämmplatte aus. Laut Traglasttabelle in der WDVS-Zulassung (vgl. als Beispiel Tabelle 5, Seite 22) setzt der Fachbetrieb im Flächenbereich A vier Schraubdübel an und kombiniert diese mit einem Zusatzteller Ø 90 mm. In den Flächenbereichen B und C werden ebenfalls vier Schraubdübel vorgesehen. Dort reicht aber ein Dübelteller mit 60 mm Durchmesser aus, um die auftretenden Windlasten abtragen zu können.

Damit ist die Bedingung erfüllt, dass das WDVS einen ausreichenden Widerstand gegenüber der auftretenden Windlast bietet (vgl. Formel 1, Seite 5, $w_{ed} \leq N_{Rd,WDVS}$).

Nun muss noch nachgewiesen werden, dass auch der Untergrund eine ausreichende Tragfähigkeit aufweist. Leider ist nicht mehr in Erfahrung zu bringen, welcher Stein vor mehr als vier Jahrzehnten beim

Tabelle 5: Beispiel einer Traglasttabelle für einen spezifischen Mineralwolletyp bei Verdübelung mit Dübeltellerdurchmessern von 60 mm bzw. 90 mm auf der Plattenfläche, oberflächenbündig unter dem Gewebe

Schema	Dübelanordnung	Dämm-plattendicke	Dübelteller	zul. Tragfähigkeit je m²
[Dübel/m²]		[mm]	[mm]	[kN/m²]
4		60 bis 79	Ø 60	0,551
			Ø 90	0,728
		80 bis 200	Ø 60	0,677
			Ø 90	1,027
6		60 bis 79	Ø 60	0,806
			Ø 90	1,092
		80 bis 200	Ø 60	1,016
			Ø 90	1,540
12		60 bis 79	Ø 60	1,488
			Ø 90	2,100
		80 bis 200	Ø 60	1,944

Bau der Kaserne verwendet wurde. Klar ist nur, dass es sich um einen Vollstein handelt. Daher nimmt der Fachbetrieb erneut Kontakt mit seinem Systemanbieter auf. Nach Auszugsversuchen, die gemeinsam mit einem Dübellieferanten durchgeführt wurden, steht fest, dass der Untergrund bei Verwendung eines bestimmten Schraubdübels eine Tragfähigkeit von 1,38 kN pro Dübel aufweist. Unter Berücksichtigung von Rundungen und Sicherheitsfaktoren kann so die Dübellastklasse 0,4 kN/Dübel angewendet werden. Da vier Dübel pro m² eingesetzt werden, ist diese Dübellastklasse ausreichend (vgl. Formel 4, Seite 10) $w_{ek} \leq n \times zul\ N_{R,Dübel} \rightarrow 0{,}742\ kN \leq 4 \times 0{,}4\ kN$.

Der eingesetzte Schraubdübel hat einen Chi-Wert von 0,001 W/K. Tabelle 6 (Seite 23) zeigt, dass in diesem Fall der Einfluss des Dübels auf den U-Wert des Wandaufbaus nicht berücksichtigt werden muss.

Tabelle 6: Dübelanzahl je m², bis zu der eine Korrektur des U-Werts nicht erforderlich ist (beispielhafte Darstellung für Dämmstoffe mit einem Wärmedurchgang von λ = 0,035 W/mK) [4]

Dämmstoffdicke in mm (betrachtet für λ = 0,035 W/mK)						
	d ≤ 50	50 < d ≤ 100	100 < d ≤ 150	150 < d ≤ 200	200 < d ≤ 250	250 < d
χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m², bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist					
0,004	4	2	2	1	1	1
0,003	6	3	2	2	1	1
0,002	9	5	3	3	2	2
0,001	16	10	7	5	4	3

Verband für Dämmsysteme,
Putz und Mörtel e. V.
Reinhardtstraße 14
10117 Berlin
info@vdpm.info
www.vdpm.info

Stand: Juli 2020
(2. Ausgabe, inhaltlicher Stand März 2020,
redaktionelle Korrekturen)

Herausgeber:
Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel e. V.

Alle Angaben erfolgen nach bestem Wissen
und Gewissen, jedoch ohne Gewähr.

Die Bilder wurden von unseren Mitglieds-
unternehmen zur Verfügung gestellt und
sind urheberrechtlich geschützt.