

Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS bei verminderter Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs

T 3336

T 3336

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Die Originalmanuskripte wurden reprotechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprotechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2016

ISBN 978-3-8167-9710-4

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon (07 11) 9 70 - 25 00

Telefax (07 11) 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de



Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS bei verminderter Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs

Dipl.-Ing. (FH) Holger Simon M.BP.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrag des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt), 10829 Berlin



FIW München

Bericht FO-2014/2

FIW Bericht FO-2014/2

Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS bei verminderter Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs

Dipl.-Ing. (FH) Holger Simon M.BP.

Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrag des Deutschen Institutes für Bautechnik DIBt, 10829 Berlin

Der Bericht umfasst
14 Seiten mit
0 Abbildungen
8 Tabellen

Gräfelfing, den 9. Dezember 2015

Institutsleiter

Abteilungsleiter

Bearbeiter

Prof. Dr.-Ing. Andreas Holm

Dipl.-Ing. Christoph Sprengard

Dipl.-Ing. (FH) H. Simon
M.BP.

Titel: Wärmebrückenwirkung der Dübel in WDVS bei verminderter Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs

Kurztitel: -

Gefördert durch: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
am 10. November 2014
Geschäftszeichen: P 52-5- 5.116-1466/15

Mitfinanzierende Stellen: -

Bericht Nr.: FO-2014/2

Ausstellungsdatum: 9. Dezember 2015

Seiten: 15

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	4
1 EINLEITUNG	6
2 AUSGANGSLAGE	7
3 ERGEBNISSE	8
3.1 Dübelklassen	8
3.2 Mögliche Anzahl der Dübel	8
4 SCHLUSSFOLGERUNG UND AUSBLICK	12
5 LITERATUR	13

Zusammenfassung

Die Befestigung eines WDVS auf dem Untergrund erfolgt in der Regel durch eine Verdübelung. Die einzelnen Dübel stellen dabei punktförmige Wärmebrücken dar und können zu einer Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten einer gedämmten Außenwand führen. Allerdings ist nach DIN EN ISO 6946 eine Erhöhung des U-Wertes von bis zu drei Prozent akzeptabel, ohne dass eine Korrektur erfolgen muss. Streng genommen, gilt die 3-Prozent-Grenze für die Summe der Einflüsse und nicht nur für den Einfluss aus den Befestigungsmitteln, wobei im Falle eines fachgerecht montierten WDVS davon ausgegangen werden kann, dass der ebenfalls in der Norm genannten Einfluss aus Luftspalte (zwischen dem WDVS und dem Untergrund) nicht auftritt.

In dieser Forschungsarbeit wurde untersucht, mit welcher maximalen Anzahl an Dübeln ein WDVS auf dem Untergrund befestigt werden kann, ohne dass diese im U-Wert der Konstruktion berücksichtigt werden müssen. Die Anzahl der maximal zulässigen Dübel hängt dabei von der Dicke des Wärmedämmverbundsystems und seiner Leitfähigkeit ab. Je dicker das WDVS und je niedriger seine Wärmeleitfähigkeit sind, umso stärker wirkt sich der Einfluss der Dübel auf den U-Wert der gedämmten Außenwand aus. D. h. mit steigendem Wärmedurchlasswiderstand der Dämmung geht die Anzahl der maximal zulässigen Dübel zurück, die noch nicht zu einer Korrektur des U-Wertes führt. Schließlich hat auch der Dübel selbst großen Einfluss darauf, ob eine Korrektur des U-Wertes erfolgen muss oder nicht. Aus diesem Grund werden heutzutage Dübel eingesetzt und entwickelt, die einen möglichst kleinen punktförmigen Wärmedurchgangskoeffizienten aufweisen. Wenn der χ -Wert kleiner als 0,0005 W/K ist, gilt die Verdübelung als wärmebrückenfrei und der Dübel braucht nicht mehr berücksichtigt zu werden.

Vor diesem Hintergrund wurden hier Tabellen erarbeitet, mit welchen es möglich ist, die maximale Dübelanzahl rasch abzulesen. Die Tabellen sind nach unterschiedlichen Wärmeleitfähigkeiten des WDVS gestaffelt und decken den Bereich von $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ bis $0,015 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ ab. Die Dicke des WDVS innerhalb der Tabellen ist von kleiner 50 mm bis größer 250 mm abgestuft.

Die hier dargestellten Tabellen unterscheiden sich von der bisher geltenden Tabelle aus dem Beschlussbuch des SVA B1 „Wärmeleitfähigkeit und Wärmedämmstoffe“. Dort erfolgt die Einteilung über einen einzelnen χ -Wert, der den Dübel charakterisiert. Hier erfolgt die Ermittlung der maximal zulässigen Dübelanzahl n nun sowohl in horizontaler als auch vertikaler Richtung in den Tabellen, über die für die jeweiligen Dämmdicken berechneten Dübelklassen. Das führt dazu, dass für eine differenziertere Berechnung eines Dübels, mit unterschiedlichen Dämmdicken, sich auch eine größere Varianz bei der möglichen Dübelanzahl ergibt.

1 Einleitung

Die allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für WDVS enthalten eine Tabelle, welche die maximal zulässige Anzahl von Dübeln im WDVS angibt, die noch keine rechnerische Erhöhung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) des Bauteils zur Folge hat. Die Tabelle ist dahingehend erarbeitet, dass der Einfluss der Dübel den U-Wert der ungestörten Konstruktion um nicht mehr als 3 Prozent erhöht. Die Anzahl der Dübel ist dabei abhängig von der Dämmstoffdicke und damit dem U-Wert der Konstruktion sowie dem punktförmigen Wärmedurchgangskoeffizienten (χ -Wert) des Dübels. Bei der Erarbeitung der Regelungen war eine Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ angesetzt worden.

Seit Erstellung der Tabelle hat sich die Wärmeleitfähigkeit bei zahlreichen WDV-Systemen deutlich verringert. Es ist zu vermuten, dass die vorhandene Tabelle auf solche Systeme nicht anwendbar ist, bzw. den Einfluss der Dübel unterschätzt. Um die aktuell verfügbaren WDV-Systeme abzubilden, soll die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs in der Berechnung auf $\lambda = 0,020 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ abgesenkt bzw. um die Tabelle auch für zukünftige Dämmsysteme offen zu halten, weiter auf $\lambda = 0,015 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ reduziert werden. Es wird daher eine Abstufung von $\lambda = (0,040 \text{ bis } 0,015) \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, in Schritten von $5 \text{ mW}/(\text{m}\cdot\text{K})$, vorgenommen. Zusätzlich wird das häufig anzutreffende WDVS mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ betrachtet. Als Beurteilungskriterium soll der 3-Prozent-Wert herangezogen werden, um konsistent zu DIN EN ISO 6946 zu bleiben.

Die derzeitige Tabelle berücksichtigt χ -Werte der Dübel von $\chi = 0,001 \text{ W}/\text{K}$ bis $0,008 \text{ W}/\text{K}$. Dübel mit χ -Werten größer $0,004 \text{ W}/\text{K}$ sind am Markt praktisch nicht mehr anzutreffen. Aus diesem Grunde werden in den hier dargestellten Tabellen nur χ -Werte bis $0,004 \text{ W}/\text{K}$ betrachtet.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, dem DIBt für die Bearbeitung von Zulassungsanträgen für WDV-Systeme gesicherte Werte auch für Dämmstoffe mit Wärmeleitfähigkeiten unter $0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ an die Hand zu geben.

2 Ausgangslage und Durchführung

Die Tabelle zur Ermittlung der maximal möglichen Dübelanzahl aus dem Beschlussbuch des SVA B1 „Wärmeleitfähigkeit und Wärmedämmstoffe“ basiert auf Berechnungen mit einem Dämmstoff mit der Wärmeleitfähigkeit von $0,040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Der Trend geht jedoch zu Dämmstoffen mit kleineren Wärmeleitfähigkeiten und zu größeren Dämmdicken als in der Tabelle angegeben. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die vorhandene Tabelle zu überarbeiten.

Die Überarbeitung erfolgt dahingehend, dass zusätzliche Tabellen mit kleineren Wärmeleitfähigkeiten des Dämmstoffs erstellt werden. In den Tabellen wird der Dickenbereich des WDVS nach oben, bis zu der Dicke von $d > 250 \text{ mm}$, erweitert. Die Anzahl der maximal möglichen Dübel ergibt sich unmittelbar aus der 3-Prozent-Grenze nach DIN EN ISO 6946, d. h. der vorhandene U-Wert der gedämmten Außenwand darf durch die Wärmebrückenwirkung der Dübel um nicht mehr als drei Prozent erhöht werden. Es handelt sich somit um ein „Rückwärtsrechnen“ mit festen χ -Werten, also dem jeweiligen punktförmigen Wärmedurchgangskoeffizienten.

Die Berücksichtigung im U-Wert erfolgt nach folgender Formel:

$$U_c = U + \chi \cdot n \quad (1)$$

mit

- U_c Korrigierter Wärmedurchgangskoeffizient des Bauteils
- U Wärmedurchgangskoeffizient des ungestörten Bauteils in $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
- χ Punktförmiger Wärmebrückenverlustkoeffizient eines Dübels
- n Dübelanzahl pro m^2 (Durschnitt aus Mittelfeld und Randbereich)

Damit kann in der entsprechenden Tabelle mit der vorhandenen Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs über die Dämmdicke (Spalten) und den χ -Wert (Zeilen) die maximal zulässige Dübelanzahl abgelesen werden.

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist eine größere Flexibilität bei der Zuordnung der maximal möglichen Dübelanzahl zur Dämmstoffdicke, wenn ausreichend numerische Berechnungen vorliegen, die bei großen Abweichungen der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs im System, im Vergleich zur Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs nach [1], auch mit der tatsächlichen Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs durchgeführt werden sollten. Die in den numerischen Berechnungen mit einer bestimmten Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs berechneten χ -Werte können, auf der sicheren Seite liegend, auch als Eingangswerte für die Tabellen mit höheren Wärmeleitfähigkeiten des Dämmstoffs verwendet werden. Wenn nicht für jeden Dickenbereich ein Berechnungsergebnis vorliegt, sollte die Dübelanzahl daher immer aus der nächstgrößeren Dämmstoffdicke bestimmt werden, für die ein Ergebnis aus der numerischen Berechnung vorliegt.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchung dargestellt. Zunächst erfolgt eine Übersicht zu den Dübelklassen nach [1]. Dabei wurde auf die Betrachtung heute nicht mehr üblicher Dübel-Konstruktionen über $\chi = 0,004 \text{ W/K}$ verzichtet. Falls solche Werte ermittelt werden (z. B. bei Schwerlastankern) sollten diese ohnehin genau im U-Wert berücksichtigt werden.

Die daran anschließenden Tabellen zeigen, abhängig von der Wärmeleitfähigkeit und der Dicke des Dämmstoffs, die maximal mögliche Anzahl der Dübel. Die Beschränkung ergibt sich daraus, dass der U_c -Wert der Konstruktion mit Dübel nicht um mehr als drei Prozent höher liegen darf als der U-Wert ohne Dübel. Andernfalls müsste der Einfluss aus den punktförmigen Wärmebrücken im U_c -Wert berücksichtigt werden.

3.1 Dübelklassen

Tabelle 1 gibt eine Übersicht zu den Dübelklassen nach [1]. Dem Referenzdokument gemäß, sind die Ergebnisse aus der numerischen Berechnung bis zur nächsten Dübelklasse aufzurunden, Werte unter $0,0005 \text{ W/K}$ sind auf null abzurunden.

Das gilt auch für Ergebnisse, die knapp über einer Dübelklasse liegen, z. B. wird $0,0021 \text{ W/K}$ aufgerundet zu $0,003 \text{ W/K}$. Infolge kann in Einzelfällen durch die Klassifizierung die maximal mögliche Anzahl der Dübel kleiner sein, als wenn das Ergebnis aus der numerischen Berechnung direkt angesetzt würde.

Tabelle 1: Dübelklassen nach EOTA TR 025

Klasse: χ in W/K	0	0,001	0,002	0,003	0,004
--------------------------	---	-------	-------	-------	-------

3.2 Mögliche Anzahl der Dübel

Die maximale Dübelanzahl pro Quadratmeter, für die eine Berücksichtigung im U-Wert des ungestörten Aufbaus gerade noch nicht erforderlich ist, kann in den folgenden, nach der Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs gestaffelten Tabellen abgelesen werden.

Hierzu müssen die aus der numerischen Berechnung resultierenden Dübelklassen bekannt sein. In der Regel werden die Berechnungen für mindestens zwei oder mehr Dicken des Dämmstoffs durchgeführt. Die Dübelklassen sind in den ersten Spalten der Tabellen angegeben. Die in den numerischen Berechnungen verwendete

ten Dicken des Dämmstoffs werden den Spalten zwei bis sieben zugeordnet. Wenn aus der numerischen Berechnung nicht die Ergebnisse bzw. Dübelklassen für alle Dickenabstufungen vorliegen, gilt die maximal möglichen Dübelanzahl n pro Quadratmeter für die untersuchte Dicke und dünnere Dicken des WDVS. Die Betrachtung der maximalen Dübelanzahl n/m^2 gilt für den Mittelwert der Dübelichte an einem Bauteil.

Tabelle 2: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

WLF Dämmstoff = $0,040 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		5	3	2	1	1	1
0,003		7	4	2	2	2	1
0,002		10	5	4	3	2	2
0,001		16 ^{a)}	11	7	6	5	4

a) Maximale Dübelanzahl ohne gegenseitige Beeinflussung

Tabelle 3: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

WLF Dämmstoff = $0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
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 ^{a)}	10	7	5	4	3

a) Maximale Dübelanzahl ohne gegenseitige Beeinflussung

Tabelle 4: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

WLF Dämmstoff = $0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		4	2	2	1	1	1
0,003		5	3	2	2	1	1
0,002		8	4	3	2	2	2
0,001		16	9	6	5	4	3

Tabelle 5: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,030 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

WLF Dämmstoff = $0,030 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		4	2	1	1	1	1
0,003		5	3	2	1	1	1
0,002		8	4	3	2	2	1
0,001		15	8	6	4	3	3

Tabelle 6: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,025 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

WLF Dämmstoff = $0,025 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		3	2	1	1	1	1
0,003		4	2	2	1	1	1
0,002		7	4	2	2	1	1
0,001		13	7	5	4	3	2

Tabelle 7: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

WLF Dämmstoff = $0,020 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		3	1	1	1	1	0
0,003		4	2	1	1	1	1
0,002		5	3	2	1	1	1
0,001		11	6	4	3	2	2

Tabelle 8: Maximal mögliche Anzahl der Dübel n/m^2 , abhängig vom χ -Wert des Dübels und der Dämmstoffdicke, bei einer Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs von $\lambda = 0,015 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

WLF Dämmstoff = $0,015 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

χ in W/K	Anzahl der Dübel pro m^2 bis zu der eine Berücksichtigung im U-Wert nicht erforderlich ist						
	Dämmdicke in mm	$d \leq 50$	$50 < d \leq 100$	$100 < d \leq 150$	$150 < d \leq 200$	$200 < d \leq 250$	$250 < d$
0,004		2	1	1	1	0	0
0,003		3	1	1	1	1	0
0,002		4	2	1	1	1	1
0,001		8	4	3	2	2	1

4 Schlussfolgerung und Ausblick

Da die Wärmeleitfähigkeit des Dämmstoffs die maximal zulässige Dübelanzahl beeinflusst – wobei eine kleinere Wärmeleitfähigkeit eine geringere Dübelanzahl zur Folge hat – wurden die Tabellen nach unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit gestaffelt. Dabei wurde auch der Bereich sehr kleiner Wärmeleitfähigkeiten erfasst, um zukünftige Entwicklungen in diese Richtung mit abzudecken.

Die Grundlage der hier dargestellten Tabellen ist der Ansatz der tatsächlichen, für die Dübel in der jeweiligen Dämmdicke mittels numerischer Berechnungen festgestellten χ -Werte. Wenn die Ermittlung der χ -Werte mit einer Wärmeleitfähigkeit durchgeführt wurde, die sich deutlich von der aus [1] – also $0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ – unterscheidet, sollte die Zuordnung der maximal möglichen Dübelanzahl auch mit der Wärmeleitfähigkeit erfolgen, die den χ -Werten zugrunde liegt.

Die Untersuchung zeigt, dass der Einfluss der Dübel als punktuelle Wärmebrücken auf den U_c -Wert der Konstruktion nicht zu vernachlässigen ist, vor allem bei „veralteten“ Dübeln mit einem großen χ -Wert. Die moderneren, thermisch getrennten Dübel zeigen hier deutliche Vorteile. Allerdings ergibt sich auch hier, aus dem Trend zu niedrigeren Wärmeleitfähigkeiten des Dämmstoffs und größeren Dämmdicken, die Notwendigkeit einer hinreichenden Berücksichtigung der Wärmebrückenwirkung der Dübel.

5 Literatur

- [1] EOTA TR 025: 2007
Determination of point thermal transmittance of plastic anchors for the anchorage of external thermal insulation composite systems (ETICS)
European Organisation For Technical Assessment, Brüssel 2007

Prüfergebnisse beziehen sich nur auf die genannten Prüfgegenstände. Eine auszugsweise Veröffentlichung des Prüfberichts ist nur mit einer schriftlichen Genehmigung des Forschungsinstituts für Wärmeschutz e.V. München erlaubt.

