

Deutscher Ausschuss für Mauerwerk e.V. (DAfM)

(Dübel-) Versuche am Bauwerk in Mauerwerk: Aktuelle Regelungen für Kunststoffdübel und Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk

DAfM Schriftenreihe Heft 4

- Erläuterungen zu den beiden aktuellen Technischen Regeln des DIBt
- Vorschläge für praktische Anwendung an Bauwerken
- Darstellung von 3 umfangreichen Praxisbeispielen

Dieses Heft 4 der DAfM Schriftenreihe gibt Erläuterungen zum vorhandenen Regelwerk sowie zu den beiden Technischen Regeln des DIBt „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau“ und macht Vorschläge für deren Umsetzung anhand von drei umfangreichen Praxisbeispielen.

BESTELLEN

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/3347



12 / 2020 · 156 Seiten · 88 Abbildungen · 19 Tabellen

Softcover

ISBN 978-3-433-03347-0

€ 59*

ÜBER DAS BUCH

Auf Baustellen trifft man auf eine Vielzahl an Mauersteinen, die sich durch den Baustoff (Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Leichtbeton oder Normalbeton), die Struktur (Vollsteine, Lochsteine mit oder ohne Dämmstoff-Füllung), die Geometrie, die Rohdichte und die Druckfestigkeit unterscheiden.

Im Rahmen von Zulassungsverfahren für Kunststoffdübel und Metall-Injektionsanker wird es für Dübel-Hersteller aber immer nur möglich sein, einen Teil dieser Vielfalt von Mauersteinen als zulässigen Verankerungsgrund abzubilden. (Dübel-) Versuche am Bauwerk ermöglichen es dem Anwender dennoch unter bestimmten Bedingungen zulassungskonform zu bemessen und zu montieren, wenn der tatsächlich auf der Baustelle vorhandene Verankerungsgrund nicht in der Zulassung für das Dübelsystem abgebildet ist.

Das vorliegende Heft 4 der Schriftenreihe des Deutschen Ausschuss für Mauerwerk e.V. (DAfM) gibt Erläuterungen zum dafür vorhandenen und zu beachtenden Regelwerk, zu den beiden aktuellen Technischen Regeln des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) „Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau“ sowie Vorschläge für deren praktische Anwendung anhand von drei umfangreichen Praxisbeispielen.

BESTELLUNG

Anzahl	ISBN /	Titel	Preis
	978-3-433-03347-0	(Dübel-) Versuche am Bauwerk in Mauerwerk [...]	€ 59*

Privat

Geschäftlich

Bitte richten Sie Ihre Bestellung an:

Tel. +49 (0)30 47031-236

Fax +49 (0)30 47031-240

marketing@ernst-und-sohn.de

108208 Free Shipping

Firma UST-ID Nr.

Name Vorname Telefon Fax

Straße Nr.

PLZ/Ort/Land E-Mail

www.ernst-und-sohn.de/3347

Datum/Unterschrift

Vorwort

Im modernen Bauwesen werden der Bauprozess und dessen Digitalisierung immer wichtiger. Diese Digitalisierung hält Einzug in alle Bereiche des Bauwesens und verändert damit zunehmend auch den Bauablauf. Insbesondere die Anforderungen, die durch die Landesbauordnungen (LBO) gestellt werden, müssen erfüllt sein. Dies gilt auch für nachträgliche Verankerungen mit Dübeln im Mauerwerk. Da Dübel nicht genormt werden können, sind diese über eine Bauartgenehmigung bzw. eine Europäische Technische Bewertung (ETA) zu regeln, um den Anforderungen der LBO zu genügen. Durch Versuche am Bauwerk kann sehr einfach, wie z. B. bei den hier dargestellten Beispielen, eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung erwirkt werden, oder, wenn das Produkt grundsätzlich dafür qualifiziert ist, sogar bestenfalls darauf verzichtet werden.



Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann

Dadurch werden die Dokumentation und die Qualifikation von Bauprodukten und Bauarten immer wichtiger. Sind diese nicht verfügbar, kommt es im realen als auch im digitalen Bauablauf immer wieder zu ungewollten Unterbrechungen und Verzögerungen. Ein typisches Beispiel kann eine Verankerung in Mauerwerk sein, die oft im Vorfeld nur unzureichend geplant und bemessen wird. Dadurch kommt es teilweise zu enormen Verzögerungen, bis eine Lösung für das „Verankerungsproblem“ gefunden wird. Zu diesem Zeitpunkt sind die technischen Einschränkungen bereits so groß, dass eine Qualifizierung nur vor Ort möglich ist, d. h. durch Qualifizierungsversuche direkt vor Ort am Bauwerk.

Dabei stellt dieser Weg keinesfalls eine „Notlösung“ dar, sondern könnte auch ganz bewusst mit in den Bauablauf eingeplant werden. Umso wichtiger ist es, dass man mit den Anforderungen und Bedingungen für „Versuche am Bauwerk“ gut vertraut ist. Die technischen Regeln für „Versuche am Bauwerk“ wurden vom DIBt (Deutsches Institut für Bautechnik), Arbeitskreis „Versuche am Bau“ erarbeitet und veröffentlicht. Dies ist ein wichtiger Schritt, um einheitliche Regeln und Vorgehensweisen für Qualifizierungsmaßnahmen vor Ort zu gewährleisten. Durch die enthaltenen Regeln ist zudem ein Sicherheitsniveau gewährleistet, das einer „klassischen“ Zulassung für Verankerungen entspricht. Voraussetzung hierfür ist jedoch unbedingt, dass die Versuche vor Ort richtig durchgeführt und anschließend technisch korrekt bewertet werden.

Das vorliegende Heft zeigt im Detail, wie Versuche am Bauwerk durchzuführen sind und wie eine Verankerung, die in situ geprüft wurde, beurteilt werden kann. Dabei wird das Vorgehen nicht nur theoretisch beschrieben, sondern anhand von drei in der Praxis häufig vorkommenden Beispielen ausführlich und anschaulich erläutert. Typische Anwendungsbeispiele hierfür sind die Verankerung von Fassaden im Bestand oder das Anbringen von absturzsichernden Fensterelementen oder Brüstungsgeländern. Die aufgeführten Beispiele stellen für die planenden und bemessenden Ingenieure eine große Hilfe dar und tragen zum besseren Verständnis solcher „Ver-

ankerungsprobleme“ bei. Vor allem bei Befestigungen, die im Bestand realisiert werden müssen, sind die vorgestellten Anwendungsbeispiele hilfreich, da die Systematik auf abgehängte Decken, Flächenheizkörper oder Fensterverankerungen sinngemäß übertragen werden kann.

Nach der Lektüre dieses Heftes werden die meisten Leser feststellen, dass die Durchführung von Versuchen am Bau keine „unlösbare“ Aufgabe ist. Im Gegenteil: Die Ausführungen zeigen, dass auch vor Ort eine Qualifizierung von nachträglichen Verankerungen ohne allzu großen Aufwand möglich ist und somit zur Produktivitätssteigerung und Prozessoptimierung beiträgt. Versuche am Bauwerk könnten bei guter Planung und genauer Kenntnis des Qualifizierungsprozesses zur „Standardmethode“ werden, um den neuen Anforderungen an den digitalen Bauprozess gerecht zu werden. Das vorliegende Heft und die darin enthaltenen Ausführungen der Autoren tragen in jedem Fall dazu bei.

Stuttgart, August 2020 *Prof. Dr.-Ing. Jan Hofmann*

Stellvertretender Direktor
MPA Universität Stuttgart
Institut für Werkstoffe im Bauwesen
Abteilung Befestigungs- und Verstärkungsmethoden
Pfaffenwaldring 4
70569 Stuttgart
www.iwb.uni-stuttgart.de

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	<i>V</i>
1	Einleitung	<i>1</i>
2	Grundlagen für Versuche am Bauwerk im Verankerungsgrund Mauerwerk	5
2.1	Dübel-Systeme	5
2.2	Bauaufsichtlich relevanter Bereich	7
2.3	Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogene Bauartgenehmigung	7
2.4	Europäische Zulassungen bzw. Bewertungen für Kunststoffdübel	8
2.5	Europäische Zulassungen bzw. Bewertungen für Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk	9
2.6	Systematik für das vorliegende Heft 4 der DAfM Schriftenreihe	9
3	Verantwortlichkeiten	11
3.1	Allgemeines	11
3.2	Fachplaner	11
3.3	Versuchsleiter	12
3.4	Sachkundiges Personal	13
4	Technische Regel Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für Kunststoffdübel in Beton und Mauerwerk mit ETA	15
4.1	Gliederung/Allgemeines	15
4.2	Anwendungsbereich für Kunststoffdübel	15
4.2.1	Allgemeines	15
4.2.2	Baustoffgruppen (Mauerwerksgruppen)	16
4.2.3	Temperaturbereiche	17
4.2.4	Bedingungen für Achs- und Randabstände	18
4.2.5	Handeln „im Rahmen der Zulassung“	19
4.3	Versuche für Kunststoffdübel	20
4.3.1	Allgemeines	20
4.3.2	Bruchversuche	20
4.3.3	Probelastungen	20
4.4	Prüfbericht	22

5	Praxisbeispiel 1: Zugversuche für Kunststoffdübel (Bruchversuche) – Befestigung einer Fassadenunterkonstruktion	25
5.1	Einleitung	25
5.2	Durchführung und zugehörige Dokumentation der Versuche am Bauwerk	27
5.2.1	Allgemeine Informationen zum Bauvorhaben	27
5.2.2	Ort der Prüfungen	27
5.2.3	Prüfvorrichtung	30
5.2.4	Art der zu befestigenden Konstruktion	34
5.2.5	Verankerungsgrund	34
5.2.5.1	Allgemeines	34
5.2.5.2	Bestimmung des Verankerungsgrunds bei einem Neubau	36
5.2.5.3	Bestimmung des Verankerungsgrunds bei einem Altbau	36
5.2.6	Name des Produkts	39
5.2.7	Montage	39
5.2.8	Versuchsergebnisse	43
5.3	„Zwischenfazit“: Aufgabentrennung	44
5.4	Auswertung der Zugversuche (Bruchversuche)	45
5.4.1	Grundlagen für Zugversuche	45
5.4.2	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit bei mindestens fünf Versuchen	46
5.4.3	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit über einen vereinfachten Ansatz	47
5.4.4	Berücksichtigung von Fugen	49
5.4.5	Bemessungswert der Tragfähigkeit	51
5.5	Bemerkungen und Hinweise	52
5.6	Unterschriften	52
5.7	Bemessung der Verankerung (Befestigung der Unterkonstruktion)	53
5.7.1	Allgemeines	53
5.7.2	Ausgangsdaten	54
5.7.3	Einwirkung aus Eigengewicht	55
5.7.4	Einwirkung aus Windsog	56
5.7.5	Resultierende Einwirkung	56
5.7.6	Nachweis Schrägzug	56
5.7.7	Nachweis Holz: Kopfdurchzug des Dübels durch die Vertikal-Lattung	57
5.7.8	Nachweis Holz: Kontrolle der Abstände	59
5.7.9	Ermittlung der Dübelanzahl für eine Querwand	60
5.7.10	Ergebnis/Fazit der Dübelbemessung	60
6	Praxisbeispiel 2: Querlastversuche für Kunststoffdübel (Bruchversuche) – Absturzsicherndes Fensterelement mit unterer Festverglasung	61
6.1	Einleitung	61
6.2	Durchführung und zugehörige Dokumentation der Versuche am Bauwerk	62
6.2.1	Allgemeine Informationen zum Bauvorhaben	62
6.2.2	Ort der Prüfungen	62
6.2.3	Prüfvorrichtung	64
6.2.4	Art der zu befestigenden Konstruktion	66
6.2.5	Verankerungsgrund	67
6.2.6	Name des Produkts	67
6.2.7	Montage	67
6.2.8	Versuchsergebnisse	67

6.3	„Zwischenfazit“: Aufgabentrennung	71
6.4	Auswertung der Versuchsergebnisse	71
6.4.1	Grundlagen für Querlastversuche am Rand	71
6.4.2	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit bei mindestens fünf Versuchen	71
6.4.3	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit über einen vereinfachten Ansatz	73
6.4.4	Berücksichtigung von Fugen	74
6.4.5	Bemessungswert der Tragfähigkeit	74
6.5	Bemessung der Verankerung (Befestigung des absturzsichernden Fensterelements)	74
6.5.1	Allgemeines	74
6.5.2	Ausgangsdaten	75
6.5.3	Einwirkungen	76
6.5.3.1	Windlasten	76
6.5.3.2	Horizontallast bzw. Horizontale Nutzlast (Brüstungsriegel)	77
6.5.3.3	Last aus 90° geöffnetem Fenster	77
6.5.3.4	Stoßartige Lasten nach ETB-Richtlinie (Außergewöhnliche Einwirkung)	78
6.5.4	Zu untersuchende Lastfälle	78
6.5.4.1	Allgemeines	78
6.5.4.2	Lastfall 1: Überlagerung Horizontallast plus Wind	79
6.5.4.3	Lastfall 2: Überlagerung Horizontallast plus Last aus 90° geöffnetem Fenster	79
6.5.4.4	Lastfall 3: Weicher Stoß gemäß ETB-Richtlinie (Außergewöhnlicher Lastfall)	79
6.5.5	Glied 6 der Nachweiskette: Fenstermontageschiene mit Konsolenbefestigung	79
6.5.5.1	Nachweis: Befestigung der Lasche der Fenstermontageschiene am Fensterprofil	79
6.5.5.2	Nachweise: Fenstermontageschiene mit Konsolenbefestigung	80
6.5.6	Glied 7 der Nachweiskette: Dübel-Befestigung der Konsolenbefestigung am Baukörper	80
6.5.6.1	Tragfähigkeit der verwendeten Dübel	80
6.5.6.2	Nachweise: Konsolenbefestigung mit zwei Kunststoffdübeln	81
6.5.6.3	Nachweis Herausschieben eines Steins (Abschätzung)	81
6.5.7	Ergebnis/Fazit der Dübelbemessung	82
7	Technische Regel Durchführung und Auswertung von Versuchen am Bau für Injektionsankersysteme im Mauerwerk mit ETA	83
7.1	Gliederung/Allgemeines	83
7.2	Anwendungsbereiche für Injektionsanker	84
7.2.1	Allgemeines	84
7.2.2	Mauerwerksgruppen	84
7.2.3	Temperaturbereiche	86
7.2.4	Nutzungsbedingungen in Bezug auf Montage und Verwendung	87
7.2.5	Bedingungen für Achs- und Randabstände	88
7.2.6	Handeln „im Rahmen der Zulassung“	88
7.3	Versuche	89
7.3.1	Allgemeines	89
7.3.2	Bruchversuche	90
7.3.3	Probelastungen	91
7.3.4	Abnahmeversuche	93
7.3.5	Unterscheidung mit Zahlenbeispiel: Probelastungen – Abnahmeversuche	95
7.3.5.1	Allgemeines	95
7.3.5.2	Ausgangsdaten für beide Zahlenbeispiele	96

7.3.5.3	Probebelastungen (Zahlenbeispiel)	96
7.3.5.4	Abnahmeversuche (Zahlenbeispiel)	98
7.3.5.5	Vergleich	100
7.4	Prüfbericht	101
8	Praxisbeispiel 3: Zugversuche für Injektionsanker (Bruchversuche) – Befestigung eines Französischen Balkongeländers	103
8.1	Einleitung	103
8.2	Durchführung und zugehörige Dokumentation der Versuche am Bauwerk	104
8.2.1	Allgemeine Informationen zum Bauvorhaben	104
8.2.2	Ort der Prüfungen	105
8.2.3	Prüfvorrichtung	106
8.2.4	Art der zu befestigenden Konstruktion	107
8.2.5	Verankerungsgrund	107
8.2.6	Name des Produkts	109
8.2.7	Montage	109
8.2.8	Versuchsergebnisse	110
8.3	„Zwischenfazit“: Aufgabentrennung	111
8.4	Auswertung der Versuchsergebnisse	112
8.4.1	Grundlagen für Zugversuche	112
8.4.2	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit über Quantilwerte	112
8.4.2.1	Bestimmung des Referenzsteins	112
8.4.2.2	Charakteristische Zugtragfähigkeit	114
8.4.2.3	Charakteristische Quertragfähigkeit	115
8.4.3	Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeit über einen vereinfachten Ansatz	115
8.4.4	Berücksichtigung von Fugen	115
8.4.5	Bemessungswert der Tragfähigkeit	115
8.5	Bemessung der Verankerung (Befestigung des Französischen Balkongeländers)	116
8.5.1	Allgemeines	116
8.5.2	Ausgangsdaten	116
8.5.3	Einwirkungen	117
8.5.3.1	Eigengewicht	117
8.5.3.2	Verkehrslasten	118
8.5.3.3	Stoßartige Last	118
8.5.4	Resultierende Einwirkungen auf die maßgebende Ankerplatte	118
8.5.4.1	Allgemeines	118
8.5.4.2	Ermittlung der maßgebenden Zugkräfte	119
8.5.4.3	Ermittlung der maßgebenden Querlasten	121
8.5.5	Nachweise für Zugbeanspruchung	121
8.5.5.1	Allgemeines	121
8.5.5.2	Stahlversagen	122
8.5.5.3	Herausziehen des Dübels	123
8.5.5.4	Steinausbruch (Dübelgruppe)	124
8.5.5.5	Herausziehen eines Steins	125
8.5.5.6	Einfluss von Fugen	126
8.5.6	Nachweise für Querbeanspruchung	126
8.5.6.1	Allgemeines	126
8.5.6.2	Stahlversagen: Querlast OHNE Hebelarm	126

8.5.6.3	Stahlversagen: Querlast MIT Hebelarm	128
8.5.6.4	Örtliches Steinversagen	128
8.5.6.5	Steinkantenbruch	129
8.5.6.6	Herausdrücken eines Steins	130
8.5.6.7	Einfluss von Fugen	130
8.5.7	Nachweise für Interaktion von Zug- und Querlasten	130
8.5.8	Fazit zur Bemessung	131
9	Zusammenfassung	133
10	Literatur	135
	Anhang A Kategorien vergleichbarer Hohl- und Lochsteine	139
	Anhang B: Blanko-Formular „Dokumentation (Dübel-)Versuche am Bauwerk“	147

2

Grundlagen für Versuche am Bauwerk im Verankerungsgrund Mauerwerk

2.1 Dübel-Systeme

Bei den nachfolgend beschriebenen

- Kunststoffdübeln (Bild 2.1) und
- Metall-Injektionsankern zur Verankerung im Mauerwerk (Bild 2.2)

handelt es sich ausschließlich um sogenannte „Dübel-Systeme“, die in Deutschland auf Grundlage einer „Zulassung“ im „bauaufsichtlich relevanten Bereich“ (vgl. Abschnitt 2.2) eingebaut werden dürfen.

Bei diesen Zulassungen wurde/wird unterschieden in

- Europäische Technische *Zulassungen* sowie
- Europäische Technische *Bewertungen*,

die jeweils mit „ETA“ abgekürzt werden, vgl. Abschnitte 2.4 und 2.5.

Hinweis:

Nach Ansicht der Autoren, hat sich bei Planern und Ausführenden die Bezeichnung „Bewertung“ – resultierend aus der Bauproduktenverordnung aus dem Jahre 2013 [55] – im Sprachgebrauch noch nicht im Alltag durchgesetzt. „Umgangssprachlich“ hört und liest man unverändert den Begriff „Zulassung“. Manchmal wird auch die Begrifflichkeit „ETA-Zulassung“ verwendet, was genau genommen eine Dopplung wäre, da das „A“ in der Abkürzung „ETA“ bereits mit „Zulassung“ (Approval) bzw. „Bewertung“ (Assessment) zu übersetzen ist. Zur Vereinfachung und besseren Lesbarkeit wird in diesem Heft der DAfM Schriftenreihe daher häufig auch nur der Begriff „Zulassung“ gewählt.

Die eingangs genannten zugelassenen Dübel-Systeme bestehen in den meisten Fällen aus den in Tabelle 2.1 genannten Komponenten, die in der Produktbeschreibung, in den Anhängen der jeweiligen europäischen Zulassung bzw. Bewertung, detailliert beschrieben werden.

In den nationalen Zulassungen für Kunststoffdübel und Injektionsanker, sozusagen den „Vorläufern“ der ETAs, wurde immer explizit darauf hingewiesen, dass von diesen Komponenten keine Einzelteile ausgetauscht werden dürfen. Dieser Hinweis findet sich in den europäischen Zulassungen bzw. Bewertungen (vgl. Abschnitte 2.4 und 2.5) nicht mehr. Dafür gilt aber nach den

„Hinweisen für die Montage von Dübelverankerungen“ (vgl. in [4] den Abschnitt 4.1) immer folgende gleichwertige Aussage:

„Einbau nur wie vom Hersteller geliefert, ohne Austausch der einzelnen Teile.“

Tabelle 2.1 Komponenten von zugelassenen Kunststoffdübel- und Injektionsanker-Systemen

zugelassenes Dübel System	Komponenten ¹⁾
Kunststoffdübel (siehe Bild 2.1)	<ul style="list-style-type: none"> • Kunststoff-Dübelhülse • (Spezial-)Schraube aus galvanisch verzinktem oder nichtrostendem Stahl²⁾
Metall-Injektionsanker zur Verankerung im Mauerwerk (siehe Bild 2.2)	<ul style="list-style-type: none"> • Ankerstange aus galvanisch verzinktem oder nichtrostendem Stahl mit Außen- oder Innengewinde • Sechskantmutter • Unterlegscheibe • ggf. Siebhülse • Mörtelkartusche mit Injektionsmörtel • Statik- oder Zwangsmischer (für Mörtelkartusche)

1) Gemäß [4], Abschnitt 4.1 gilt: *„Einbau nur wie vom Hersteller geliefert, ohne Austausch der einzelnen Teile.“*

2) Das Spreizelement kann nach [30] auch ein (Spezial-)Spreiznagel sein. Spezialschraube wie Spezialnagel können anstelle aus Stahl auch aus Kunststoff bestehen.



Bild 2.1 Beispiel für zugelassenen Kunststoffdübel mit Dübelhülse und zugehöriger Spezialschraube, vgl. [6]



Bild 2.2 Beispiel für zugelassenen Metall-Injektionsanker (Mörtelkartusche, Statikmischer, Ankerstange-Außengewinde/Sechskantmutter/ Unterlegscheibe, Ankerstange-Innengewinde, Siebhülse), vgl. [7]

Das zugelassene Dübel-System ist im Zulassungsverfahren nur mit den in der jeweils zugehörigen europäischen Zulassung dargestellten Komponenten geprüft worden. Hierbei ist offensichtlich, dass die Kombination x-beliebiger Komponenten (z. B. die Kombination einer zugelassenen Kunststoff-Dübelhülse mit einer handelsüblichen Spanplattenschraube aus dem Baumarkt oder die

Kombination des Injektionsmörtels von Dübel-Hersteller A mit der Siebhülse von Dübel-Hersteller B) niemals die in der Zulassung geregelten charakteristischen Tragfähigkeiten abbilden können. Der Austausch von einzelnen Komponenten stellt daher eine (wesentliche) Abweichung von der Zulassung dar, deren Auswirkungen – aus Sicht der Autoren – **nicht** durch Versuche am Bauwerk beurteilt, sondern nur über eine Zustimmung im Einzelfall (vgl. Abschnitt 2.3) geregelt werden können.

2.2 Bauaufsichtlich relevanter Bereich

In diesem Heft wird die Bezeichnung „bauaufsichtlich relevanter Bereich“ verwendet. Als bauaufsichtlich relevant sind Befestigungen einzustufen, bei deren Versagen eine Gefahr für Leib und Leben besteht und/oder ein hoher wirtschaftlicher Schaden eintreten kann (vgl. z. B. in [53], Abschnitt 8.2). Diese Begrifflichkeit bzw. die Definition lässt sich aus der **Musterbauordnung (MBO)**, § 3 „Allgemeine Anforderungen“ [50] ableiten:

„Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden; ...“

In der Dübeltechnik werden Befestigungen in „bauaufsichtlich relevant“ oder „nicht bauaufsichtlich relevant“ eingeteilt (Teilweise werden auch die Begriffe „sicherheitsrelevant“ und „nicht sicherheitsrelevant“ verwendet.).

- Als **„nicht bauaufsichtlich relevant“** kann beispielsweise die Befestigung einer Fuß- oder Sockelleiste in einem Innenraum angesehen werden. Eine solche Befestigung kann entsprechend den Erfahrungen des Anwenders mit Dübeln ohne Zulassung ausgeführt werden.
- Dagegen ist die Befestigung einer vorgehängten hinterlüfteten Fassade (vgl. Abschnitt 5) oder eines absturzsichernden französischen Balkongeländers (vgl. Abschnitt 8) in jedem Fall **„bauaufsichtlich relevant“**. Hier ist offensichtlich, dass ein Versagen der Befestigung sehr schnell zu einer großen Gefahr werden kann. In diesem Bereich dürfen deshalb nur Befestigungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher oder europäischer technischer Zulassung bzw. Bewertung verwendet werden (Abschnitt 2.4 und 2.5).

Die Grenze zwischen „nicht bauaufsichtlich relevant“ und „bauaufsichtlich relevant“ ist dabei in manchen Fällen fließend und kann im Prinzip nicht weiter – als zuvor aus der MBO zitiert – definiert werden.

2.3 Zustimmung im Einzelfall/vorhabenbezogene Bauartgenehmigung

Wird im bauaufsichtlichen Bereich (vgl. Abschnitt 2.2) vom Anwendungsbereich der nachfolgend beschriebenen Produkt-Zulassungen (Abschnitt 2.4 und 2.5) abgewichen, sind in Deutschland auch sogenannte „Zustimmungen im Einzelfall“ (ZiE) oder vorhabenbezogene **Bauartgenehmigungen** (vBG) möglich. Dabei unterscheidet sich die ZiE von der vBG vereinfacht erklärt dadurch, dass bei der ZiE das vollständig unregelmäßige Bauprodukt im Einzelfall geregelt wird. Bei der vBG wird dagegen nur die Bauart, d. h. das Einsatzgebiet eines bereits geregelten Bauproduktes, im Einzelfall geregelt.

Eine solche ZiE bzw. vBG ist von einem am Baubeteiligten (z. B. Planer, Architekt, Bauherr) im jeweiligen Bundesland, in dem das Bauvorhaben ausgeführt wird, bei der zuständigen obersten

4.2.5 Handeln „im Rahmen der Zulassung“

„Zulässig“ (vgl. Abschnitt 4.2.2, letzter Absatz) bedeutet im Zusammenhang mit Versuchen am Bauwerk das Handeln „im Rahmen der Zulassung“ des Dübels [i. d. R. der Dübel-ETA, vgl. Abschnitt 2.4 (oder Abschnitt 2.5)]:

- Wenn die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund der entsprechenden Baustoffgruppe nach Tabelle 4.1 (bzw. Mauerwerksgruppe nach Abschnitt 7.2.2, Tabelle 7.2) im Zulassungsverfahren **nachgewiesen** wurde und in der entsprechenden Dübel-ETA ausgewiesen ist, so kann in jedem vergleichbaren Verankerungsgrund – im Rahmen der Zulassung – gedübelt werden, *vorausgesetzt*, dass regelkonform Versuche am Bauwerk durchgeführt und entsprechend bewertet werden, wobei auch die Temperaturbereiche nach Abschnitt 4.2.3 und die Bedingungen für Achs- und Randabstände nach Abschnitt 4.2.4 zu berücksichtigen sind.
- Wurde die grundsätzliche Eignung des Dübels in einem Verankerungsgrund nach Tabelle 4.1 (bzw. Tabelle 7.2) im Zulassungsverfahren **nicht nachgewiesen**, d. h. sind keine Angaben in der entsprechenden Dübel-ETA enthalten, so kann in einem solchen Verankerungsgrund auf der Baustelle nicht – im Rahmen der ETA – verankert werden; der Anwender befindet sich dann rein formal außerhalb des Anwendungsbereichs der ETA und benötigt im bauaufsichtlich relevanten Bereich (vgl. Abschnitt 2.1) eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vgl. Abschnitt 2.3). Bei diesem Verfahren können Versuche am Bauwerk eine Beurteilungsgrundlage sein. Für diesen Fall empfiehlt es sich allerdings immer, einen geeigneten Planer bzw. Sachverständigen für die Beurteilung der Verankerung einzuschalten, der über ausreichende Erfahrungen auf dem Gebiet der Verankerungen und des Mauerwerkbaus verfügt.

In Tabelle 4.3 wird noch einmal zusammenfassend dargestellt, wann Versuche am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk erforderlich sind.

Tabelle 4.3 Erfordernis von Versuchen am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk

Versuche am Bauwerk mit Kunststoffdübeln im Mauerwerk sind nach [1], [31] bzw. [36] ...	
... <u>nicht</u> erforderlich, wenn erforderlich, wenn ...
<ul style="list-style-type: none"> • ... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein der gleiche ist wie einer der Verankerungsgründe, die in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet sind. Bei der Montage wird die Setztiefe des Dübels (h_{nom}) und das Bohrverfahren gemäß den Vorgaben der Dübel-ETA eingehalten. Bei der Verankerung in Lochsteinen muss die Setzrichtung des Dübels der Setzrichtung im Referenzstein in der Dübel-ETA entsprechen. • ... der auf der Baustelle verwendete Vollstein vom in der Dübel-ETA abgebildeten Vollstein lediglich abweicht durch <ul style="list-style-type: none"> – ein größeres Steinformat und/oder – eine höhere Druckfestigkeit sowie eine höhere Rohdichte. • ... der Dübel auf der Baustelle im verwendeten Vollstein tiefer gesetzt wird als in der Dübel-ETA vorgegeben. 	<ul style="list-style-type: none"> • ... der auf der Baustelle verwendete Mauerstein nicht in der ETA des verwendeten Dübels abgebildet ist. In der Dübel-ETA ist aber ein Stein enthalten <ul style="list-style-type: none"> – aus dem gleichen Baustoff (Ziegel, Porenbeton, Kalksandstein, Leichtbeton oder Normalbeton), – mit der gleichen Struktur (Vollstein, Lochstein mit oder ohne Dämmstoff-Füllung) – mit einer vergleichbaren Geometrie (Steinabmessungen, Loch- und Stegabmessungen) • ... der auf der Baustelle verbaute Vollstein ein kleineres Steinformat und/oder eine niedrigere Druckfestigkeit sowie eine niedrigere Rohdichte hat als der in der Dübel-ETA ausgewiesene, ansonsten gleiche Vollstein. • ... die Bohrlöcher im Hammerbohrverfahren erstellt werden, obwohl in der Dübel-ETA das Bohren im Drehgang vorgegeben wird. • ... der Dübel auf der Baustelle im verwendeten Lochstein tiefer gesetzt wird als in der Dübel-ETA vorgegeben.

4.3 Versuche für Kunststoffdübel

4.3.1 Allgemeines

Die Tragfähigkeit eines Kunststoffdübels kann nach [1] bei Versuchen am Bauwerk durch

- Zugversuche (Bruchversuche) und durch
- Querlastversuche (Bruchversuche am Rand oder Probelastungen)

ermittelt werden.

In den europäischen Regelwerken [31] und [36] sind bisher keine Versuche mit Querlasten vorgesehen.

4.3.2 Bruchversuche

Nach [1] können Bruchversuche mit Kunststoffdübeln als „Zugversuche“ und „Querlastversuche am Rand“ durchgeführt werden. Bei diesen Bruchversuchen wird der Kunststoffdübel bis zum Versagen belastet. Das bedeutet, dass die Last mit dem Dübel-Auszugsgerät (vgl. Bild 5.7) so lange langsam und stetig gesteigert wird, bis keine Laststeigerung mehr möglich ist und die Verankerung in der Regel durch Herausziehen des Dübels oder durch Ausbruch/Herausziehen des Mauersteins versagt.

Die Bruchlast wird aufgezeichnet und ist Grundlage für die Auswertung der Versuche und die Ableitung einer charakteristischen Tragfähigkeit des Dübels im Baustellen-Verankerungsgrund.

Die minimale Anzahl von Zugversuchen ist

- $n = 5$ für unverputztes Mauerwerk und
- $n = 15$ für verputztes Mauerwerk.

Siehe hierzu die weiteren Ausführungen in den Abschnitten 5.2.8, 5.4.2 und 5.4.3.

Bei den Versuchen ist grundsätzlich immer die zulässige Höchstlast des verwendeten Dübel-Auszugsgeräts zu beachten. Bei Erreichen dieser zulässigen Höchstlast ist jeder Versuch unbedingt abzurechnen, damit die kalibrierte Kraftmessdose des Dübel-Auszugsgeräts nicht beschädigt wird (vgl. Abschnitt 5.2.3).

4.3.3 Probelastungen

Die Technische Regel des DIBt (vgl. Abschnitt 3.3 in [1]) ermöglicht es gegenüber [31] und [36] nun auch Probelastungen durchzuführen, allerdings nur als Querlastversuche, da es hier gerade in Richtung des Randes zu Beschädigungen des Bauteils kommen kann. Dabei sind mindestens 15 Versuche durchzuführen. Die Festlegung der Probelast kann nur durch den Fachplaner (Abschnitt 3.2) festgelegt werden, da nur dieser Kenntnisse über die Gesamtstatik des Bauvorhabens – mit den **Einwirkungen** auf die geplanten Dübelverankerungen – haben kann. Die Last für die Probelastung ist nach den beiden folgenden Gleichungen Gl. (4.1) und Gl. (4.2) zu wählen:

$$V_p \geq V_{Ed} \cdot \gamma_M / 0,6 \quad \text{Gl. (4.1)}$$

$$\leq F_{Rk,ETA} / 0,6 \quad \text{Gl. (4.2)}$$

mit: V_p gewählte Last für die Probelastung

- V_{Ed} Bemessungswert der **Einwirkung** ($V_{Ek} \cdot \gamma_F$)
- V_{Ek} = charakteristischer Wert der Einwirkung
 - γ_F = Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkungen

- γ_M Teilsicherheitsbeiwert der Tragfähigkeit (vgl. Abschnitt 5.4.5)
- $F_{Rk,ETA}$ für Mauerwerk: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzstein und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß ETA
(für Beton: charakteristische Tragfähigkeit für den Referenzbeton und die vorgesehenen Anwendungsbedingungen gemäß Berechnung nach TR064 ($V_{Rk,c,ref}$) [39])

Der Divisor „0,6“ in Gl. (4.1) und Gl. (4.2) berücksichtigt, dass bei den Versuchen bestimmte Anwendungsbedingungen, die im Zulassungsverfahren für einen Kunststoffdübel im Labor untersucht werden müssen (wie z. B. Temperatur, Feuchte, Verhalten unter Dauerlast), auf der Baustelle nicht abgeprüft werden können.

Für die Probelastungen wird ein „kritischer Lastabfall“ definiert:

Für eine erfolgreiche Probelastung muss für jeden der mindestens 15 Versuche die gewählte Probelast V_p für mindestens eine Minute gehalten werden. Dabei dürfen keine sichtbaren Verschiebungen auftreten. In der Regel wird man bei den Prüfungen aber immer einen Lastabfall infolge Relaxation („Entspannung“) feststellen. Geht diese Relaxation über 10% der Probelast hinaus, so spricht [1] von einem kritischen Lastabfall.

Eine Möglichkeit der Protokollierung dieser Versuche gibt der Anhang B von diesem Heft 4 der DAfM Schriftenreihe mit einem Blanko-Formular „Dokumentation (Dübel-)Versuche am Bauwerk“ als Kopiervorlage. Auszugsweise ist ein Ausschnitt in Bild 4.1 dargestellt.

Wenn der o. g. Lastabfall den Grenzwert von 10% des „kritischen Lastabfalls“ überschreitet, ist es zulässig, die Lashöhe einmalig auf den Ausgangswert V_p nachzustellen und diese mindestens 10 Minuten zu halten. Wenn während dieser Zeit keine sichtbare Verschiebung auftritt und der

7 Versuchsergebnisse für <u>PROBEBELASTUNGEN</u> ($n \geq 15$ Versuche)						
Die Probelast wurde vom Fachplaner festgelegt (siehe separate Unterlagen)						
Art der Versuche	<input checked="" type="checkbox"/>	Kunststoffdübel	<input checked="" type="checkbox"/>	Querlastversuche	$V_p =$ kN	XX
	<input type="checkbox"/>	Injektionsanker	<input type="checkbox"/>	Zugversuche	$N_{pP} =$ kN	/
			<input type="checkbox"/>	Querlastversuche a. Rand	$V_p =$ kN	
Versuch	Setztiefe ¹⁾ mm	Wurde Probelast ≥ 1 min ohne sichtbare Verschiebung und ohne kritischen Lastabfall gehalten? ²⁾			Bemerkung	
1		<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	/		
2		<input checked="" type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein			
⋮	⋮	⋮	⋮			
<p>1) für Kunststoffdübel: h_{nom} bzw. für Injektionsanker: h_{ef}</p> <p>2) Für Definition „kritischer Lastabfall“ und Möglichkeit „einmalig nachzustellen“ siehe TR des DIBt!</p>						

Bild 4.1 Auszug aus Blanko-Formular „Dokumentation (Dübel-)Versuche am Bauwerk“ im Anhang B zu diesem Heft: Für Kunststoffdübel nur Probelastungen als Querlastversuche möglich!

5.7 Bemessung der Verankerung (Befestigung der Unterkonstruktion)

5.7.1 Allgemeines

Nachfolgend wird exemplarisch eine Dübelbemessung dargestellt – basierend auf dem mittels Versuchen am Bauwerk in Abschnitt 5.4.5 ermittelten Bemessungswert der Tragfähigkeit:

- Ausgangsdaten: Abschnitt 5.7.2
- Einwirkungen aus Eigengewicht: Abschnitt 5.7.3
- Einwirkungen aus Windsog: Abschnitt 5.7.4
- Resultierende Einwirkung: Abschnitt 5.7.5
- Nachweis Schrägzug: Abschnitt 5.7.6

Ergänzend werden hier zwei Abschätzungen/Betrachtungen für den Nachweis der vertikalen Holzlattung in Anlehnung an DIN EN 1995-1-1:2010-12 (Eurocode 5, vgl. [24]) gemacht, da es hierfür (Kunststoffdübel in Durchsteckmontage durch eine Holzlatte) bisher kein entsprechendes Regelwerk gibt. Abschließend werden noch die Abstände in der Holzlatte überprüft:

- Kopfdurchzug des Dübels durch Latte Abschnitt 5.7.7
- Überprüfen der Abstände Abschnitt 5.7.8

Ziel dieses Beispiels ist die Ermittlung der erforderlichen Anzahl von Dübeln für die eigentliche Montage exemplarisch für eine Querwand des Gebäudes.

Für diese Dübelbemessung wird das Beispielgebäude gemäß Bild 5.1 idealisiert als Quader angenommen, d. h. als ein rechteckiger Grundriss mit Flachdach ohne Attika an den Querwänden; weiterhin wird angenommen, dass in den Querwänden keine Fenster und Türen angeordnet sind. Siehe hierfür Bild 5.32.

Wirkt auf eine der Längswände Winddruck (w), so erzeugt dieser Winddruck auf den Querwänden gemäß DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 7.5 (vgl. [22]) Windsog im Bereich A ($e/5$) und im Bereich B ($d - e/5$). Wirkt der Winddruck auf die andere Längswand (w'), so vertauschen sich die Bereiche A und B. Für die Ermittlung der erforderlichen Dübelanzahl für eine Querwand muss

vgl. DIN EN 1991-1-4:2010-12, Bild 7.5:

$e = b = 18 \text{ m}$ oder $e = 2h = 2 \times 9,5 = 19 \text{ m}$ (Der kleinere Wert ist maßgebend!)

$e = 18 \text{ m} \geq 10 \text{ m} = d$

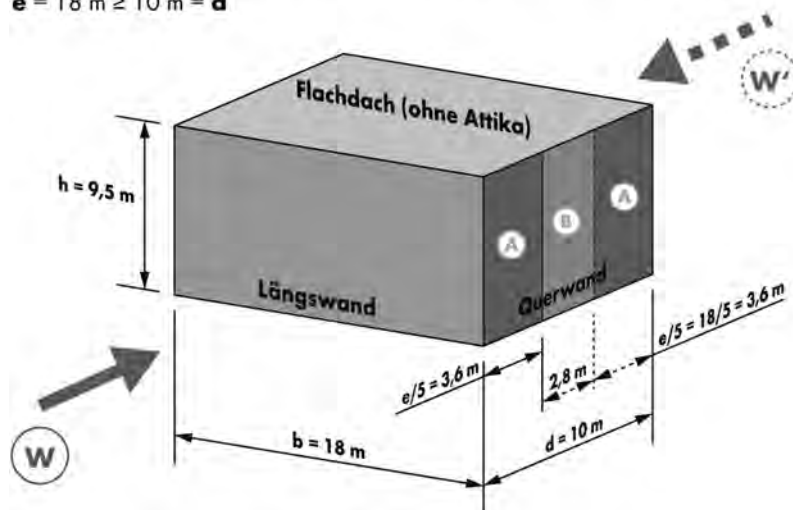


Bild 5.32 Idealisiertes Beispielgebäude in Anlehnung an Bild 5.1