



M. Balak K. Pohlplatz R. Rosenberger M. Steinbrecher

4 Österreichischer Bauschadensbericht

Fassaden

Teil 1: WDVS-Fassaden

Der 4. Österreichische Bauschadensbericht wurde auf Basis der Ergebnisse des FFG-Forschungsprojekts: „Vermeidung und Behebung der häufigsten Mängel und Schäden bei Fassaden“ erstellt. Das Forschungsprojekt und der Bericht wurden unter der Mitwirkung und mit der Unterstützung folgender Institutionen bearbeitet:



WKO Wirtschaftskammer Österreich
Geschäftsstelle Bau
Bundesinnung Bau und Fachverband
der Bauindustrie
Kontakt: Dipl.-Ing. Robert Rosenberger
Schaumburggasse 20/8
1040 Wien
T: +43 (0)1 718 37 37
F: +43 (0)1 718 37 37 22
E: rosenberger@bau.or.at
W: <http://bau.or.at>



ofi – Institut für Bauschadensforschung (IBF)
Österreichisches Forschungsinstitut
für Chemie und Technik
Leiter: Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Balak
Dipl.-Ing. Dr. techn. Klaus Pohlplatz
Dipl.-Ing. Michael Steinbrecher
Arsenal Objekt 213
Franz-Grill-Straße 5
1030 Wien
T: +43 (0)1 798 16 01 600
F: +43 (0)1 798 16 01 530
E: michael.balak@ofi.at
E: office@pohlplatz.at
E: office@zt-steinbrecher.at
W: <http://www.ofi.at> → Bauwesen

Vorwort

KommR BM Ing. Hans-Werner Frömmel

Bundesinnungsmeister der Bundesinnung Bau

Nachdem wir im Jahr 2005 den ersten, im Jahr 2008 den zweiten und im Jahr 2009 den dritten Bauschadensbericht publiziert haben, liegt nun der „4. Österreichische Bauschadensbericht“ vor. Wie bei den Bauschadensberichten zwei und drei war auch für diesen vierten Bericht ein von der Bundesinnung Bau unterstütztes und von der FFG gefördertes Forschungsprojekt die Grundlage. Der Schwerpunkt lag dabei auf den klassischen Schadensursachen bei WDVS- und bei Putzfassaden.

Mit dem vorliegenden Bauschadensbericht sollen jene Erkenntnisse, die im Zuge dieses Forschungsprojektes gewonnen worden sind, den Anwendern in der Praxis zugänglich gemacht werden.

Die Reduktion von Bauschäden soll letztlich eine Erhöhung der Qualität am Bau bewirken und kann nur durch die Mitwirkung aller am Bau Beteiligten gelingen. Wir hoffen, dass auch dieser „4. Österreichische Bauschadensbericht“ dazu beiträgt, dass sich die Bauschaffenden weiter diesem Ziel annähern.

Ich gratuliere dem „ofi-Institut für Bauschadensforschung (IBF)“ zur Erstellung dieses „4. Österreichischen Bauschadensberichtes“ und wünsche allen Anwendern in der Praxis bei der Verwertung der Erkenntnisse aus dem Bericht viel Erfolg!

Wien, Mai 2011

Vorwort

Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Balak

Institutsleiter *ofi*-Institut für Bauschadensforschung (IBF)

Nach der erfolgreichen Publikation der ersten drei Österreichischen Bauschadensberichte war es eine konsequente Entscheidung der Bundesinnung Bau, die Bauschadensforschung im Bereich der Fassaden fortzusetzen. Dabei wurden in eigenen Untersuchungen sowohl WDVS-Fassaden als auch Putzfassaden analysiert und die Ergebnisse auch in eigenen Teilen publiziert. Grundlage dieses Bauschadensberichtes war wie bei den Bänden zwei und drei ein von der Bundesinnung Bau bei der FFG eingereichtes auch gefördertes Forschungsprojekt.

Nur durch eine genaue Analyse des Istzustandes der Baumängel- und Bauschadenssituation in Österreich ist eine mittel- und langfristige Reduktion der Baumängel- und Bauschäden möglich, da nur dann gezielt Forschungs-, Schulungs- und normative Maßnahmen durchgeführt werden können.

Die Ergebnisse des „4. Österreichischen Bauschadensberichtes“ sollen den Praktikern im Bereich Planung, Überwachung und Ausführung die Möglichkeit geben, ihren Blickwinkel gezielt auf Bereiche zu lenken, in denen oft Fehler passieren, um diese bei den eigenen Projekten zu vermeiden.

Dank möchte ich abschließend an unsere Konsulenten im *ofi*-Institut für Bauschadensforschung Dipl.-Ing. Michael Steinbrecher und Dipl.-Ing. Dr. Klaus Pohlplatz sowie Dipl.-Ing. Robert Rosenberger von der Geschäftsstelle Bau richten, die maßgeblich an der fristgerechten Fertigstellung des 4. Österreichischen Bauschadensberichtes beteiligt waren.

Wien, Mai 2011

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Einleitung	1
2	Schadensfälle	3
3	Ausschreibungsunterlagen	21
3.1	Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme	21
4	Analyse der Arbeiten an WDVS-Fassaden	25
4.1	Untergrund	26
4.2	Vorbereitungsmaßnahmen	27
4.3	Voraussetzungen	28
4.4	Anschlüsse, Abschlüsse und Durchdringungen	29
4.5	Sockel- und Spritzwasserbereich	30
4.6	Verarbeitung des Klebers	31
4.7	Verlegen der Dämmplatten	31
4.8	Dübelschema	35
4.9	Setzen der Dübel	35
4.10	Unterputz	37
4.11	Diagonalbewehrung	37
4.12	Prüfungen für die Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen	38
5	Analyse von Energieausweisen	39
6	Zusammenfassung	45

Anhang

1 Einleitung

Der 4. Österreichische Bauschadensbericht zum Themenbereich Fassaden entstand in Zusammenarbeit der Geschäftsstelle Bau der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) mit dem **ofi**-Institut für Bauschadensforschung und mit der Unterstützung der Forschungsförderungsgesellschaft. Der Themenbereich Fassaden wurde deswegen gewählt, weil derzeit und auch in Zukunft ein Schwerpunkt der Bautätigkeit im Hochbau die thermische Sanierung des Gebäudebestands sowie die Instandsetzung von historischen Objekte ist und sein wird. Nach den Ergebnissen des 1. Österreichischen Bauschadensberichtes liegt der Anteil der Gebäude, bei denen eine Fassadensanierung durchgeführt wird, bezogen auf den Gebäudebestand bei 1,4 % (siehe auch nachfolgende Tabelle 1).

Tabelle 1: Auswertung der Instandhaltungsintervalle für Österreich [Balak et.al.; 2005].

	GWZ 2001		GWZ 1991		Jährlich instand gesetzte Gebäude (gemittelt)	Dauer der Instandsetzung des Gesamt- bestandes
	Anzahl	[%]	Anzahl	[%]	[%]	Jahre
Österreich						
Gebäude insgesamt	2,046.712		1,809.060			
Dachneudeckung	236.241	11,54	201.635	11,15	1,13	88
Fenster	310.834	15,19	246.289	13,61	1,44	69
Fassadenerneuerung	282.574	13,81	255.570	14,13	1,40	72

Die Rate der thermischen Gebäudesanierung ist aus den Zahlen der Statistik Austria nicht ableitbar, liegt aber mit Sicherheit unter 1,4 %, bezogen auf den Gebäudebestand, da reine Putzinstandsetzungen ohne thermische Maßnahmen (z.B. bei Gründerzeithäusern) bei den Fassadensanierungen miterfasst wurden.

Um die Kyoto Ziele zu erreichen, wird zumindest eine Sanierungsrate von 2 % angestrebt. Diese Sanierungsrate wurde nur bei den mehrgeschossigen Wohngebäuden in den vergangenen Jahren erreicht. Bei den Wohngebäuden mit 1 oder 2 Wohnungen (ca. 75 % des Gebäudebestandes) müsste die Sanierungsrate von 1,25 % auf 2 % angehoben werden, was mindestens eine Steigerung von 60 % ergibt.

Von anderen Institutionen z.B. ÖGUT (Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik) wurden auch Szenarien mit Sanierungsraten von bis zu 3 % entwickelt und zur Diskussion gestellt. Für das Baugewerbe stellen solch hohe Sanierungsraten eine Herausforderung dar, weil gleichzeitig die Kapazitäten massiv erhöht werden müssen und dabei auch die Qualität der Ausführung sichergestellt werden muss bzw. noch weiter auf Passivhausstandard bei

Renovierungen erhöht werden soll. Die Erhöhung der Sanierungsrate des Gebäudebestandes soll und darf nicht zu einer Steigerung der Bauschäden in diesem Bereich führen.

Zur Bearbeitung der Problematik wurde ein einjähriges Forschungsprojekt bei der FFG eingereicht, das im Jahr 2009 genehmigt wurde. Ziel des Forschungsprojekts war es, durch die Analyse der häufigsten Mängel und Schäden an Fassaden die Grundlage für eine weitere Steigerung der Bauqualität in diesem Bereich zu legen. Wenn die Ursachen von Planungs- bzw. Ausführungsfehlern bekannt sind, können gezielt Maßnahmen im Bereich Aus- und Weiterbildung, Produktentwicklung, Qualitätssicherung etc. gesetzt werden, um Mängel und Schäden zu vermeiden.

Im Rahmen des Projekts wurden Putzfassaden und WDVS-Fassaden untersucht. Das Arbeitsprogramm umfasste folgende Punkte:

- Die Erhebung der thermischen Qualität von in Ausführung befindlichen Bauvorhaben, Vergleich der energetischen Kennzahlen (Energieausweis).
- Die Sammlung und Auswertung von Ausschreibungsunterlagen und Leistungsverzeichnissen.
- Die Analyse von Gutachten über Schadensfälle bei der Neuherstellung und Sanierung von Fassaden.
- Die Begehung von Objekten während der Durchführung der Fassadenarbeiten.
- Die Erfassung der Schnittstellen zu anderen Gewerken.
- Die Erhebung der Qualifikation der ausführenden Arbeiter.
- Die Publikation der Ergebnisse in Form des 4. Österreichischen Bauschadensberichts.

Das Forschungsprojekt wurde im Herbst 2010 abgeschlossen. Entsprechend den zwei Arbeitsschwerpunkten „WDVS-Fassaden“ und „Putzfassaden“ werden die Ergebnisse in zwei Teilen veröffentlicht. Der Aufbau der beiden Teile ist gleich gestaltet. Im Kapitel zwei werden jeweils die Schadensfälle analysiert, in Kapitel drei die Ausschreibungsunterlagen ausgewertet und im Kapitel vier die Durchführung der Arbeiten anhand der einschlägigen ÖNORMEN beurteilt. Der erste Teil, der die WDVS-Fassaden umfasst, wird ergänzt um das Kapitel „Analyse von Energieausweisen“. Dem zweiten Teil, der die Putzfassaden behandelt, ist das Kapitel „Erhebung der Qualifikation der ausführenden Arbeiter“ angeschlossen.

2 Schadensfälle

Für die Analyse von Schadensfällen an WDVS-Fassaden wurden zehn Gutachten beziehungsweise Stellungnahmen, bautechnische Untersuchungen und Befundaufnahmen von Prüfanstalten, Sachverständigen und Versicherungen zur Verfügung gestellt. Personenbezogene Daten und Adressdaten in den Gutachten wurden entweder geschwärzt oder gelöscht. Im Folgenden werden die Schadensfälle kurz beschrieben.

Schadensfall WDVS 1

Bei dem untersuchten Objekt handelte es sich um ein freistehendes Einfamilienhaus in Niederösterreich. Drei Jahre nach der Überarbeitung der Fassadenflächen wurde ein Institut mit der Untersuchung und Beurteilung der Putz- und Anstrichschäden beauftragt. Der bestehende Fassadenaufbau bestand aus EPS-Wärmedämmplatten, Spachtelung armiert und Reibputz. 19 Jahre nach der Herstellung der Fassade wurde diese vom Eigentümer des Einfamilienhauses in Eigenregie mit einem Anstrich überarbeitet. Der Aufbau des Anstrichs wurde mit Voranstrich mit Tiefengrund, Voranstrich mit Farbe und Endanstrich mit Farbe angegeben. Die Altfassade wies nach Angaben des Eigentümers keine Schäden auf, auch kreierte die Oberfläche nicht. Die ersten Schäden traten ein Jahr nach der Überarbeitung der Fassade in Form von Haarrissen an der Süd- und Westseite auf. In weiterer Folge kam es zu einer Vergrößerung des Schadensbildes und zu breiteren Rissen mit beginnender Ablösung.

Im Zuge der Begutachtung wurden an allen Fassaden Schäden in Form von Rissen sowie örtlich Ablösungen der Beschichtung mit Putzteilen an den Rissflanken festgestellt. Am stärksten betroffen war die Südfassade. Die gemessenen Rissweiten lagen örtlich bei über 1 mm, im Bereich der Aufschüsselungen auch deutlich darüber. Die Risse reichten bis in die Feinputzebene des Aufbaus, örtlich bei gerichteten Rissen bis in die Ebene der Spachtelschicht. Im Gutachten wurden drei Rissarten unterschieden:

- kurze, bis mehrer Zentimeter lange, feine, meist horizontale Risse, vorwiegend in Putzrillen (horizontale Rillenstruktur), örtlich aufschüsselnd;
- örtlich gerichtete orthogonal vertikal bzw. horizontal verlaufende Einzelrisse, offensichtlich in Verbindung stehend mit der Struktur des Untergrundes;
- örtliche schräge Einzelrisse, ausgehend von Fensterecken und anderen Bauteilen, welche auf geometrische Ursachen zurückzuführen waren.

Anzeichen von Feuchtigkeitsschäden lagen nur im Bereich von massiven Aufschüsselungen vor. Die Fassade wies insgesamt nur einen geringen Verschmutzungsgrad auf.

Als Ursache für die aufgetretenen Rissbildungen (vorwiegend horizontale Risse in den Putzrillen) wurde im Gutachten die Überbeschichtung der alten Wärmedämmverbund-

Fassade mit einem neuen Anstrich angeführt. Durch die neu aufgetragene Fassadenfarbe traten zwei Effekte ein. Erstens wurde durch den neuen Farbanstrich Eigenspannungen in die alte Fassadenoberfläche eingeleitet. Aufgrund der Oberflächenstruktur des Altputzes (Putzrillen) variierte die Stärke der Beschichtung sehr stark. Hieraus resultierte eine stark unterschiedliche Belastung der Oberfläche des alten Wärmedämmverbundsystems. Die Tragfähigkeit des alten Dünnputzes war aufgrund der Verwitterung verringert. Durch die höhere Belastung wurde örtlich die alte Feinputzschicht bzw. Spachtelschicht überbeansprucht und es bildeten sich Risse. Die Rissbildung wurde zusätzlich begünstigt durch lokal begrenzte deutliche Unterschreitungen der Mindestschichtdicke der Spachtelschicht. Durch die Unterschreitung der Mindestschichtdicke war das Textilglasgitter ungenügend eingebettet worden, d.h. es kam zu nahe auf der Seite der Wärmedämmplatten zu liegen. Die erforderliche mittige Einbettung war aufgrund der ungenügenden Schichtdicke nicht möglich gewesen.

Der zweite Effekt wurde als so genannter „Puddingeffekt“ bezeichnet. Durch das Überbeschichten der Bestandsfassade änderte sich der Feuchtehaushalt der Fassade. Besonders zu berücksichtigen ist dabei der Prozess der Wasseraufnahme und -abgabe, sowohl in der flüssigen Phase als auch gegenüber Luft. Bei intensiver Befeuchtung findet eine durchgehende Erhöhung der Feuchtigkeitskonzentration im Aufbau statt. Beim nachfolgenden Abtrocknungsprozess verringert sich die Feuchtekonzentration der Randbeschichtung schnell und es verringert sich der Dampfdiffusionskoeffizient. Dadurch tritt eine Verlangsamung des Feuchtetransports an die Oberfläche ein und die Differenz der Feuchtekonzentration des Aufbauinneren zur Oberflächenbeschichtung wird größer. Wenn eine kritische Differenz eintritt, zerfällt das System in ein 2-Phasen System mit einer festen trockenen Oberflächenschicht und einem minderfesten feuchten Untergrund. Die Wahrscheinlichkeit hierfür steigt bei hoher Feuchtekonzentration am Anfang der Trocknung, hoher Schichtdicke der Oberflächenbeschichtung, bei hoher Trocknungsgeschwindigkeit (Sonnenseite, Wind) und bei großer Abhängigkeit des Diffusionskoeffizienten von der Feuchtekonzentration. Die Schäden aus dem so genannten „Puddingeffekt“ resultieren in Rissen, Abheben bzw. Abschieben der Oberflächenschicht bei mechanischer Belastung, Blasenbildung bei steigender Temperatur, Rissbildungen beim Trocknen der Oberflächenschicht (aus Schwindspannungen) und einer Beeinträchtigung der Untergrundes in Form einer Abnahme des E-Moduls und Verringerung der Kohäsions- und Adhäsionsfestigkeit mit zunehmender Wasserkonzentration. Mit zu berücksichtigen ist die Ausgangsfestigkeit und Struktur des Untergrundes. Liegen hier Störungen vor so wirken sich diese in Form einer Kerbwirkung auf den Schadensprozess mit aus. Im vorliegenden Fall wirkte sich die Unterschreitung der Mindestschichtdicke der Spachtelung negativ aus.

In der Zusammenfassung des Gutachtens wurde festgehalten, dass der Hauptschaden an den Objektfassaden in der Inkompatibilität der alten Wärmedämmverbundsystem-Fassade mit dem neuen Anstrich begründet lag. Im Gesamtaufbau der alten, nach Angaben des Eigentümers bislang schadensfreien Fassade trat durch die neue Beschichtung eine bau-

physikalisch massive Änderung ein, welche als schadensverursachend angesehen wurde. Einzelne Mängel auf Aufbau der alten Fassade, sowie geometrisch verursachte Störstellen wurden durch die Neubeschichtung akut, bzw. wurden in ihrem Erscheinungsbild verstärkt.

Entsprechend der Schadensintensität wurden bezüglich der Instandsetzung zwei Bereiche unterschieden. Bereiche mit geringem Schadensumfang – Haarrisse, kein Aufschüsseln – hätten bei ausreichend tragfähigem Untergrund durch Überbeschichten mit einer armierten Spachtel und neuem Dünnputz instand gesetzt werden können. In Bereichen mit größerer Schadensintensität wären zusätzlich alle losen Teile zu entfernen gewesen. Alternativ dazu bzw. bei nicht ausreichend tragfähigem Untergrund wurde vorgeschlagen, auch die EPS-Platten zu entfernen und ein neues Wärmedämmverbundsystem aufzubringen.

Schadensfall WDVS 2

Bei einem Wohnhaus in Niederösterreich wurden Ablöseerscheinungen des Putzes im Sockelbereich sowie eine Blasenbildung an einer Fassade in der Höhe der Zwischendecke zum Dachgeschoss beobachtet. Zwei Jahre nach Errichtung des Objekts war die Fassade überarbeitet worden. Die Ablöseerscheinungen traten elf Jahre nach der Überarbeitung der Fassade auf. Das Objekt war in Holzriegelbauweise errichtet worden, außenseitigen wurden Dämmplatten angebracht. Der Außenputz war als Dünnschichtputz auf armierter Spachtel ausgeführt worden. Der Putz endete am Sockelvorsprung bündig mit der Vorderkante der Dämmplatte. An der Unterseite verbleib die Dämmplatte unterverputzt. Der Putzstreifen an der Unterseite wurde erst nachträglich vermutlich mit der Herstellung des Sockelputzes hergestellt. Die Überarbeitung der Fassade erfolgte ebenfalls als Dünnschichtputz auf armierter Spachtel. Dieser Dünnputz wurde ebenfalls nicht um die Kante gezogen.

Bei der Befundaufnahme wurden folgende Beobachtungen gemacht:

- Der Großteil der Fassadenfläche in der Wandebene zeigte keine Schäden, ausgenommen ein Teilbereich an der Nordseite, in der Höhe der Zwischendecke zum Dachgeschoss. In diesem Bereich war eine Aufwölbung erkennbar die beim Anschlagen hohl klingt.
- Unmittelbar über dem Sockelvorsprung waren örtlich vertikale Risse erkennbar. Die Rissweiten wurden nach Augenschein auf über 0,2 mm geschätzt.
- Der Putzaufbau unmittelbar über dem Sockelvorsprung wies Aufwölbungen bis in eine Höhe von 20 bis 30 über der Kante auf. Der Altputz haftete an der Dämmplatte, der Neuputz samt Spachtelung lag hohl.
- Die Dämmplatte mit Steinwollekern lag an der Untersicht des Sockelvorsprungs an mehreren Stelle, zum Teil über längere Strecken frei, an mehreren anderen Stellen war der bestehende Altputz stark rissig. Der Neuputz und die armierte Spachtel endeten stumpf an der Vorderkante des Sockels.

In der gutachterlichen Stellungnahme wurde aufbauend auf der Befundaufnahme auf eine mangelhafte Verarbeitung der Fassade am Sockelpunkt geschlossen und wie folgt begründet. Am Sockelpunkt wurden in der Originalausführung die Spachtelung und der Außenputz nicht um die Dämmplattenkante herumgezogen. Nach Angaben der Ausführenden wurde weder ein Sockeltrogprofil, noch ein Sockelputzprofil oder ein Kantenschutzprofil angewandt. Auch wurde das Textilglasgitter der Spachtelung nicht um die Dämmplattenunterkante herumgezogen. Die Dämmplattenuntersicht blieb zum Zeitpunkt der Putzherstellung frei. Der Putzstreifen an der Untersicht der Dämmplatte wurde nachträglich hergestellt. Bei der visuellen Befundaufnahme konnten die Angaben bestätigt werden. Im Zuge der Mängelbehebung zwei Jahre nach der Fertigstellung des Gebäudes wurde auch der neue Putz nicht um die Kante herumgezogen, sondern endete wiederum stumpf an der Vorderkante. Durch die thermische und hygri sche Belastung der Fassade, kam es offensichtlich zu einer fortschreitenden Rissbildung im Bereich des Putzstreifens an der Unterseite der Dämmplatten bis hin zur Ablösung. Schon durch die eingeschränkte Dichtigkeit zufolge der Risse konnte Feuchtigkeit in die Dämmplatte und den Putzaufbau eindringen.

In der Folge führten durch den Wasserzutritt verursachte hygri sche Verformungen und Frosteinwirkung zur Hohllagigkeit des Aufbaus und zwar an der Grenzfläche mit dem geringsten Verbund, im vorliegenden Fall an der Grenzfläche Altputz/Neuspachtel. Als Folge der thermischen und hygri schen Beanspruchung traten Aufwölbungen der hohllagig liegenden Putzteile auf und es entwickelten sich an der Vorderseite des Neuputzes im Wölbungsscheitel vertikale Risse. Es konnte nicht festgestellt werden, ob zum Zeitpunkt der Überarbeitung der Fassade (zwei Jahre nach der Fertigstellung des Objekts) bereits Risse erkennbar waren oder ob sich Ablösungen des Putzstreifens an der Untersicht des Sockelvorsprungs abzeichneten. Auf Grund der erst elf Jahre später deutlich erkennbaren Schäden wurde dies als eher unwahrscheinlich eingestuft. Dessen ungeachtet wurde die durchgeführte Verbesserung in der gleichen Weise wie die Originalausführung als ungeeignet bezeichnet die Dichtigkeit der Fassade an dieser Stelle auf Dauer zu gewährleisten.

Die Schadstelle an der Nordfassade konnte nicht näher untersucht werden. Die festgestellte Hohllagigkeit stand wahrscheinlich auch in Zusammenhang mit einer Aufwölbung als Folge eines Feuchtigkeitszutritts.

Schadensfall WDVS 3

Drei Jahren nach der Fertigstellung einer Wärmedämmverbundfassade bei einem Objekt in Niederösterreich löste sich der Deckputz schalenartig, handteller groß von der Spachtelschicht ab. Zur genaueren Untersuchung des Schichtaufbaus wurde eine Materialprobe der Fassade entnommen und im Labor analysiert. Die Analyse des Musters ergab, dass sich der Deckputz sich teilweise ohne maßgeblichen Kraftaufwand von der Spachtelschicht abheben lies. An diesen Stellen verblieben fast keine Deckputzreste an der Oberfläche der Spachtelschicht. An anderen Stellen, wo aufgrund der geringen Schichtdicke der Spachtelschicht das Textilglasgitter an der Oberfläche der Spachtelschicht zum Liegen kam, verblieben Putzreste

streifenförmig. Die Benetzungsprobe der Oberfläche der Spachtelschicht ergab eine hohe Wasserabweisung. Auch an der Rück- und Seitenfläche des Deckputzes war ein noch größerer Hydrophobierungseffekt erkennbar. Im Gegensatz dazu verlief der Wassertropfen an der Oberfläche des mit einer weißen Färbelung überarbeiteten Deckputzes.

Bezüglich des Deckputzes wurde angemerkt, dass aus dem Produktdatenblatt die Anwendbarkeit des verwendeten Produkts auf einem Wärmedämmverbundsystem explizit nicht hervorgeht.

Aus den durchgeführten Untersuchungen ergaben sich folgende Erkenntnisse. Das Saugvermögen der Spachtelschicht war extrem gering. Die Oberfläche der Spachtelschicht wies im ausgehärteten Zustand einen stark wasserabweisenden Charakter auf. Die Rück- und Seitenflächen des Deckputzes waren noch höhergradiger wasserabweisend. Im Gegensatz dazu war die gefärbte Deckputzoberfläche gut benetzbar. Aus den vorher beschriebenen Eigenschaften der Schichten lies sich ableiten, dass der Deckputz mit hydrophobierenden Zusätzen ausgestattet war und auch die Spachtelschicht nach dem Abbinden und Erhärten eine hohe wasserabweisenden Charakter aufwies. Aus den Eigenschaften der Schichten ergab sich daher, dass eine dauerhafte Verbindung der Schichten nur bei einer Verarbeitung nass in nass eintreten kann. Die ausführende Firma wurde vom Hersteller des Deckputzes auch in dieser Richtung unterwiesen. Am Muster war ein entsprechender Schichtverbund bei Auftrag „nass in nass“ jedoch örtlich nicht gegeben, umgekehrt wäre bei völlig ausgehärteter Spachtelschicht eine Verarbeitung des Deckputzes auf Basis der beobachteten wasserabweisenden Wirkung der ausgehärteten Spachtelschicht nicht mehr ausreichend möglich gewesen. Eine ausreichende Verbindung des Deckputzes mit der Spachtelschicht lag nur an den Stellen der Materialprobe vor, wo der obere Faden des Textilglasgitters frei lag. Das Freiliegen des Textilglasgitters war bedingt durch eine geringe Schichtdicke der Spachtelschicht von 1,2 bis 1,5 mm. Die entsprach nicht der Mindestdicke der Spachtelschicht von 2 mm nach den damals gültigen Normen. Die Mindestschichtdicke des Deckputzes wurde auch in Teilbereichen unterschritten.

Abschließend wurde ausgeführt, dass offensichtlich eine Verarbeitung „nass in nass“ entsprechend den Vorgaben angestrebt worden war, jedoch das der Auftrag des Deckputzes örtlich doch zu spät erfolgte, eventuell bedingt durch die extrem geringe Schichtdicke der Spachtelschicht mit einem entsprechend kurzen Abbinde- und Erhärtungszeitraum.

Schadensfall WDVS 4

Drei Jahre nach der Übergabe der Wohnungen einer Wohnhausanlage zeigten sich Mängel in Form von Aussinterungen und Verfärbungen an der Fassade. Zur Feststellung der Ursache der Mängel wurde ein Gutachten in Auftrag gegeben.

In Teilbereichen der Außenhaut des Gebäudes wurden entsprechend der Planung anstelle eines Putzabriebes Fliesen ausgeführt. In diesen Bereichen wurden Aussinterungen,

Verfärbungen und Wasseraustritte bemängelt. Der Aufbau der Außenwand wurde wie folgt beschrieben:

- Stahlbetonwand
- Wärmedämmplatten
- Spachtelschicht einschließlich Gewebe (ohne Deckputz)
- Feinsteinzeug samt Kleber

Die konstruktive Ausführung der Brüstungswände einschließlich deren Horizontalflächen entsprach jener der Außenwände. Die Horizontalflächen wurden ohne Abdichtungsebene ausgeführt. Hinsichtlich des Fassadenaufbaus im Bereich der keramischen Wandverkleidung existierte kein Polierplanschnitt bzw. kein Detailplan. Im Leistungsverzeichnis waren die Aufbauten genau definiert, bezüglich der Loggien, Balkone, Erkeruntersichten und Fassadenrücksprünge wurden festgehalten, dass eine Wassernase im System auszubilden sei. Eine Brüstungskrone wurde auf Veranlassung eines Eigentümers einer Wohnung nachträglich verblecht.

Im Zuge der Befundaufnahme wurden zwei Erkundigungsöffnungen angelegt. An der ersten Probestelle war der Fliesenkleber inklusive der Spachtelung mit Gewebe annähernd zu 100 % durchfeuchtet. Trocken bis gering durchfeuchtet war der Kleber der Dämmplatten. Bei der zweiten Probestelle war der Fliesenkleber ebenfalls zu 100 % durchfeuchtet, sowie die ersten 3 cm der 10 cm starken Wärmedämmplatte.

Vom Gutachter wurde festgehalten, dass es Stand der Technik und allgemein bekannt sei, dass Fliesen und keramische Beläge nicht wasserdicht sind. Im Außenbereich sind thermische Längenänderungen infolge der jahreszeitlichen Temperaturzyklen wesentlich größer als im Innenbereich. Das führt zwangsläufig dazu, dass sich Belagsfugen öffnen und wieder schließen bzw. bereichsweise durch Verschmutzungen nicht mehr vollständig schließen. Das traf im vorliegenden Fall auf die Anschlussbereiche zwischen Putzfassade und Fassade mit keramischem Belag zu. Dadurch entstanden weitere Möglichkeiten für den Eintritt von Wasser hinter die keramische Oberfläche. Bedingt durch die fehlende Abdichtung, welche unterhalb des keramischen Belags auszuführen gewesen wäre, insbesondere im Bereich Horizontalflächen (Brüstungs- und Mauerkronen), drang Oberflächenwasser in Fassade ein und rann dem Schichtenaufbau folgend ab. Innerhalb der Vertikalflächen, wäre im Übergangsbereich „Putz/Fliesen“ aus konstruktiver Sicht ein Wetterschenkel bzw. ein Ableitprofil vorzusehen gewesen. Die Wassereintritte in die Fassadenkonstruktion waren bereichsweise so massiv, das Wasser hinter dem Wandbelag anstand. Aus diesem Grund wurde eine Sanierung vor dem nächsten Winter dringend angeraten. Die hauptsächlich vertikal orientierten Schlieren (Verfärbungen und Aussinterungen) an der Oberfläche des keramischen Belages waren eine Folge der zwischen den keramischen Platten in den Fuge austretender Wasser und der darin gelösten Inhaltsstoffe.

Schadensfall WDVS 5

Für ein Objekt im westlichen Niederösterreich wurde der normgemäße Schichtaufbau eines Wärmedämmverbundsystems gutachterlich untersucht. Dazu wurden die einzelnen Schichtstärken an einem per Post zugesandten Probestück mittels einer Stahl-Schiebelehre gemessen.

Gemäß Leistungsverzeichnis und dem zum Zeitpunkt der Untersuchung gültigen einschlägigen Normen hat bei Systemen mit EPS-F und MW-PT die Unterputz-Schichtdicke bei einer Nenndicke von 5 mm eine Mindestdicke von 4 mm aufzuweisen, wobei ein Mittelwert von $\geq 4,5$ mm einzuhalten war. Gleichlautend war in den ständigen Vertragsbestimmungen bezüglich der Systeme mit einer Armierungsschicht von 5 mm angeführt, dass nur Systeme mit einem Mittelwert der Stichproben der Armierungsschicht von mindestens 4,5 mm ausgeführt werden dürfen. Die Ergebnisse der Überprüfungen der tatsächlichen Dicken müssen mindestens den Wert 4 mm erreichen.

Der Sachverständige kam im Gutachten zu der Erkenntnis, dass die Schichtdicke des Unterputzes, gemessen an dem übermittelten Probestücke, weder der im Leistungsverzeichnis definierten Dicke noch den Bestimmungen der ÖNORM für WDVS entsprach.

Schadensfall WDVS 6

Für die Überprüfung des normgemäßen Schichtenaufbaus einer Wärmedämmverbundfassade wurden zwei Fassadenproben einer Prüfanstalt übermittelt. Das eine Probestück bestand aus einer ca. 120 mm starken Mineralwolleplatte, Unterputz inklusive Armierungsgitter und Oberputz. Das andere Probestück aus einer EPS-P Dämmstoffplatte und ebenfalls einem Unterputz inklusive Armierungsgitter und Oberputz. Die Schichtdicken wurden an mehreren Stellen der Schnittkanten der Probekörper gemessen.

Im Leistungsverzeichnis war die Armierungsschichtdicke für die Mineralwolle-Platten mit 5 mm und für die EPS-Dämmplatten mit 3 mm angegeben. Für die Ausführung der Deckbeschichtung war ein Silikat-Dünnputz mit Reibstruktur ausgeschrieben, in einer Position mit 2 mm in einer weiteren mit 3 mm.

Gemäß den zum Zeitpunkt der Untersuchung gültigen ÖNORM war bei WDVS mit EPS-F und MW-PT Dämmplatten bei einer Nenndicke von 5 mm für den Unterputz, eine Mindestdicke von 4 mm und ein Mittelwert der Messwerte von $\geq 4,5$ mm einzuhalten gewesen. Für die Nenndicke von 3 mm betragen die einzuhaltenden Werte 2 mm für die Mindestdicke und $\geq 2,5$ mm für den Mittelwert. Die Schichtdicke des Oberputzes sollte laut Norm mindestens 1,5 mm betragen.

Die Schichtdicken des Unterputzes entsprachen nach den Ausführungen des Gutachters im Wesentlichen sowohl den Anforderungen des Leistungsverzeichnisses als auf den Norm-

bestimmungen. Ergänzend wurde jedoch angemerkt das an einer Stelle des Probestücks bei der MW-PT Dämmplatte die Schichtdicke des Unterputzes nur 3,5 mm betrug, was auf die „Riffelstruktur“ der Putzträgerplattenoberfläche (MW-PT) zurückzuführen war. Der Mittelwert der gemessene Schichtdicke des Oberputzes betrug bei beiden Probestücken 1,7 mm, d.h. es wurde die Mindestschichtdicke nach den Bestimmungen der ÖNORM eingehalten, die in der Ausschreibung geforderte Schichtdicke von 2 bzw. 3 mm jedoch unterschritten.

Schadensfall WDVS 7

Nach der Fertigstellung einer Wärmedämmverbundfassade an einem mehrgeschossigen Objekt wurden vom Bauherrn Unebenheiten der Oberfläche der Fassade bemängelt. Mit der Überprüfung der Ebenflächigkeit und der Ausführungsqualität wurde eine Prüfanstalt mit einer Gutachtenerstellung betraut.

Vor Ort wurde eine Befundaufnahme durchgeführt im Zuge derer die Ebenflächigkeit der WDVS-Oberfläche mit einer zwei Meter langen Stahlmesslatte und einem Stahlmesskeil gemessen wurde. Weiters wurde eine 50 x 50 cm große Erkundigungsöffnung zur Bestimmung des Aufbaus und zur Messung der Schichtdicken der Unter- und Oberputzschicht angelegt.

Gemäß des zur Verfügung gestellten Leistungsverzeichnisses war die Ebenflächigkeit gemäß DIN bedungen und nicht die besonderen Anforderungen nach ÖNORM. Die Auswertung der Messung der Ebenflächigkeit ergab, dass die Anforderungen an die Ebenflächigkeit partiell nicht erfüllt wurden. Dies wurde als optischer Mangel bewertet.

Die Schichtdickenmessung der Ober- bzw. Unterputzschicht ergab, dass die Schichtdicke des Unterputzes, gemessen an den Probestück(en) weder den Vorgaben des Leistungsverzeichnisses noch der einschlägigen ÖNORM entsprach. Die Vorgaben des Leistungsverzeichnisses lauteten wie folgt. Die Nennschichtdicke des Unterputzes soll 5 mm betragen. In den ständigen Vertragsbedingungen wurde weiter ausgeführt, dass nur Systeme mit einem Mittelwert der Stichprobe der Unterputzdicke von mindestens 4,5 mm zulässig waren. Das Ergebnis der Überprüfung der tatsächlichen Dicke muss mindestens den Wert 4 mm erreichen. Die ÖNORM schreibt bei einer Nenndicke der Unterputzschicht von 5 mm eine Mindestdicke von 4 mm und einen Mittelwert der Stichprobe von $\geq 4,5$ mm vor. Das Unterschreiten sowohl der Mindestdicke als auch des Mittelwerts wurde vom Sachverständigen als technischer Mangel bewertet, der Einfluss auf die technische Lebensdauer der WDVS-Fassade hat. Der schiefe Sitz eines Dämmstoffdübels, der im Bereich der Probeöffnung situiert war, wurde ebenfalls als Verarbeitungs- bzw. als technischer Mangel bewertet.

Schadensfall WDVS 8

Für ein mehrgeschossiges Objekt in Wien wurde eine bautechnische Untersuchung von Rissen und Farbablösungen in Auftrag gegeben. Zehn Jahren vor der bautechnischen Untersuchung wurde für die Fassade des Objekts ein Instandsetzungskonzept entwickelt, dass

ein Jahr später umgesetzt wurde. Das Instandsetzungskonzept sah ein Fassadendämmsystem mit Dämmplatten mit einer Stärke von 7 cm vor. Die Dämmstoffplatten wurden gedübelt. Die Putzschale bestand aus Unterputz, Bewehrungsgrund mit Textilglasgitter und Edelputz.

Drei Jahre nach der Fertigstellung der Fassade wurden vom Auftraggeber mehrere horizontale Einzelrisse bemängelt. Im damals verfassten Gutachten wurden bei einigen Rissen – insbesondere bei durchgehenden Rissen in der Fläche – eine Übereinstimmung mit dem Verlegeraster der Dämmplatten festgestellt. Aus der weiteren Analyse von Schichtaufbau und Ausführung wurde abgeleitet, dass ein kausaler Zusammenhang der Risse mit klaffen-den Fugen in der Dämmplattenlage bestand. Die Rissbildung wurde mit einer hierdurch gestörten Ableitung der Spannungen aus der Putzlage in den Untergrund, verbunden mit Relativbewegungen in der Dämmplattenebene aus Temperatur- und Quell-/Schwindvorgängen begründet. Als mitbeteiligt am Schadensbild wurde die Verarbeitung der Putzschale angesehen. Alle drei Schichten über der Dämmlage – Unterputz, Bewehrungsgrund und Edelputz – wiesen deutlich geringere Schichtstärken auf, als in der Systembeschreibung angegeben. Weiters war die Einbettung des Textilglasgitters in die Spachtelschicht mangelhaft. Bei Kantenrissen wurden die vorher beschriebenen Einflüsse durch geometrische Einflüsse überlagert.

Für die Sanierung der Risse, die mit offenen Stoßfugen der Dämmplattenlage in Zusammenhang standen, wurde folgendes Konzept vorgegeben: *„Der Außenputzaufbau ist bis auf Dämmplattenoberkante auf einer Breite von mindestens 10 cm abzutragen, die Edelputzschicht auf mindestens 20 cm, das Textilglasgitter ist vorsichtig auszulösen. Die offenen Stoßfugen der Dämmplattenebene sind nach ausreichender Austrocknung der Dämmplatten im Rissbereich mittel PU-Schaum zu schließen. Im Anschluss daran ist der Unterputz – und nach ausreichender Stehzeit der Bewehrungsgrund zu ergänzen. Das neu eingelegte Textilglasgitter ist 10 cm mit dem Bestand zu überlappen. Die Instandsetzungsarbeiten an diesen Rissen sind mit dem Auftrag eines angepassten Edelputzes, einschließlich Färbelung zu beschließen“.*

Für die flächige farbtechnische Überarbeitung der instand gesetzten Bereiche wurde die Anwendung einer hochelastischen Farbe (Zweikomponenten-Silikatfarbe) empfohlen. Vor dem Aufbringen der Farbe wäre der Untergrund auf seine Eignung zu überprüfen gewesen.

Ein Jahr nach der Überarbeitung der Fassade löste sich an Einzelstellen auf Straßenniveau die Farbe in kleinen Plättchen vom Edelputz ab, wobei an der Unterseite der Farbe Putzteile haften blieben. Den Ursachen für die Farbablösungen wurde im Detail nicht nachgegangen, in Betracht gezogen wurden die Beschaffenheit des Untergrundes, die intensive Bewitterung (Wetterseite) und eine mögliche Grenzflächenbildung im Edelputz.

Bei der Befundaufnahme im Zuge der bautechnischen Untersuchung wurde festgehalten, dass sich die Lage der vorliegenden Risse mit den Rissen, welche schon vor sechs Jahren

untersucht wurden, d.h. mit den Stößen der Dämmplatten deckte. Insgesamt lagen drei horizontale Einzelrisse vor, wobei die beiden unteren genauer untersucht wurden. Für die Detailuntersuchungen wurden örtlich Sondieröffnungen mittels händischen Stemmens bis zur Ebene der Dämmplatten angelegt.

Bei den Detailprüfstellen wurde folgender Befund erhoben:

- Die Rissufer wölbten sich auf, Bildung von Algen an den Rissflanken
- Aufbau bis zur Dämmplattenebene massiv durchfeuchtet
- Spachtelschicht stark aufgeweicht, ohne strukturelle Festigkeit im Rissbereich
- Gute Haftung der nachträglich aufgetragenen Farbschicht am Edelputz
- Örtlich wurden bis zu drei Lagen Textilgitter vorgefunden, oberste Lage unmittelbar an der Oberfläche der Spachtelschicht; der obere Rand des Textilgitters fiel mit der Stoßfuge der Wärmedämmung zusammen, d.h. der Versatz zum Rissverlauf betrug ca. 1 cm.
- Stoßfuge der Wärmedämmplatten etwas 1 cm in der Höhe zum Rissverlauf versetzt, Fuge ca. 5 mm; mit Grundputzmörtel gefüllt. Insgesamt (örtlich) drei Lagen Textilglasgitter, oberste Lage unmittelbar an der Oberfläche der Spachtelschicht.

Der oberste der drei Risse war nur gering ausgeprägt, bei den beiden unteren lag bereits ein deutlich fortgeschrittener Schädigungszustand vor. Die Ränder dieser beiden Risse wölbten sich stark nach außen.

Zur Bestimmung der Durchfeuchtung des Putzaufbaus wurden zwei weitere Prüfstellen in einem gewissen vertikalen Abstand vom untersten horizontalen Riss angeordnet. Bei der Prüfstelle oberhalb des Risses war die Durchfeuchtung nur auf den Außenrand des Putzaufbaus beschränkt, bei der unteren hingegen wurde eine sehr hohe Durchfeuchtung des Putzaufbaus beobachtet, die bis in die Dämmplattenebene reichte (Dämmplattenoberfläche stark durchfeuchtet).

Weiters wurden bei der Befundaufnahme Ablösungen der Farbbeschichtung in zwei Bereichen auf Straßenniveau festgestellt. Der eine Bereich betraf den Rand des Gebäudes an der Kante zum Nachbarobjekt, der andere umfasste die beiden Seiten des E-Schaltkastens. Bei beiden Stellen lag eine leichte Ablösbarkeit der Beschichtung vor. Die elastische Deckbeschichtung lies sich mit geringem Kraftaufwand abziehen, der größte Teil der Altbeschichtung wurde hierbei mit abgelöst. Die freigelegte Oberfläche darunter war die Edelputzoberfläche mit einem mehr oder weniger großen Teil der Farbbeschichtung (Zweikomponenten-Silikatfarbe), welche bei der sechs Jahre zurückliegenden Instandsetzung (Rissanierung) der Fassade aufgebracht wurde. Die Ablösung erfolgte offensichtlich im Bereich der ungenügend festen Altbeschichtung, bzw. an der Grenzfläche Altbeschichtung/Edelputz.

Bei der Ablösestelle im Kantenbereich des Gebäudes wurde an der Oberfläche der freiliegenden, bzw. örtlich an der freigelegten Oberfläche der Altbeschichtung (an Stellen, wo die elastische Deckbeschichtung offensichtlich bereits hohl lag) sowohl an der Oberfläche der Altbeschichtung, als auch an der Rückseite der abgelösten elastischen Beschichtung eine grünliche Verfärbung beobachtet, welche auf einen Algenbefall hindeutete. Der Algenbefall muss - da die Lebensbedingungen nach dem Auftrag der Neufärbelung nicht mehr gegeben waren - bereits vor Auftrag der Neufärbelung vorgelegen sein. Im Zuge der Neubeschichtung wurde der Algenbefall augenscheinlich nicht - oder nicht restlos entfernt, d.h. die Oberfläche wurde vor dem Auftrag der Färbelung nicht ausreichend gereinigt. Die Verwendung eines Verfestigungsmittels für den Altanstrich erschien aufgrund der geringen Festigkeit des Altanstriches nicht wahrscheinlich.

Im gutachterlichen Teil der bautechnischen Untersuchung wurden die Befunde in Bezug auf die Einzelrissbildung zu folgenden Aussagen zusammengefasst:

Die an der Fassade erkennbaren Einzelrisse deckten sich in der Lage mit jenen drei Rissen die drei Jahre nach der Fertigstellung der Fassade vom Auftraggeber bemängelt wurden. Sie fielen demnach abermals mit den Stößen der Dämmplatten und zusätzlich mit den Instandsetzungszonen, die im Zuge der Sanierung der Risse angelegt wurden zusammen.

Der oberste Riss war zum Zeitpunkt der Befundaufnahme nur gering ausgeprägt. Dieser Riss wies eine geringe Rissweite auf bzw./und war der Einfluss aus der Hinterwanderung nicht so stark ausgeprägt wie an den Rissen darunter. Bei den beiden anderen Rissen, insbesondere am Untersten lag ein bereits deutlich fortgeschrittener Schädigungszustand vor. Die Ränder dieser beiden Risse wölbten sich örtlich – durch die einwirkenden Randspannungen – stark nach außen.

Im Rissbereich war der Edelputz zum Teil stark verwittert, der Bewehrungsgrund (Spachtelmasse mit eingelegtem Textilglasgitter) war stark erweicht und ohne Festigkeit. An der Oberfläche des Bewehrungsgrundes lag des Textilglasgitters (die oberste Lage) im Rissbereich größtenteils frei. In Bezug auf die bis zu dreilagige Gitterausführung im Rissbereich war die Schichtdicke mit über 2 mm bis 3 mm relativ knapp bemessen, lag aber im Bereich der Schichtdickenanforderung des Systemanbieters. Demnach lag eine extreme Randlage der äußersten bzw. der beiden äußersten Gitterebenen vor und im unmittelbaren Rissbereich war die Wirksamkeit dieser äußeren Gitterlage(n) nur eingeschränkt (bei intakter Spachtelschicht) bzw. nicht mehr (bei Verlust der Festigkeit der Spachtelung) gegeben. Lediglich die im Körper liegende Gitterlage erfüllte ihre Funktion (Spachtelschicht intakt), bzw. erfüllte diese zumindest teilweise (Spachtelschicht an der Oberfläche geschädigt).

Die Ausführung des bzw. der beiden zusätzlichen Gitterstreifen, Breite der Streifen jeweils 10 cm, war derart gegeben, als – im unmittelbaren Prüfstellenbereich – die Oberkante des Gitterstreifens fast mit der darunter liegenden Dämmstoffplattenfuge zusammenfiel (Höhenunterschied ca. 1 cm), d.h. eine Wirksamkeit der äußeren bzw. der beiden äußeren Gitter-

streifen war in Bezug auf den Dämmplattenstoß – ausgehend von den drei Jahre nach Fertigstellung beanstandeten Mängel – nicht gegeben. Im Bereich der Risse war kein Unterschied in der Struktur des Grundputzes zu den angrenzenden Flächen erkennbar. Auch wurde keine ausgeprägte Nahtstelle im Grundputz im Bereich der Gitterstreifenränder beobachtet. Die Fugen der Dämmplatten im Rissbereich waren entweder offen oder mit Grundputz teilweise gefüllt, jedoch nicht mit PU-Schaum verschlossen worden. Eine Bearbeitung der Risse erfolgte demnach nicht in der Art und Weise wie im Sanierungskonzept vorgegeben bzw. überhaupt nicht. Weiters wurden Zweifel angemeldet, ob eine Rissanierung in der vorgegebenen Form erfolgte. Hierfür sprach die Lage der nachträglich eingelegten Gitterstreifen, welche nicht mittig über die Dämmplattenfuge verlegt waren. Der Rand der Gitterstreifen stimmte mit den Fugen der Dämmplatten fast überein.

Eine stufenweise Rissanierung – Abtrag des gesamten Aufbaus auf 10 cm Breite, im Bereich des Edelputzes auf 20 cm Breite (Oberfläche Spachtelschicht frei), Freilegen des Bestandgitters, Schließen der Dämmplattenfugen mit PU-Schaum, Ergänzen Unterputz, Ergänzen Bewehrungsgrund mit neuem Gitter, Überlappung mit Bestandgitter 10 cm (5 cm zu beiden Seiten) – erfolgte nicht. Folglich wurde die Situation im Bereich der aufgetretenen Risse nicht entschärft, sondern es wurden lediglich eine oder zwei zusätzliche Textilgitterebenen eingebaut, welche in Bezug auf die Problematik der Dämmplattenstöße wirkungslos waren. Durch die mangelhafte Verarbeitung im Bereich des Bewehrungsgrundes bzw. durch den strukturellen Zerfall der Spachtelmasse (möglicherweise in der mangelhaften Qualität der Spachtelmasse begründet) war die Schadensanfälligkeit der Fassade im Bereich der Risse bzw. der Stöße der Dämmplatte vor und nach der Sanierung in etwa vergleichbar. Hieraus war die neuerliche Rissbildung an den gleichen Stellen nachvollziehbar, zumal die Randbedingungen nicht verbessert wurden, in Bezug auf die Spachtelung sogar eine örtliche Verschlechterung eingetreten war.

Die massive Durchfeuchtung des Aufbaus war Folge der extremen Bewitterungsverhältnisse. Ein Wasserzutritt war an den durch die einwirkenden Randspannungen aufgewölbten Rissflanken in einem großen Ausmaß möglich (von den darüber liegenden Fassadenflächen ab rinnendes Regenwasser). In der Ebene der Dämmplatten fungierte die Holzwolleschicht als Feuchtigkeitstransportweg.

Bezüglich der Farbablösungen wurde folgendes ausgeführt. Ein Fremdeinfluss in Bezug auf das Ausmaß der Ablösungen an der Fassade war mit großer Wahrscheinlichkeit gegeben (Abziehen der Beschichtung durch Dritte). Die Ursache für die Ablösungen wurde in einer mangelhaften Untergrundbeurteilung bzw. -vorbehandlung gesehen. Offensichtlich wurden stark ausgewitterte, gering tragfähige Farbteile belassen und die Oberfläche zusätzlich unzureichend gereinigt. Eine Festigung der alten Farbbeschichtung im Bereich der Ablöseflächen war auf Basis der Befundaufnahme nicht ableitbar. Die neue Farbbeschichtung haftete nur in einem geringem Maß und lies sich entsprechend leicht – bedingt durch die große Elastizität – großflächig abziehen.

Schadensfall WDVS 9

Ein Bestandsgebäude wurde umfassend saniert, u.a. wurden Fassadendämmplatten mit einer Stärke von 26 cm an den Fassaden angebracht. Anstelle eines Systemdünnputzes wurde eine Endbeschichtung auf Kalkbasis ausgeführt. Schon kurze Zeit nach Fertigstellung wurden großflächige Fleckenbildungen und Verfärbungen festgestellt. Zur Klärung der Ursache der Schäden wurde ein Sachverständiger mit der Erstellung eines Gutachtens beauftragt.

Bezüglich des Aufbaus der Fassade (EPS-Dämmplatten, Kleber mit Gittereinlage, Kalkspachtel, zweilagiger Kalkanstrich) wurde im Gutachten angeführt, dass dieser in der letztlich ausgeführten Form noch nirgends ausgeführt worden war. Im Leistungsverzeichnis war ein Silikatputz ausgeschrieben gewesen. Erst im Auftragschreiben für die Fassadenarbeiten wurde die Ausführung eines Kalkputzes vereinbart. Der Auftragnehmer wies daraufhin, dass er keine Erfahrung mit der Ausführung von Kalkputzen habe. Für den gewählten Aufbau existierten zum Zeitpunkt der Ausführung keine normativen Vorgaben in Form einer ÖNORM.

Während der Durchführung der Fassadenarbeiten kam es, aufgrund von mangelhaften provisorischen Abdeckerarbeiten bei der Herstellung des Dachstuhls zu einem massiven Wassereintritt zwischen Mauerwerk und Dämmplatten. Das Mauerwerk war auch schon vor Beginn der Zimmermannsarbeiten durch Niederschläge durchfeuchtet worden. Nach der Fertigstellung der Fassadenarbeiten inklusive der Kalkfärbelung und dem Gerüstabbau setzten Regenfälle ein, wodurch es zu Verfärbungen und Schlieren im Bereich der oberen Geschosse kam. Nach dem Abtrocknen der Niederschlagswässer wurden zahlreiche Verfärbungen und Fleckenbildungen festgestellt. Die Kalkfärbelung der Fassade wurde daraufhin überarbeitet. Nach der Überarbeitung der Fassade waren unterschiedlichen Farbnuancen erkennbar. Im Oktober desselben Jahres traten massive Verfärbungen im Bereich diverser Bauteilanschlüsse auf.

Im Zuge der Befundaufnahme für das Gutachten wurde die Feuchtigkeit des Mauerwerks an mehreren Stellen gemessen. Dazu wurden Öffnungen in der Fassade angelegt. An einige Stellen wurde eine massive Durchfeuchtung des Mauerwerks bzw. eine 100 % Sättigung der Luft im Zwischenraum Mauerwerk Dämmplatte gemessen. Weiters wurden vom Sachverständigen folgende Mängel an der Ausführung der Dämmplatten festgestellt:

- Unterschreiten der erforderlichen Mindestklebefläche von 40 %
- kein Ausschäumen von Fugen über 2 mm
- Ausbildung der Fensterecken nicht entsprechend der Schuhschnitt-Technik
- keine schlagregensichere Ausbildung von Anschlüssen an Bauteile
- keine Diagonalvernetzung bei den Ecken der Fensteröffnungen

- Verwendung von nicht der Putzstärke entsprechenden Anschlussprofile zu den Fensterstöcken
- Unterschreitung der Mindestplattenbreite von 15 cm
- Verwendung von Platten mit eingedrückten Kanten
- Montage der Dämmplatten nicht in Form einer T-Verdübelung wie für EPS-F Platten empfohlen, sondern in Form einer W-Verdübelung (→ Verdübelungsart für mineralische Fassadendämmplatten).

Ergänzend wurde angemerkt, dass zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung in der einschlägigen ÖNORM nur Plattendicken bis 20 cm geregelt waren.

Die vom Sachverständigen erhobenen Mängel an der Fassade wurden von diesem in drei Schadensbilder unterteilt:

- Fleckenbildungen und merkbare farbliche Unterschiede an der Oberfläche der Fassade, welche auch nicht durch eine teilweise Überarbeitung der Fassade auf Kosten des ausführenden Unternehmens beseitigt werden konnten. Darüber hinaus wurde eine mangelnde Haftung der Färbelung am Untergrund festgestellt.
- An verschiedenen Stellen der Fassade wurde eine intensive Durchfeuchtung mit teilweisen großflächigen Aussinterungen festgestellt, vor allem in den oberen Fassadenbereichen und unterhalb des Dachanschlusses.
- Schäden am Verputz in Form von Absprengungen und Kratzern in geringem Umfang, teilweise zufolge mechanischer Einwirkungen.

Die Ursachen für die Fleckenbildungen, Farbnuancierungen und die mangelnde Haftung der Färbelung am Untergrund lag nach den Ausführungen des Sachverständigen im nicht fachgerechten Herstellen des Anstriches. Der Anstrich wurde nicht mit der erforderlichen Fachkenntnis des Materials und bei nicht geeigneten Temperaturen bzw. Außenluftkonditionen hergestellt. Die Überarbeitung der Fassade führte aufgrund neuerlicher unfachgemäßer Verarbeitungstechnik zu einer Verschlechterung des ursprünglichen Ergebnisses. Die unzureichende Haftung der Färbelung wurde auf die nicht erfolgte Karbonatisierung des Kalkanstriches zurückgeführt, bedingt durch zu große Schichtstärken und eine zu hohe Luftfeuchtigkeit während des Auftrags.

Die Durchfeuchtung des Mauerwerks wurde einerseits auf die mangelhafte Abdeckung des Dachstuhls zurückgeführt. Während dieser Bauphase wurde Niederschlagswasser von den Dachflächen in Teilbereichen direkt in den Zwischenraum von Mauerwerk und Dämmplatten geleitet. Andererseits auf die vorhandene Durchfeuchtung vor Beginn der Arbeiten am Dachstuhl. Durch das frühzeitige Aufbringen der Dämmplatten vor der Fertigstellung des Dachstuhls wurde die Feuchtigkeit „eingesperrt“ und konnte nur mehr verzögert ausdiffundieren. Die ausführende Firma gab nicht an, ob vor dem Aufbringen der Dämmplatten die Feuchtigkeit des Mauerwerks geprüft wurde oder ob das Mauerwerk trocken war. Vor dem

Aufbringen des Innenputzes mussten jedoch Entfeuchtungsmaßnahmen über einen längeren Zeitraum durchgeführt werden.

Die Putzabsprengungen an den Fensteranschlüssen wurden auf die Wahl der falschen Anschlussprofile zurückgeführt. Die gewählten Anschlussprofile waren nur für Dünnputz bis zu einer Stärke von ca. 1,5 mm geeignet, die Stärke des ausgeführten Putzes betrug aber ca. 5 mm. Weiters wurde der Abrieb über die glatte Sichtkante des Kunststoffes geführt. Auf dem Kunststoff haftete der Putz schlecht. Beim Auftreten von inneren Spannungen wurde der Putz abgesprengt. Dieser Mangel wurde als Ausführungsmangel eingestuft.

Als Planungsfehler wurden vom Gutachter die in den Detailplänen nicht ausgewiesene schlagregendichte Anschlussfuge bei den putzbündig angeordneten Fenstern und die Art der Loggienbefestigung bewertet. Die Verankerung der Loggien erfolgte direkt am Mauerwerk ohne thermische Trennung, wodurch bedingt durch die großen Querschnitte Kälte in den Fassadenaufbau eingeleitet wird. Dadurch können Aussinterungen und Fleckenbildungen verursacht werden. Bei einer Sanierung der Fassade sollte dieser Anschlusspunkt konstruktiv überarbeitet, sowie bei den putzbündig versetzten Fenstern die Bauteilfuge mit Klebebändern überklebt werden. Die Klebebänder wären mit Dämmplatten in Form einer Putzfasche zu überarbeiten.

Für die Sanierung der Fassade wurde das Abziehen des Kalkputzes samt Netz und Kleber vorgeschlagen. Weiters das Entfernen und Wiederanbringen der Dämmplatten im Bereich unterhalb des Daches an der Nordfassade auf einer Höhe von ca. 2 m, in Abhängigkeit vom Durchfeuchtungsgrad des Mauerwerks, und auf einer Höhe von ca. 50 cm in allen übrigen Bereichen. Die Anschlüsse an die Fenster sind unter Verwendung geeigneter Anschlussprofile zu überarbeiten. Der Fassadenabrieb wäre mittels neuem Netz und geprüfter Systembeschichtung herzustellen.

Abschließend wurde vom Sachverständigen ausgeführt, dass das verwendete Putzsystem nicht schadenskausal war. Aufgrund der hydraulischen Eigenschaften von Kalk traten die Schäden früher und stärker auf als bei der Verwendung von Silikat- oder Kunstharzputzen.

Schadensfall WDVS 10

An der Fassade eines in Niedrigenergiebauweise errichteten Wohnhauses traten ca. eineinhalb Jahre nach der Fertigstellung Verformungen an der Fassadenoberfläche auf. Die Umriss der Dämmplatten begannen sich abzuzeichnen, weiters entstanden geradlinige Risse an den Rändern der Dämmplatten. An Fenster- und Türöffnungen der Fassade entstanden Diagonalarisse, ausgehend von den Innenecken. Zur Erforschung der Ursachen der Mängel und Schäden an der Fassade wurde in Sachverständiger beauftragt. Von diesem wurden folgende Mängel während der Befundaufnahme erhoben:

- mangelhafte Verdübelung der Dämmplatten
- klaffende Fugen der Dämmplatten bedingt zur Schwinden der EPS-Platten
- eine zu geringe Querkzugfestigkeit der Dämmplatten
- teilweise mangelhafte bzw. unregelmäßige Verklebung der Dämmplatten
- fehlende Diagonalarmierung bei den Fenster- und Türöffnungen
- eine zu geringe Haftzugfestigkeit der Armierungsschicht an der Oberfläche der Dämmplatten
- Risse in der Endbeschichtung
- Sockelabschluss mangelhaft ausgeführt

Der Wandbildner war eine Stahlbetonwand. Auf die Betonwand wurden 20 cm starke Dämmplatten verklebt und verdübelt. Der weitere Fassadenaufbau bestand aus einem Unterputz mit Armierungsgewebe, Oberputz und Endbeschichtung. Als Farbe wurde eine graue Silikonharzfarbe gewählt. Bezüglich der gewählte Farbe wurde vom Sachverständigen ausgeführt, dass der gewählte Hellbezugswert zwischen den in früheren WDVS-Zulassungen angegebenen Wert von > 30 % und den in der einschlägigen ÖNORM angeführten Wert von > 25 % lag. Dunklere Farben haben einen erheblichen Einfluss auf das Spannungsverhalten von Putzoberflächen. Durch die höhere Strahlungsabsorption erwärmen sich dunkle Putzoberflächen stärker. Die Folge von durch Strahlungsabsorption bedingten thermischen Spannungen können Rissbildungen sein. Der gewählte Hellbezugswert wurde im Gutachten als grenzwertig eingestuft.

Bezüglich der Thermokappen wurde angemerkt, dass trotz der Verwendung von thermisch abgekoppelten Dübelköpfe es zu Temperaturunterschieden an der Fassadenoberfläche über den Dübelköpfen und den angrenzenden Bereichen kam, sodass sich die Dübelköpfe an der Fassadenoberfläche abzeichneten. Vom Sachverständigen wurde ausgeführt, dass die bisher üblichen Thermokappen im gegenständlichen Anwendungsfall nicht mehr ausreichen und ein Systemfehler vorlag.

Zur genaueren Untersuchung des Schwindverhaltens der Dämmplatten wurde in einem größeren Bereich die gesamte Deckschicht entfernt und die Rissbreiten zwischen den Dämmplatten gemessen. Nach einigen Tagen wurden die Rissbreiten abermals gemessen. Bei fast allen Fugen nahm die Rissbreite zu. Obwohl die einschlägigen ÖNORMEN bezüglich des zulässigen Schwindverhaltens von Dämmplatten unterschiedliche Aussagen treffen, wurde festgestellt, dass die Dämmplatten in der Breite die zulässigen Werte unterschritten, d.h. die zulässigen Toleranzen bezüglich des Schwindverhaltens nicht eingehalten wurden. Durch das Schwinden der Dämmplatten wird die Deckschicht zwischen den Plattenränder durch Zugkräfte belastet. Weiters wird die Deckschicht durch thermisch-hygrische Vorgänge beansprucht. An der Innenseite des Unterputzes kann es wegen der sich öffnenden Fugen zur Kondensatbildung kommen. Der Oberputz erwärmt sich bei direkter Sonneneinstrahlung ebenso der Unterputz und das Armierungsgitter. Das führt zu

einer Erweichung der gesamten Deckschicht. Aufgrund der Wiederholung dieser Vorgänge im jahreszeitlichen Verlauf kommt es mit zunehmender Bestandsdauer zu einer Ermüdung der Deckschicht über den Fugen. Zuerst zeichnen sich die Fugen ab, dann fällt die Deckschicht nach innen ein und zum Schluss treten Risse auf. Aufgrund des Schwindens der Dämmplatten kam es zur Einleitung von zusätzlichen Spannungen in Deckschicht, wobei die Deckschicht für die Aufnahme dieser Belastung nicht ausgelegt war und daher auch nicht dauerhaft schadensfrei ableiten kann.

Aufgrund der erhobenen Befunde wurde die Querkzugfestigkeit als auch die Rohdichte der Dämmstoffplatten labortechnisch untersucht. Die Rohdichte entsprach den normgemäßen Vorgaben die Werte für die Querkzugfestigkeit unterschritten die erforderlichen deutlich.

Die Armierungsschicht (= Unterputz) wurde einerseits durch thermisch-hygrische Vorgänge beansprucht, andererseits traten bei der Abnahme der Deckschicht unterschiedlichen Bruchebenen auf, d.h. eine glatte Trennung der Unterputzes von der Dämmstoffoberfläche wurde nicht festgestellt. Bei etwas weniger als der Hälfte der abgezogenen Fläche lag die Bruchebene in der Ebene des eingelegten Textilglasgitters, bei der anderen etwas größeren Hälfte in der Dämmstoffoberfläche. In Kombination der erhobenen Wetterdaten zum Zeitpunkt der Fassadenarbeiten wurde auf eine mangelnde Ausführung der Armierungsschicht (zu niedrige Außentemperaturen) geschlossen.

Für die Sanierung der Fassade wurde das komplette Abtragen der Deckschicht empfohlen. Weiters wären alle klaffenden Fugen auszuschäumen, die Dämmplatten nachzudübeln und die Dämmplatten planzuschleifen. Danach Auftrag einer Spachtelung und einer neuen Armierungsschicht.

Mängel bzw. Schäden an Wärmedämmverbundsysteme haben vielfältige Ursachen. Zusammenfassend kann Bezug nehmend auf die zehn beschriebenen Schadensfälle bei Fassaden mit Dämmplatten (WDVS) folgendes festgehalten werden:

- Viele Mängel betrafen die Schichtdicke des Unterputzes, d.h. die Schichtdicke unterschritt die genormten und/oder bedungenen Werte.
- Einige Schadensfälle waren auf das Schwindverhalten der Dämmplatten zurückzuführen.
- Teilweise wurde die Befestigung der Dämmplatten mangelhaft ausgeführt (Unterschreitung der Mindestklebefläche, mangelhafte Dübelung).
- Die Material- und Farbauswahl des Deckputzes kann einen entscheidenden Einfluss auf die Funktionsfähigkeit und Dauerhaftigkeit eines WDVS's haben.
- Die Mindestschichtdicke des Deckputzes wurde unterschritten.
- Anschlüsse insbesondere im Sockelbereich wurden mangelhaft ausgeführt.
- Größere Fugen zwischen den Dämmplatten wurden nicht ausgeschäumt.
- Sanierungen bzw. Nachbesserungen wurden nicht fachgerecht ausgeführt.

- Bei späteren Überarbeitungen (Färbelungen) von Wärmedämmverbundfassaden ist auf eine Kompatibilität des neuen Anstriches mit dem alten Deckputz/Anstrich zu achten.
- Neue Entwicklungen im Bereich Dämmplatten/Dämmstärken haben noch nicht Eingang Normen gefunden.

3 Ausschreibungsunterlagen

Für die Beurteilung der Ausschreibungen von Fassadenarbeiten wurde die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit herausgegebene Standardisierte Leistungsbeschreibung Hochbau StLB-HB Version 17, Ausgabe 2002-04 herangezogen.

Die Fassadenarbeiten sind in der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau den Leistungsgruppen 10 „Putzarbeiten“, 28 „Natursteinarbeiten“ und 44 „Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)“ zugeordnet. In der Leistungsgruppe 14 „Besondere Instandsetzungsarbeiten“ finden sich noch zwei Positionen der Unterleistungsgruppe 14.13 „Arbeiten an Gebäuden unter Denkmalschutz“ die einen Bezug zu Fassadenarbeiten haben.

Die standardisierte Leistungsbeschreibung wurde zwischenzeitlich überarbeitet, derzeit ist die Version 18, Ausgabe 2009-11 verfügbar. Alle untersuchten Ausschreibungen wurden entweder mit der Version 17 bzw. mit der Vorgängerversion der Version 12 erstellt.

Für die Gesamtauswertung wurden von verschiedenen Firmen in Summe 47 Leistungsverzeichnisse bzw. Ausschreibungsunterlagen, die teilweise zwei oder all drei untersuchten Leistungsgruppen beinhalteten, zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse zu Putz- und Natursteinarbeiten sind im Teil 2 des 4. Österreichischen Bauschadensberichts beschrieben oder dort nachzulesen, nachfolgend in diesem Teil 1 die WDVS-Fassaden.

3.1 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme

Bei der Ausschreibung von Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen kam immer die Leistungsgruppe 44 der StLB-HB zur Anwendung.

Tabelle 2: Leistungsverzeichnisse bzw. Ausschreibungsunterlagen WDVS

Bauvorhaben	PLZ	Ort	Jahr	Beschreibung	
WDVS					
BVH 1	1060	Wien	2010	Sanierung	LG 44 WDVS
BVH 2	1150	Wien	2010	Baumeisterarbeiten	LG 44 WDVS
BVH 3	1020	Wien	2010	Wohnhaussanierung	LG 44 WDVS
BVH 4	1080	Wien	2010	Umbau und Sanierung	LG 44 WDVS
BVH 5	1060	Wien	2009	Dachgeschoßzubau	LG 44 WDVS
BVH 6	1100	Wien	2009	Thewosan	LG 44 WDVS
BVH 7	1120	Wien	2009	Umbauarbeiten	LG 44 WDVS
BVH 8	1040	Wien	2009	Thermische Sanierung	LG 44 WDVS
BVH 9	1110	Wien	2009	Fassadensanierung	LG 44 WDVS
BVH 10	1180	Wien	2009	Substanzsanierung	LG 44 WDVS
BVH 11	1070	Wien	2009	Sockelsanierung	LG 44 WDVS
BVH 12	1040	Wien	2009	Fassaden- und Dachsanierung	LG 44 WDVS
BVH 13	1010	Wien	2008	Generalsanierung, Dachausbau	LG 44 WDVS
BVH 14	1120	Wien	2010	TheWoSan - Sanierung	LG 44 WDVS
BVH 15	1020	Wien	2010	Thewosan	LG 44 WDVS
BVH 16	1100	Wien	2010	Thewosan Sanierung	LG 44 WDVS
BVH 17	1220	Wien	2008	Niedrigenergiehaus	LG 44 WDVS

Tabelle 3: Ausgeschriebene Positionen LG 44 WDVS

	Ausführliche Vorbemerkungen	Zusätzliche Vertragsbestimmungen	Schutzabdeckungen, Vorarbeiten	WDVS aus Polystyrol (EPS-F)	WDVS mit Mineralwolle-Platten (MW-PT)	WDVS mit Dämmkorkplatten (ICB)	WDVS mit Mineralschaumdämmplatten (MS-DP)	WDVS untere Fassadenabschlüsse	Zusätzliche mechanische Befestigung (Dübel)	Profile, Fassaden-Fertigteile, Nuten	Oberputze für WDVS	Regieleistungen	Positionen frei formuliert	Dämmstärken Außenwand [cm] () Klammerwerte beziehen sich auf kleinere Teilflächen (kleiner als 10 % der insgesamt ausgeschriebenen Fläche)	Dämmstärken Loggia [cm]
ULG		00	01	02	03	04	05	13	14	15	20	90			
BVH 1					x			x	x	x	x			5	
BVH 2											x				
BVH 3			x	x				x	x	x	x			(6), 8	
BVH 4			x		x					x	x		x	14	6, 10
BVH 5			x	x	x				x	x	x	x		8, 10	
BVH 6		x	x	x	x			x	x	x	x	x		12, 14	
BVH 7		x	x	x					x	x	x			(5), 16	
BVH 8		x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	(10), 12	
BVH 9		x	x	x				x	x	x	x	x		16	
BVH 10		x	x	x	x				x	x	x	x	x	16	
BVH 11		x	x	x				x	x	x	x	x		(5), 12	
BVH 12				x					x		x			12	
BVH 13				x							x			5, 20	
BVH 14		x	x	x	x			x	x	x	x	x		(5), (12)*, 14	
BVH 15			x	x	x			x	x	x	x			(3), (5), 10, (16)	
BVH 16		x	x	x	x			x	x	x	x	x		10, 12	
BVH 17	x		x	x						x	x			16	

*Wahlposition d = 12 cm mit $\lambda = 0,032 \text{ W/(mK)}$ anstelle d = 14 cm, $\lambda = 0,04 \text{ W/(mK)}$

Bei den untersuchten Ausschreibungen von Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen zeigt sich ein recht einheitliches Bild. Fast alle Unterleistungsgruppen werden verwendet, außer den beiden Unterleistungsgruppen 04 „WDVS mit Dämmkorkplatten (ICB)“ und 05 „WDVS mit Mineralschaumdämmplatten (MS-DP)“. Dies wird darauf zurückgeführt, dass diese beiden Dämmstoffe in Österreich kaum Verwendung finden. Auch wird meist mit den vorformulierten Positionstexten das Auslangen gefunden, selten muss ergänzend auf frei formulierten Positionen zurückgegriffen werden.

Bei ca. der Hälfte der Ausschreibungen wurde Unterleitungsgruppe 00 „Zusätzliche Vertragsbedingungen verwendet“. Am häufigsten (13 mal) wurden EPS-Dämmplatten ausgeschrieben, 9 mal Mineralwolle-Platten, teilweise ergänzend zu den EPS-Fassadenplatten z.B. für Loggiauntersichten, teilweise als Wahlposition zu den EPS-F Platten. Bei etwas mehr als der Hälfte der Bauvorhaben wurden Angaben über den unteren Fassadenanschluss in Form eigener Positionen gemacht. Bei alle Bauvorhaben z.B. bei Dachgeschoßausbauten war dies allerdings nicht notwendig. Anschlussprofile für Fenster, Türen bzw. für Dehnfugen, Tropfkante etc. wurden bis auf drei Bauvorhaben immer ausgeschrieben, ein Oberputz immer.

Stundensätze für Regieleistungen bei WDVS waren bei ca. der Hälfte der Leistungsbeschreibungen anzugeben gewesen. Vielfach wurde auch die Leistungsgruppe 20 „Regieleistungen“ mit ausgeschrieben, sodass dann auf die Unterleistungsgruppe 90 „Regieleistungen“ bei der Leistungsgruppe 44 nicht zurückgegriffen wurde.

Im Allgemeinen werden Dämmstärken zwischen 8 und 16 cm ausgeschrieben, für kleinere (Ergänzungs-)flächen bzw. Loggiauntersichten auch geringere Dämmstärken, in seltenen Fällen 20 cm. Dämmstärken von 10 bis 16 cm entsprechen bei mehrgeschossigen Gebäuden in etwa der Energieeffizienzklasse B. Um den Energieverbrauch des Gebäudebestands in Zukunft weiter zu senken, werden vermehrt größere Dämmstärken verwendet werden müssen.

Insgesamt wird die Qualität der Leistungsbeschreibungen bei Wärmedämmverbundsystemen als sehr gut eingestuft.

4 Analyse der Arbeiten an WDVS-Fassaden

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden 22 WDVS-Baustellen besucht. Die Randbedingungen sowie die durchgeführten Fassadenarbeiten und teilweise die Anschlussgewerke wurden analysiert. Bei der Auswahl der Objekte wurden folgende Kriterien beachtet:

- Verschiedene ausführende Firmen
- Unterschiedliche Art der Gebäude (Wohnen, Bildung, etc.)
- Unterschiedliche Größe der Bauvorhaben (Mehrfamilienwohngebäude, Reihenhausanlage, Schulen, etc.)

In Tabelle 4 sind die besuchten Objekte aufgelistet und kurz beschrieben. Aus datenschutzrechtlichen Gründen wurde auf die Angabe der genauen Adressen verzichtet.

Tabelle 4: Verzeichnis der Baustellen WDVS

Nr.	Ort	Beschreibung	Dämmstärke Fassade	Balkonunterseite
1	1230 Wien	Bestand	20 cm	10 cm
2	1230 Wien	Neubau	16 cm	
3	1110 Wien	Bestand	10, 14 cm	
4	1020 Wien	Bestand	10, 16 cm	
5	1160 Wien	Bestand	8, 10 cm	3 cm
6	1140 Wien	Bestand	3 cm	
7	1090 Wien	Bestand	8 cm	
8	1170 Wien	Bestand	8 cm	3 cm
9	1140 Wien	Bestand	10 cm	4 cm
10	1170 Wien	Bestand	10 cm	10 cm
11	1020 Wien	Bestand	8 cm	
12	1230 Wien,	Bestand	10 cm	
13	3002 Purkersdorf	Bestand	Stg. 1-3 6, 7 cm Stg. 4/5 10 cm	
14	3400 Maria Gugging	Bestand	20 cm	
15	1200 Wien	Bestand		
16	1090 Wien	Bestand	16 cm	
17	1140 Wien	Bestand	10 cm	
18	1230 Wien	Neubau		
19	1110 Wien	Bestand		
20	1210 Wien	Bestand	10 cm	
21	1020 Wien	Bestand	10 cm	
22	1190 Wien	Bestand, Umbau	14 cm	

Auf den nachfolgenden Seiten wurden entsprechend dem Arbeitsablauf auszugsweise die Bestimmungen der ÖNORM B 6410 „Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme – Verarbeitung“ angeführt und mit den durchgeführten Arbeiten verglichen. Ergänzt wird der Text durch Fotos, die den beschriebenen Sachverhalt verdeutlichen. Am Ende jedes Arbeitsschrittes wird angeführt, welche Schritte in Zukunft zu setzen sein werden, um die vorge-

fundenen Fehler zu vermeiden. Die nachfolgende Aufzählung kann keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, aber Tendenzen und Handlungsfelder aufzeigen. Aus haftungstechnischen Gründen wurde auf eine Zuordnung der Fotos zu den einzelnen Bauvorhaben verzichtet, weil diese vielfach eine nicht normgemäße Ausführung zeigen.

4.1 Untergrund

ÖNORM B 6410; Pkt. 5.1.2 Tragfähigkeit

Der Untergrund darf keine losen und/oder mürben Teile aufweisen. Auf der Oberfläche dürfen keine Verschmutzungen, Ausblühungen und/oder Trennschichten vorhanden sein, die die Tragfähigkeit beeinträchtigen können.

Bei Dübelung muss der Untergrund darüber hinaus auch eine entsprechende Tragfähigkeit gemäß ÖNORM B 6124 aufweisen.



Abb. 1: links: Putzfehlstellen wurden nicht geeignetem Mörtel ausgeglichen;
Mitte: loser Grobputz nicht entfernt; rechts: lose Teile entfernt

Die Untergrundvorbehandlung wurde nicht in allen Fällen entsprechend den Vorgaben der Norm durchgeführt. So wurden schadhafte und lose Putzteile nicht immer entfernt und mit geeignetem Mörtel ausgefüllt. Ebenso wurden sich lösende Farbanstriche nicht abgeschert.



Abb. 2: links und Mitte: Prüfstelle der Haftzugfestigkeit der Unterputzes (Kleber)
rechts: Verdübelungsprobestelle

Bei Bestandsbauten wurde vielfach vor Beginn der Arbeiten die Haftzugfähigkeit des Untergrundes überprüft bzw. Probestücke an der Außenwand zur Prüfung der Verdübelung befestigt.

Erforderliche Maßnahmen: → Verbesserung der Arbeitsvorbereitung
→ Schulung der Arbeiter im Bereich Untergrundprüfung

4.2 Vorbereitungsmaßnahmen

Bei Nichterfüllung der Voraussetzungen wie Tragfähigkeit, Ebenheit, Saugfähigkeit, Untergrundfeuchtigkeit sind in Abhängigkeit vom Untergrund Vorbereitungsmaßnahmen durchzuführen.

Tabelle 5: Vorbereitungsmaßnahmen bei unverputztem Mauerwerk
ÖNORM B 6410; Tabelle 1 gekürzt.

Zustand	Maßnahmen
Staubig	abkehren
Mörtelreste und -grate	abstoßen
Unebenheiten, Fehlstellen	Ausgleichen mit geeignetem Mörtel in einem Arbeitsgang (Trockenzeiten einhalten)
Feucht ¹⁾	
Ausblühungen ¹⁾	Trocken abbürsten bzw. abkehren
Mürbe, nicht ragfähig	Austauschen, ausmauern
¹⁾ Bei aufsteigender Feuchtigkeit mit erkennbarem Durchfeuchtungshorizont reichen diese Vorbereitungsmaßnahmen nicht aus.	

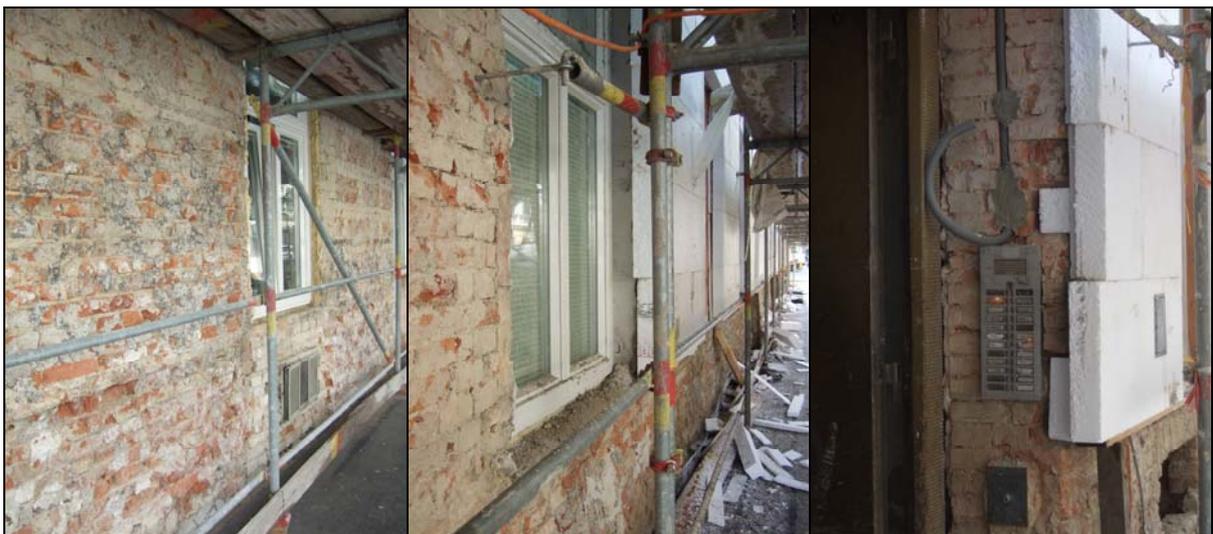


Abb. 3: links und Mitte: unverputztes Mauerwerk (Putz abgeschlagen)
rechts: Fehlstellen nicht mit Mörtel ausgeglichen

Erforderliche Maßnahmen: → Verbesserung der Arbeitsvorbereitung
→ Schulung der Arbeiter im Bereich Vorbereitungsmaßnahmen

4.3 Voraussetzungen

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.1

Die Ausbildung aller notwendigen Anschlussdetails gemäß 6.2 muss bei Arbeitsbeginn geklärt sein. Alle Bauteile müssen so weit montiert sein, dass ein dichtes und sauberes Anarbeiten möglich ist. Dies gilt insbesondere für Blindstöcke, Stahlzargen und Metallkonstruktionen sowie diverse Verglasungen und Verblechungen.



Abb. 4: links: Attikaunterkonstruktion wurde nicht an die neue Wärmedämmung angepasst;
Mitte: Verblechungsanschluss direkt auf Wärmedämmung ohne (Holz-) Unterkonstruktion;
rechts: alte Verblechung wurde nicht angepasst → Kältebrücke



Abb. 5: links: fehlende Metallkonstruktion für Anschlussherstellung
Mitte: Einbau Türzarge nach dem Verlegen der Dämmplatten
rechts: Elektroarbeiten noch nicht fertig gestellt

Bei Bestandsbauten wird bei Blechanschlüssen oft darauf verzichtet die Holzunterkonstruktion oder die gesamte Verblechung an die neue Wärmedämmung anzupassen. Vielfach werden auch die notwendigen Anschlussbauteile erst verspätet montiert, sodass Nacharbeiten erforderlich werden.

- Erforderliche Maßnahmen:
- Verbesserung der Planung von Anschlussdetails, insbesondere bei der thermischen Sanierung von Bestandsbauten
 - Verbesserung der Arbeitsvorbereitung
 - Verbesserung der Koordination mit anderen Gewerken

4.4 Anschlüsse, Abschlüsse und Durchdringungen

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.2

Alle Anschlüsse an Fenster und Türen und die Dämmschichte durchdringende Bauteile (Blitzschutzanlagen, Regenrohre, Schalterdosen u.a. sowie deren Befestigung) sind schlagregensicher auszuführen.

Eine schlagregensichere Ausführung von Fenster- und Türenanschlüssen ist in der Regel nur durch die Verwendung von Anputzprofilen bzw. vorkomprimierten, selbstrückstellenden Dichtbändern zu erreichen. Andere Anschlüsse von Bauteilen sind mit Hilfe von vorkomprimierten, selbstrückstellenden Dichtbändern auszubilden.



Abb. 6: Durchdringungen

Bei der Herstellung von Anschlüssen von Durchdringungen wird häufig auf die Verwendung von Montageschaum zurückgegriffen. Dichtbänder werden in diesem Bereich kaum angewendet.

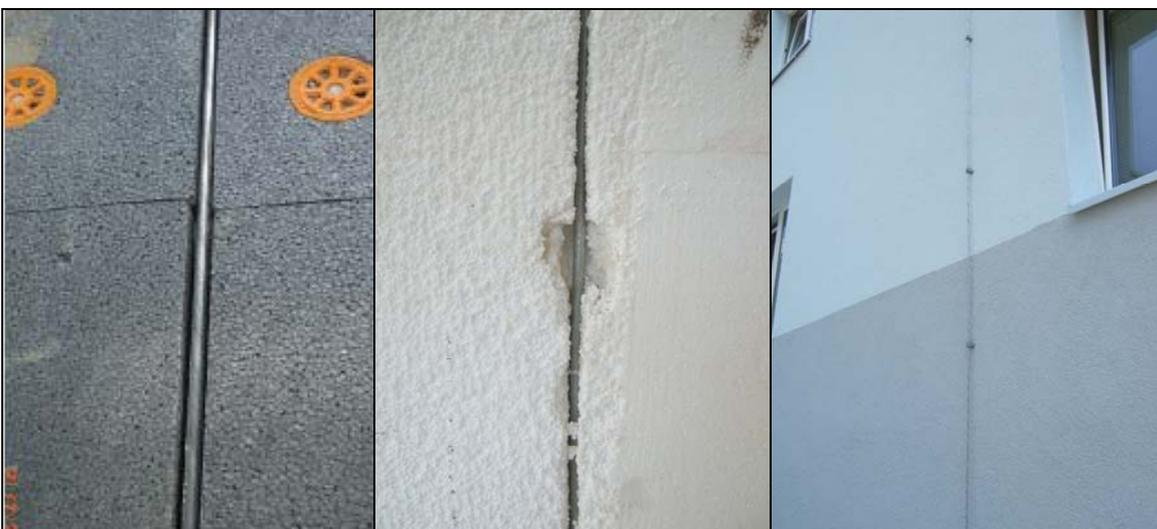


Abb. 7: links und Mitte: Blitzschutz in Wärmedämmung eingeschlizt
rechts: Blitzschutz auf der fertigen Fassade befestigt

Bei der Herstellung des Blitzschutzes an der Außenwand können drei Verlegearten unterschieden werden:

- Verlegung des Blitzschutzes direkt an der Oberfläche der Außenwand (Rohbau oder Altputz) und Einschlitzeln der Wärmedämmung an der Rückseite.
- Einbettung des Blitzschutzes an der Oberfläche der Wärmedämmung durch Einschlitzeln. Diese Art der Montage ist als problematisch anzusehen.
- Montage des Blitzschutzes auf der fertigen Fassade.



Abb. 8: Fensteranschlüsse mit Dichtbändern

Bei den Fenster- und Türanschlüssen werden im Regelfall Dichtbändern eingesetzt, bei ca. 10 % der untersuchten Baustellen wurden aber die Anschlüsse noch ohne den Einsatz von Dichtbändern hergestellt.

- Erforderliche Maßnahmen:
- Einsatz von Dichtbändern bei allen Fenster- und Türanschlüssen
 - Einsatz von Dichtbändern bei Durchdringungen

4.5 Sockel- und Spritzwasserbereich

ÖNORM B 6410, Pkt. 6.3.1

Grundsätzlich ist der untere Anschluss der Fassade zum Untergrund dicht auszuführen.

Wenn der untere Abschluss einer Fassade mit einem Sockelprofil ausgeführt wird, ist ein Profil ohne Lochung des horizontalen Schenkels zu verwenden. Ein Sockelprofil ist nur über Geländeoberkante auszuführen.



Abb. 9: links: Sockelausbildung mit unterem Sockelprofil; Mitte: Sockelausbildung ohne unterem Sockelprofil; rechts: nicht normgemäße Sockelausbildung.

Gemäß ÖNORM B 6410, Pkt. 6.3.1 ist ein Sockelabschluss auch ohne die Verwendung eines Sockelprofils mit einer entsprechenden Einbindung eines Textilglasgitters, welches vor dem Aufbringen der Dämmplatten an der Wand mit Klebemörtel befestigt wird, möglich. Die in Abbildung 9 rechts dargestellte Ausführung entspricht aber nicht der in der ÖNORM definierten Vorgangsweise. Weiters weisen die Dämmplatten Beschädigungen auf. Auch aus diesem Grund ist die Verwendung eines Sockelprofils zu empfehlen.

4.6 Verarbeitung des Klebers

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.3.2

Der Kleber wird nach der Randwulst-Punkt-Methode auf die Dämmplatte aufgebracht. Am Rande der Platte wird umlaufend ein entsprechend breiter Streifen und in der Mitte der Platten werden mindestens drei etwa handtellergroße Patzen aufgetragen. Der Kleber darf auch vollflächig mit einer Zahnspachtel (etwa 10-mm-Zahnung) aufgetragen werden. In beiden Fällen haben die Kontaktflächen mit dem Untergrund etwa 40 % zu betragen.

Auf einer Baustelle wurde in einem Teilbereich nur eine Klebefläche von ca. 30 % erzielt, d.h. die Mindestkontaktfläche wurde unterschritten. Im Allgemeinen ist aber davon auszugehen, dass die 40 % Grenze eingehalten wird.

4.7 Verlegen der Dämmplatten

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.3.3

Grundsätzlich sind nur ganze Dämmplatten von unten nach oben satt aneinandergestoßen und voll auf Fuge im Verband zu verlegen. An den Gebäude-Außenkanten sind wechselweise ganze und halbe Platten so zu verlegen, dass die halben Platten jeweils stumpf an die ganzen Platten stoßen.



Abb. 10: Kreuzfugen, nicht voll auf Fuge verlegte Dämmplatten



Abb. 11: nicht normgemäße Ausbildung von Gebäude-Außenkanten

Die Verwendung von Reststücken (Mindestbreite: 15 cm) des gleichen Dämmstoffes ist zulässig, sie dürfen jedoch nur vereinzelt über die Fläche verteilt (nicht an Gebäude-Außenkanten und Gebäudeöffnungen) verlegt werden. Beschädigte Platten, insbesondere solche mit abgebrochenen oder eingedrückten Ecken oder Kanten, dürfen nicht verwendet werden.



Abb. 12: eingepasste „Reststücke“, Mindestbreite unterschritten

Bei der Verlegung der Dämmplatten werden die Vorgaben der ÖNORM sowie die Verarbeitungsrichtlinien der Hersteller nicht im ausreichenden Maße beachtet. Die Vorgabe der Verlegung der Dämmplatten voll auf Fuge wurde bei ca. 30 % der Baustellen nicht eingehalten.

Die Ausbildung von Gebäude-Außen- und Innenecken bereitet vielfach Probleme, insbesondere nicht rechtwinkelige Innenecken. Hier müsste größere Platten vor allem bei größeren Dämmstärken entsprechend dem vorhandenen Winkel an den Stirnseiten bearbeitet werden. Dies unterbleibt aber aus Zeitgründen.

Die Mindestbreite der Reststücke von Dämmplatten wurde bei mehr als drei Viertel der untersuchten Bauvorhaben unterschritten. Vielfach werden auch nur einige Zentimeter Breite Reststücke verwendet um „Löcher“ zu „flicken“.

Erforderliche Maßnahmen: → Ausarbeitung von Verlegeplänen
→ Schulung der Arbeiter

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.3.3

*Dämmplattenstöße dürfen nicht in die Kanten von Wandöffnungen übergehen.
Bewegungsfugen müssen übernommen und ausgebildet werden.*



Abb. 13: Fensteranschlüsse

Der so genannte „Schuhschnitt“ (auch als Pistolen- oder Stiefelschnitt bezeichnet) wird nicht überall ausgeführt. Vielfach kann an einer Fassadefläche die richtige und die falsche Ausführung der Fensteranschlüsse nebeneinander oder übereinander beobachtet werden.

Erforderliche Maßnahmen: → Ausarbeitung von Verlegeplänen
→ Schulung der Arbeiter



Abb. 14: Bewegungsfugen

Bewegungsfugen in der Dämmebene der Fassade werden mit entsprechenden Formteilen ausgebildet, deren Anwendung standardmäßig erfolgt.

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.3.3

Fugen über 2 mm Breite sind mit Dämmstreifen auszufüllen. Bei EPS-F-Platten darf bei Fugen unter 4 mm Breite ein geeigneter Schaum nach Angabe des Systemhalters verwendet werden. Ein Fugenverschluss mit Klebemörtel oder Unterputz ist unzulässig.



Abb. 15: Fugen zu groß bzw. nicht ausgeschäumt; unten rechts: Fugen ausgeschäumt



Abb. 16: Fugen mit Kleber verschlossen

Fugen werden vielfach nicht ausgeschäumt oder unzulässigerweise mit Kleber oder Unterputz verschmiert. In diesem Bereich besteht ein großes Potential zur Qualitätsverbesserung.

Erforderliche Maßnahmen: → Schulung der Arbeiter

4.8 Dübelschema

Die ÖNORM B 6410 enthält genaue Angaben über die Anzahlung und Anordnung der Dübel auch für die Randbereiche, welche einer erhöhten Windsogbelastung ausgesetzt sind.



Abb. 17: Dübelschema (links) bzw. Randverdübelung (Mitte, rechts) nicht eingehalten

Bei einer Baustelle wurde das Dübelschema nicht eingehalten, die Vorgaben bezüglich der Randverdübelung (zusätzliche Dübel) wurden öfters nicht eingehalten.

Erforderliche Maßnahmen: → Schulung der Arbeiter

4.9 Setzen der Dübel

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.4.6

Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die Dübel sind oberflächenbündig mit dem Dämmstoff zu setzen.

- *Beim Dübeln muss im Dübelbereich unter der Dämmstoffplatte eine Klebung vorhanden sein.*
- *Jeder gestauchte oder augenscheinlich nicht fest sitzende Dübel muss entfernt werden. Das entstandene Loch ist mit Dämmstoff zu verfüllen. Daneben muss ein neuer Dübel gesetzt werden.*

Vielfach wurden die Dübel nicht oberflächenbündig d.h. zu tief versetzt, teilweise wurde der dadurch entstandene Abstand von Telleroberfläche der Dübel zur Oberfläche der Dämmplatten ausgeschäumt. Wird der Abstand mit Kleber aufgefüllt kann es durch das Schwindverhalten des Klebers dazu führen, dass sich das Dübelschema bei Streiflicht an der Fassade abzeichnet.

Eine neue Entwicklung stellen Versenkdübel mit Dämmstofffrondel bzw. Dübelkappe dar. Die Dübel werden tiefer in den Dämmstoff versetzt. Mit einem Spezialbohrer wird ein Zylinder mit dem Durchmesser des Dübeltellers aus dem Dämmstoff ausgefräst. Der dadurch entstandene Hohlraum wird mit einer Dübelkappe aus dem gleichen Material wie der Dämmstoff geschlossen. Die Dübelkappe wird dann oberflächenbündig abgeschnitten.



Abb. 18: zu tief sitzende Dübeln, teilweise ausgeschäumt



Abb. 19: Versenkdübel mit Dübelkappe

Erforderliche Maßnahmen: → Schulung der Arbeiter
→ Verwendung von Versenkdübel mit Dübelkappe

4.10 Unterputz

Einzuhaltende Schichtdicken gemäß ÖNORM B 6410:

Tabelle 6: Unterputz- Schichtdicken gemäß ÖNORM B 6410; Pkt. 6.5.1:

Nennstärke [mm]	Mindeststärke [mm]	Mittelwert ¹⁾ [mm]	Lage des Textilgitters	Einzuhalten bei Systemen mit
3	2	≥ 2,5	Mittig	EPS-F
5	5	≥ 4,5	äußeres Drittel	EPS-F, MW-PT
8	5	≥ 7	äußeres Drittel	MW-PT

¹⁾ Mittelwert einer repräsentativen Stichprobe (mind. 5 Einzelwerte)



Abb. 20: links: Probeöffnung für Messung der Schichtstärke des Unterputzes
rechts: Textilgitter zeichnet sich aufgrund zu geringer Unterputzschichtstärke ab

Die Schichtdicke des Unterputzes wurde bei ca. ein Drittel der untersuchten Baustellen nicht eingehalten, sodass Nacharbeiten erforderlich waren.

Erforderliche Maßnahmen: → Schulung der Arbeiter

4.11 Diagonalbewehrung

ÖNORM B 6410; Pkt. 6.5.3

An Ecken von Fenster- und Türöffnungen sind Diagonalbewehrungen anzubringen und vor der Flächenbewehrung in den Unterputz einzubetten.

Üblicherweise betragen die Abmessungen der Bewehrungsstreifen ca. 20 cm x 40 cm.



Abb. 21: Größe der Bewehrungsstreifen nicht eingehalten

Bei etwas mehr als ein Viertel der Baustellen wurden die Abmessungen der diagonalen Bewehrungsstreifen bei den Fenstern unterschritten bzw. fehlten ganz.

Erforderliche Maßnahmen: → Schulung der Arbeiter

4.12 Prüfungen für die Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen

ÖNORM B 6410, Anhang C (informativ) C.1 Durchführung der Prüfungen

Eine Prüfung der Verarbeitung eines Wärmedämm-Verbundsystems vor Ort kann vertraglich vereinbart worden sein. Die Prüfung erfolgt durch den Verarbeiter des WDVS in Zusammenarbeit mit der örtlichen Bauaufsicht und/oder einer vom Auftraggeber vertraglich autorisierten Stelle. Die Ergebnisse dieser Prüfungen werden in einem Protokoll festgehalten, welches während der Ausführungszeit auf der Baustelle aufliegt.

Einige Hersteller von Wärmedämmverbundsystemen betreuen die Ausführung in Form von wöchentlichen Überprüfungen des Baufortschritts. Diese Baustellen werden von Mitarbeitern bzw. von extern beauftragten Fachleuten überprüft und der Fortschritt der Arbeiten bzw. Mängel schriftlich in einem Protokoll festgehalten. Diese Überprüfung haben einerseits den Sinn einer Qualitätskontrolle, andererseits auch den Zweck sich bei Mängeln aus der Perspektive der Hersteller und/oder des Lieferanten frei beweisen zu können.

Erforderliche Maßnahmen: → Ausbau der Qualitätssicherung auf alle Baustellen
→ Auswertung der Protokolle in Hinsicht auf die häufigsten Fehlerquellen und darauf aufbauend Verbesserung der Schulung der Fassader

5 Analyse von Energieausweisen

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden Daten über die thermische Qualität von Gebäuden und ihrer Außenwände bzw. über die Stärken von Außenwanddämmungen erhoben, um den tatsächlichen Ausführungsstandard im Baugewerbe bezüglich der Energieeffizienz zu ermitteln. In Summe standen für die Auswertung 83 Energieausweise von 50 verschiedenen Gebäuden zur Verfügung. In den nachfolgenden Tabellen sind die gesammelten Daten zusammengestellt.

Tabelle 7: Heizwärmebedarf Bestand und nach Sanierung verschiedener Gebäude

BVH	Bundesland	erbaut	Gebäudeart	Heizwärmebedarf (HWB) Bestand		Heizwärmebedarf (HWB) nach Sanierung	
				Standortklima	Referenzklima	Standortklima	Referenzklima
				[kWh/m ² a]		[kWh/m ² a]	
1	Wien	1983	Mehrfamilienhaus	56,8	54,4	25,9	24,6
2	Wien	1981	Mehrfamilienhaus	54,0			
3	Wien	1981	Mehrfamilienhaus	99,1			
4	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	99,5	93,5	27,6	25,5
5	Wien	1971	Mehrfamilienhaus	100,7	97,9	24,1	23,0
6	Wien	1979	Mehrfamilienhaus	84,4	79,7	28,4	26,5
7	Wien	1979	Mehrfamilienhaus	77,1	72,8	28,1	26,2
8	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	84,8	80,5	28,1	26,3
9	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	87,9	83,5	29,6	27,8
10	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	91,8	87,2	29,9	28,1
11	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	82,1	86,4	29,6	27,8
12	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	136,9	130,1	34,9	32,7
13	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	144,9	137,7	34,3	32,2
14	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	131,0	124,4	35,3	33,1
15	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	125,1	118,8	33,4	31,3
16	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	140,7	133,6	36,7	34,4
17	Wien	1971	Mehrfamilienhaus	75,1		44,0	
18	Wien	2009	Einfamilienhaus	30	29		
19	NÖ	k.A.	k.A.	157		68	69
20	NÖ	1982	Verkaufsstätten		177		
21	NÖ	1982/ 1998	Verkaufsstätten		64		
22	NÖ	k.A.	Mehrfamilienhaus		252		132
23	NÖ	k.A.	k.A.	255		50	49
24	NÖ	1981	Einfamilienhaus		214		62
25	NÖ	k.A.	Einfamilienhaus	195	197	65	66

Tabelle 8: Heizwärmebedarf Bestand und nach Sanierung verschiedener Gebäude
(Fortsetzung)

BVH	Bundes- land	erbaut	Gebäudeart	Heizwärmebedarf (HWB) Bestand		Heizwärmebedarf (HWB) nach Sanierung	
				Standort- klima	Referenz- klima	Standort- klima	Referenz- klima
				[kWh/m ² a]		[kWh/m ² a]	
26	Stmk	k.A.	Wohnhaus Ausbau DG		296,3		86,2 33,4
27	Stmk	k.A.	Pensionen/ Mehrfamilienhaus Ausbau DG		110		40 51
28	Stmk	1973	Mehrfamilienhaus Ausbau DG		87		37 32
29	Stmk	1800	Mehrfamilienhaus/ Einfamilienhaus		118		62
30	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus Ausbau DG		142		97 52
31	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus DG	94,7 47,0	88,6 45,1		
32	Stmk	1950	Mehrfamilienhaus	84,4	78,9		
33	Stmk	2002	Mehrfamilienhaus	83,8	78,3		
34	Stmk	17. Jhdt	Mehrfamilienhaus	53,9	50,2		
35	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	57,3	53,5		
36	Stmk	1910	Mehrfamilienhaus	84,4	78,5		
37	Stmk	1910	Mehrfamilienhaus	107,2	100,2		
38	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	39,3	37,2		
39	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	43,9	41,2		
40	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	37,7	35,4		
41	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	32,5	31,1		
42	Stmk	1870	Mehrfamilienhaus	104,5	97,6		
43	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	9,9	8,6		
44	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	7,8	7,3		
45	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Gaststätte	102,1 144,9	94,2 131,2		
46	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	69,7	65,4		
47	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Bürogebäude	62,7 52,4	59,4 77,3		
48	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Bürogebäude	87,2 151,6	82,2 174,5		
49	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	58,6	54,0		
50	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	69,2	63,8		

Eine ausreichend große Stichprobengröße von Vergleichsobjekten ergab sich nur für die Gebäudeart Mehrfamilienhaus. Der durchschnittliche jährliche Heizwärmebedarf für Mehrfamilienhäuser (Bestand, unsaniert) ergab sich zu (ohne Passivhäuser BVH 43 und 44):

n = 35	Standortklima	HWB = 84,0 kWh/m ² a (Bestand)
n = 37	Referenzklima	HWB = 88,8 kWh/m ² a (Bestand)

Für die Gebäude die saniert wurden bzw. für die ein Sanierungskonzept vorlag errechnete sich der durchschnittliche jährliche Heizwärmebedarf vor und nach der Sanierung zu:

n = 15	Standortklima	HWB = 101,3 kWh/m ² a (Bestand)
n = 15	Standortklima	HWB = 31,3 kWh/m ² a (nach Sanierung)
	Einsparung	= 70,0 kWh/m ² a (69,1 %)
n = 19	Referenzklima	HWB = 110,0 kWh/m ² a (Bestand)
n = 19	Referenzklima	HWB = 40,4 kWh/m ² a (nach Sanierung)
	Einsparung	= 69,6 kWh/m ² a (63,3 %)

Ergänzend seien die Anforderungen an den Heizwärmebedarf bei Neubau von Wohngebäuden und bei umfassender Sanierung und die Energieeffizienzklassen nach OIB Richtlinie 6 angeführt:

Tabelle 9: Anforderungen an den Heizwärmebedarf gemäß OIB - Richtlinie 6:

Neubau Wohngebäude		
ab 1.1.2010	$HWB_{BGF,WG,max,Ref} = 19 \cdot (1 + 2,5/lc)$ [kWh/m ² a]	Höchstens jedoch 66,5 [kWh/m ² a]
Umfassende Sanierung Wohngebäude		
ab 1.1.2010	$HWB_{BGF,WGsan,max,Ref} = 25,0 \cdot (1 + 2,5/lc)$ [kWh/m ² a]	Höchstens jedoch 87,5 [kWh/m ² a]

Tabelle10: Klassengrenzen für den jährlichen Heizwärmebedarf gemäß OIB - Richtlinie 6:

Klasse A++	$HWB_{BGF,Ref} \leq 10$ kWh/m ² a
Klasse A+	$HWB_{BGF,Ref} \leq 15$ kWh/m ² a
Klasse A	$HWB_{BGF,Ref} \leq 25$ kWh/m ² a
Klasse B	$HWB_{BGF,Ref} \leq 50$ kWh/m ² a
Klasse C	$HWB_{BGF,Ref} \leq 100$ kWh/m ² a
Klasse D	$HWB_{BGF,Ref} \leq 150$ kWh/m ² a
Klasse E	$HWB_{BGF,Ref} \leq 200$ kWh/m ² a
Klasse F	$HWB_{BGF,Ref} \leq 250$ kWh/m ² a
Klasse G	$HWB_{BGF,Ref} > 250$ kWh/m ² a

Die sanierten Mehrfamilienhäuser wären demnach in die Energieeffizienzkategorie B einzustufen.

Für die Gebäude für die auch Daten über die charakteristische Länge (siehe Tabelle 11 und 12) vorliegen ergeben sich folgende Werte:

n = 15	Referenzklima	HWB = 108,8 kWh/m ² a (Bestand)
n = 15	Referenzklima	HWB = 35,4 kWh/m ² a (nach Sanierung)
	Einsparung	= 73,4 kWh/m ² a (67,5 %)

$n = 15$ Referenzklima $l_c = 3,0$ m (nach Sanierung)

draus folgt mit $l_c = 3,0$ m

$$HWB_{BGF, WG, san, max, Ref} = 25,0 \cdot (1 + 2,5/3,0) = 45,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} < 87,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Vergleichswert Neubau mit $l_c = 3,0$ m

$$HWB_{BGF, WG, max, Ref} = 19 \cdot (1 + 2,5/3,0) = 34,8 \text{ kWh/m}^2\text{a} < 66,5 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Vergleichswert Niedrigenergiegebäude mit $l_c = 3,0$ m

$$HWB_{BGF, WG, max, Ref} = 17 \cdot (1 + 2,5/3,0) = 31,2 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

Im Allgemeinen wird mit einer heute üblichen thermischen Sanierung bei Mehrfamilienhäusern der Grenzwert für eine umfassende Sanierung für den jährlichen Heizenergiebedarf unterschritten, der Grenzwert für den Neubau in etwa erreicht und der Vergleichswert für ein Niedrigenergiegebäude im Durchschnitt nicht erreicht. Ergänzend sei angemerkt, dass sehr wohl einige bestehende Mehrfamilienhäuser auf Niedrigenergiestandard saniert werden u.a auch, um die entsprechenden Förderung zu bekommen.

Die Heizenergieeinsparung beträgt ca. 2/3 bis 70 %. Der Passivhausstandard wird bei einer heute üblichen Sanierung mit den aktuell häufig angewendeten Außenwanddämmstärken von 10, 12 bzw. 16 cm nicht erreicht.

Tabelle 11: Daten Energieausweise verschiedener Gebäude

BVH	Bundesland	erbaut	Gebäudeart	Char. Länge (lc)	Kompaktheit (A/V)	Mittlerer U-Wert (Um)	LEK-Wert	Dämmstärke Außenwand
				[m]	[1/m]	[W/m ² K]		[cm]
1	Wien	1983	Mehrfamilienhaus	3,41	0,29	0,84/0,39		10,0
2	Wien	1981	Mehrfamilienhaus	1,71		0,39	32	
3	Wien	1981	Mehrfamilienhaus	1,71		0,72	58	
4	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	2,21/2,94	0,45/0,34	0,82/0,31		16,0
5	Wien	1971	Mehrfamilienhaus	3,36	0,30	1,41/0,37		
6	Wien	1979	Mehrfamilienhaus	2,33/3,12	0,43/0,32	0,77/0,35		
7	Wien	1979	Mehrfamilienhaus	2,38/3,23	0,42/0,31	0,73/0,36		
8	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	2,58/3,29	0,39/0,30	0,86/0,38		15,0
9	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	2,51/3,18	0,40/0,31	0,87/0,39		15,0
10	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	2,40/3,01	0,42/0,33	0,86/0,36		15,0
11	Wien	1970	Mehrfamilienhaus	2,54/3,22	0,39/0,31	0,87/0,39		15,0
12	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	2,17/2,90	0,46/0,34	1,06/0,39		
13	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	2,16/3,07	0,46/0,33	1,12/0,40		
14	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	2,22/2,84	0,45/0,35	1,04/0,39		
15	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	2,32/3,07	0,43/0,33	1,03/0,38		
16	Wien	1954	Mehrfamilienhaus	2,11/2,66	0,47/0,38	1,05/0,37		
17	Wien	1971	Mehrfamilienhaus	2,89		0,91/0,54	56/33	
18	Wien	2009	Einfamilienhaus	1,45	0,69	0,29	25	16,0

Tabelle 12: Daten Energieausweise verschiedener Gebäude (Fortsetzung)

BVH	Bundesland	erbaut	Gebäudeart	Char. Länge (lc)	Kompaktheit	Mittlerer U-Wert (Um)	LEK-Wert	Dämmstärke Außenwand
				[m]	[1/m]	[W/m ² K]		[cm]
19	NÖ	k.A.	k.A.	2,1	0,48	0,54		
20	NÖ	1982	Verkaufsstätten	1,72	0,58	0,78	63	
21	NÖ	1982/ 1998	Verkaufsstätten	2,02	0,49	0,39	29	10,0
22	NÖ	k.A.	Mehrfamilienhaus	1,33/1,17	0,75/0,85	1,03/0,54	93/51	
23	NÖ	k.A.	k.A.	1,7	0,58	0,41		10,0
24	NÖ	1981	Einfamilienhaus	1,39/1,49	0,72/0,67	1,05/0,34	92/29	12,0
25	NÖ	k.A.	Einfamilienhaus	1,3	0,77/0,79	0,85/0,35		10,0
31	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus DG	3,03	0,33	0,83	54	
				2,50	0,40	0,50	32	
32	Stmk	1950	Mehrfamilienhaus	1,55	0,64	0,52	44	
33	Stmk	2002	Mehrfamilienhaus	1,31	0,76	0,47	43	
34	Stmk	17. Jhdt	Mehrfamilienhaus	2,58	0,39	0,49	32	
35	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	2,84	0,35	0,60	38	
36	Stmk	1910	Mehrfamilienhaus	3,80	0,26	0,97	50	
37	Stmk	1910	Mehrfamilienhaus	2,26	0,44	0,79	56	
38	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	1,80	0,56	0,32	24	
33	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	1,63	0,61	0,31	23	
40	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	2,02	0,49	0,33	25	
41	Stmk	2009	Mehrfamilienhaus	2,18	0,46	0,33	25	
42	Stmk	1870	Mehrfamilienhaus	2,47	0,41	0,83	57	
43	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	1,77		0,19	15	
44	Stmk	k.A.	Mehrfamilienhaus	1,50		0,18	15	
45	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Gaststätte	1,09	0,92	0,33	32	
				0,99	1,01	0,48	49	
46	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	1,89	0,53	0,49	38	
47	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Bürogebäude	2,20	0,45	0,47	34	
				1,77	0,42	0,42	34	
48	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus Bürogebäude	1,49	0,67	0,47	40	
				1,58	0,63	0,87	73	
49	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	2,02	0,50	0,39	29	
50	Stmk	1900	Mehrfamilienhaus	1,59	0,63	0,38	32	

6 Zusammenfassung

Das von der österreichischen Forschungsfördergesellschaft geförderte und in Zusammenarbeit von der Geschäftsstelle Bau der Wirtschaftskammer Österreich und dem **ofi**-Institut für Bauschadensforschung durchgeführte Forschungsprojekt hatte die häufigsten Mängel und Schäden an Fassaden zum Inhalt. Die Ergebnisse zu den Putzfassaden wurden im Teil 2 des 4. Österreichischen Bauschadensberichts veröffentlicht. In diesem Teil 1 wurden die Wärmedämmverbundfassaden behandelt.

In Bezug auf die Analyse der Schadensgutachten kann festgehalten werden, dass viele Mängel bei der Ausführung von Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen die Schichtdicke des Unterputzes betrafen. Weiters wurden einige Schadensfälle auf das Schwindverhalten der Dämmplatten zurückgeführt, sowie auf die mangelhafte Ausführung der Befestigung der Dämmplatten. Ebenso wurden mehrfach die Mindestschichtdicke des Deckputzes unterschritten, Anschlüsse im Sockelbereich mangelhaft ausgeführt und größere Fugen zwischen den Dämmplatten nicht ausgeschäumt.

Die Untersuchung der Leistungsverzeichnisse von 17 Ausschreibungen von Außenwand-Wärmedämmverbundsystemen ergab, dass die Positionen der Standardisierten Leistungsbeschreibung Hochbau den Umfang der Arbeiten ausreichend genau beschreiben, sodass keine frei formulierten Positionen ergänzt werden müssen. Die Anwendung der STL-B-HB im Bereich WDVS-Fassaden bildet eine gute Grundlage für eine qualitätsvolle Ausführung der Arbeiten. Die Ergebnisse sind auch auf die neue Version 18 der StLB-HB übertragbar, da es bei der Leistungsgruppe 44 „Außenwand-Wärmedämmverbundsystem“ im Gegensatz zur Leistungsgruppe 10 „Putzarbeiten“ zur keiner Überarbeitung bzw. zu keinen Umgliederungen kam.

Die Analyse der Arbeiten an WDVS-Fassaden ergab, dass in vielen Bereichen die **Vorgaben der ÖNORM nicht eingehalten werden**. Viele Ausführungsfehler betrafen die Verlegung der Dämmplatten. Vor allem die Mindestbreite der Reststücke und die Verlegevorschrift „Voll auf Fug“ wurden nicht eingehalten. Auch der so genannte „Schuhschnitt“ wurde nicht überall ausgeführt. Weitere Mängel betrafen den Untergrund, die Ausbildung der Fugen, das Dübelschema, das Setzen der Dübel, die erforderliche diagonale Netzbewehrung bei den Fenstern und die Schichtstärke des Unterputzes. Zwar ist größtenteils das Wissen um die richtige Ausführung bei den Arbeitern vorhanden, aber bei der Umsetzung des Wissens passieren vielfach Fehler.

Ein Teil der Mängel ist wahrscheinlich auch auf den Zeitdruck, der auf den Baustellen herrscht (siehe dazu auch Kapitel 5 „Befragung der ausführenden Arbeiter“ im Teil 2 des 4. Österreichischen Bauschadensberichts), zurückzuführen, da eine nicht normgemäße Ausführung - vor allem in Bezug auf die Ausbildung der Ecken und die Reststückbreite - manchmal ein schnelleres Arbeiten erlaubt. Eine Möglichkeit für eine Verbesserung in

diesem Bereich wäre die Ausarbeitung von Verlegeplänen für die Dämmplatten. Wenn „richtig“ mit einer halben oder ganzen Platten an einer Ecke begonnen wird, können möglicherweise ungünstige Fugenbilder bei Fenstern und Anschlüssen bzw. zu kleine Reststücke vermieden werden.

Um die Fehlerquote auf den Baustellen bei WDVS-Fassaden zu verringern, ist es sicher auch notwendig, die Arbeiter zu schulen bzw. das vorhandene Wissen wieder aufzufrischen. Die könnte entweder durch Schulungen direkt auf der Baustelle oder durch halb- oder ganztägige Kurse auf den Lehrbauhöfen erreicht werden.

Die Auswertung der zur Verfügung gestellten Energieausweise ergab, dass der jährliche Heizenergiebedarf von unsanierten Mehrfamilienhäusern der Energieeffizienzklasse C entsprach. Nach einer thermischen Sanierung wird durchschnittlich die Energieeffizienzklasse B erreicht. Die Heizenergieeinsparung beträgt ca. 2/3 bis 70 % bei den heute üblichen Außenwanddämmstärken von 10, 12 bzw. 16 cm. Die Häufigkeit der Anwendung verschiedener Dämmstärken ist in Abbildung 22 zusammengestellt. Dazu wurden die Tabellen 3, 4, 11 und 12 ausgewertet. Bauvorhaben, die in den Tabellen mehrfach berücksichtigt wurden, wurden nur einfach gezählt.

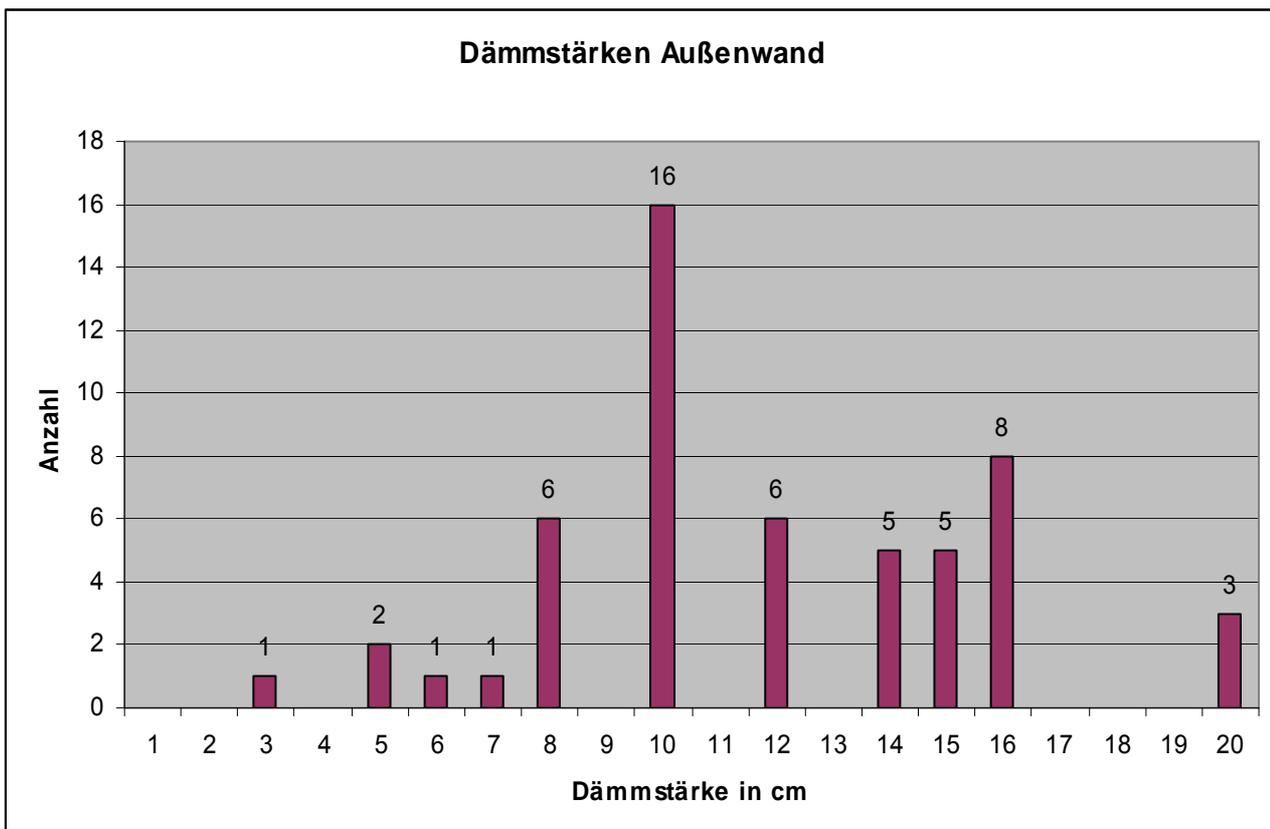


Abb. 22: Dämmstärken von Außenwänden

Am häufigsten wurden Dämmplatten mit einer Stärke von 10 cm verwendet. Eine Verschiebung zu Dämmstärken von 16 cm ist zu erwarten. Die Anwendung von Dämmstärken von 20 cm stellt derzeit noch die Ausnahme dar.

ANHANG

Literaturverzeichnis

Fotonachweis

LITERATURVERZEICHNIS

BALAK M., ROSENBERGER R., STEINBRECHER M.; 2005; 1. Österreichischer Bauschadensbericht; Service GmbH der Wirtschaftskammer Österreich, Tel.: 05 90 900 - 5050, Fax: 05 90 900 - 236, E-Mail: mSERVICE@wko.at; Wiedner Hauptstraße 63, 1040 Wien.

ÖNORM B 6410: Ausgabe 2004 08 01; Außenwand-Wärmedämm-Verbundsystem - Verarbeitung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.

Standardisierte Leistungsbeschreibung, LB-Hochbau BMWA, LB-HB, Version 17, 2005-04, LG 44, Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme (WDVS); Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Stubenring 1, 1010 Wien

http://www.bmwa.gv.at/BMWA/Service/Bauservice/lb_hochbau.htm

FOTONACHWEIS

Abbildung 1: Bild links

Abbildung 7: Bild links

Abbildung 10: Bild oben links, Bild oben Mitte, Bild unten links

Abbildung 11: Bild links

Abbildung 12: Bild oben links, Bild unten links, Mitte und rechts

Abbildung 13: Bild oben Mitte, Bild unten links

Abbildung 15: Bild oben links, Mitte und rechts, Bild Mitte

Abbildung 16: Bild oben links, Bild unten links, Bild Mitte

Abbildung 17: Bild links

Abbildung 18: Bild unten links

Abbildung 21: Bild links

© Heinrich Horn Baumanagement e.U.

1210 Wien, Arnoldgasse 2

T: 01/27 13 069

F: 01/27 11 353

M: 0664/120 66 02

E: h.horn@heho-baumanagement.at

W: <http://www.heho-baumangement.at>

Alle übrigen Fotos

© Dipl.-Ing. Michael Steinbrecher

Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen

Staatl. befugter und beeideter Ziviltechniker

1040 Wien, Mayerhofgasse 11/2/10

T + F: 01/544 31 44

M: 0699/12391096

E: office@zt-steinbrecher.at



Bezugsquelle: Service GmbH der WKÖ, Tel.: 05 90 900 – 5050, Fax: 05 90 900 – 236, E-Mail: mSERVICE@wko.at