

HAWK HILDESHEIM

Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst
Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer

Baukonstruktion und Bauphysik in der Fakultät Bauwesen

**Vorlesungsskripte zur Baukonstruktion
der
HAWK Hildesheim**

Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)

Stand 10/2012 [0]

1	Einleitung	3
2	Aufbau von Wärmedämmverbundsystemen	3
2.1	Untergrund.....	4
2.2	Dämmstoffe.....	4
2.3	Putzsysteme.....	5
2.4	Armierungsgewebe.....	5
3	Anforderungen an Wärmedämmverbundsysteme	6
3.1	Standsicherheit.....	6
3.2	Wärmeschutz.....	6
3.3	Tauwasserschutz.....	7
3.4	Schlagregenschutz.....	7
3.5	Brandschutz.....	8
3.6	Schallschutz.....	9
3.7	Dauerhaftigkeit.....	9
4	Beanspruchungen	10
4.1	Mechanische Beanspruchungen.....	10
4.2	Thermische Beanspruchungen.....	10
4.3	Schwindverhalten von Wärmedämmverbundsystemen.....	11
4.4	Festigkeitsverlust von Dämmstoffen infolge Feuchte.....	11
5	Standsicherheitsnachweis	12
5.1	Lastklassenmodell.....	12
5.2	Traglastmodell.....	13
5.3	Standartnachweis.....	13
5.4	Vereinfachter Nachweis für Gebäude bis 25m Höhe.....	13
5.5	Vorschlag Fachverband WDVS.....	13
6	WDVS auf Plattenbauten	13
7	Literatur	13

1 Einleitung

Die Problematik des Umweltschutzes ist eng mit der Energieeinsparung verbunden. Ein Großteil der die Umwelt belastenden Abgase (CO₂) stammen aus Hausfeuerungsanlagen. Dementsprechend sparen Wärmedämmmaßnahmen von Gebäuden nicht nur Heizkosten ein, sondern sind auch eine Investition für unsere Umwelt und damit in unsere Zukunft. Wärmedämmverbundsysteme dienen jedoch nicht nur der Verbesserung des Wärmeschutzes, sondern verbessern bei einigen Konstellationen auch den Schallschutz. Durch die zusätzliche Außendämmung werden die Temperaturschwankungen sowohl des Innenrauklimas als auch der Baukonstruktion gemindert. Dieses führt sowohl im Winter als auch im Sommer zu einem gleichmäßigeren und damit angenehmeren Wohnklima sowie zu geringeren thermischen Spannungen, wodurch temperaturbedingte Risse und damit auch Feuchtigkeitsschäden vermieden werden. Mit Hilfe dieser neuen, geschlossenen Haut werden ferner Wärmebrücken beseitigt oder zumindest gemindert sowie ein Schlagregenschutz erreicht. Wärmedämmverbundsysteme werden auch als korrosionshemmende Beschichtungen bei Stahlbetonwänden mit korrodierender Bewehrung eingesetzt.

Wärmedämmverbundsysteme sind unregelmäßige Baustoffe, die für die Anwendung eine europäische technische Zulassung (ETA) und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (Bauproduktengesetz) benötigen. Diese sind europäisch mit CE- und national mit Ü-Kennzeichen zu versehen

europäisch (CE-Kennzeichnung)

ETA OO/XXXX ein Unterputz mit einem Dämmstoff - alle Befestigungsarten
(OO – Jahr der Ersterteilung; XXXX laufende Nummer)

national (Ü-Kennzeichnung)

Z-33.41-XXX Unterputze - EPS - geklebt
Z-33.42-XXX Unterputze - EPS/MW - Profilbefestigung (Schienensystem)
Z-33.43-XXX Unterputze - EPS/MW - geklebt und gedübelt
Z-33.44-XXX Unterputze – MW-Lamelle - geklebt
Z-33.46-XXX Keramische Bekleidung – EPS / MW
Z-33.47-XXX WDVS im Holzbau – Unterputze – EPS / MW / Holzweichfaser
Z-33.49-XXX Aufdopplung von WDVS nach Z-33.43-XXX
Z-33-84-XXX nationale Nachregelungen
(XXX – laufende Nummer)

Seit Februar 2005 existiert die Norm DIN 55699 (Verarbeitungsnorm) über Wärmedämmverbundsysteme. Des Weiteren werden Aspekte in den Normen DIN EN 13162; 13163; 18 345 u. a. geregelt bzw. im BFS-Merkblatt 21 und anderen Merkblättern der verschiedenen Fachverbände beschrieben.

2 Aufbau von Wärmedämmverbundsystemen

Neben bauphysikalischen Gesetzmäßigkeiten wie Temperaturverlauf, Wasserdampfdiffusion oder Wärmespeicherung muss auf statische und konstruktive Gegebenheiten wie Windsog oder Bewegungen des Bauwerkes, aber auch auf gesetzliche Vorschriften und Wirtschaftlichkeit geachtet werden. Die fachmännische, sorgfältige und vorschriftsmäßige Ausführung der handwerklichen Arbeit spielt eine entscheidende Rolle.

Das Wärmedämmverbundsystem - abgekürzt "WDVS" - besteht aus mindestens vier Schichten:

- einer Klebe- bzw. Ausgleichschicht
- einer Wärmedämmschicht aus Dämmstoffen in unterschiedlicher Schichtdicke,
- einer armierten Beschichtung aus Armierungsmasse und Armierungsgewebe und
- einer Schlussbeschichtung zur Gestaltung der Oberfläche.

An Außenoberflächen übernimmt die Schlussbeschichtung in Verbindung mit der armierten Beschichtung auch den Wetterschutz.

Folgende Systeme sind auf dem Markt:

- a) WDVS mit Hartschaumdämmstoffplatten und mineralischem und organischen Putzsystemen,
- b) WDVS mit Mineralfaserdämmstoff und einem vollständigen mineralischen Putzsystem (nicht brennbar)
- c) WDVS mit Mineralfaserdämmstoff und einem mineralischen Unterputz und organischen Oberputzen
- d) WDVS mit Mineralfaserdämmstoff und organischen Putzsystemen
- e) WDVS mit Korkdämmstoffplatten und einem mineralischen Putzsystem
- f) WDVS mit Schilfrohrdämmplatten und einem mineralischen Putzsystem

2.1 Untergrund

Als Untergrund ist Beton aller Festigkeitsklassen nach DIN 1045 und üblicher Oberflächenbeschaffenheit, Rohmauerwerk aus Leichtbetonhohlblocksteinen, Kalksandstein, Schwebetonstein, Gasbeton, Ziegelstein und Mischmauerwerk sowie Alt- und Neuputze mit fester Oberfläche, stabilem Gefüge und guter Haftung zum Untergrund geeignet. Zusätzlich können Dämmstoffe auf Plattenbaustoffen im Holzbau aufgebracht werden.

Als Verankerungsgrund für Dübel gelten folgende Mauerwerksbildner:

<u>Kategorie</u>	
A	Beton
B	Vollsteine
C	Hochlochsteine
D	haufwerksporiger Leichtbeton
E	Porenbeton

in denen die statischen Dübel verschiedene Auszugswerte bei unterschiedlichen Verankerungstiefen erzielen.

Für Plattenbaustoffe im Holzbau gibt es keine statischen Dübel, hier können die Dämmplatten durch Dübel nur konstruktiv befestigt werden.

Die Wärmedämmplatten können bei ausreichend tragfähigem Untergrund geklebt und geklebt/gedübelt verankert werden. Geringere Unebenheiten werden mit einem Ausgleichsputz ausgebessert. Bei problematischen Untergründen, die z.B. sehr uneben sind, werden Hartschaumplatten mit einem Profilsystem (Schienensystem) oder speziellen Dübeln an der Wand befestigt.

2.2 Dämmstoffe

Die Fassadendämmstoffplatten können z.B. aus Hartschaum, Mineralfasern, Kork oder Schilfrohr usw. bestehen. Sie werden mit dem zu behandelnden Beschichtungsuntergrund verklebt und / oder mechanisch befestigt.

Für eine reine Verklebung müssen sowohl der Untergrund als auch die Klebeverbindung zwischen dem Dämmstoff und dem Untergrund eine genügend große Haftzugfestigkeit aufweisen.

Die Hartschaumdämmstoffe gemäß der DIN 13163 müssen mindestens zur Baustoffklasse B2 (normal entflammbar) gehören. Sie können aus Polystyrol, Polyurethan oder Phenolharz bestehen. Die Mineralfaserdämmstoffe, die der DIN 13162 unterliegen, müssen mindestens dem Typ zh bzw. zg entsprechen. Sie weisen derzeit eine Dicke von minimal 40 und maximal 340 mm auf (Für Laibungen können auch Dämmstoffdicken ab 20 mm eingesetzt werden). Mineralfaserdämmstoffe haben den Vorteil, dass sie zu den nicht brennbaren Baustoffen zählen und von daher auch für Gebäude mit erhöhten

Anforderungen an den Brandschutz eingesetzt werden dürfen; damit können WDVS z.B. auch im Hochhausbau eingesetzt werden. Ferner wirkt sich ihr besonders niedriger Wasserdampfdiffusionswiderstand positiv aus.

Sogenannte Lamellen-Mineralfaserdämmstoffplatten, die aus senkrecht zur Plattenoberfläche gerichteten Fasern bestehen, weisen eine erhöhte Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene auf. Diese Festigkeit ist unter anderem maßgebend für die Verklebung der Dämmplatten auf tragfähigen Untergründen. Diese Dämmplatten lassen sich auch auf gerundete Bauteiloberflächen mit einem Krümmungsradius bis zu etwa einem Meter verlegen. Der Verlegeuntergrund muss jedoch den Anforderungen an die Einheitstoleranzen für nicht oberflächenfertige Wände gemäß DIN 18201/18202 entsprechen. Da diese Anforderungen i. Allg. höchstens bei Neubauten erfüllt werden, ist bei Sanierungen zur Untergrundvorbereitung ein Ausgleichsputz, Erhöhung der Dämmstoffdicke o.ä. notwendig.

Im Erdreich werden auch extrudierte Polystyrol - Hartschaumplatten verwandt. Generell müssen WDVS im Erdreich vor mechanischen Verletzungen sowie vor der Erdfeuchte (auch sogenannte „hochwasserabweisende Sockelputze“ nehmen kapillar Erdfeuchte auf) geschützt werden; dieses ist z.B. mit Dränplatten möglich. Sollen die Wände im Erdreich nicht mit einem WDVS beschichtet werden, so sollte das WDVS zumindest bis 50 cm unterhalb der Kellerdecke fortgeführt werden, um eine Wärmebrücke zu vermeiden.

Es ist sehr wichtig, dass die Dämmstoffplatten press aneinanderstoßend verlegt werden, unvermeidbare Fugen sind mit B1-PU-Schaum bzw. dämmstoffgleich zu schließen, da sich sonst Armierungsmasse in die Fugen drückt, wodurch Schäden in Form von Rissen und Wärmebrücken entstehen würden.

Da Dübel eine materialbedingte Wärmebrücke darstellen (Schrauben mit Kunststoffköpfen mindern zwar diese Wirkung, sie schließen sie jedoch nicht aus), wurden inzwischen für Hartschaumplatten Dübeltypen entwickelt, die eine versenkte Montage ermöglichen bzw. mit glasfaserverstärkten Dübelstiften versehen sind.

Die Korkdämmstoffplatten gemäß DIN 18161 müssen dem Typ WD und der Brandschutzklasse B2 entsprechen.

2.3 Putzsysteme

Die Putzsysteme bestehen aus einem bewehrten Unterputz und einem Oberputz. Die Stärke des Gesamtputzsystems regelt generell die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, sie beträgt aber in der Regel 4 mm bis 20 mm; lediglich bei strukturiertem Oberputz darf sich die Gesamtstärke auf bis zu 25 mm belaufen. Das Putzsystem muss wasserabweisend und auf den als Putzträger dienenden Dämmstoff abgestimmt sein. Für den Unterputz, der die Funktion der Armierungsmasse erfüllt, können mineralischer Mörtel oder Dispersionsspachtelmassen mit Zementzusätzen Verwendung finden. Der Unterputz sollte in zwei Schichten aufgebracht werden, zwischen denen das Armierungsgewebe eingebettet wird.

Für die Oberputze stehen Kunstharzputze nach EN 15824, mineralische Putze nach EN 998-1/DIN V18550 und Silikatputze zur Verfügung.

Es entspricht dem Stand der Technik, dass eingefärbte, mineralisch gebundene Putze witterungsabhängig gegebenenfalls "wolkig" aufrocknen oder Ausblühungen zeigen. Dieses stellt keinen funktionellen Mangel dar und ist deswegen nicht zu beanstanden. Aus diesem Grund muss bei farbigen Putzen aus rein optischen Gesichtspunkten ein Egalisierungsanstrich vorgesehen werden. Grundsätzlich ist allerdings der Modellier- und Spachtelputz zu überstreichen, selbst wenn dieser im Farbton Weiß aufgebracht wurde.

Statt des Oberputzes können auch Flachverblender, Klinkerriemchen, Natursteine oder Fliesen verwendet werden.

2.4 Armierungsgewebe

Das Putzsystem muss die Materialspannungen aus den Temperaturschwankungen des Außenklimas vollständig aufnehmen. Damit sich das System dieser Belastung nicht durch Rissbildung entzieht, müssen

die Zugkräfte durch ein Armierungsgewebe aufgenommen werden. Dabei ist es wichtig, dass das Gewebe nur extrem geringen Temperaturdehnungen unterliegt und eine sehr hohe Dehnsteifigkeit besitzt. Diese Putzbewehrung muss aus Werkstoffen bestehen, die ihre Eigenschaften auch über längere Zeiträume nicht nachteilig verändern und darüber hinaus den Putz sowie übliche Anstriche und Beläge nicht schädigen. Hierbei ist die Beständigkeit des Werkstoffes besonders im Hinblick auf chemische und physikalische Einflüsse durch den Putz sicherzustellen.

Die Eigenschaften des in den WDVS eingebetteten Armierungsgewebes sind seit dem 1.1.1997 jeweils durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung beschreiben zu lassen. Die Reißfestigkeit des Bewehrungsgewebes ist in Anlehnung an DIN 53857 unter folgenden Prüfbedingungen zu ermitteln:

Prüfbedingungen	Anforderungen in Kette- und Schussrichtung
im Anlieferungszustand bei Normalklima	>1,8 kN / 5 cm
nach 28- tägiger Lagerung in 5 %iger Natronlauge und 23°C	>0.9 kN / 5 cm
nach 6 – stündiger Lagerung in einer alkalischen Lösung mit einem pH – Wert von 12,5 und 80°C	> 0,9 kN / 5 cm

3 Anforderungen an Wärmedämmverbundsysteme

Das WDVS ist ein Teil der Außenwandkonstruktion und unterliegt demzufolge den Landesbauordnungen. Es muss folgenden Anforderungen genügen:

- Standsicherheit
- Wärmeschutz
- Tauwasserschutz
- Schlagregenschutz
- Brandschutz
- Schallschutz
- Dauerhaftigkeit

Diese Funktionen werden durch das Verfahren die zu einer Erteilung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. einer Europäischen Technischen Zulassung (ETA) mit einer nationalen Ergänzungszulassung führen nachgewiesen. Erteilt werden diese in Deutschland durch das DIBt in Berlin.

3.1 Standsicherheit

Die auftretenden Beanspruchungen aus Eigenlast, Windsog und -druck, Stoß und thermisch - hygri-schen Einwirkungen müssen vom WDVS dauerhaft aufgenommen werden. Auf Grund der Schubsteifigkeit der Wärmedämmstoffe können bei den markt-gängigen WDVS zum einen die Eigenlasten des WDVS über den Dämmstoff an den Untergrund weitergeleitet werden, zum anderen aber werden die Scheibenverformungen des WDVS infolge hygro - thermischer Einwirkungen behindert. Aus den Verformungsbehinderungen entstehen Zwängungsspannungen im Putz bzw. in der Bekleidung. Der Nachweis wird über WDVS-Prüfungen nach ETAG 004 geführt.

3.2 Wärmeschutz

Auf Grund der in einem gewissen Rahmen variabel wählbaren Dämmstoffdicke kann das WDVS nicht nur an die Anforderungen der DIN 4108 -Wärmeschutz im Hochbau- und der alten Wärmeschutzverordnung angepasst werden, sondern auch an die neue Energie- Einsparverordnung. Die Wärmedämmstoffschicht

umschließt das Gebäude relativ lückenlos, so dass der Einfluss der meisten Wärmebrücken sehr stark eingeschränkt wird. Die gegebenenfalls notwendigen Dübel zur Verankerung der Wärmedämmstoffplatten stellen ggf. zu berücksichtigende Wärmebrücken dar, falls sehr viele Dübel erforderlich sind. (Abhängig vom Dübeltyp). Die hierzu notwendige Abminderungsfeststellung ist in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen enthalten.

3.3 Tauwasserschutz

Der Tauwasserschutz dient zur Vermeidung von Bauschäden und gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Tauwasserbildung an den Bauteiloberflächen oder im Bauteilquerschnitt. Tauwasser entsteht, wenn der Wasserdampfdruck der Luft den Wasserdampfdruck des Bauteils überschreitet; dieses kann durch ein Absinken der Lufttemperatur unter die Taupunkttemperatur oder durch eine zusätzliche Wasserdampfmenge entstehen.

Die Gefahr einer Unterschreitung der Taupunkttemperatur kann - zumindest bei normalem Wohnverhalten - z.B. durch eine ausreichend dicke Wärmedämmstoffschicht eines WDVS vermieden werden.

Die Tauwassermenge, die sich im Bauteilquerschnitt bildet, kann z.B. stationär mit dem Glaser - Verfahren berechnet werden. Die DIN 4108 schreibt keinen Tauwassernachweis für Mauerwerk mit einem WDVS vor, wenn die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke $s_d \leq 4$ m ist.

Eine weitere Berechnungsmöglichkeit ist die in stationäre Berechnung z.B. mit den Simulationsprogrammen Wufi, Delphin o.ä., die besonders bei Innendämmsystemen angewendet werden

3.4 Schlagregenschutz

Die DIN 4108 Teil 3 teilt den Schlagregenschutz in drei Gruppen ein. Die Gruppe III stellt den größten Schutz dar. Diesen Anforderungen entsprechen z.B. wasserabweisende organische Putze nach EN 15824 oder wasserabweisende mineralische Putze nach EN 998-1. Putze werden als wasserabweisend bezeichnet, wenn sie folgende Anforderungen erfüllen (siehe auch DIN V 18550):

Tab. 4.1.3-1: Anforderungskategorien für die Prismendruckfestigkeit, die kapillare Wasseraufnahme und die Wärmeleitfähigkeit von Putzmörtel nach der europäischen Putzmörtelnorm EN 998-1.

Eigenschaft	Klassen	Anforderung
Prismendruckfestigkeit (28 Tage)	CS I	0,4 - 2,5 N/mm ²
	CS II	1,5 - 5,0 N/mm ²
	CS III	3,5 - 7,5 N/mm ²
	CS IV	≥ 6,0 N/mm ²
Kapillare Wasseraufnahme	W 0	Nicht festgelegt
	W 1	$c \leq 0,40 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$
	W 2	$c \leq 0,20 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min}^{0,5})$
Wärmeleitfähigkeit von Wärmedämmputz	T 1	$\leq 0,1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
	T 2	$\leq 0,2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

Tab. 4.1.3-2: Anforderungen an den Regenschutz nach DIN V 18550.

Putzsystem	Anforderung (bei Prüfung nach DIN V 18550 Anhang A)
wasserhemmend	$0,5 < w < 2,0 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
wasserabweisend	$w \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ ^{a)} $s_d \leq 2,0 \text{ m}$ $w \times s_d \leq 0,2 \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{h}^{0,5})$

w Wasseraufnahmekoeffizient in $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$
 s_d diffusionsäquivalente Luftschichtdicke in m

^{a)} Die Forderung gilt bei mineralischen Putzen auch als erfüllt, wenn bei der Prüfung nach 28 Tagen der Wasseraufnahmekoeffizient bis um den Faktor 2 größer ist, da sich die Wasseraufnahme erfahrungsgemäß mit zunehmender Standzeit reduziert; bei der Ermittlung von $w \times s_d$ wird in diesem Fall der Wasseraufnahmekoeffizient w mit $0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}^{0,5})$ angesetzt.

Hierbei stehen w für Wasseraufnahmekoeffizient und s_d für diffusionsäquivalente Luftschichtdicke.

3.5 Brandschutz

Die Landesbauordnungen legen die Bestimmungen für den baulichen Brandschutz fest.

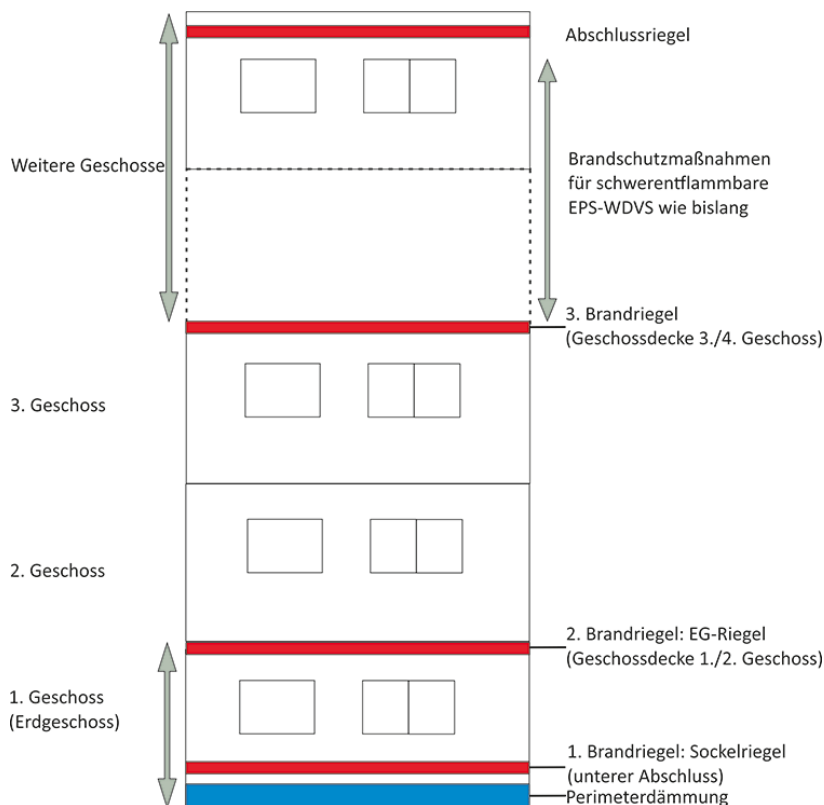
- bei Gebäuden der Gebäudeklasse I bis III - (z.B. EFH, DHH)
 - normal entflammbar (DIN 4102 mindestens → B2 / EN 13501 z.B. D-s1, d0)
- bei Gebäuden der Gebäudeklasse IV und V - (MFH)
 - schwer entflammbar (DIN 4102 mindestens → B1 / EN 13501 z.B. B-s2, d0)
- Gebäude mit erhöhten Anforderungen an den Brandschutz (z.B. Hochhäuser, öffentliche Gebäude)
 - nicht entflammbar (DIN 4102 → A2 / EN 13501 A2-s1, d0)

Brandschutzmaßnahmen gemäß der Anforderungen des Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) (2015) für schwerentflammbare WDV-Systeme mit EPS-Dämmstoffen.

Die Einstufung der jeweiligen WDVS ist in den ETA's bzw. abZ's enthalten.

- 1) Oberhalb der ersten drei Stockwerke werden die bekannten Maßnahmen gegen Raumbrände (Sturzschutz über jeder Öffnung bzw. umlaufende Brandriegel) umgesetzt.
- 2) Die unteren drei Brandriegel müssen ...
 - aus nichtbrennbaren Mineralwolle-Lamellen bestehen,
 - mindestens 200 mm hoch sein und
 - mit mineralischem Klebemörtel vollflächig auf mineralischen Untergrund verklebt und zusätzlich gedübelt werden. Die Dübel müssen für WDVS zugelassen sein und ein Spreizelement aus Stahl aufweisen.

Anordnung von Brandriegeln nach Zulassung: nach Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt)



3.6 Schallschutz

Die Anforderungen an den Schallschutz legt die DIN 4109 fest. Im Gegensatz zu einschaligen Außenbauteilen kann zur Berechnung der Schalldämmung nicht nur die flächenbezogene Masse herangezogen werden, sondern müssen auch Resonanzeffekte berücksichtigt werden. Rückward [1] stellte in seinen Versuchen unter anderem fest, dass ein WDVS mit Schwerputz den Schallschutz verbessert, während hingegen ein WDVS mit Leichtputzen eine Verschlechterung bewirkt. Im Allgemeinen bewirken Mineralwolle - Dämmplatten (ausgenommen Mineralwolle-Lamellendämmplatten) eine deutliche Verbesserung des Schallschutzes, die je nach Wandbaustoff bis zu 5 dB betragen kann.

Ergebnisse von sachverständigen Prüfstellen haben Eingang in die „allgemeine bauaufsichtlichen Zulassung (abZ)“ gefunden.

3.7 Dauerhaftigkeit

Die Dauerhaftigkeit von WDVS wird nach ETAG 004 geprüft. Hierzu wird z.B. eine EOTA-Wand mit einem festgelegten Bewitterungszyklus (Simulation von 25-Jahren Witterungsbeanspruchung) verwendet. So liegen WDVS aus Polystyrol - Hartschaumplatten und Kunstharzputzen eine fünfzigjährige, bei Systemen mit Mineralwoll-Dämmstoffen besteht eine ca. 30-jährige Erfahrung vor. Bei Systemen mit alternativen Dämmstoffen liegen nur kurzzeitige bzw. nur wenige Erfahrungen vor.

Hauptschwerpunkt für Mängel und Schäden sind immer wieder Ausführungsfehler aller Art.

4 Beanspruchungen

4.1 Mechanische Beanspruchungen

WDVS müssen folgenden mechanischen Beanspruchungen standhalten:

- Eigenlast
- Windbeanspruchung
- Stoßbeanspruchung
- Verformungen der Baukonstruktion

Die Eigenlasten und die Windbeanspruchungen werden über die Verklebung und / oder die mechanischen Befestigungsmittel abgeleitet.

Nach DIN 1055 Teil 4 ist auf erhöhte Windsogbelastungen in Eckbereichen von Gebäuden zu achten. Generell sollte die Eigenlast des WDVS nicht unterschätzt werden; mit einem Leichtputz beträgt die flächenbezogene Masse z.B. 8 kg/m², mit einem Schwerputz aber schon 21 kg/m² oder mehr.

WDVS reagieren empfindlich auf Stoßbelastungen. In stoßgefährdeten Bereichen wie z.B. Sockel, Durchfahrten oder Spielplatz - Zonen wird zusätzlich zur normalen Armierungsschicht z. B. eine weitere mit einem verstärkten Bewehrungsgewebe aufgebracht. Kanten werden mit einer doppelten Lage des normalen Bewehrungsgewebes, mit einem vorgeformten, besonders steifen Gewebe oder mit einer Winkelschiene aus Edelstahl, die unter einer doppelten Lage Bewehrungsgewebe verlegt wird, geschützt.

Die Verformungen der Tragkonstruktion müssen durch konstruktive Maßnahmen wie Dehnungs- und Setzungsfugen aufgefangen werden. Die Dehnungsfugen der Tragkonstruktion müssen auch im WDVS ausgebildet werden. An den Ecken von Fassadenöffnungen werden zusätzlich Gewebe - Diagonalstreifen angeordnet.

In Untersuchungen wurde festgestellt, dass bei Bewegungen des Untergrundes dickere Dämmstoffplatten und schubweichere Dämmstoffe zu geringeren Dehnungen im Putz führen, wodurch die Gefahr von Rissen minimiert wird. Inzwischen geht man davon aus, dass Risse grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden können. Risse mit geringen Rissbreiten von 0,1 bis 0,2 mm sollen keine Gefahr für die Funktionsfähigkeit und Standsicherheit des WDVS darstellen. Die hydrophobierte Mineralfaserdämmung wird von dem eintretenden Wasser nicht durchfeuchtet, da es kapillar abgeführt wird. Das Bewehrungsgewebe verhindert schädliche Rissbreiten soweit sie nicht durch Ausführungsfehler z. B. beim Verkleben der Dämmplatten provoziert werden.

4.2 Thermische Beanspruchungen

Die Temperaturschwankungen der Deckschichten von WDVS sind sowohl über den Tag als auch über das Jahr betrachtet sehr groß. Künzel und Böhm [2] fanden in ihren Untersuchungen heraus, dass die absolute Temperaturdifferenz

- im Jahr ca. 75 K beträgt
- an einem Sommertag auf einer hellen Fassade 20 K und auf einer dunklen Fassade 40 K betragen kann.

Die kritischste Beanspruchung für das WDVS entsteht aus einer Temperaturabsenkung; dabei entstehen Zugspannungen in der Deckschicht, die von der bewehrten Putzschicht aufgenommen werden müssen.

Nannen und Gertis [3] haben nachgewiesen, dass bedingt durch die im Allgemeinen geringen Putzdicken und die thermisch abgekoppelte Masse der Tragschicht die Temperaturschwankungen in der Praxis eine quasi - stationäre Beanspruchung darstellen. Demzufolge sind nur die aus der Verbundwirkung

entstehenden Zwängungsspannungen für das Tragverhalten von WDVS maßgebend; die Eigenspannungen der Deckschichten können vernachlässigt werden.

Organisch gebundene Putzsysteme bauen bei Materialtemperaturen oberhalb der Bindemittelglasübergangstemperatur Spannungen durch plastische Verformungen ab; bei niedrigeren Temperaturen verhalten sie sich wie mineralische Putze.

4.3 Schwindverhalten von Wärmedämmverbundsystemen

Polystyrol - genauer gesagt expandiertes Polystyrol - weist nach seiner Herstellung ein starkes Schwindverhalten auf, das auf dem Ausdiffundieren von Treibmitteln beruht. In der Anfangsphase der WDVS war man sich dieses Verhalten nicht bewusst; die Polystyrol - Hartschaumplatten wurden mehr oder weniger frisch aus der Produktion auf der Baustelle eingebaut. Dieses führt dazu, dass insbesondere in den Stoßbereichen der Hartschaumplatten Risse im Putz entstanden. Heute werden die Hartschaumplatten sechs Wochen beim Hersteller gelagert, bevor sie auf den Markt gelangen. Die zulässige Schwindverformung beträgt heutzutage nach 300 Tagen ab der Auslieferung 2 mm/m. Damit ist diese Rissquelle praktisch vernachlässigbar geworden.

Feuchteänderungen im Putz bewirken prinzipiell ähnliche Beanspruchungen wie Temperaturschwankungen (vgl. Kapitel 4.2).

4.4 Festigkeitsverlust von Dämmstoffen infolge Feuchte

Feuchte von WDVS beeinflussen die Festigkeiten insbesondere der Dämmstoffe. Hierbei ist besonders eine Abnahme der Scherfestigkeit zu beobachten.

System A:	Steinwolle-Putzträgerplatte mit biolöslichen Eigenschaften (erhöhter SiO ₂ -Gehalt), Dicke 100 mm
System B:	Steinwolle-Putzträgerplatten mit hoher Anfangsfestigkeit. Bedingt durch einen hohen Grad an Faltung der Fasern während des Herstellungsprozesses ergibt sich eine höhere Verfestigung, Dicke 100 mm,
System C:	Steinwolle-Putzträgerplatte mit erhöhtem AL ₂ O ₃ - Anteil, Dicke 100 mm,
System D:	Steinwolle-Putzträgerplatte, Dicke 70 mm,
System E:	Polystyrol-Partikelschaum aus EPS 15, Dicke 100 mm.

Restfestigkeit [%]

Restfestigkeit nach Konditionierung, *) Mittelwert für System A bis D

3)	Lagerung	feucht	rückgetrocknet
Mineralfaser *	Warmwasserdampf	27,6	50,6
	Putz im Wasser	44,5	55,7
	Normalklima	78,5	89,3
Polystyrol	Warmwasserdampf	61	89,1

Putz im Wasser	73,9	91,8
Normalklima	61,5	65,4

Einen weiteren großen Einfluss auf die Festigkeit von Dämmstoffen hat eindringende Feuchte in die Systeme infolge von Rissen. Hierbei wurden durch [Fechner] umfangreiche Untersuchungen an WDVS geführt.

System 1:	mineralisches Putzsystem ca. 7 mm
System 2:	mineralisches Putzsystem ca. 13 mm
System 3:	Standard Putzsystem ca. 13 mm
System 4:	Standard Putzsystem ohne Deckputz ca. 9 mm
System 5:	Silikatputzsystem ca. 7 mm

Die Festigkeitsabnahme zeigt sich zu:

relativer Festigkeitsabfall [%]					
Relativer Festigkeitsabfall [%] der Haftzugfestigkeit im Reißbereich					
Rißbreite	System 1	System 2	System 3	System 5	Mittel
ungerissen	0	0	0	0	0
0,1 mm	18,1	34,7	45,4	33,2	32,8
0,2 mm	5,4	35,1	63	33,3	4)
0,4 mm	36,9	81,1	57,8	25,9	50,4
1,0 mm	65	64,8	35,5	44,3	52,4

Im Detail siehe Fechner [6]

5 Standsicherheitsnachweis

Der Nachweis der Standsicherheit ist abhängig von der nach DIN 1055-4 ermittelten Windlast, dem verwendeten Dämmstoff und der Dübeltragfähigkeit. Die hier erforderlichen Angaben sind in den Zulassungen der Dämmstoffe, der Dübel bzw. in den Zulassungen der WDVS geregelt. Der Standsicherheitsnachweis für rein geklebte Systeme ist im Zulassungsverfahren erbracht.

Folgende Windlasten können von rein geklebten Systemen bei tragfähigem Untergrund abgetragen werden

EPS	-2,20 kN/m ²
Mineralwoll-Lamellen	-1,60 kN/m ²

5.1 Lastklassenmodell

Hier werden die Dübel in die Plattenfugen und Dämmplatten gesetzt. Diese Verdübelung ist die Standardverdübelung, da hier die Dämmplatten an allen 4 Ecken und mittig gehalten werden. Hiermit können fast alle Dämmplattenarten verdübelt werden.

5.2 Traglastmodell

Hier werden die Dübel ausschließlich in den Dämmplatten gesetzt. Diese Verdübelungsart sollte vorzugsweise nur bei Mineralwoll-Dämmplatten eingesetzt werden

5.3 Standartnachweis

Berechnungsmodell nach DIN 1055-4 bei denen das Gebäude vertikal und horizontal zoniert wird um die Dübelmengen zu bestimmen

5.4 Vereinfachter Nachweis für Gebäude bis 25m Höhe

Berechnungsmodell nach DIN 1055-4 bei denen das Gebäude vertikal zoniert wird um die Dübelmengen zu bestimmen.

5.5 Vorschlag Fachverband WDVS

Zur Vereinfachung der Dübelmengenbestimmung wurde vom Fachverbände WDVS ein Gutachten erstellt, bei dem die Dübelmengen ohne Zonierung bestimmt wird. Dieses Verfahren wird für die Kostenermittlung bzw. bei kleineren Gebäuden angewendet bei denen eine Dübelstatik zu aufwändig ist.

6 WDVS auf Plattenbauten

In den allen Bundesländern werden seit über 20 Jahren Großtafelbauten ohne nennenswerte Beanstandungen mit WDVS bekleidet deren Mindestdämmstoffdicke 60mm beträgt. Dabei ist zu beachten, dass im Vorfeld die Standsicherheit der Wetterschalen geprüft wurde. Ist die Standsicherheit nicht gegeben sind Wetterschalenanker einzusetzen. Bei der Verlegung ist zu beachten, dass die Dämmplattenfugen nicht auf den Plattenfugen angeordnet werden.

7 Literatur

- [0] Roetzschke, Holger; Mitarbeit zur akt. Überarbeitung; Marktredwitz; 10/2012
- [1] Rückward, W.: Luftschalldämmung von Wärmedämmverbundsystemen - leichte und schwere Putze im Vergleich. Bauphysik Heft 5 1982
- [2] Künzel, H. und Böhm, H.: Außenseitige Wärmedämmung von Außenwänden in Verbindung mit mineralischen Putzen. Bericht aus dem Fraunhofer - Institut für Bauphysik FB-1 1/1986
- [3] Nannen, D. und Gertis, K.: Thermische Spannungen in WDVS. Bauphysik Heft 4/1984
- [4] Cziesielski, E. und Safarowsky, K.: Wärmedämmverbundsysteme. Mauerwerk - Kalender 1990
- [5] Schäfer, H.G. und Oberhaus, H.: Eignung von Wärmedämmverbundsystemen auf Großtafelbauten. B+B Heft 4 1994
- [6] Fechner, O.: Wärmedämmverbundsysteme: Untersuchungen zur Gebrauchsfähigkeit gerissener Putzsysteme, 2008 http://www.bauphysik.tu-berlin.de/menue/forschung/wdvs/gerissene_putzsysteme