



Broschüre

Außenwände

mit Zusatzdämmung

1 Einführung

Mit Außenwand-Dämmsystemen kann die Wärmedämmung der Gebäudehülle sowohl zusammen mit hochwärmedämmendem unipor-Mauerwerk, als auch auf schwerem und schlankem Ziegelmauerwerk zusätzlich erhöht werden.

Bei WDV-Systemen auf Mauerwerk mit außenliegender Wärmedämmung (mit oder ohne Hinterlüftung), besteht die Wetterschutzschale aus anderen Materialien als Mauerwerk.

Hinweis: Die Konstruktionsart zweischaliges Ziegelmauerwerk, d. h. Mauerwerk mit Verblendschale oder verputzter Vormauerschale, mit oder ohne Zusatzdämmung und/oder Luftschicht, wird in der Broschüre „Außenwände“ beschrieben.

Für Außenwand-Dämmsysteme sind folgende Wandkonstruktionen möglich:

- Wärmedämmputz auf Ziegelmauerwerk
- Wärmedämmverbundsysteme (WDVS)
- traditionelles WDV-System (opak = lichtundurchlässig)
- transparentes (= lichtdurchlässig) WDV-System (TWD-System)
- WDV-System mit integrierten Lüftungskanälen (System PKT-Hartrohrnetz)
- vorgehängte, hinterlüftete und wärmegeämmte Konstruktion

1.1 Vorteile einer zusätzlichen Wärmedämmung

- niedrige U-Werte der Außenwand
- geringere Wanddicken möglich
- nachträgliche Wärmedämmung von Altbauten
- funktionale Trennung von Wärmedämmung und Mauerwerk
- integrierte Installationen

1.2 Nachteile einer zusätzlichen Wärmedämmung

- geringe Wärmespeicherkapazität der Außenwand
- höhere Baukosten
- längere Bauzeit
- empfindlich gegenüber mechanischen Beanspruchungen
- erhöhter Primärenergieaufwand
- erhöhter Entsorgungsaufwand

Mögliche Schadensbilder, die durch Planungs- oder Verarbeitungsfehler, Produktmängel oder äußere Einflüsse auftreten können:

- Aufwölben der Wärmedämmstoffplatten
- Algenbildungen
- Blasenbildungen
- Schwinden bei nicht abgelagerter EPS-Ware

2 Wärmeschutz

Beim Verbrennen fossiler und nachwachsender Brennstoffe entsteht Kohlendioxid (CO₂). Es erscheint wissenschaftlich gesichert, dass Kohlendioxid letztlich auch zur Bildung des Ozonloches der Atmosphäre beiträgt. Eine Erhöhung der mittleren Oberflächentemperatur der Erde ist die langfristige Folge. Weniger CO₂-Ausstoß wirkt einer drohenden Klimaveränderung entgegen.

2.1 Wärmeschutzverordnung '95

Die WSVo '95 ist die gesetzliche Grundlage (Energieeinsparungsgesetz) der Verpflichtung von sparsamer Energieverwendung und somit CO₂-Reduktion. Der Inhalt der Verordnung ist bei Neubau und Sanierung gegenüber der Bauaufsicht nachzuweisen. Der nach WSVo '95 zulässige Heizwärmebedarf bemisst sich nach dem Verhältnis Hüllfläche A zu beheiztem Gebäudevolumen V. Zulässig sind Werte zwischen 54 und 100 kWh/m² pro Jahr.

2.2 Energieeinsparverordnung 2002 (EnEV)

Die EnEV 2002 bringt eine Verschärfung der WSVo '95 und gleichzeitig werden baulicher Wärmeschutz und Heizanlagenverordnung vereinigt. Damit spielen die wärmetechnischen Eigenschaften der Außenbauteile nicht mehr die Hauptrolle beim Energiesparen: Die Haustechnik (Heizanlage, Wärmerückgewinnung, Gebäudehülle usw.) wird zum Schlüssel für die CO₂-Reduktion.

2.3 Niedrigenergiestandard

Liegt der jährliche Heizwärmebedarf eines Gebäudes mind. 1/4 unter den Anforderungen der WSVo'95, so handelt es sich um ein „Niedrigenergiehaus“.

2.4 3-Liter-Haus

Beträgt der jährliche Heizwärmebedarf eines Gebäudes höchstens 30 kWh/m² pro Jahr, so handelt es sich um ein „3-Liter-Haus“.

2.5 Passivhausstandard

Bei einem „Passivhaus“ ist der periodische Heizwärmebedarf, genauer der Jahresprimärenergiebedarf gegenüber dem 3-Liter-Haus nochmals halbiert. Bei vereinfachter Betrachtung sind U-Werte der Außenbauteile von etwa 0,15 W/m²K eine Voraussetzung. Bautechnische und haustechnische Details bedürfen sorgfältigster Vorplanung und Überwachung bei der Ausführung.

Hinweise:

a) für wärmetechnische Berechnungen eines Gebäudes steht bei unipor ein PC-Programm zur Verfügung.

b) für Gebäude in Niedrigenergiestandard, 3-Liter-Haus und Passivhaus ist eine staatliche Förderung durch die KfW möglich.

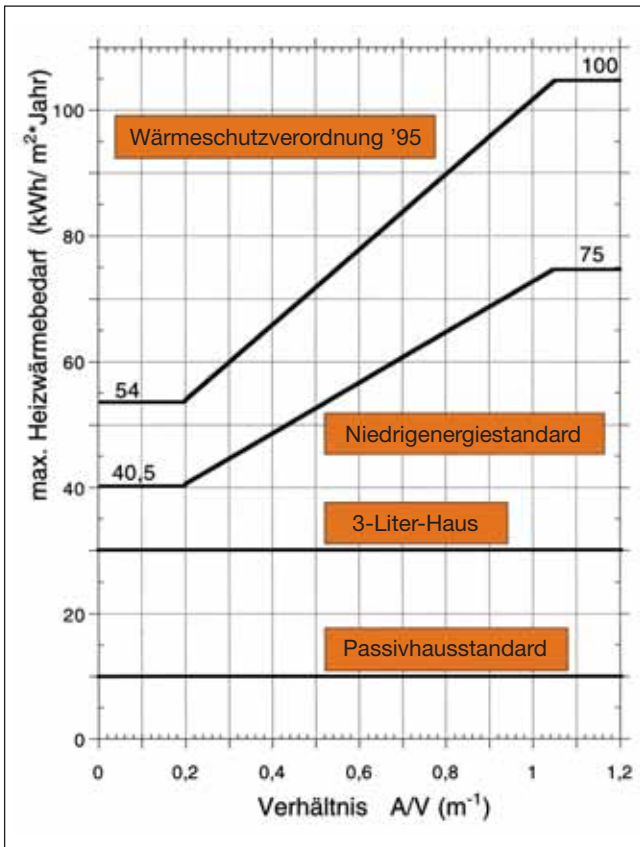


Abb. 1: Vergleich WSchV '95, Niedrigenergie-, 3-Liter-Haus und Passivhausstandard bezogen auf die beheizte Bauwerksfläche (kWh/m² · Jahr) in Abhängigkeit vom Verhältnis A/V (Verhältnis der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A zum hiervon eingeschlossenen Bauwerksvolumen V).

3 Außenwand Dämmkonstruktionen

3.1 Einschalige Konstruktion mit Leichtputz

Hochwärmedämmendes Ziegelmauerwerk mit Leichtputz ist eine traditionelle Bauweise. Diese Konstruktion gehört zwar nicht zur „Außenwand mit Zusatzdämmung“, soll aber wegen der guten Wärmedämmeigenschaften und bewährten Konstruktion zur Vollständigkeit aufgeführt werden.

Denn mit dieser Bauweise werden derzeitige und künftige Verordnungen zur Energieeinsparung leicht erfüllt. Mit einer mind. 36,5 cm dicken Ziegelwand ist – bei gleichzeitiger Reduzierung der Transmissionsverluste über Dach, Fenster, Kellerboden sowie einem günstigen A/V-Verhältnis – der Niedrigenergiehaus-Standard zu erreichen.

Hinweis: Die Verwendung von Leichtputz ($\leq 1,3 \text{ kg/dm}^3$) gegenüber Normalputz als Außenputz ist Stand der Technik.

Vorteile:

- Minimierung der Formänderungsunterschiede zwischen Putz und Mauerwerk
- Erhöhung der Rissicherheit
- geringfügig bessere Wärmedämmung als mit Normalputz
- Wärmespeicherung der massiven Wand
- Solareffekte gut nutzbar

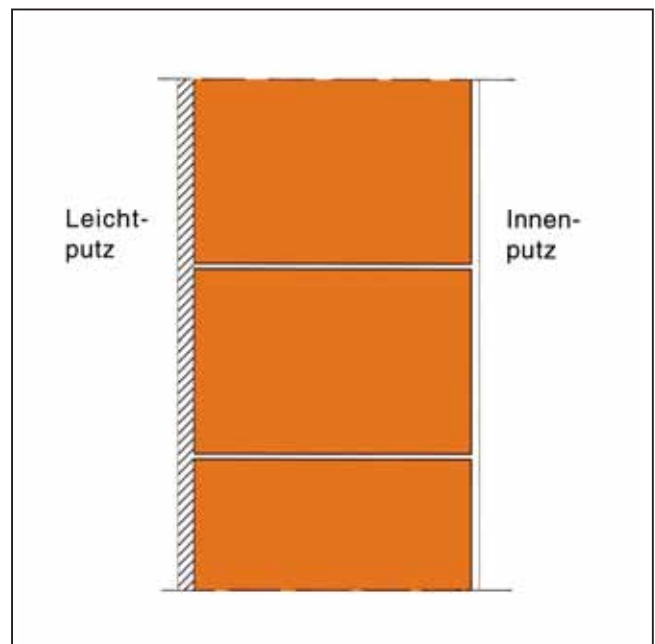


Abb. 2: Schnitt durch einschaliges Ziegelmauerwerk mit Leichtputz.

Tabelle 1

U-Werte von einschaligem unipor-Ziegel-Mauerwerk mit 20 mm Leichtputz nach DIN 18550 ($\lambda_R = 0,30 \text{ W/mK}$) und 15 mm Kalkgips-Innenputz

Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks $\lambda_R \text{ W/mK}$	U-Wert in $\text{W/m}^2 \text{ K}$ bei Wanddicken in cm				
	24	30	36,5	42,5	49
0,12	0,44	0,36	0,30	0,26	0,23
0,13	0,47	0,39	0,33	0,28	0,25
0,14	0,50	0,41	0,35	0,30	0,27
0,16	0,57	0,47	0,39	0,34	0,30
0,18	0,63	0,52	0,44	0,38	0,34
0,21	0,74	0,59	0,50	0,44	0,39
0,24	0,80	0,66	0,56	0,49	0,43
0,27	0,87	0,73	0,62	0,55	0,48

* regional lieferbar

Hinweis: Eine spezielle „Außenwand-Broschüre“ kann bei allen unipor-Ziegelwerken oder bei unipor in München angefordert werden.

3.2 Einschalige Konstruktion mit Wärmedämmputz

Zur weiteren Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften von einschaligem Ziegelmauerwerk kann, statt des Leichtputzes, Wärmedämmputz in einem Arbeitsgang mit einer Schichtdicke bis zu 6 cm wirtschaftlich aufgetragen werden. Bei dieser Konstruktion bleiben die Vorteile einer einschaligen Ziegelwand erhalten und die Wärmedämmung wird, je nach Putzdicke, verbessert.

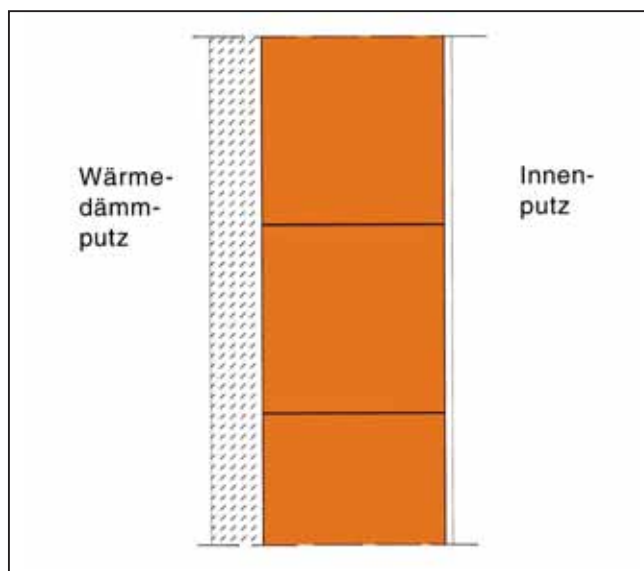


Abb. 3: Schnitt durch einschaliges PlanZiegelmauerwerk und Dämmputz auf der Außenseite.

Tabelle 2

U-Werte von einschaligem unipor-PlanZiegel-Mauerwerk mit 2,5 bis 6 cm Dämmputz und 15 mm Kalkgips-Innenputz

Wärmeleitfähigkeit $\lambda_R \text{ W/mK}$	Mauerwerk	Dämmputz	U-Wert in $\text{W/m}^2 \text{ K}$ bei Wanddicken in cm								
			24			30			36,5		
			Dämmputzdicke in cm								
			2,5	4	6	2,5	4	6	2,5	4	6
0,12*	0,07	0,07	0,39	0,36	0,33	0,33	0,31	0,28	0,28	0,26	0,24
0,13*	0,07	0,07	0,42	0,38	0,35	0,35	0,33	0,30	0,30	0,28	0,26
0,14	0,07	0,07	0,44	0,40	0,36	0,37	0,34	0,31	0,32	0,30	0,27
0,16	0,07	0,07	0,49	0,44	0,39	0,41	0,38	0,34	0,35	0,33	0,30
0,18	0,07	0,07	0,53	0,48	0,42	0,45	0,41	0,37	0,39	0,36	0,33
0,21	0,07	0,07	0,59	0,52	0,46	0,50	0,46	0,40	0,44	0,40	0,36
0,24	0,07	0,07	0,64	0,57	0,49	0,55	0,50	0,44	0,48	0,44	0,39
0,27	0,07	0,07	0,69	0,61	0,52	0,60	0,53	0,46	0,53	0,47	0,42

* regional lieferbar

Hinweis: Eine spezielle Broschüre zum Thema „Wärmedämmputze“ kann bei allen unipor-Ziegelwerken oder bei unipor in München angefordert werden.

3.3 Konstruktion mit Wärmedämm-Verbundsystem (WDVS)

3.3.1 Allgemeines

Seit über 35 Jahren werden WDVS hergestellt und verarbeitet. Zuerst wurden Polystyrol-Hartschaumplatten für die Beschichtung landwirtschaftlicher Silos angewendet. Die Anwendung im Wohnungsbau begann in den Folgejahren und stellt heute, im Sinne der Bauordnung, eine bewährte Bauart dar.

3.3.2 Aufbau von WDV-Systemen

3.3.2.1 Opake (=lichtundurchlässig) WDVS

Traditionelle WDV-Systeme auf Ziegelaußenwänden sind konstruktiv alle ähnlich aufgebaut:

- Mauerwerk
- Kleber
- Wärmedämmstoff
- Armierung
- Spachtel
- evtl. Grundierung
- Schlussbeschichtung

In Abbildung 4 ist der prinzipielle Aufbau von WDV-Systemen dargestellt.

Zur Fassadengestaltung können auch glasierte oder unglasierte Baukeramik-Platten z. B. in Ziegeloptik oder moderne quadratische Platten, jedoch nicht größer als

30 x 30 cm ($\leq 0,1 \text{ m}^2$), nach DIN 18 515 angemörtelt oder im Dünnbett verlegt werden.

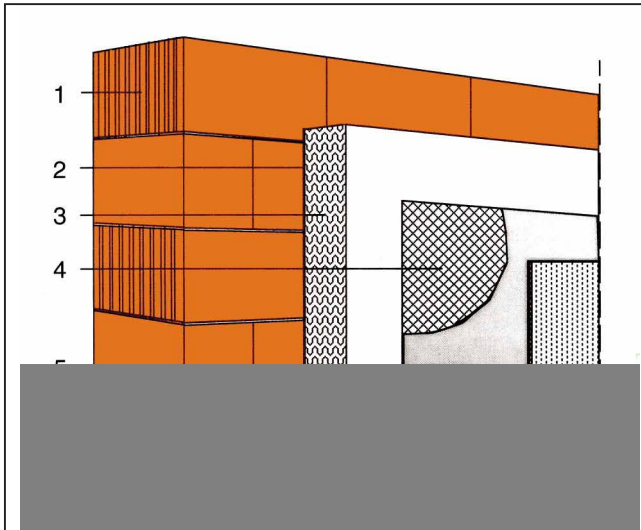


Abb. 4: Isometrische Darstellung WDVS auf einschaligem Ziegelmauerwerk.

Systeme mit mineralischen Dämmstoffen und Oberputzen sollten wegen des günstigeren Brandverhaltens (nicht-brennbar), der Dauerhaftigkeit und Recyclingfähigkeit bevorzugt werden.

WDV-Systeme zählen, weil es für sie noch kein technisches Regelwerk, z. B. eine DIN-Norm, gibt, zu den nicht geregelten Bauprodukten. Es gibt also auch kein technisches Regelwerk innerhalb der Bauregelliste A. Der Verwendbarkeitsnachweis ist durch eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung zu führen.

Es sind nur Systeme mit Zulassungsbescheiden anzuwenden.

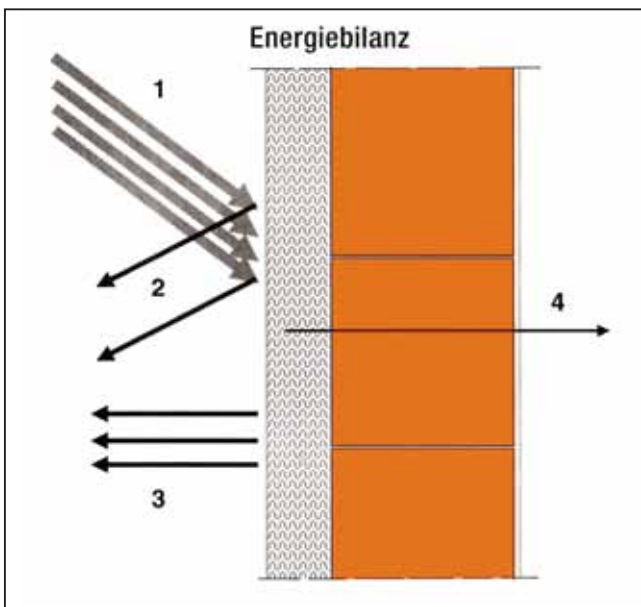


Abb. 5: Schnitt durch ein einschaliges Ziegelmauerwerk mit WDVS auf der Außenseite.

3.3.2.2 Transparente (= lichtdurchlässig) WDVS

Die passive Nutzung der Sonnenenergie über Fensterflächen und Glasvorbauten wird in der WSchV berücksichtigt, die solaren Wärmegevinne einer massiven Außenwand im Nachweisverfahren zur neuen Energieeinsparverordnung (EnEV).

Eine normale (= opake) Wärmedämmung verhindert das Auftreffen der Sonnenstrahlen auf die Ziegelwand, die dadurch nicht als thermischer Speicher wirken kann.

Werden jedoch lichtdurchlässige Wärmedämmschichten auf die Außenseite einer Ziegelwand aufgebracht, so dienen diese Flächen dem Wärmezugewinn.

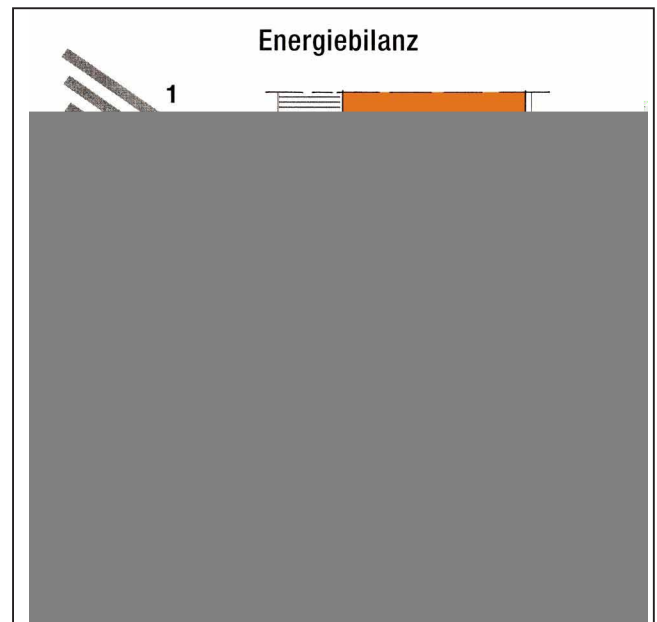


Abb. 6: Schnitt durch eine einschalige Ziegelwand mit transparenten WDVS.

Legende zur Abb. 4

- 1 Mauerwerk
- 2 Kleber
- 3 Wärmedämmung
- 4 Putz mit
- 5 Armierungsgewebe
- 6 Oberputz

Legende zu Abb. 5 und 6

- 1 solare Einstrahlung
- 2 Reflexion
- 3 Wärmeabgabe
- 4 Wärmegewin
- 5 Rückstreuung

Funktionsweise einer transparenten Wärmedämmung

Auf eine Ziegelwand wird eine lichtdurchlässige Wärmedämmung mit oder ohne Putz (Glasputz) aufgebracht. Die dunkle, massive Ziegelwand speichert die Wärme und gibt sie nach 6 bis 8 Stunden, d. h. zur Abend- und Nachtzeit, in den Innenraum ab. Wegen dieser zeitlichen Verschiebung wird eine Überhitzung der Räume ausgeschlossen. Im Gegenzug verhindert die Wärmedämmung weitgehend, dass Strahlungs- und Konvektionswärmeverluste nach außen abgegeben werden.

Voraussetzung sind die gute Wärmeleitfähigkeit und ein hohes Wärmespeichervermögen des Wandbaustoffes. Ziegel mit einer Rohdichte $\rho \geq 1,2 \text{ kg/dm}^3$ sind der geeignete Baustoff.

Der Nutzen der Sonnenenergie für die Raumheizung bei massiven Außenwandkonstruktionen und massiven Ziegeldächern beträgt – je nach Farbe und Himmelsrichtung – bis zu 12 % des Jahresenergiebedarfs.

Tabelle 3
Solargewinnfaktoren φ_w für massive Außenwände und Dächer

Orientierung	φ_w -Wert für Außenwände	
	Farbe hell	Farbe dunkel
Süd	0,04	0,12
Ost, West	0,03	0,07
Nord	0,02	0,06
	φ_D -Wert für Dächer	
allgemein	0,07	
horizontal	0,12	

Für die effektive Ausbeute der Sonnenstrahlen ist der Durchlassgrad der transparenten Dämmung wichtig. Die Dämmschichten können aus TWD-Waben oder Kapillaren bestehen. Darüber hinaus gibt es auch mit Aerogelen oder Gas gefüllte Doppelverglasungen. Diese Materialien sind in Brandklasse B 1 und B 2 eingestuft und leider noch teuer.

3.3.2.3 WDV-System als Unterbauelement mit integriertem Faserdämmstoff und Lüftungskanal

Ein wichtiger Aspekt moderner Fassadentechnik ist die Hinterlüftung. Bei idealer Hinterlüftung herrschen in der Luftschicht zwischen Wand und Vorsatzschale Außenluftbedingungen. Die Luftschicht hat keine wärmedämmende Wirkung. Die aus der Wand diffundierende Feuchtigkeit wird mit der Luftströmung abgeführt. Die Hinterlüftung ist durch Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen im Fuß- und Drenpelbereich der Fassade gegeben.

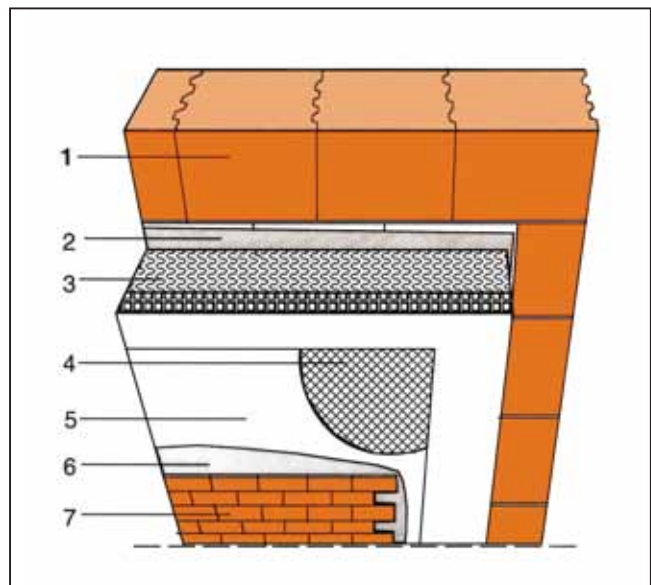


Abb. 7: WDV-System mit integrierten Lüftungskanälen.

Legende zur Abb. 7

- 1 unipor-Mauerwerk
- 2 Kleber
- 3 Unterbauelement mit integriertem Faserdämmstoff und Lüftungskanal
- 4 Gewebearmierung
- 5 Putz
- 6 Dünnbettmörtel
- 7 Baukeramik

3.3.3 Anforderungen an WDV-Systeme

Die Notwendigkeit einer Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für WDV-Systeme, vom Deutschen Institut für Bautechnik (= DIBt) Berlin, richtet sich nach der Gebäudehöhe.

Tabelle 4
Erforderliche Zulassung in Abhängigkeit der Gebäudehöhe

Gebäudehöhe	ohne Zulassung	Zulassung erforderlich
< 8m bzw. bis 2 Vollgeschosse	ja	nein
8 bis 22 (20) m	möglich	i. d. R. ja
>22 m (Hochhaus)	nein	ja

Aus Gründen der Systemsicherheit und Gewährleistung sollten jedoch nur Systeme mit Zulassungsbescheiden angewendet werden.

Die Anforderungen sind vom Anwendungsgebiet und deren gültigen Bestimmungen z.B. der Länderbauordnungen (= LBO) unterschiedlich. Danach müssen folgende Kriterien erfüllt werden:

3.3.3.1 Standsicherheit

Wenn nach der Regelung 4/90 des DIBt bzw. nach den Vorgaben des Sachverständigenausschusses beim DIBt ausgeführt wird, gilt der Nachweis der Standsicherheit als erbracht.

Das gilt jedoch nur für das WDV-System selbst. Die Standsicherheit der Wand, auf der das WDV aufgebracht werden soll, ist für sich selbst nachzuweisen.

3.3.3.2 Brandschutz

Nach den Regelungen in den neuen LBO ist das Brandverhalten in der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung festgelegt. Nach neuen Prüfungsergebnissen dürfen Polystyrol-Hartschaumplatten auch dicker als 100 mm eingebaut werden, wenn an den Fensterstürzen Steinwolle anstelle Polystyrol-Hartschaumplatten eingesetzt wird.

3.3.3.3 Wärmeschutz

Der Nachweis für den Wärmeschutz ist nach WSchV '95 für den gesamten Wandaufbau rechnerisch zu führen. Daran anschließend gilt die EnEV 2002.

Hinweis: Für den Nachweis der WSchV steht von unipor ein PC-Programm für Windows zur Verfügung. Gleiches gilt für das EnEV-Nachweisverfahren.

3.3.3.4 Feuchteschutz

Zu unterscheiden ist zwischen der Tauwasserbildung auf der Oberfläche nach DIN 4108-3, Abschnitt 3.1 und der Tauwasserbildung im Inneren des Bauteils (= Querschnitt) nach Abschnitt 3.2. Die Nachweise werden rechnerisch geführt.

Bei den heute üblichen Dämmstoffdicken sind die Auswirkungen von Wärmebrücken, z. B. einbindende Bauteile, bedeutungslos.

Hinweis: Für eine Dampfdiffusionsberechnung steht von unipor ein PC-Programm zur Verfügung.

3.3.3.5 Luftdichtheit

Die WSchV und DIN 4108-7 verlangen, Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Gebäuden dauerhaft luftundurchlässig abzudichten.

WDV-Systeme sind, ebenso wie geputzte Ziegelwände, aufgrund ihrer geschlossenen Putzfläche, luftdicht.

Alle Einbauteile, wie z.B. Fenster und Türen, müssen ebenfalls luftdicht eingebaut werden. Keinesfalls kann die Luftdichtheit vom WDV-System allein gewährleistet werden.

3.3.3.6 Schallschutz

Die DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau – enthält keine Regelung, wie WDV-Systeme bei der Berechnung des bewerteten Schalldämm-Maßes zu behandeln sind. Der Nachweis kann nur durch Messungen bei Prüfstellen erbracht werden. Die Meßergebnisse können auch Bestandteil der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des betreffenden WDV-Systems sein.

3.3.3.7 Verträglichkeit

Die Systemverträglichkeit bedeutet die Abstimmung der einzelnen Komponenten untereinander.

Wird ein WDV-System genau nach den Angaben der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ausgeführt, gilt die Verträglichkeit als gegeben.

3.3.4 Beanspruchungen an WDV-Systeme

Die nachfolgenden Beanspruchungsarten wie:

- mechanische
- thermische
- hygri-sche

werden ebenfalls über die Zulassungen, die System-sicherheit garantieren, abgedeckt.

3.3.5 U-Werte von WDV-Systemen auf Ziegelmauerwerk, Steinfestigkeitsklassen und zul. Druckspannungen

3.3.5.1 WDV-Systeme auf hochwärmedämmenden Ziegelmauerwerk

Den Tabellen 5a und 5b sind die U-Werte von 17,5; 24; bzw. 30 und 36,5 cm dicken Ziegelwänden (Rohdichte 0,6 bis 0,9 kg/dm³) mit WDV-System, in Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des Mauerwerks und der Wärmedämmung zu entnehmen.

Tabelle 5a
U-Werte von hochwärmedämmenden einschaligem unipor-Ziegel-Mauerwerk mit 6 bis 10 cm WDVS und 1,5 cm Kalkgips-Innenputz

Wärmeleitfähigkeit λ_R W/mK	Mauerwerk	WDVS	U-Wert in W/m ² K bei Wanddicken in cm					
			17,5			24		
			Dämmstoffdicke in cm					
			6	8	10	6	8	10
0,12*	0,040	0,035	–	–	–	0,27	0,24	0,21
			–	–	–	0,26	0,22	0,20
0,13*	0,040	0,035	–	–	–	0,28	0,25	0,22
			–	–	–	0,27	0,23	0,20
0,14	0,040	0,035	0,33	0,29	0,25	0,29	0,25	0,22
			0,31	0,26	0,23	0,27	0,24	0,21
0,16	0,040	0,035	0,36	0,30	0,26	0,31	0,27	0,24
			0,33	0,28	0,24	0,29	0,25	0,22
0,18	0,040	0,035	0,38	0,32	0,27	0,33	0,28	0,25
			0,35	0,29	0,25	0,31	0,26	0,23
0,21	0,040	0,035	0,40	0,33	0,28	0,35	0,30	0,26
			0,37	0,30	0,26	0,33	0,28	0,24
0,24	0,040	0,035	0,41	0,34	0,29	0,37	0,31	0,27
			0,38	0,31	0,26	0,34	0,29	0,25
0,27	0,040	0,035	0,43	0,35	0,30	0,39	0,32	0,28
			0,39	0,32	0,27	0,36	0,30	0,25
0,30	0,040	0,035	0,44	0,36	0,31	0,40	0,33	0,29
			0,40	0,33	0,28	0,37	0,31	0,26

* regional lieferbar

Tabelle 5b
U-Werte von hochwärmedämmenden einschaligem unipor-Ziegel-Mauerwerk mit 6 bis 10 cm WDVS und 1,5 cm Kalkgips-Innenputz

Wärmeleitfähigkeit λ_R W/mK	Mauerwerk	WDVS	U-Wert in W/m ² K bei Wanddicken in cm					
			30			36,5		
			Dämmstoffdicke in cm					
			6	8	10	6	8	10
0,12*	0,040	0,035	0,24	0,21	0,19	0,21	0,19	0,17
			0,23	0,20	0,18	0,20	0,18	0,16
0,13*	0,040	0,035	0,25	0,22	0,20	0,22	0,20	0,18
			0,24	0,21	0,19	0,21	0,19	0,17
0,14	0,040	0,035	0,26	0,23	0,21	0,23	0,21	0,19
			0,25	0,22	0,19	0,22	0,20	0,18
0,16	0,040	0,035	0,28	0,25	0,22	0,25	0,22	0,20
			0,26	0,23	0,20	0,24	0,21	0,19
0,18	0,040	0,035	0,30	0,26	0,23	0,27	0,24	0,21
			0,28	0,24	0,21	0,25	0,22	0,20
0,21	0,040	0,035	0,32	0,28	0,24	0,29	0,25	0,23
			0,30	0,26	0,22	0,27	0,24	0,21
0,24	0,040	0,035	0,34	0,29	0,25	0,31	0,27	0,24
			0,32	0,27	0,23	0,29	0,25	0,22
0,27	0,040	0,035	0,36	0,30	0,26	0,33	0,28	0,25
			0,33	0,28	0,24	0,31	0,26	0,23
0,30	0,040	0,035	0,37	0,31	0,27	0,34	0,29	0,26
			0,34	0,29	0,25	0,32	0,27	0,23

* regional lieferbar

3.3.5.2 WDV-Systeme auf Ziegelmauerwerk hoher Rohdichte

In der Tabelle 6 wird gezeigt, dass Ziegelmauerwerk mit einer höheren Rohdichte (1,0 bis 2,2 kg/dm³) kaum noch Einfluss auf die Wärmedämmung der Außenwand hat.

Die Wärmeleitfähigkeit von Mauerwerk mit Ziegel nach DIN 105-1 bis 3, ist in Abhängigkeit der Rohdichte des Ziegels nach DIN 4108-4, Wärmeschutz im Hochbau, bestimmt.

Tabelle 6
U-Werte von konstruktiven einschaligem unipor-Ziegel-Mauerwerk mit 10 und 20 cm dicken WDVS einschließlich 15 mm Kalkgips-Innenputz

Ziegel-Rohdichte ρ in Kg/dm ³	Wärmeleitfähigkeit λ_R W/mK		U-Wert in W/m ² K bei Wanddicken in cm			
	Mauerwerk	WDVS	17,5		24	
			Dämmstoffdicke in cm			
			10	20	10	20
1,0	0,45	0,040	0,32	0,18	0,31	0,17
		0,035	0,29	0,16	0,28	0,16
1,2	0,50	0,040	0,31	0,18	0,32	0,18
		0,035	0,29	0,16	0,28	0,16
1,4	0,58	0,040	0,33	0,18	0,32	0,18
		0,035	0,30	0,16	0,29	0,16
1,6	0,68	0,040	0,34	0,18	0,33	0,18
		0,035	0,30	0,16	0,29	0,16
1,8	0,81	0,040	0,34	0,18	0,33	0,18
		0,035	0,31	0,16	0,30	0,16
2,0	0,96	0,040	0,35	0,19	0,34	0,18
		0,035	0,31	0,16	0,30	0,16
2,2	1,2	0,040	0,27	0,14	0,27	0,14
		0,035	0,31	0,16	0,31	0,17

Die Außenwanddicke und die Ziegelrohichte – bei $\rho \geq 1,0$ kg/dm³ (= Tabelle 6) – spielen für die Wärmedämmung (fast) keine Rolle.

Die Steifigkeitsklassen sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Nach diesen Kriterien kann die Materialauswahl für die wirtschaftlichste Außenwandkonstruktion zusammengestellt werden.

Der optimale U-Wert, bei größtmöglicher Planungsfreiheit, sollte für ein Gebäude liegen nach:

- **Wärmeschutzverordnung '95**
zwischen 0,40 und 0,60 W/m²K, das entspricht einer Dämmstoffdicke von 3 bis 6 cm,
- **Niedrigenergiehaus-Standard**
zwischen 0,25 und 0,40 W/m²K, das entspricht einer Dämmstoffdicke von 6 bis 11 cm,
- **Passivhausstandard**
0,11 und 0,15 W/m²K: Bei schwerer Hintermauerschale (Abb. 9) 18–26 cm Dämmstoff; bei sehr gut wärmedämmender Hintermauerschale ab 10 cm Dämmstoffdicke.

3.4 Vorgehängte, hinterlüftete und wärmedämmte Fassade nach DIN 18516

Diese Außenwandkonstruktion zeichnet sich durch ein hohes Maß an Gestaltungsfreiheit und Funktionalität aus. Wird die Unterkonstruktion in Metall, in der Regel aus Aluminium, mit entsprechenden Fassadendämmplatten ebenfalls Baustoffklasse A 1 ausgeführt, besteht bei normgerechtem Hinterlüftungsquerschnitt keine Begrenzung der Gebäudehöhe (> 22 m = Hochhaus).

Die Thermik im Hinterlüftungsraum von 2 bis 4 cm sorgt für eine Austrocknung der Wärmedämmschicht nach einem Schlagregen und verhindert gleichzeitig im Brandfall eine mögliche „Kaminwirkung“.

Die Wärmedämmung muss flusenfest, oberflächenkaschiert und wasserabweisend sein.

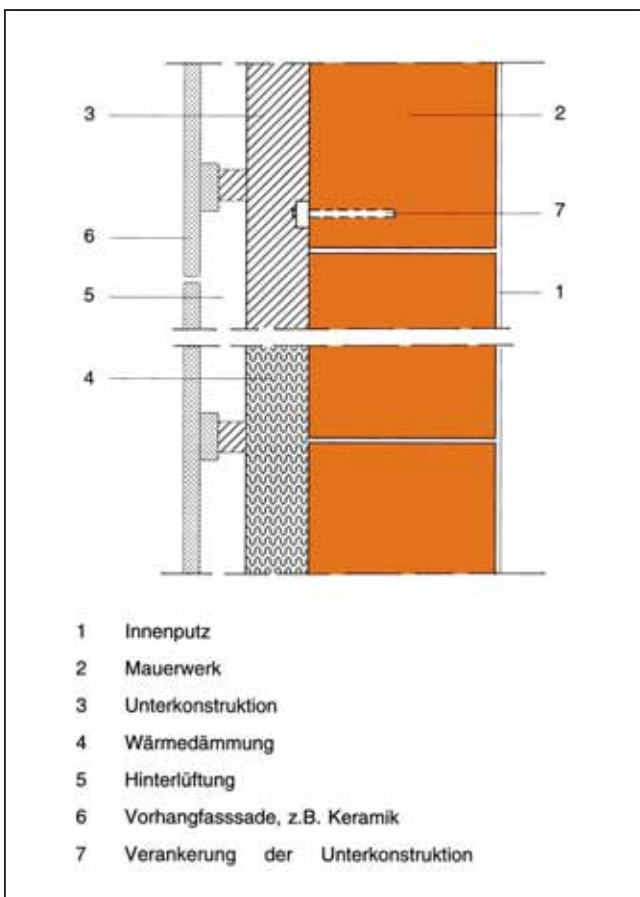


Abb. 8: Schnitt Ziegelmauerwerk mit vorgehängter, hinterlüfteter und wärmedämmter Fassade

Die architektonische Gestaltungsvielfalt lässt über Farben, Formate bis zu Obermaterialien keine Wünsche offen. Werkstoffe mit Anspruch von solid bis exklusiv sind unter Berücksichtigung der Gebäudestatik einsetzbar:

- Baukeramik
- Naturstein
- Metall
- Glas
- Holz

4 Baustoff-Optimierung

Die Abb. 9 setzt grafisch die beschriebenen Energiestandards ins Verhältnis. Danach zeigt sich, dass die Ziegelrohddichte (ab $\rho \geq 1,0 \text{ kg/dm}^3$) und die Wanddicke (nach Tab. 6) für die Wärmedämmung (fast) keine Rolle spielen. Für die Wärmedämmung ist die Dicke der Dämmschicht und deren Wärmeleitzahl entscheidend.

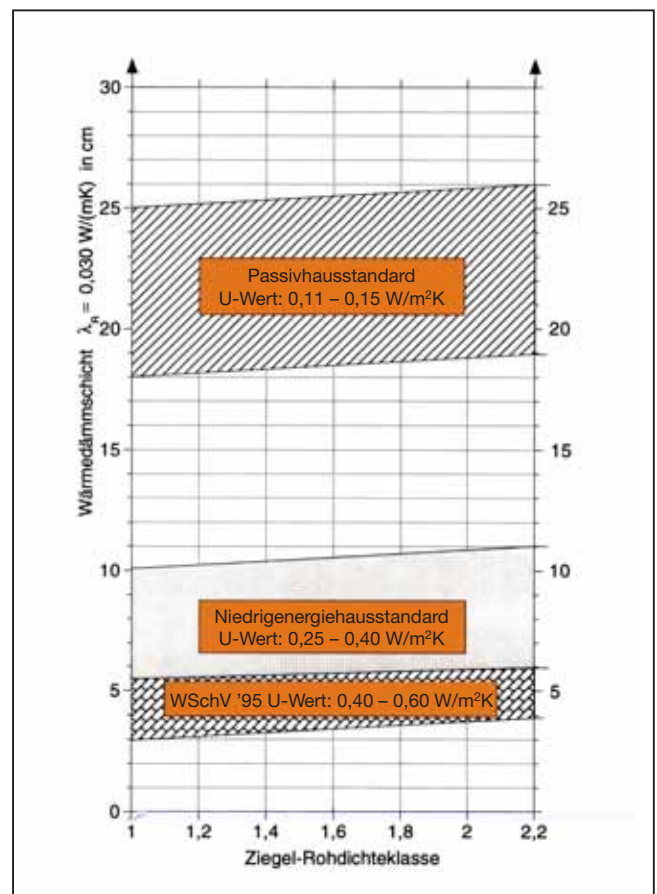


Abb. 9: U-Wert in Abhängigkeit von Dämmstoffdicke und Ziegelrohddichte

Tabelle 7
Festigkeitsklassen in Abhängigkeit der Ziegelrohndichte

	Rohdichteklasse	Steinfestigkeitsklasse				
		6	8	12	20	28
Ziegel nach DIN 105	1,0	–	x	x	–	–
	1,2	–	x	x	x	–
	1,4	–	x	x	x	–
	1,6	–	x	x	x	–
	1,8	–	x	x	x	x
	2,0	–	–	x	x	x
	2,2	–	–	x	x	x

Tabelle 8
Grundwerte σ_0 der zulässigen Druckspannungen für Mauerwerk mit Normal- und Leichtmörtel nach DIN 1053-1

Steinfestigkeitsklasse	Zulässige Druckspannungen σ_0 in M/Nm ²						
	Normalmörtel				Leichtmörtel		Dünnbettmörtel *)
	II	IIa	III	IIIa	LM 21	LM36	
6	0,9	1,0	1,2	–	0,7	0,9	0,8
8	1,0	1,2	1,4	–	0,8	1,0	1,0
12	1,2	1,6	1,8	1,9	0,9	1,1	1,2
20	1,6	1,9	2,4	3,0	0,9	1,1	–
28	1,8	2,3	3,0	3,5	0,9	1,1	–

*) entsprechend unipor-Zulassung Z 17.1-652

Tabelle 9
Wärmedämmstoffe für WDV-Systeme

Werkstoff	Polyurethan-Hartschaum	Expandierter Polystyrol-Hartschaum EPS	Extrudierter Polystyrol-Hartschaum XPS	Polyesterfaser	Mineralfaser (Glas- oder Steinwolle) MF	Mineralschaum	Kork
Kurzbezeichnung	PU			PE			
Handelsform	Platten	Platten DIN 18164	Platten DIN 18164	Matten	Platten/Lamellen DIN 18165	Platten Zulassung	Platten DIN 18161
Rohstoffe	Erdöl	Erdöl	Erdöl	Erdöl	Glas, Stein	Kalk, Sand	Kork
Herstellung	in umfangreicher Arbeitsprozesskette wird Material aufgebläht und zu Platten geformt	in umfangreicher Arbeitsprozesskette wird Material aufgebläht und zu Platten geformt	Polystyrolmasse wird durch Extruder zu Platten geformt	Macrofasern aus Ester, thermisch verfestigt und zu Vliesen verarbeitet	aus silikatischen Glas- bzw. Steinschmelzen zu Matten weiterverarbeitet	Aufschäumen und hydrothermale Härtung	Rinde der Korkeiche
Brandverhalten		B1 schwer entflammbar	B1 schwer entflammbar		A1, A2 nicht brennbar	A1, A2 nicht brennbar	B2 normal entflammbar
Befestigung	– kleben – kleben und dübeln – mechanisch – mechanisch und kleben	– kleben – kleben und dübeln – mechanisch – mechanisch und kleben	– kleben – kleben und dübeln – mechanisch – mechanisch und kleben	– kleben und dübeln – mechanisch – mechanisch und kleben	– kleben und dübeln – mechanisch nicht f. Lamellen – mechanisch und kleben	– kleben	– kleben – kleben und dübeln – mechanisch – mechanisch und kleben
Rohdichte σ (kg/dm ³)		0,015 bis 0,020	≥ 0,025		0,130 bis 0,150	0,080 bis 0,13	0,080 bis 0,050
Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108-4 λ_R (W/m · K)	0,035	0,040	0,040	0,040 0,045	0,035 0,040 0,045 0,050	0,045	0,045 0,050 0,055
Dampfdiffusionszahl μ DIN 4108-4	30/100		80/250	1	1	5/10	5/10
ökologische Beurteilung: Recycling	nein	zum Teil	nein	ja	zum Teil	ja	ja

5 Ziegelmauerwerk mit Zusatzdämmung

Aus der breit angelegten Angebotspalette des unipor-Ziegelsystems können ausnahmslos alle Ziegel für tragende Wände der vorher beschriebenen Dämmkonstruktionen eingesetzt werden.

Hinweis: Ausführliche Angaben zum unipor-Lieferprogramm enthalten die Broschüren Außenwände, Innenwände, Ziegelkeller, Ziegelelementsystem.

5.1 Diffusionsverhalten

Einschalige Außenwände ohne Zusatzdämmung bleiben unter Normalbedingungen grundsätzlich tauwasserfrei. Ziegelwände verhalten sich besonders vorteilhaft wegen des speziellen Kapillarsystems des keramischen Scherbens. Ziegel trocknen unübertroffen schnell aus und besitzen dauerhaft die niedrigste Ausgleichfeuchte aller Wandbaustoffe.

Bei Wänden mit außenseitiger Zusatzdämmung liegt der Taupunkt innerhalb der Dämmung. Tauwasser mindert deren Wärmedämmung. Der ungünstigste Fall stellt sich ein, wenn Tauwasser an der Grenzschicht zwischen Hintermauerwerk und Zusatzdämmung ausfällt.

Nach dem Rechenverfahren von Glaser (DIN 4108-5) verdunsten die geringen Tauwassermengen in herkömmlichem Mauerwerk außerhalb der Heizperiode wieder, also in den Sommermonaten. Ziegelmauerwerk dagegen trocknet bereits während der Heizperiode kontinuierlich aus: Das beschriebene Kapillarsystem des Ziegels gewährleistet schon in den Wintermonaten eine Austrocknung auch entgegen der Diffusionsstrom-Richtung.

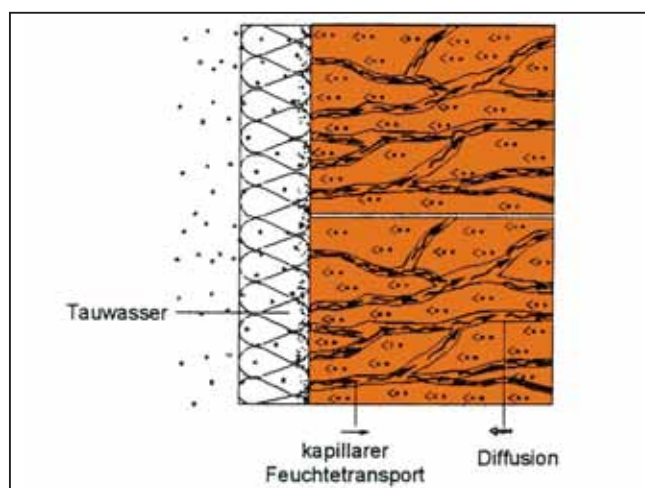


Abb. 10: Kapillarität und Diffusionsfähigkeit von Ziegel

5.2 Austrocknungsverhalten

Verschiedene messtechnische und rechnerische Untersuchungen zeigen, dass sowohl einschaligem als auch zusatzgedämmtem Ziegelmauerwerk ein gutes Austrocknungsverhalten attestiert werden kann. unipor-Ziegel gewinnen ihre Festigkeit durch keramische Bindung der Tonminerale beim Brand. Ziegel benötigen dafür keinerlei Bindemittel. Sie sind darüber hinaus nach dem Brennen vollkommen trocken. Davon profitiert auch die Ziegelwand: Nachweislich kurze Austrocknungszeiten und niedrige Ausgleichfeuchten werden planmäßig erreicht.

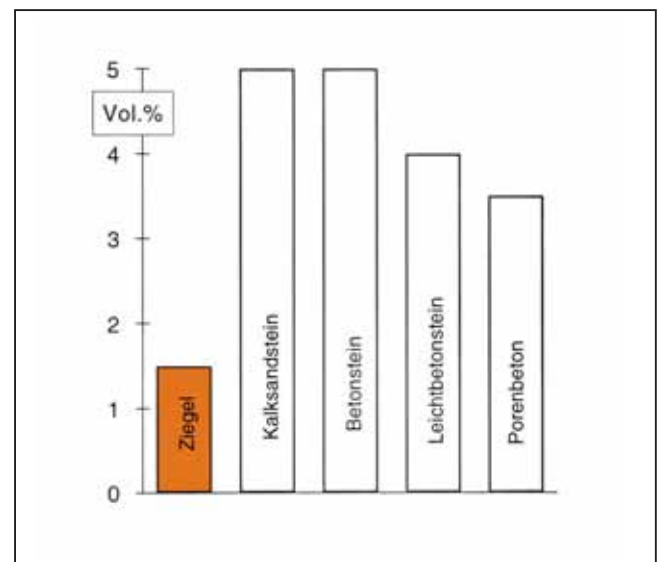


Abb. 11: Praktischer Feuchtegehalt von Baustoffen nach DIN 4108

5.3 Raumklima

Ausgewogenes Raumklima bedingt ein harmonisches Zusammenspiel von winterlichem und sommerlichem Wärmeschutz.

Eine hohe Wärmedämmung ist noch nicht gleichbedeutend mit einem ausgewogenen Raumklima – es kommt auf eine angeglichene Wärmespeicherfähigkeit der Wandkonstruktion in Verbindung mit der Wärmedämmung an.

Bei vergleichbarem U-Wert bewirken zu schwere Wandkonstruktionen in den Übergangsmonaten den ungemütlichen „Kühlhaus-Effekt“. Leichtbauweisen wiederum können im Sommer den Organismus der Bewohner mit „Barackenklima“ belasten.

Aufgrund der breiten Vielfalt von unipor-Ziegel, lassen sich immer die besten Bedingungen für ein ausgewogenes Raumklima erzielen. Dies gilt für einschalige unipor-Ziegelwände ebenso wie für zusatzgedämmte unipor-Wandkonstruktionen.

6 Brandschutz

Wände aus Ziegeln gehören der Baustoffklasse A1 – nicht brennbar – an und sind ein erheblicher Sicherheitsfaktor. Die Klassifizierung von Wärmedämmverbundsystemen ist abhängig von dem eingebauten Dämmstoff; einen Überblick gibt die Tabelle 10.

Tabelle 10
Brandschutzklassen der Baustoffe

A	nichtbrennbare Baustoffe
A1	zulässig sind geringe Mengen organischer Substanzen
A2	zulässig sind geringe Mengen brennbarer Substanzen
B	brennbare Baustoffe
B1	schwer entflammbar
B2	normal entflammbar
B3	leicht entflammbar, unzulässig am Bau

Der Brandschutz und die Rauchentwicklung von Wärmedämmverbundsystemen und deren Überwachung wird in dem für das jeweilige Wärmedämmverbundsystem ausgestellten Prüfbescheid geregelt.

Darin heißt es auszugsweise: „Die Einhaltung der Eigenschaft ‚nichtbrennbar‘ oder ‚schwer entflammbar‘ ist in jedem Herstellerwerk durch eine Überwachung, bestehend aus Eigen- und Fremdüberwachung, zu prüfen. Für das Verfahren der Überwachung ist DIN 18200 ‚Überwachung (Güteüberwachung) von Baustoffen, Bauteilen und Bauarten; Allgemeine Grundsätze‘ maßgebend, sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.“

Hinweis: Ein Untersuchungsbericht über das „Brandverhalten von Wänden mit Zusatzdämmung aus Polystyrol-Hartschaum“ kann bei allen unipor-Ziegelwerken oder bei unipor in München angefordert werden.

7 Schallschutz

Das Schalldämm-Maß $R'_{w,R}$ wird auch bei Wärmedämmverbundsystemen im Wesentlichen von dem Wandgewicht bestimmt, d. h. je schwerer ein m^2 Außenwand ist, desto besser ist der Schallschutz in Abhängigkeit von Wanddicke und Rohdichte.

Für einschalige Wände aus unipor-Ziegel sind die Werte der Tabelle 11 zu entnehmen (nach Tabelle 1 des Beiblattes 1 zur DIN 4109).

Tabelle 11
Schalldämm-Maße $R'_{w,R}$ von 1-schaligen Wänden mit Normalmörtel

(innen mit 15 mm Kalkgips- oder Gipsputz verputzt)

Ziegelroh-dichte-klasse	Schalldämm-Maße (Rechenwerte in dB) für Mauerwerk der Wanddicken				
	cm				
	11,5	14,5	17,5	24	30
0,7	37	38	40	44	46
0,8	38	40	42	45	47
0,9	39	41	43	46	48
1,0	40	42	44	47	50
1,2	41	44	45	49	52
1,4	43	45	47	51	53
1,6	44	47	48	52	54
1,8	45	48	50	53	56
2,0	46	49	51	54	57
2,2	47	50	52	55	58

Die Korrekturfaktoren des bewerteten Schalldämmmaßes $R'_{w,R}$ sind der Tabelle 12 oder der jeweiligen Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.

Tabelle 12
Korrekturfaktoren des bewerteten Schalldämm-Maßes $R'_{w,R}$

Wärmedämmstoff	Flächengewicht des Putzsystems (Unter- und Oberputz)	
	$\leq 10 \text{ kg/m}^2$	$> 10 \text{ kg/m}^2$
PS-Hartschaum alle Dicken	-3 dB	-3 dB
Mineralfaser-Dämmplatten ca. 60 mm	-4 dB	+4 dB
Mineralfaser-Dämmplatten ca. 100 mm	-2 dB	+2 dB

Durch das WDVS kann eine Verbesserung des Schalldämm-Maßes erreicht werden. Entscheidend ist die dynamische Steifigkeit der Dämmplatten

Messungen haben ergeben, dass bei einem Steifigkeitswert von 10 MN/m^3 (z. B. Mineralfaserplatten) eine Verbesserung von bis zu 4 dB erreicht wurde. Bei etwa 60 MN/m^3 konnten keine Veränderungen des Schalldämm-Maßes gemessen werden. Bei einem Wert von 120 MN/m^3 (z. B. Polystyrol-Hartschaumplatten) ergab sich hingegen eine Verschlechterung von ca. 3 dB.

Hinweis: Weiterführende Ausführungen enthalten die Broschüren „Außenwand“ und „Baulicher Schallschutz“. Diese können bei unipor in München oder bei den unipor-Ziegelwerken angefordert werden.

8 Verarbeitungshinweise

Die Richtlinien zur Verarbeitung von WDV-Systemen können von Anbieter zu Anbieter divergieren. In jedem Fall sind sie unbedingt einzuhalten, auch im Sinne der Produktgewährleistung. Eine entsprechende Urkunde mit Gewährleistungsdauer (bis zu 10 Jahren) des Systemlieferanten sollte unmittelbar nach der Auftragsvergabe vorgelegt werden.

Die einzelnen Systemprodukte sind miteinander verträglich und aufeinander abgestimmt. Fremdprodukte, auch fremde Oberputze, Anstrichfarben oder Zubehör können zu Schäden führen und sind von der Systemgarantie ausgeschlossen.

8.1 Konstruktive Gebäudevoraussetzungen

- Der Dachüberstand an Traufe (*Abb. 15*) und Ortsgang muss für die Systemdicke ausreichend bemessen sein.
- Die vorhandenen Schellenanker für Dachrinne, Regenfallrohre oder Blitzableiter müssen, wenn sie nicht in das WDVS integriert werden sollen, entsprechend verlängert werden.
- Die Außenfensterbänke müssen so breit sein, dass die Tropfnase nach Fertigstellung 3 cm vorsteht.
- Die Fenster- und Türleibungen sollten mitgedämmt werden.
- Bei Altbauten muss geprüft werden, ob der Untergrund noch tragfähig ist.
- Die Oberfläche der Wand muss eben, trocken, fett und staubfrei sein und mindestens eine Abriebfestigkeit von 0,08 N/mm² aufweisen. Bei Mauerwerk nach DIN 1053 ohne Putz kann die Abriebfestigkeit vorausgesetzt werden.

8.2 Vorarbeiten

Bei Neubauten wird der Untergrund von Mörtelresten, Verschmutzungen und losen Bestandteilen befreit. Die wärmeschutztechnische Sanierung mit WDVS von Altbaufassaden erfordert eine Prüfung der Abriebfestigkeit.

Bei unter Denkmalschutz stehenden Gebäuden/ganzen Vierteln oder Stadtkernen sind die Auflagen der Denkmalschutzbehörde zu berücksichtigen. Dafür stehen auch entsprechende Fördermittel zur Verfügung.

8.3 Unterer Abschluss des WDVS

Der untere Abschluss für Dämmschicht und Putz kann nach Festlegung der Sockelhöhe durch Andübeln eines Sockelprofils (*Abb. 13*) hergestellt werden. Die Bekleidung des Sockels mit z. B. wasserabweisenden Putz oder Ziegel-Riemchen (*Abb. 12*) ist nachträglich frei wählbar.

8.4 Ansetzen der Dämmplatten

Die Dämmplatten können nun mechanisch über Dübel, formschlüssig mit Klebemörtel oder in Kombination der beiden mit dem Mauerwerk befestigt werden. Einen Überblick gibt die Tabelle 9.

8.5 Kantenschutz

Nach dem Befestigen der Dämmplatten können an waagerechten und senkrechten Vorsprüngen (= Gesimse und Lisenen), Kantenschutzprofile aus Edelstahl (*Abb. 12 und 17*) eingebaut werden.

Aus rein gestalterischen Gründen, nur mit untergeordneter Schutzfunktion, sind auch sichtbare Edelstahl-, Messing- oder unifarbene Kunststoffprofile möglich.

8.6 Armierung der verlegten Dämmplatten

Ein Abbinden des Klebemörtels, je nach Witterung, Temperatur (nicht unter +5° C) und Fabrikat von 1 bis 5 Tagen, ist für die weitere Verarbeitung einzuplanen.

In einen frischen, 3 bis 5 mm dick aufgetragenen Armierungsmörtel wird das Armierungsgewebe eingebettet. Besonderheiten, wie z. B. die Überlappung oder Eckausbildung im Tür- und Fensterbereich ist produktspezifisch auszuführen. Anschließend wird das Armierungsgewebe (frisch in frisch) mit Armierungsmörtel bis zur vorgeschriebenen Dicke überzogen.

8.7 Dübelbefestigung für nachträglich zu dämmende Putzfassaden

Das Setzen der Dübel wird mit entsprechendem Abstand von den Ecken und Kanten (auch Fensterecken) begonnen, sobald das Armierungsgewebe eingebettet ist. Der Armierungsmörtel darf noch nicht abgebunden haben! Die Dübelkopfscheibe zieht sich beim Einschrauben in die Armierungsschicht und muss anschließend überspachtelt werden.

Die Dübel tragen somit die Dämmplatten und die Putzschicht.

8.8 Anschlüsse an andere Bauteile

Die Anschlüsse an andere Bauteile und Materialien, wie z.B. Fenster- und Türrahmen oder Sockelübergang (Abb. 13) sind mit geeigneten elastischen Fugenmassen und Dichtband (Silikon, Tiokol) herzustellen.

8.9 Bewegungsfugen

Bei WDVS mit Putz brauchen nur die durch die gesamte Tragwand verlaufenden Fugen, wie z. B. Gebäudetrennfugen als Bewegungsfugen durchgehend ausgebildet zu werden. Ein Fugenprofil empfiehlt sich auch zur Überbrückung von Haustrennwänden.

Anders bei Oberbeschichtungen mit keramischen Platten. Je nach Oberflächendesign, Besonnung und zu erwartender Temperaturdifferenz sind zusätzliche Bewegungsfugen nur in der Keramikfläche anzuordnen.

8.10 Oberputze und Anstriche

Nach ausreichender Abbindezeit der Armierungsbeschichtung – je nach Jahreszeit und Produkt bis zu 4 Wochen – kann der oberputz aufgezogen werden. Der Oberputz darf strukturiert bzw. gekratzt ausgeführt werden. Die Untergrund- und Lufttemperaturen müssen mindestens +5° C betragen. Armierungsbeschichtung und Putz dürfen mindestens zwei Tage keinem Frost ausgesetzt sein.

Zum Abschluss kann eine geeignete Farbbeschichtung aufgebracht werden.

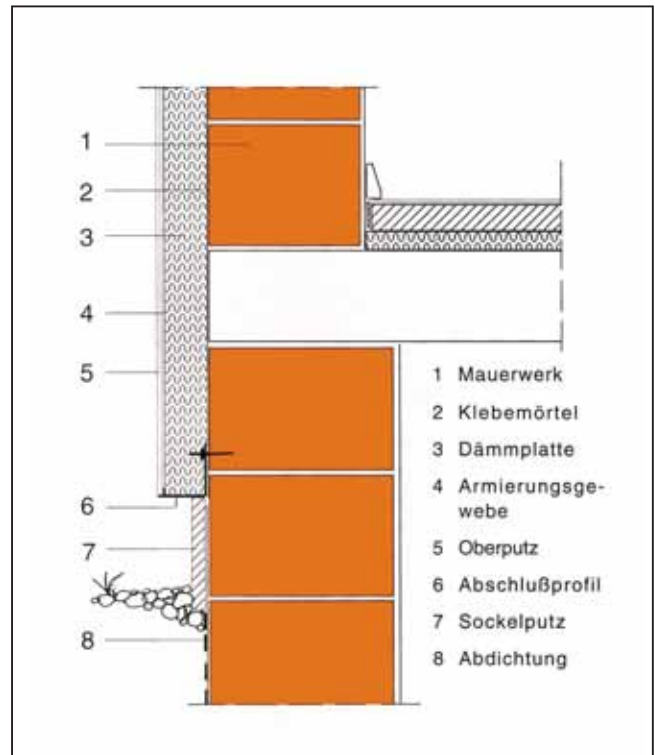


Abb. 12: WDVS über OK Gelände – mit Anschluss Sockelputz

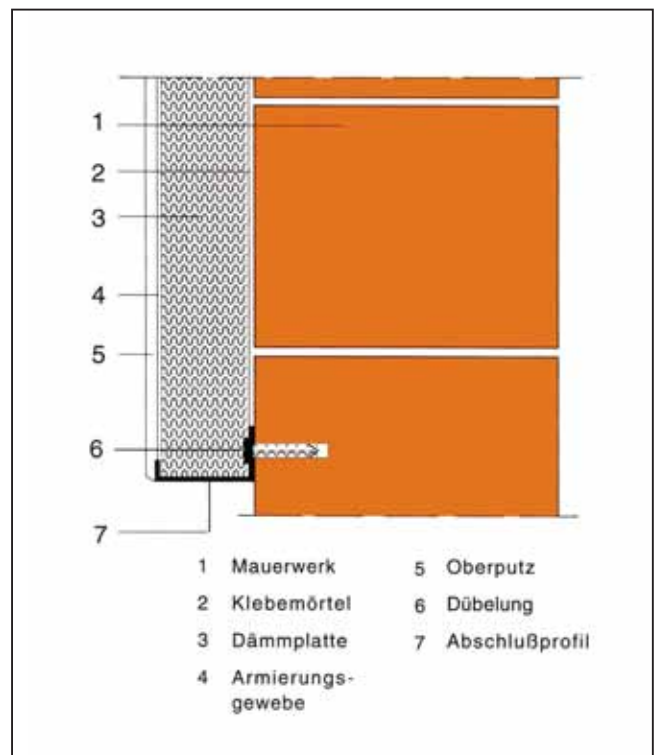


Abb. 13: Detail Sockelabschlussprofil ohne Putz

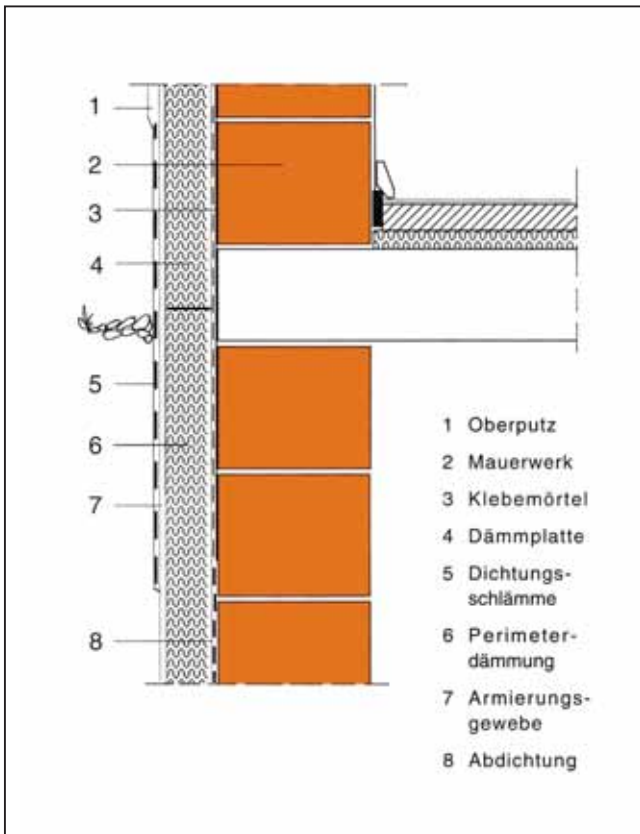


Abb. 14: Anschluss erdberührter Außenwand mit spritzwassergeschütztem Sockel

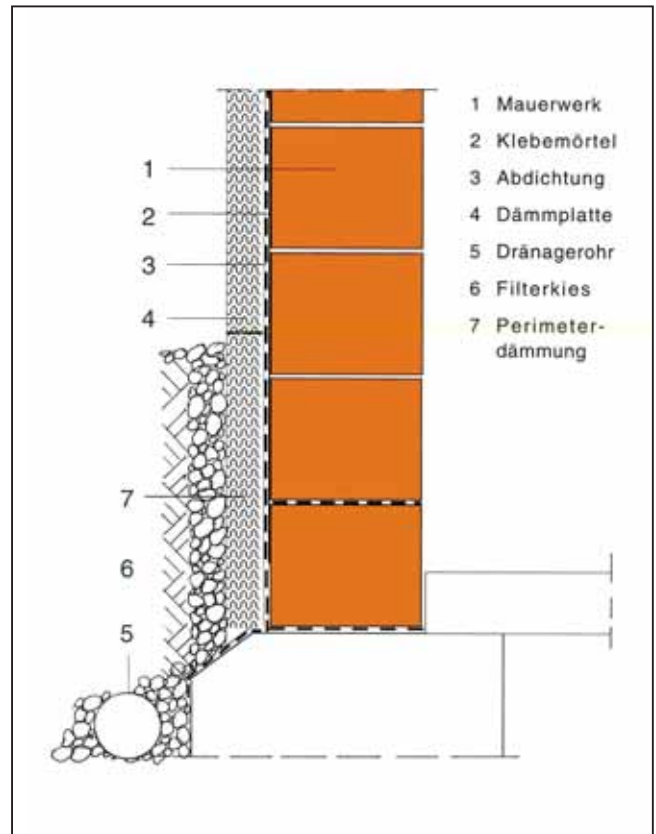


Abb. 16: Dämmung im Erdreich – Schnitt Fundament aufsteigendes Mauerwerk

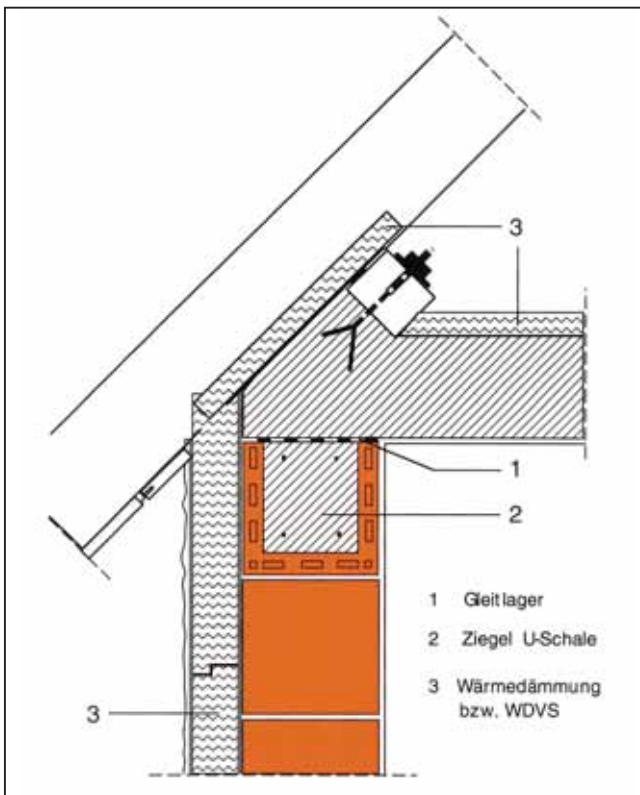


Abb. 15: Anschluss WDVS an Steildach

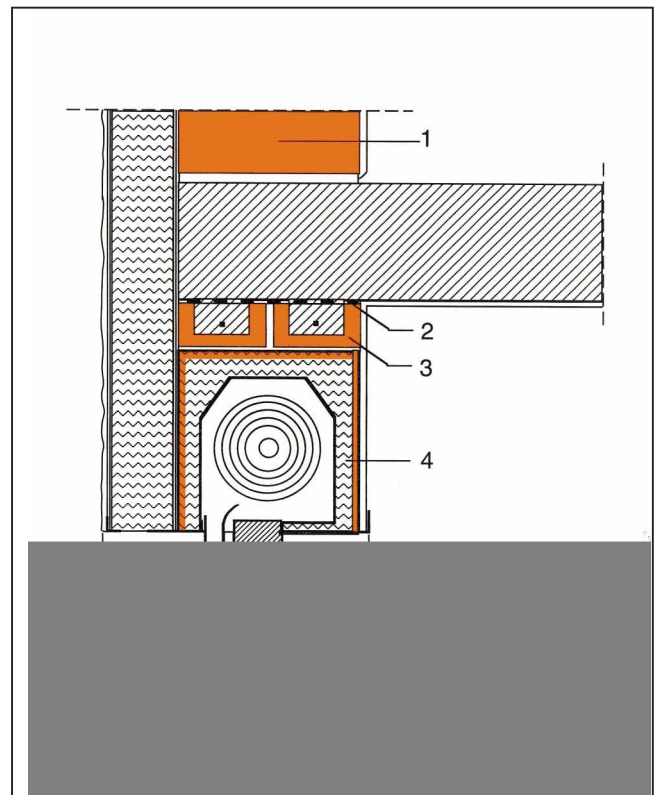


Abb. 17: Schnitt Außenwand, Detail – Flachstürze, Rolladenkasten, Fenster

unipor-Ziegel Marketing GmbH

Aidenbachstraße 234
81479 München
Telefon 089 / 74 98 67-0
Telefax 089 / 74 98 67-11
www.unipor.de