

Austrocknungsverhalten von Mauerwerk unterschiedlicher Güte und Dicke

F. Antretter, A. Holm, F. Saur
Valley, München

Zusammenfassung

Der Erfolg einer energetischen Sanierung hängt nicht unwesentlich vom hygrischen Ausgangszustand des Mauerwerks ab. Häufig entstehen erst nach der Sanierung Feuchteschäden wie beispielsweise Frostabplatzungen oder Schimmelpilzbildung. Durch das Aufbringen einer zusätzlichen Dämmung, egal ob Außendämmung mit Wärmedämmverbundsystemen oder durch Innendämmung, wird nämlich nicht nur der thermische Zustand des Mauerwerks, sondern auch sein hygrisches Verhalten geändert. Aber nicht nur Schäden durch Feuchteanreicherung an den „falschen“ Stellen sondern auch ein kurzzeitig erhöhter Energieverbrauch durch zusätzliche Lüftungswärmeverluste können die Folge sein.

Das Ziel der hier vorgestellten Untersuchungen ist die Bestimmung der wesentlichen Einflussgrößen auf das Trocknungsverhalten von anfänglich unterschiedlich hoch durchfeuchtetem Mauerwerk bei nachträglichem Anbringen von Dämmungen. Dabei wurde sowohl zwischen Mauerwerk- und Dämmmaterialien, als auch von Innen- und Außendämmung unterschieden

1 Durchführung der Untersuchungen

Für die rechnerische Untersuchung liegt am IBP das hygrothermische Gebäudesimulationsprogramm WUFI[®]plus vor. Die bisher erzielten Ergebnisse mit diesem Programm haben eine gute Übereinstimmung zwischen rechnerischer Aussage und praktischer Untersuchung am Objekt ergeben. Mit Hilfe dieses Berechnungstools sollen die unterschiedlichen Fragestellungen geklärt werden. Für die Berechnungen wurden jeweils drei komplette Jahr betrachtet. Ausgangspunkt der rechnerischen Untersuchungen ist der 1. Oktober.

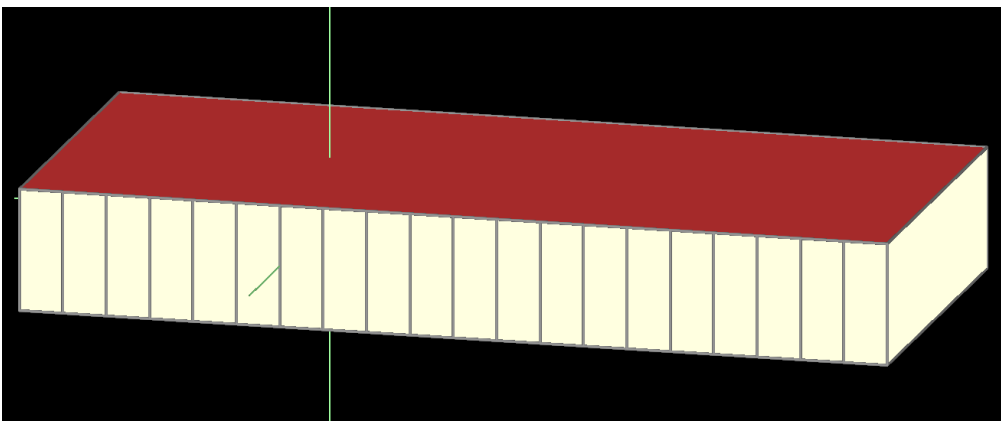


Bild 1: Isometrie Simulationsmodell; Ansicht Süd

1.1 Modellbeschreibung

Für die Simulation wurde ein Raum erstellt, dessen Südfassade in zwanzig verschiedene Außenbauteile aufgebaut ist. Diese Bauteile stehen für die verschiedenen Aufbauten die betrachtet wurden und werden unter Kapitel 2.2 näher beschrieben. Folglich sind alle relevanten Bauteile nach Süden ausgerichtet. Alle anderen Bauteile spielen für die Berechnungen keine Rolle.

1.2 Aufbau der verwendeten Bauteile

Für die rechnerische Studie werden vier verschiedene Mauerwerkstypen (Sander Sandstone, Vollziegel, Ziegel 2, Ziegel 3) näher untersucht. Alle vier Typen entsprechen Materialien, die vor 1979 verbaut wurden. Dazu kommen die jeweiligen Innen- bzw. bei den Ziegelvarianten die jeweiligen Außenputze.

Tabelle 1: Zusammenstellung der wichtigsten Materialparameter

Mauerwerk	Schicht	Dicke [m]	ρ [kg/m ³]	λ [W/mK]	U-Wert [W/m ² K]
1	Sander	0,3	2120	1,6	2,64
	Innenputz	0,015	1500	0,7	
2	Außenputz	0,015	1800	0,87	1,85
	Ziegelmau-	0,30	1873	0,91	
	Innenputz	0,015	1500	0,7	
3	Außenputz	0,015	1800	0,87	1,37
	Ziegelmau-	0,30	1642	0,58	
	Innenputz	0,015	1500	0,7	
4	Außenputz	0,015	1800	0,87	1,85
	Ziegelmau-	0,30	1811	0,40	
	Innenputz	0,015	1500	0,7	

Neben der hygrothermische Betrachtung des Ursprungsfalls werden auch die typischen Sanierungsfälle betrachtet. Dementsprechend gibt es zu jedem dieser vier Typen jeweils zwei Außendämmsysteme und zwei Innendämmsysteme. Bei der Außendämmung kommt zum einen EPS und zum anderen Mineralwolle zur Anwendung, bei der Innendämmung wird Kalziumsilikat bzw. Mineralwolle mit einer feuchteadaptiven Dampfbremse verwendet.

Für das Außenklima wurde der stündliche Klimadatensatz von Holzkirchen gewählt. Für die im Raum herrschenden Verhältnisse wurde ein dem Außenklima angepasstes Modell für Innenräume nach EN 13788 verwendet. Dabei wird von einer konstanten Innentemperatur von 20°C ausgegangen. Die relative Luftfeuchte ändert sich in Abhängigkeit von den Außentemperaturen. Hier wird in vier verschiedene Feuchtigkeitsklassen, Humidity Class 1 bis Humidity Class 4, unterschieden.

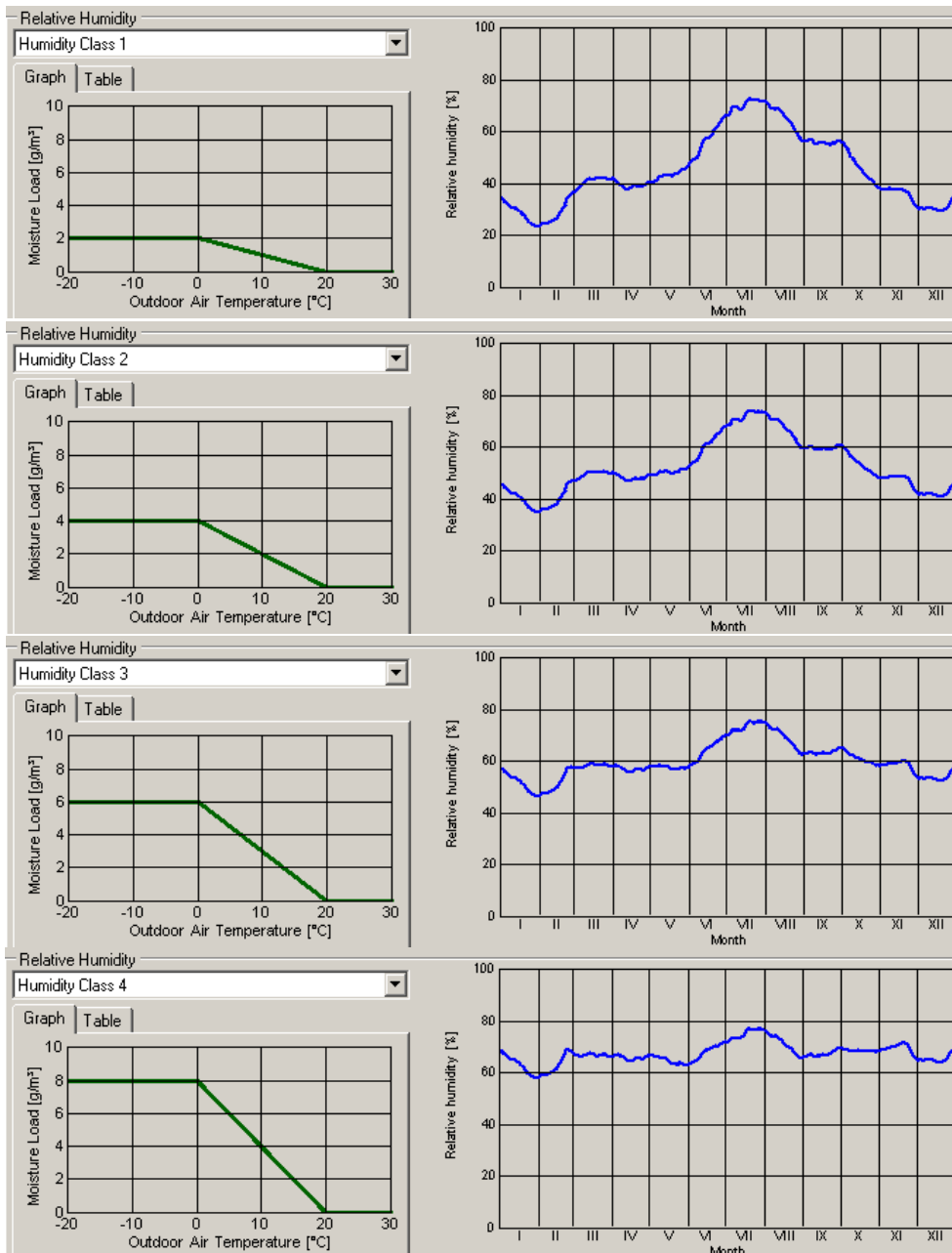


Bild 2: Humidity Class 1 (oben) bis Humidity Class 4 (unten)

Die für das jeweilige Material benötigten hygrothermischen Stoffkennwerte stammen aus der WUFI-Datenbank. Die Anfangsfeuchte der verwendeten Mauerwerksmaterialien entspricht 50% der maximalen Feuchte. Im restlichen Bauteil liegt ein Wassergehalt entsprechend der Ausgleichsfeuchte bei 80 % relativer Feuchte vor. Rechenbeginn ist jeweils der 1. Oktober. Betrachtet wird die zeitliche Entwicklung des Gesamtwassergehaltes und im Fall der Innendämmung die relative Feuchte an der kritischen Schicht zwischen Mauerwerk und Dämmstoff.

Untersucht wurde der Einfluss auf das Austrocknungsverhalten der vier verschiedenen Mauerwerksbildner mit Hilfe eine singulären Parametervariation: Verändert wurden:

- der Ausgangsfeuchtegehalt im Mauerwerk (25, 50, 75 und 100% von der freien Wassersättigung)
- die Orientierung (Nord, Ost, Süd und West)
- das Innenklima (Feuchteklasse HC 1 bis HC4 entsprechend EN 13788)
- Sanierung mit Wärmedämmverbundsystem (Mineralwolle und EPS)
- Sanierung mit Innendämmung (Calciumsilikatplatten und Mineralwolle mit Dampfbremse)

2 Ergebnisse

Im Folgenden sind die Ergebnisse der jeweiligen Berechnungen aufgeführt. Zu den bereits angesprochenen verschiedenen Varianten der Außen- und Innendämmung wird jeweils noch der Fall ohne Sanierung, also ohne Dämmung angeführt.

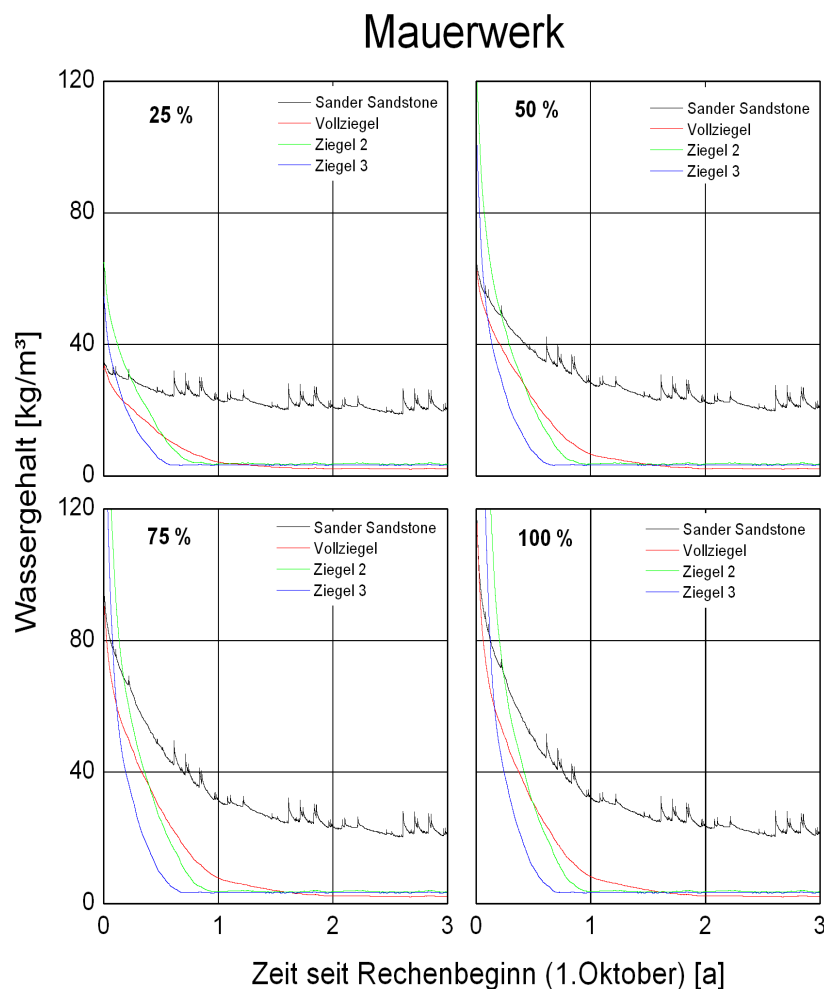


Bild 3: zeitlicher Verlauf des Wassergehaltes im Mauerwerk in Abhängigkeit der verschiedenen Mauerwerksbildner und Anfangsfeuchten.

Bild 3 zeigt den zeitlichen Verlauf des Wassergehaltes im Mauerwerk während der betrachteten 3 Jahre in Abhängigkeit der unterschiedlichen Ausgangsfeuchten. Wie zu erwarten ist, nimmt die Trocknungszeit mit dem anfänglich im Bauteil gespeicherten Wasser zu. Diese Zunahme ist nicht proportional zum Wassergehalt sondern hängt u.a. auch von den hygrothermischen Materialtransportparametern für Flüssigtransport und Dampfdiffusion ab.

Der Einfluss der Klimafaktoren wie solaren Einstrahlung und Schlagregen auf das Austrocknungsverhalten der Konstruktion sollte durch den Vergleich der Ergebnisse bei Nord-, Ost-, Süd- bzw. Westausrichtung erfolgen. Durch den relativ wasserabweisenden Aussenputz sind keine nennenswerten Unterschiede im Verlauf des Wassergehaltes für die drei Ziegelmauerwerksarten zu beobachten. Einzig der unverputzte Sandersandstein zeigt ein richtungsabhängiges Austrocknungsverhalten. Bedingt durch die hohe Schlagregenbelastung auf der Westseite stellt sich ein höherer mittlerer Wassergehalt ein.

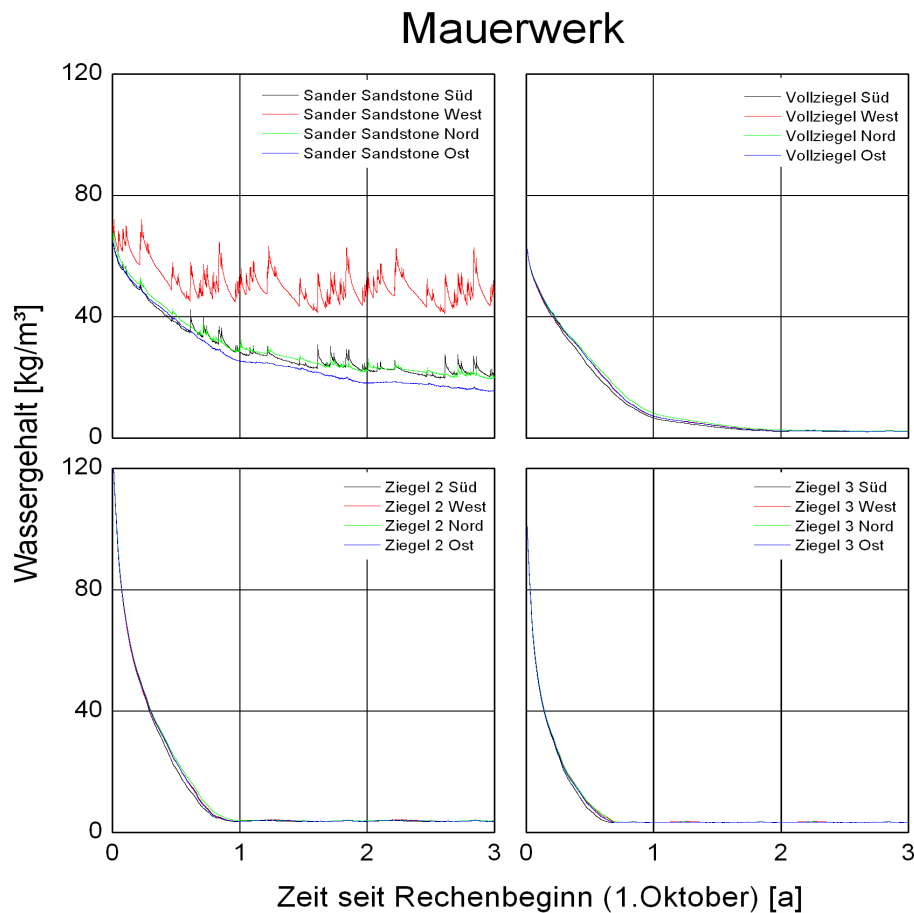


Bild 4: zeitlicher Verlauf des Wassergehaltes im Mauerwerk in Abhängigkeit der Orientierung.

Üblicherweise kann ein Mauerwerk sowohl nach Außen als auch nach Innen austrocknen. Dabei wird das Austrocknungspotential nach Innen maßgeblich vom Innenraumklima, also Temperatur und relative Feuchte bestimmt. Da das Innenklima wiederum stark vom Nutzer abhängt hat man für feuchtetechnische Berechnungen in der EN 13788 vier Feuchteklassen definiert.

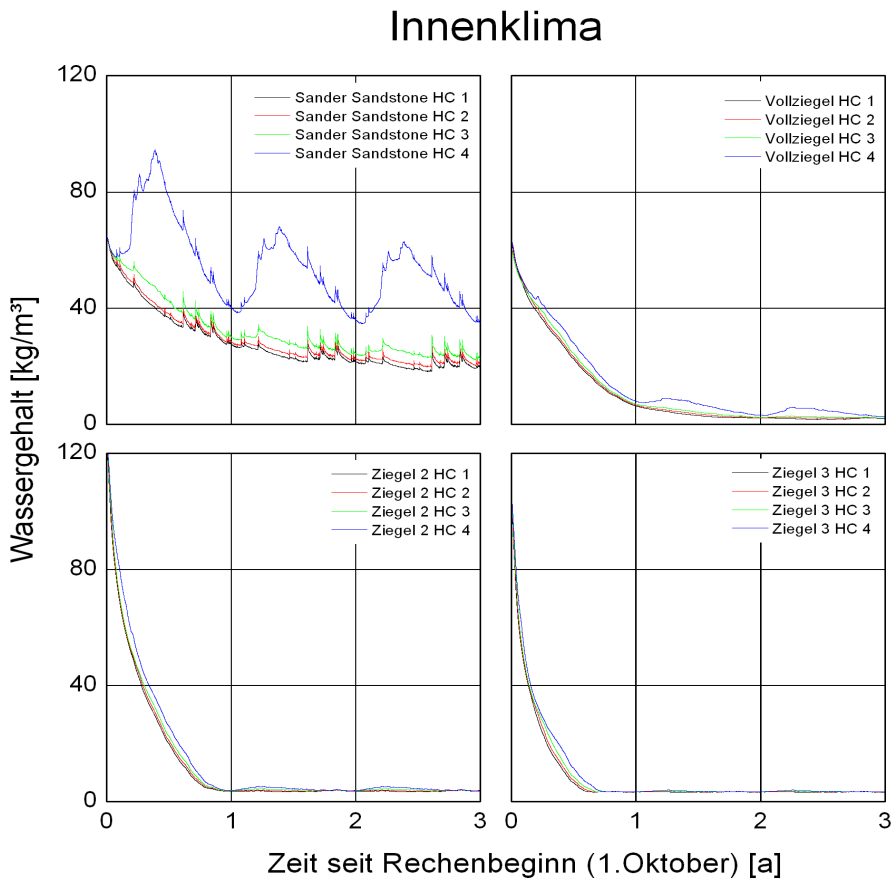


Bild 5: zeitlicher Verlauf des Wassergehaltes im Mauerwerk in Abhängigkeit des Innenklimatas.

Interessant wird aber der Einfluss der energetischen Sanierungsmaßnahme auf das Austrocknungsverhalten. Im folgenden Bild sind für die vier Mauerwerksbildner jeweils die Wassergehalte im Ursprungszustand und für die sowohl mit WDVS als auch mit Innendämmung gedämmten Bauteile zu sehen. In allen Fällen ist bei Aufbringen eines WDVS mit Mineralwolle auf das Mauerwerk eine beschleunigte Austrocknung zu erkennen. Allerdings erhöhen die anderen drei Sanierungsvarianten die Trocknungsdauer zum Teil sogar erheblich.

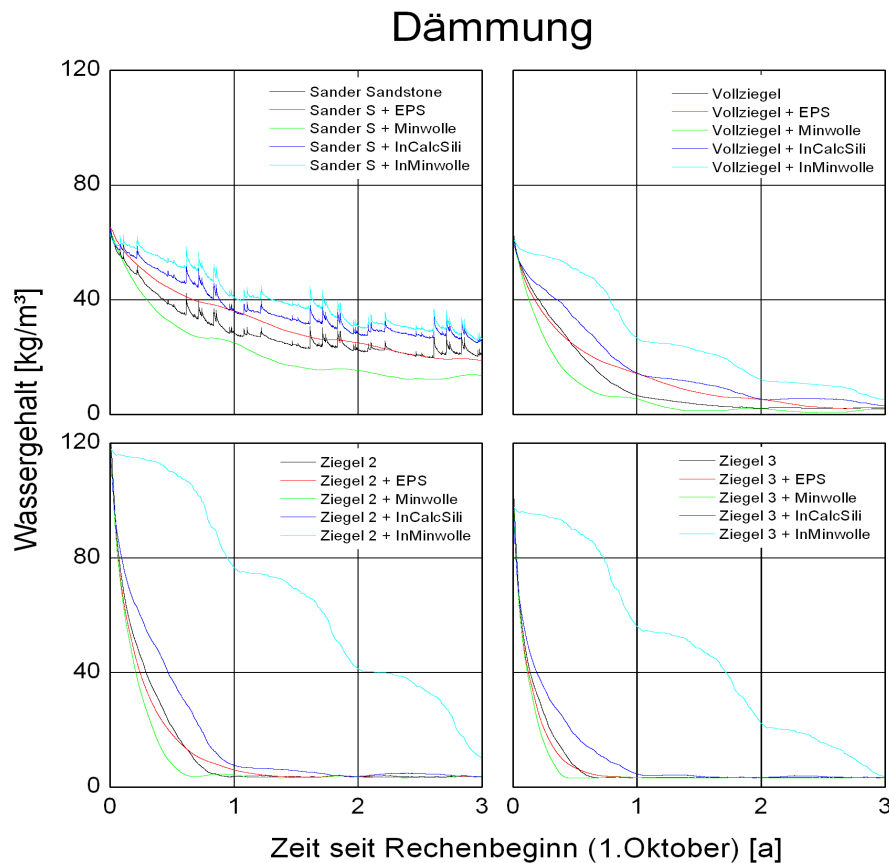


Bild 6: zeitlicher Verlauf des Wassergehaltes im Mauerwerk in Abhängigkeit der verschiedenen Mauerwerksbildner.

3 Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der eindimensionalen Feuchteberechnungen zeigen, dass das Austrocknungsverhalten eines Mauerwerksbildners bei Applikation eines WDVS bzw. einer Innendämmung von verschiedenen Parametern mehr oder weniger stark abhängt. So ist z.B. beim WDVS der vermutete Effekt einer Trocknungsbehinderung aufgrund des Temperaturabfalls im dämmenden Mauerwerk und der damit verbundenen Dampfdruckabsenkung hier wenig ausgeprägt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Wärmeleitfähigkeit im baufeuchten Zustand ca. 5-mal so hoch ist wie im trockenen Zustand. Somit ist der Temperaturgradient im Ziegel niedriger als anfangs erwartet. Des Weiteren ist der Haupttransportprozess zu Beginn die Kapillarleitung. Zur Erhöhung des Energieverbrauchs aufgrund der feuchtebedingten Transmissionswärmeverluste kommen noch zusätzliche Lüftungswärmeverluste, die durch das notwendige Herauslüften der nach innen wandernden Baufeuchte entstehen. Zur Klärung der Frage, welche Energieverluste ausschließlich auf die Baufeuchte zurückzuführen sind, sollten genauere Untersuchungen an beispielhaften Gebäuden mit unterschiedlichen Wandaufbauten durchgeführt werden. Die gilt jedoch nicht nur für Gebäude mit Wärmedämmverbundsystemen, sondern vor allem auch für solche mit Innendämmung.