



# **IDSolutions**

## **Lösungen für die Sanierung mit Innendämmung im mehrgeschoßigen Gebäudebestand auf Ebene der Nutzungseinheit**

### **Leitfaden für die Sanierung mit Innendämmung Teil 4: Umsetzung in die Praxis**

Steiner, T.

IBO – Österreichisches Institut  
für Bauen und Ökologie GmbH



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>4</b>
1.1	<i>Innendämmung in der Praxis.....</i>	<i>4</i>
1.2	<i>Modernisierung einzelner Nutzungseinheiten.....</i>	<i>4</i>
1.3	<i>Anwendungsbereich Dachgeschoß und Feuermauer.....</i>	<i>4</i>
1.4	<i>Fachgerechte Planung vorausgesetzt.....</i>	<i>5</i>
1.5	<i>Vielzahl und Bandbreite an Themen und Fragestellungen.....</i>	<i>5</i>
1.6	<i>Koordination und Abstimmung der Gewerke.....</i>	<i>5</i>
1.7	<i>Ausführende Unternehmen wählen.....</i>	<i>6</i>
1.8	<i>Überwachung des Bauablaufes.....</i>	<i>6</i>
1.9	<i>Der Fachunternehmer.....</i>	<i>6</i>
1.10	<i>Ausführung der Arbeiten.....</i>	<i>6</i>
1.11	<i>Prüfung der Vorleistungen.....</i>	<i>7</i>
1.12	<i>Vorarbeiten auf der Baustelle.....</i>	<i>7</i>
1.13	<i>Behandlung der Oberfläche.....</i>	<i>7</i>
1.14	<i>Abnahme.....</i>	<i>8</i>
1.15	<i>Dokumentation.....</i>	<i>8</i>
1.16	<i>Wartungs- und Pflegehinweise.....</i>	<i>8</i>
1.17	<i>Zusammenfassung.....</i>	<i>8</i>
<b>2</b>	<b>Kellerinnendämmung eines 70er-Jahre Wohngebäudes mit begleitendem Monitoring .....</b>	<b>9</b>
2.1	<i>Einleitung.....</i>	<i>9</i>
2.2	<i>Demonstrationsprojekt Keller.....</i>	<i>9</i>
2.3	<i>Typische Herausforderungen.....</i>	<i>9</i>
2.4	<i>Projektidee.....</i>	<i>9</i>
2.5	<i>Ortstermin.....</i>	<i>10</i>
2.6	<i>Beurteilung von Feuchtebelastung und Verteilung in der Bestandswand.....</i>	<i>10</i>
2.7	<i>Auswahl des Innendämm-Systems.....</i>	<i>14</i>
2.8	<i>Simulationsergebnisse.....</i>	<i>14</i>
2.9	<i>Vorbereitende Maßnahmen.....</i>	<i>14</i>
2.10	<i>Koordination der Gewerke.....</i>	<i>16</i>
2.11	<i>Applikation des Dämmsystems.....</i>	<i>16</i>
2.12	<i>Begleitendes Monitoring.....</i>	<i>18</i>



2.13	<b>Erste Messdaten</b> .....	19
2.14	<b>Fazit</b> .....	20
3	<b>Muster-Sanierung Gründerzeit</b> .....	21
3.1	<b>Einleitung</b> .....	21
3.2	<b>Modernisierung einzelner Nutzungseinheiten</b> .....	21
3.3	<b>Innendämmung</b> .....	21
3.4	<b>Fenster</b> .....	22
3.5	<b>Heizung und Lüftung</b> .....	23
3.6	<b>Balkenköpfe</b> .....	23
3.7	<b>Berechnung</b> .....	24
3.8	<b>Messung</b> .....	25
3.9	<b>Schimmelpilzbildung und Holzverrottung ausgeschlossen</b> .....	25
3.10	<b>Ziele erreicht</b> .....	27
3.11	<b>Ein Qualitätsstandard für die Sanierung</b> .....	27
4	<b>Bautechnische Details</b> .....	28
5	<b>Literatur</b> .....	31



## **1 Einleitung**

### **1.1 Innendämmung in der Praxis**

Die breite Anwendung von Innendämmungen liegt in der Bestandssanierung. Im Bereich der Neuerrichtung von Gebäuden ist Innendämmung als Sonderlösung einzustufen. Als generelle Maßnahme ist die Einsatzmöglichkeit von Innendämmungen nur bei unbewohnten Bestandsobjekten im Zusammenhang mit Erhöhung der Nutzungstauglichkeit oder auch bei Umnutzung früherer Betriebsobjekte zu Wohnobjekten zu sehen. Jedenfalls interessant ist die Anwendung von Innendämmung, wenn Außendämmung nur mit hohem Aufwand oder gar nicht in Frage kommt. Solche Gründe können etwa stark gegliederte Bestandsfassaden oder auch der Wunsch der Eigentümer nach Erhalt eines besonderen Erscheinungsbildes, wie etwa Sichtmauerwerk ehemaliger Betriebsgebäude sein. [1]

### **1.2 Modernisierung einzelner Nutzungseinheiten**

Der Einsatz von Innendämmung zur Erhöhung der Wohnbehaglichkeit oder zur Erhöhung der Energieeffizienz bei individueller Umsetzung in einzelnen Nutzungseinheiten innerhalb eines Objektes findet vielfältig Anwendung und ist Thema der Forschungsprojekte (IDSolutions und Gründerzeit-Toolbox). Sinnvoll ist der Einsatz von Innendämmung in Räumen mit temporärer Nutzung, wobei die Erreichbarkeit eines behaglichen Raumklimas auch ohne ständige heiztechnische Konditionierung positiv zu sehen ist. Solche Räume können etwa Gemeinschaftsräume in größeren Mehrfamilienhäusern, Tagesräume in Seniorenheimen, Veranstaltungsräume, Aufenthaltsräume in nicht ständig genutzten Objekten oder auch Wohnobjekte mit nur tageweiser Nutzung sein. (Vgl. [2])

### **1.3 Anwendungsbereich Dachgeschoß und Feuermauer**

Bereits seit Langem kommt Innendämmung im Bereich von Dachbodenausbauten zum Einsatz. Gleiches gilt für die Ertüchtigung von Feuermauern (Wände an der Grundgrenze), weil gerade dort eine Außendämmung wegen der mit der Überschreitung der Grundgrenze verbundenen – oft nicht möglichen oder nicht erwünschten – Vereinbarungen mit Anrainern, bzw. wegen vorhandener Bestandsobjekte am benachbarten Grundstück, ausscheidet. Die Verpflichtung einer Duldung einer solchen Überschreitung ist derzeit in den baugesetzlichen Grundlagen nicht enthalten und scheint auch nicht umsetzbar. (Vgl. [3])



## 1.4 Fachgerechte Planung vorausgesetzt

Die Bestandteile fachgerechter Planung sind in relevanten Merkblättern und Leitfäden detailliert beschrieben. Sie reichen von der Erfassung und Bewertung der Bestandskonstruktion über die Auswahl geeigneter Dämmsysteme bis hin zur bauphysikalischen Nachweisführung.

## 1.5 Vielzahl und Bandbreite an Themen und Fragestellungen

Die Applikation einer Innendämmung wirft eine Vielzahl an Fragen auf. Materialauswahl, Dimensionierung des Dämmsystems u.Ä. werden in der Regel in der Planungsphase beantwortet. Wie sieht es aber nach abgeschlossener Planung aus?

## 1.6 Koordination und Abstimmung der Gewerke

Einhergehend mit der Applikation von Innendämmung sind häufig begleitende Maßnahmen wie Änderung von Nutzung, Heizsystem (Abbildung 1), Lüftungsanlage, Elektroinstallationen, Fenstertausch, u.Ä. Die entstehenden Schnittstellen zwischen den einzelnen Gewerken sind zu identifizieren und in der Zeit- und Ablaufplanung zu berücksichtigen. Wesentlich für eine fachgerechte Ausführung sind die Koordination und die Abstimmung der beteiligten Gewerke. Bei der praktischen Umsetzung treten regelmäßig Unstimmigkeiten darüber auf, welcher Projektpartner wofür zuständig ist.



*Abbildung 1: Aufbringen der Dämmplatten, Konsole für spätere Heizungsanlage. Demonstrationsprojekt aus dem Forschungsprojekt IDSolutions, Dämmsystem und Ausführung Projektpartner Sto Ges.m.b.H*



## **1.7 Ausführende Unternehmen wählen**

Bei der Auswahl des ausführenden Unternehmens spielen Kriterien wie Ausbildung, einschlägige Erfahrung, geschultes Personal, Referenz, Billigstbieter, Bestbieter, Zertifizierung, Systemanbieter eine wesentliche Rolle.

## **1.8 Überwachung des Bauablaufes**

Basis für die Überwachung ist ein Bauzeitplan, in dem die Reihenfolge der beteiligten Gewerke festgelegt und Ausführungsfristen sowie erforderliche Standzeiten berücksichtigt werden. Als wesentliche Punkte der Überwachung sind die Prüfung der Bauteilfeuchte, Prüfung angelieferter Materialien, stichprobenartige Kontrolle der fachgerechten Ausführung oder die Prüfung von Trocknungszeiten zwischen Arbeitsschritten zu nennen. (Vgl. [4])

## **1.9 Der Fachunternehmer**

Der Fachunternehmer hat seine Leistung entsprechend den Regeln der Technik sowie den mit dem Auftraggeber getroffenen Vereinbarungen zu erfüllen. Er hat die ihm – als Basis für die Ausführung – vorgelegte Planung zu prüfen, wobei davon ausgegangen werden darf, dass er das erforderliche Fachwissen dafür besitzt. Bei Unstimmigkeiten in der Planung, ungelösten Details oder einer Beschaffenheit der Bestandskonstruktion, die nicht den in der Planung getroffenen Annahmen entspricht, hat er diese aufzuzeigen und gegenüber dem Auftraggeber Bedenken anzumelden.

## **1.10 Ausführung der Arbeiten**

Für die Applikation von Innendämmung sollte nur Personal zum Einsatz kommen, welches mit der Thematik und der fachgerechten Montage des jeweiligen Dämmsystems vertraut und geschult ist. Die Verarbeitungsrichtlinien sind jedenfalls einzuhalten. Sind Abweichungen davon erforderlich, sind diese mit dem Systemanbieter abzustimmen. Die Ausführung eines anderen Innendämmsystems mit anderen bauphysikalischen und bautechnischen Kennwerten oder der Einsatz anderer – nicht im System vorgesehener und nicht auf das System abgestimmter – Materialien ist ohne vorherige Abklärung nicht zulässig.



## 1.11 Prüfung der Vorleistungen

Sind Vorarbeiten durch andere Gewerke erforderlich, wie eine Vorbereitung des Untergrunds (z.B. Glattnstrich Abbildung 2), sind diese zu prüfen.

## 1.12 Vorarbeiten auf der Baustelle

Für die Applikation einer Innendämmung sind als wesentliche Vorarbeiten auf der Baustelle Maßnahmen zur Trockenlegung des Mauerwerks, Heizungs- und Elektroinstallationsarbeiten sowie die Ausbesserung von Putzschäden an der Außenseite und ggf. die Entfernung nicht mehr tragfähiger oder bauphysikalischer und bautechnisch ungeeigneter Bestandputze an der Innenseite zu nennen.

## 1.13 Behandlung der Oberfläche

Die Herstellung der raumseitigen Oberfläche – in der vereinbarten Qualität – bildet in der Regel den letzten Arbeitsschritt bei der Applikation eines Innendämmsystems (Abbildung 3). Wird die Behandlung der Oberfläche nicht von dem Unternehmen ausgeführt, welches das Innendämmsystem aufbringt, sondern beispielsweise von einem Malerbetrieb, ist eine klare Abgrenzung der Leistungsinhalte erforderlich.



*Abbildung 2: Vorbereitung des Untergrunds im Fensterbereich, Demonstrationsprojekt aus dem Forschungsprojekt IDSolutions, Dämmsystem und Ausführung Projektpartner Sto Ges.m.b.H*



*Abbildung 3: Oberflächenbeschichtung, Demonstrationsprojekt aus dem Forschungsprojekt IDSolutions, Dämmsystem und Ausführung Projektpartner Sto Ges.m.b.H*



## **1.14 Abnahme**

Für eine erbrachte Bauleistung – wie die Applikation eines Innendämmsystems – sollte immer eine förmliche Abnahme stattfinden. Hierzu gibt es vorgefertigte Protokolle, die wichtige Punkte anführen.

## **1.15 Dokumentation**

Die Dokumentation sollte neben der Bezeichnung des Dämmsystems und dessen Bestandteilen Schichtstärken und wesentliche Angaben zur Verarbeitung enthalten. Die bauphysikalische Nachweisführung sollte ebenfalls enthalten sein, um bei späteren Sanierungsarbeiten eine Planungsgrundlage zur Hand zu haben.

## **1.16 Wartungs- und Pflegehinweise**

Es wird empfohlen, dem Nutzer Wartungs- und Pflegehinweise zu übergeben, in denen wesentliche Eigenschaften und Anforderungen des Dämmsystems beschrieben und Empfehlungen für den Umgang damit gegeben werden. Hinweise zu geeigneten Oberflächenbeschichtungen können darin ebenso enthalten sein wie Empfehlungen für die Montage von Bildern oder das nachträgliche Einbringen von Elektro- oder Heizungsinstallationen.

## **1.17 Zusammenfassung**

Die Ausführungsphase bei der Applikation einer Innendämmung ist von der Schnittstellen-Thematik zwischen den Gewerken geprägt. Daraus ergeben sich rechtliche, terminliche aber auch bautechnische Konsequenzen. Eine dauerhafte und schadfreie Innendämm-Maßnahme ist – eine fachgerechte Planung vorausgesetzt – nur durch geeignete Koordination der Gewerke, eine klare Leistungszuordnung und -trennung sowie Abstimmung der Gewerke untereinander möglich. Eine Abstimmung mit dem Systemanbieter im Vorfeld, aber auch bei Unklarheiten und offenen Fragen hinsichtlich der Verarbeitung ist jedenfalls sinnvoll. Erfahrung der Projektbeteiligten im Sanierungsbereich sowie ein umfangreiches bauphysikalisches und bautechnisches Verständnis sind Garant für eine erfolgreiche Umsetzung einer Innendämm-Maßnahme von der Planung in die Praxis.



## **2 Kellerinnendämmung eines 70er-Jahre Wohngebäudes mit begleitendem Monitoring**

### **2.1 Einleitung**

Der Wunsch nach einer Adaptierung von Kellerräumen zu Hobby-, Wohn- oder Archivräumen ist weit verbreitet. Niedrige Oberflächentemperaturen aufgrund fehlender oder geringer Dämmung stehen dabei im Widerspruch zu den Grund-Anforderungen der neuen Nutzung – trocken und behaglich. Eine Außendämmung scheidet in der Regel auf Grund des hohen Aufwands aus. Ist eine funktionsfähige Bauwerksabdichtung vorhanden und können aufsteigende oder seitlich eindringende Feuchte ins Mauerwerk sowie ein Eintrag aus Oberflächenwasser ausgeschlossen werden, bietet sich die Applikation einer Innendämmung an. Wärmeverluste können dadurch ebenso reduziert werden wie das Risiko von Schimmelpilzbildung.

### **2.2 Demonstrationsprojekt Keller**

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde im Herbst 2014 zusammen mit dem Projektpartner Sto Ges.m.b.H. – in der Nähe von Wien – ein Demonstrationsprojekt umgesetzt, das nachfolgend vorgestellt werden soll.

### **2.3 Typische Herausforderungen**

Projektbezogene Rahmenbedingungen – hoher Zeitdruck, eine geringe Vorlaufzeit und wenige zu Verfügung stehende Informationen zu Bausubstanz und Geschichte des Objekts – können dabei als üblich und allgemein zutreffend angesehen werden.

### **2.4 Projektidee**

Nach Übernahme des Objekts stand für den Bauherrn rasch fest, dass der Keller (Abbildung 4) – während der Renovierung von Erdgeschoß und Obergeschoß – temporär zur Lagerung von Möbeln und Büchern und später als Hobbyraum oder Archiv genutzt werden sollte.



## 2.5 Ortstermin

Auf Basis dieser Informationen wurde in einem ersten Ortstermin das Objekt besichtigt und für eine erste Machbarkeitsstudie die relevanten Randbedingungen mittels Checkliste erhoben. Bei der Begehung zeigten sich im Kellerbereich an der West- und Nordwand für Feuchteschäden typische oberflächliche Verfärbungen. Um das Ausmaß der Feuchtebelastung und deren Verteilung im Mauerwerk beurteilen zu können, wurden weitere Messungen veranlasst.

## 2.6 Beurteilung von Feuchtebelastung und Verteilung in der Bestandswand

Die Schadensbilder deuteten an der Nordwand (Abbildung 6) auf aufsteigende Feuchte, an der Süd-Ost-Ecke auf eindringendes Oberflächenwasser (Abbildung 7) hin. Da der Mauerwerksaufbau über die Wandfläche und den Wandquerschnitt als homogen angesehen werden konnte, wurde eine zerstörungsfreie Mikrowellen-Messung (Abbildung 5) durchgeführt. Dabei wurden für jeden Messpunkt 3 Tiefenbereiche erfasst. Ergänzend dazu wurde die Oberflächenfeuchte mittels Kontaktmessung durchgeführt.



Abbildung 4: Ansicht Sanierungsobjekt

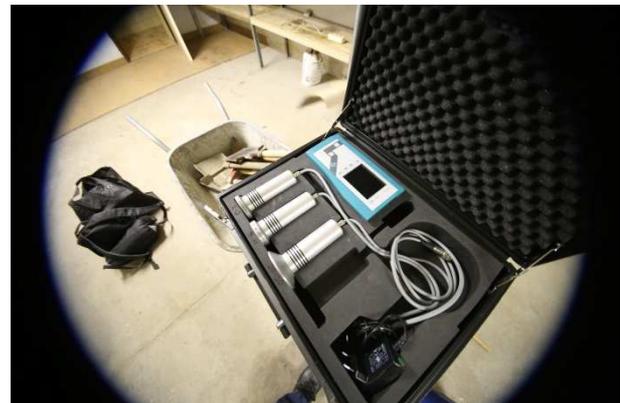


Abbildung 5: Mess-System zur zerstörungsfreien Erfassung der Feuchteverteilung im Mauerwerk



*Abbildung 6: Oberfläche Bestandswand*



*Abbildung 7: Feuchteschaden durch eindringendes Oberflächenwasser.*

Die Mikrowellenmessung (Abbildung 8 bis Abbildung 11) deutet auf keine Feuchtelast aus aufsteigender Feuchtigkeit hin. Feuchtflecken und Verfärbungen im aufgehenden Mauerwerk können auf eine Reduktion der Oberflächentemperaturen durch Stellagen,



Kästen und gelagertes Material und damit einhergehende höhere Oberflächenfeuchte zurückgeführt werden. Alternativ ist auch ein einmaliger Wassereintritt möglich, der mittlerweile ausgetrocknet ist, hierzu liegen jedoch keine Informationen aus der Vergangenheit vor.

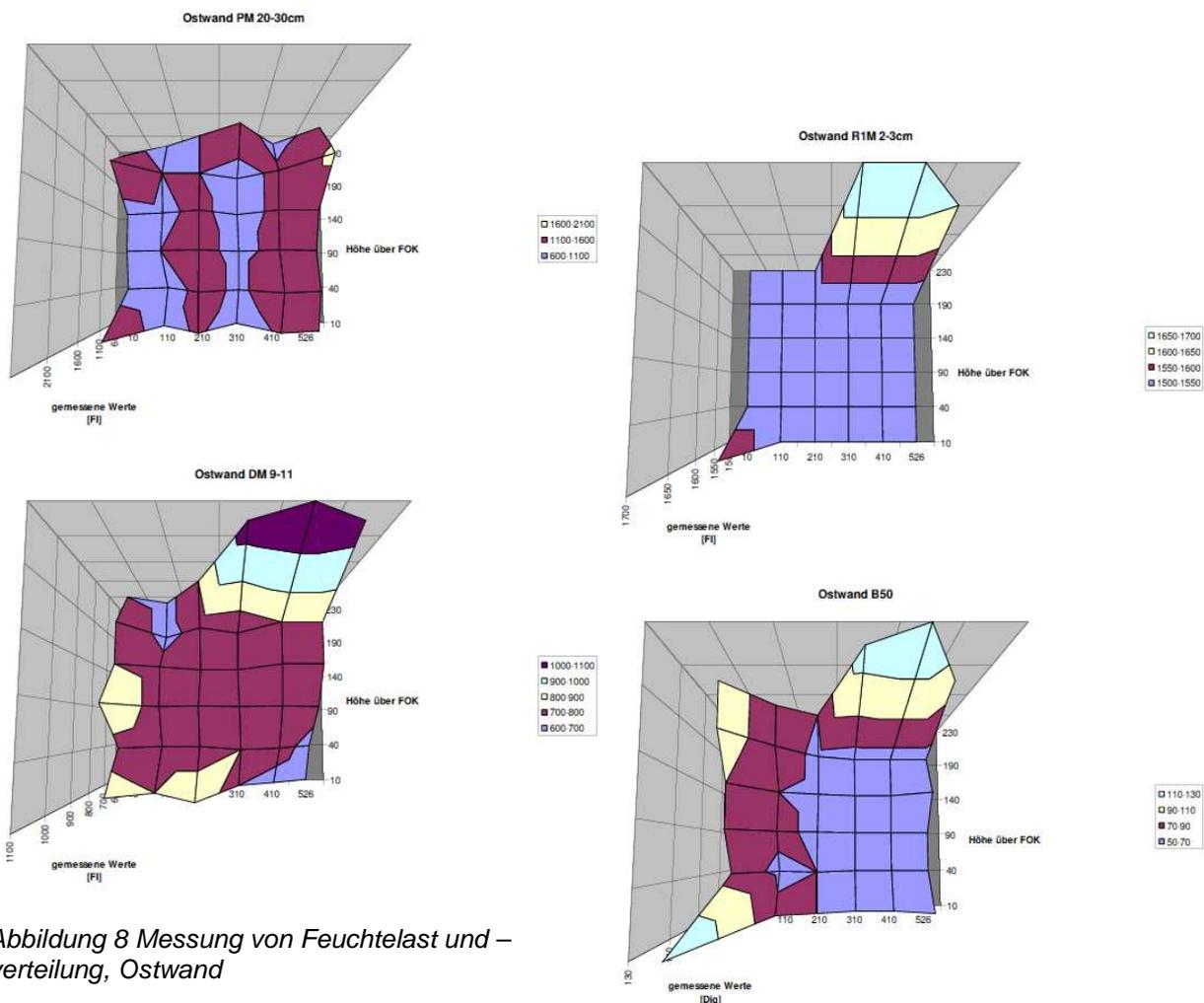


Abbildung 8 Messung von Feuchtelast und –verteilung, Ostwand

Abbildung 9 Messung von Feuchtelast und –verteilung, Ostwand

Als Ursache für das Schadensbild in der Ecke Süd-Ost-Wand/Deckenbereich wurde ein Wassereintritt im Anschlussbereich Pflasterung des umlaufenden Wegs und aufgehender Wand vermutet. Die optische Begutachtung zeigte eine neue Silikonfuge. Die Platten weisen auf keinen Feuchteintrag durch Spritzwasser hin. Auch hier wird vermutet, dass der tatsächliche Wassereintritt zeitlich zurück liegt und die Ursache durch eine neue Silikonfuge (Abbildung 14) bereits behoben wurde.



Auf Basis der Messergebnisse - der optischen Begutachtung und der im Zuge der Sanierungsplanung erhobenen Informationen zu Bauwerksabdichtung - wird für die weitere Planung davon ausgegangen, dass mit keinem weiteren Wassereintritt zu rechnen ist, wobei eine regelmäßige Reinigung der Drainage und optische Begutachtung der außenliegenden Anschlussbereiche und -fugen mit dem Bauherrn vereinbart wurden.

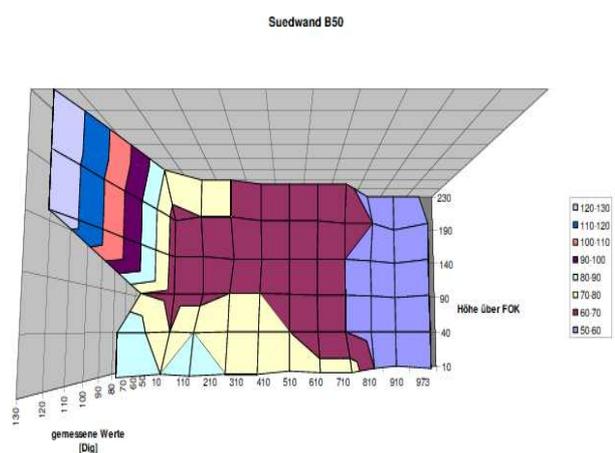
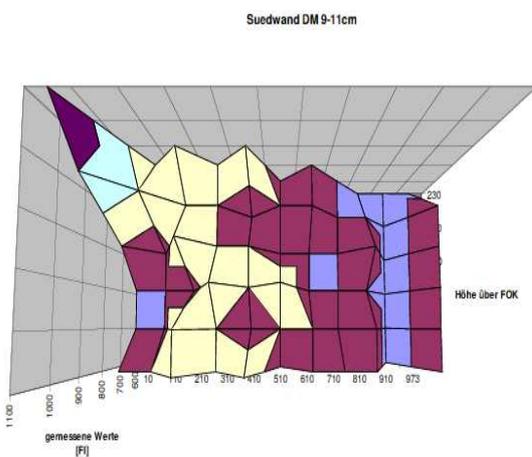
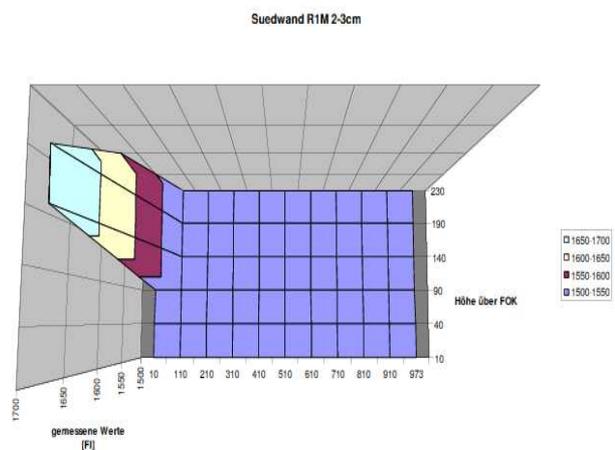
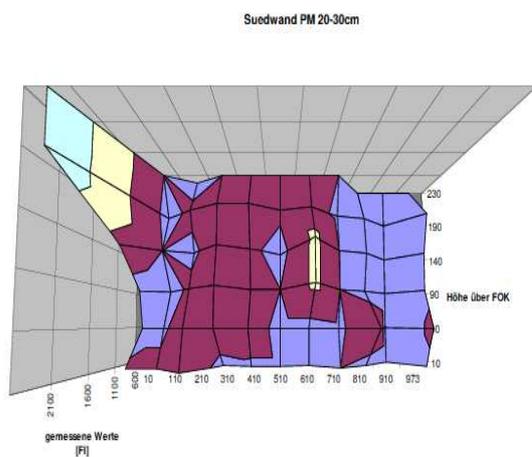


Abbildung 10 Messung von Feuchtelast und –verteilung, Südwand

Abbildung 11 Messung von Feuchtelast und –verteilung, Südwand



## 2.7 Auswahl des Innendämm-Systems

In Abstimmung mit Bauherr und Fachplaner kam das neue Innendämm-System StoTherm In SiMo zur Ausführung, bestehend aus Funktions- und Kleberschicht, EPS Innendämmplatte (5 cm), Unterputz, Bewehrung, Grundierung und Schlussbeschichtung.[5]

## 2.8 Simulationsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Wassergehalte aller Schichten in Abhängigkeit von der Berechnungszeit und der Anfangsfeuchte abnehmen und sich auf ein gleichmäßiges Niveau einpendeln. Die Diagramme mit Temperatur- und prozentuaalem Feuchtigkeitsgehalt in den Übergangsschichten zur Innendämmung liegen im zulässigen Bereich. Insgesamt ist für die vorhandene Außenfläche ein ausreichender Schlagregenschutz zu gewährleisten. Die Berechnungen gehen davon aus, dass keinerlei Feuchtigkeit über äußere oder innere Leckagen in den Wandaufbau eingetragen wird. Die Flächen sind zu prüfen und im Bedarfsfall sind Fehlstellen entsprechend zu bearbeiten. Ebenso werden gleichbleibende Klimabedingungen und normale Nutzung im Innenbereich vorausgesetzt. Der gewählte Wandaufbau ist für das betrachtete Projekt unter den angesetzten Klima- und Nutzungsbedingungen als unkritisch anzusehen.

## 2.9 Vorbereitende Maßnahmen

Zu den vorbereitenden Maßnahmen zählten u.a. das Freimachen des Arbeitsbereichs und das Setzen neuer Kellerfenster. Ein nach innen Ziehen der Fenster zur Erleichterung des Anschlusses an die Innendämmung war wegen Spritzwassereintrag von außen nicht möglich. Die Installation des Heizungsrohres sowie die Vorbereitung von Steckdosen und Schaltern in der Außenwand waren im Vorfeld der Innendämm-Arbeiten erforderlich. Die Installation der Messsensoren – welche zwischen Bestandsmauerwerk und Innendämmung zu applizieren waren – hatte zwischen Vorbehandlung des Bestandputzes und Ausführung der Innendämmung zu erfolgen.



*Abbildung 12: Fenstertausch und Vorbereitung der Leibung*



*Abbildung 13: Glattnstrich im Bereich der Fenster*



*Abbildung 14: Neue Silikonfuge*



## 2.10 Koordination der Gewerke

Die Abstimmung der Gewerke erfolgte – auf Basis der von den Fachplanern und Facharbeitern definierten erforderlichen Vorarbeiten – durch den Bauherrn. Im Bereich der Innendämmung waren auf Grund der vielen Schnittstellen zu anderen Gewerken mehrfache Abstimmungszyklen erforderlich.

## 2.11 Applikation des Dämmsystems

Die Applikation des Dämmsystems erfolgte durch qualifizierte Facharbeiter entsprechend den Verarbeitungsrichtlinien [5] in 3 Durchgängen. Nach einer erforderlichen Untergrundvorbereitung – Glattnstrich im Bereich der Fenster, Ergänzen von Fehlstellen im Bestandsputz u.Ä. – wurden die Innendämmplatten (Wärmeleitfähigkeit 0,031 W/(mK) mit der kapillar leitfähigen, diffusionsoffenen Kleberschicht aufgebracht. Der Anschluss am Boden erfolgte mittels Sidings-Profilband. In den Unterputz wurde ein Glasfasergewebe eingearbeitet. Nach dem Aufbringen der Grundierung folgte eine diffusionsoffene mineralische Schlussbeschichtung (Abbildung 23).

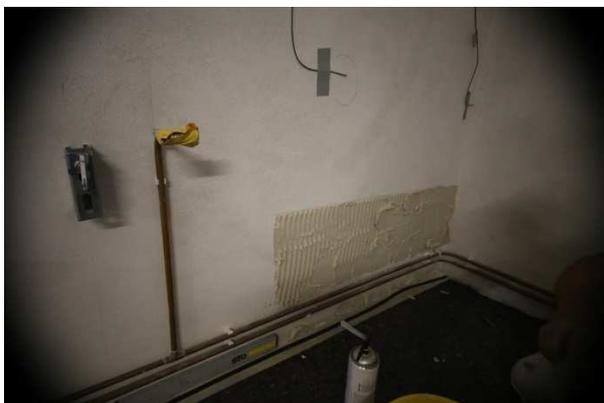


Abbildung 15: Applikation Dämmplatte im Bereich der Heizungsrohre



Abbildung 16: Dämmplatte für Heizungsrohre ausgeschnitten.



Abbildung 17: Anschluss Dämmplatte im Eckbereich



Abbildung 18: Detail Heizungsrohre und Innendämmung



Abbildung 19: Dämmplatte mit Kleberschicht, für Heizungsrohre ausgeschnitten.



Abbildung 20: Keller nach Fertigstellung der Innendämm-Maßnahme.



Abbildung 21: Kellerwand nach Aufbringen des Grundputzes



Abbildung 22: Aufbringen der Klebeschicht im Bereich der Heizungsrohre



Abbildung 23: Sanierungsobjekt nach Fertigstellung der Innendämmung

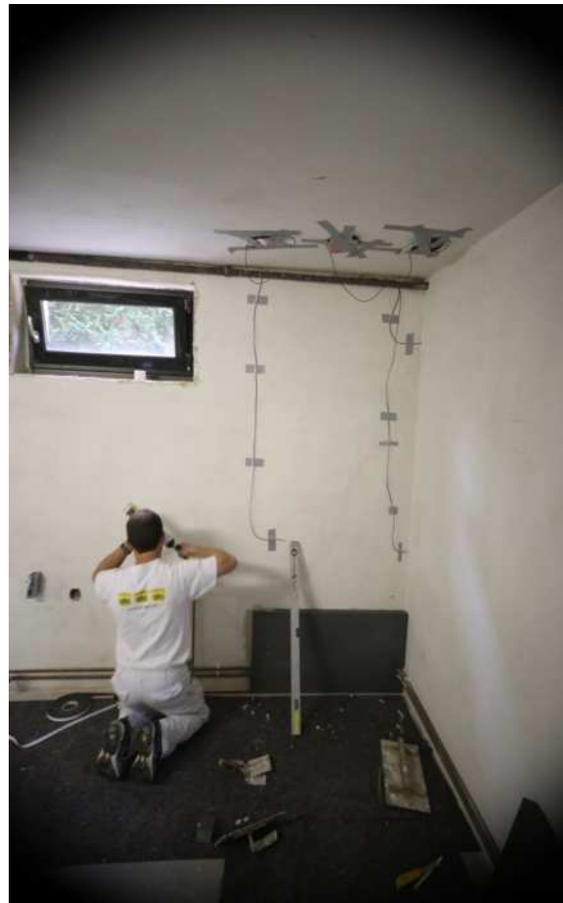


Abbildung 24: Applikation der ersten Dämmplatten, Mess-Sensoren positioniert, Kabel werden im Deckenbereich hinter der Dämmung herausgeführt.

## 2.12 Begleitendes Monitoring

Für das Projekt liegen Messdaten aus dem unsanierten Zustand über 2 Monate vor. Die messtechnische Begleitung des sanierten Projekts erfolgt seit Fertigstellung im Dezember 2014. Erfasst wurden Innen- und Außenklima, Oberflächentemperatur und relative Luftfeuchte sowie zwischen Bestandsmauerwerk und Innendämmung im Bereich der Nord-Ost-Ecke (Abbildung 24). Die Daten werden in 10-Minuten Schritten erfasst und täglich in die Mess-Datenbank des IBO übertragen. Dort werden sie grafisch aufbereitet und können aus dem Web abgerufen und eingesehen oder zur Steuerung der im Projekt geplanten Lüftungsanlage mit Entfeuchtung herangezogen werden.



## 2.13 Erste Messdaten

Einen Auszug aus dem Bauteil-Monitoring zeigt Abbildung 25, einen Auszug aus Raumklima- und Komfort-Monitoring zeigt Abbildung 26. Generell weisen die Daten aus der Messung eine gute Übereinstimmung mit den aus der Berechnung erwarteten Größen auf.

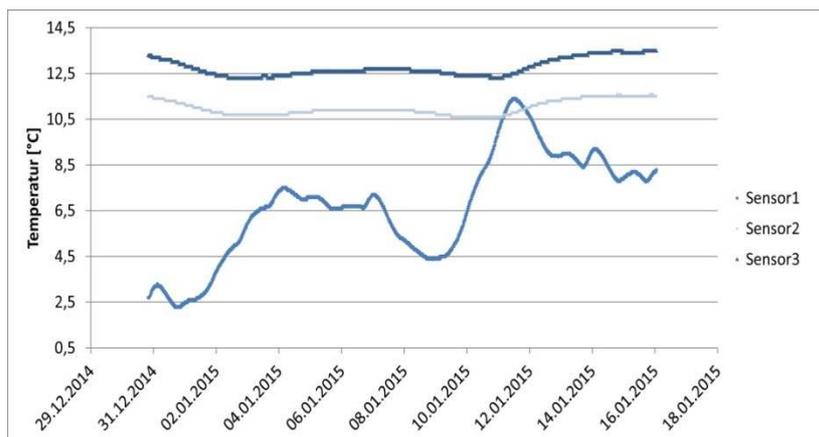


Abbildung 25: Messdaten Temperatur, Sensoren zwischen Bestandswand und Innendämmsystem; Sensor 1 in der Nord-Ost-Ecke gegen Außenluft; Sensor 2 in der Nord-Ost-Ecke gegen Erdreich; Sensor 3 im ungestörten Wandbereich der Nordwand gegen Erdreich; Betrachtungszeitraum 30.12.2014 bis 16.01.2015.

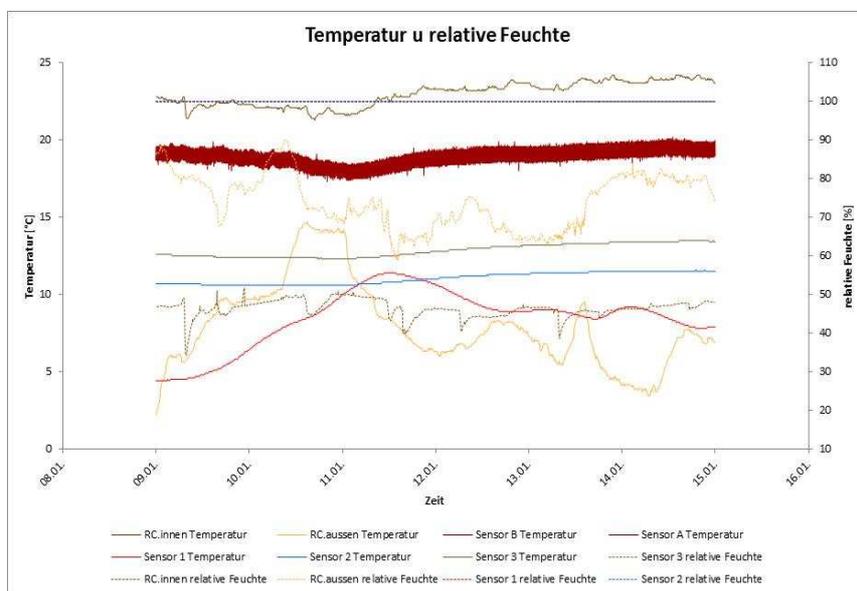


Abbildung 26: Messdaten Temperatur und relative Feuchte, Sensor RC.innen (Raumlufttemperatur und relative Feuchte), RC.aussen (Aussenlufttemperatur und relative Feuchte) Sensoren zwischen Bestandswand und Innendämmsystem; Sensor 1 in der Nord-Ost-Ecke gegen Außenluft; Sensor 2 in der Nord-Ost-Ecke gegen Erdreich, Sensor 3 im ungestörten Wandbereich der Nordwand gegen Erdreich; Sensoren Oberflächentemperaturen A (über Sensor 2) und B (über Sensor 3), Betrachtungszeitraum 08.01.2015 bis 15.01.2015.



## 2.14 Fazit

Detaillierte Analysen und Beurteilungen des Bestands – insbesondere der Feuchtelast und deren Verteilung in der Bestandskonstruktion – sind bei Keller-Modernisierungen jedenfalls erforderlich. Eine Abstimmung mit dem Systemanbieter im Vorfeld, aber auch bei Unklarheiten und offenen Fragen während der Verarbeitung ist sinnvoll. Die Ausführungsphase bei der Applikation einer Innendämmung ist von der Schnittstellen-Thematik zwischen den Gewerken geprägt. Diese gilt es zu identifizieren sowie zeitlich und inhaltlich zu koordinieren. Eine messtechnische Begleitung dient der Qualitätssicherung. Erfahrung der Projektbeteiligten im Sanierungsbereich sowie ein umfangreiches bauphysikalisches und bautechnisches Verständnis der Beteiligten sind Garant für eine erfolgreiche, rasche, wirtschaftliche und dauerhafte Umsetzung einer Innendämm-Maßnahme.



*Abbildung 27: Oberflächenfinish des Innendämmsystems*



*Abbildung 28: Aufbringen der letzten Putzschicht des Innendämmsystems*



## 3 Muster-Sanierung Gründerzeit

### 3.1 Einleitung

Ausgehend von dem bereits entwickelten thermisch hochwertigen und ensembledgerechten Kastenfester-Sanierungssystem – dem WienerKomfortFenster – wurde im Forschungsprojekt Gründerzeit Toolbox in enger Zusammenarbeit mit dem Forschungsprojekt IDSolutions ein technisch ausgefeiltes, kundengerechtes, wirtschaftliches und bauphysikalisch qualitätsgesichertes Mustersanierungskonzept für Gründerzeit-Nutzungseinheiten entwickelt. Ein Maßnahmenkatalog mit Entscheidungsmatrix macht eine rasche Erfassung und Kostenschätzung von Modernisierungs-Varianten möglich.

### 3.2 Modernisierung einzelner Nutzungseinheiten

Einsatz von Innendämmung zur Steigerung der Wohnbehaglichkeit oder zur Erhöhung der Energieeffizienz bei individueller Umsetzung in einzelnen Nutzungseinheiten innerhalb eines Objektes findet derzeit vielfältig Anwendung. In diesem 2. Teil der 3-teiligen Beitragsreihe zur GründerzeitToolbox wird die im Forschungsprojekt durchgeführte Umsetzung einer 2-lagigen Innendämmung in Kombination mit Fenster-Modernisierung durch Wiener-Komfort-Fenster sowie einer neuen Heizung und kontrollierter Wohnraumlüftung beschrieben (Teil 1 erschienen im IBOmagazin Heft 4/14). Durch die o.a. Sanierungsmaßnahmen konnte im Testraum ein HWB Testraum 23,7 kWh/m<sup>2</sup>A erreicht werden!

### 3.3 Innendämmung

Die prototypische Umsetzung erfolgt in einem nach Norden orientierten Raum mit einer Wohnnutzfläche von ca. 25 m<sup>2</sup> und 2 Fensterachsen. Für die Innendämmung wurde ein System mit sehr hohem Dämmstandard, in Vergleich zu konventionellen Dämmstärken von 5,0 bis 8,0 cm, gewählt und damit ein  $U_w$  neu von 0,196 W/m<sup>2</sup>K erreicht. Die 13 cm starke Innendämmung wird in 2 Lagen aufgebracht. Die 1. Lage besteht aus einer 8,0 cm Mineralwolldämmung-Premium, Lambda 0,032 W/mK, zwischen 5/8 Staffeln und 1,5 cm OSB 4 Platten (Dampfbremse), die 2. Lage – Installationsebene mit 5 cm Mineralwolldämmung-Premium, Lambda 0,032 W/mK (Abbildung 29) zwischen 5/5 Staffeln und 1,0 cm Gipsfaserplatte (Abbildung 30).



Abbildung 29: Fertigstellung Mineralwolle-Dämmung der Installationsebene



Abbildung 30: Beplankung der Installationsebene

### 3.4 Fenster

Die Fenstermodernisierung wurde mit dem Einbau der WienerKomfortFenster in 2 Varianten hinsichtlich der thermischen Qualität der Verglasung und der Ausführung der Leibungsdämmung umgesetzt. Das WienerKomfortFenster ist ein, im Rahmen einer von der Technologieagentur der Stadt Wien geförderten Forschungsarbeit speziell für die Erhaltung und Sanierung historischer Kastenfenster entwickeltes, Sanierungssystem, bei dem die bestehenden Innenflügel durch einen neuen Bauteil aus Holz ersetzt werden. Außenflügel und Fensterstock bleiben erhalten, schlanke Fensterprofile und sehr gute Wärme- und Schallschutzwerte zeichnen das System aus.

Bei diesem Projekt ist das WienerKomfortFenster mit 2-fach Wärmeschutzisolierverglasung 6/16/4, Ug-Wert 1,1 W/m<sup>2</sup>K, in Kombination mit einer 3,0 cm Aerorock-Dämmplatte als Leibungsdämmung für das Fenster 1, und das WienerKomfortFenster mit 3-fach Wärmeschutzisolierverglasung 3/8/2/8/4, Ug-Wert 0,6 W/m<sup>2</sup>K und einer ca. 5 cm XPS Platte als Leibungsdämmung, Fenster 2, zum Einsatz gekommen.



### 3.5 Heizung und Lüftung

Die Lüftung erfolgt durch eine kontrollierte Wohnraumlüftung.

Luftführung in abgehängter Decke im Vorraum mit Kernbohrungen zu den Aufenthaltsräumen. Der Testraum ist Zuluft Raum mit Überstromöffnung zum Vorraum.

Die bestehenden Radiatoren unter den Fenstern wurden abgebrochen und durch ein ca. 4,5 m langes, in den neuen Wandaufbau integriertes, Heizleistenelement (*Abbildung 31* und *Abbildung 32*) ersetzt. Der Heizungsrücklauf kann wahlweise auf der Höhe des Heizelementes geführt werden, oder seitlich entlang der einbindenden Zwischenwände und an der Deckenunterseite zur Erwärmung der Wand- und Deckenrisen. Eine weitere Variante der Heizung stellt die Ausbildung eines Hypokaustums (Warmluftheizung) im mittleren Mauerabschnitt zwischen den Fenstern dar. Der Luftaustritt der beheizten Luft in Deckennähe soll eine gezielte Erwärmung des Deckenbereichs gewährleisten und wird messtechnisch untersucht.



*Abbildung 31: Ausführung Heizleiste*



*Abbildung 32: Heizleiste, Durchführung der Kabel der Balkenkopfheizung durch die Dampfbremsebene*

### 3.6 Balkenköpfe

Die Balkenköpfe wurden freigelegt und begutachtet. Zur Erhöhung der Bauteilsicherheit wird im Rahmen des Forschungsprojekts ein System zur temporären indirekten Beheizung der Balkenköpfe (*Abbildung 33*) untersucht, bei dem links und rechts der Balkenköpfe in das Ziegelmauerwerk Elektroheizstäbe eingebracht wurden. Der Fußboden wird auf 60 cm Breite mittels OSB-Platte luftdicht wieder verschlossen. Zur Abschätzung des Einflusses der Balkenkopfheizung wurden stationär 3d-Wärmebrückenberechnungen für ausgewählte Positionen und Leistungen durchgeführt (*Abbildung 34*). Zurzeit laufen 3d-Berechnungen



zur Beurteilung der Wirksamkeit der Balkenkopfheizung im Zeitverlauf. Betriebszustände der Heizung können so optimiert und kritische Zustände im Bauteil – welche zu Schimmelpilzbildung und Holzverrottung und in weiterer Folge zu gesundheitlichen und statischen Problemen führen – ausgeschlossen werden.

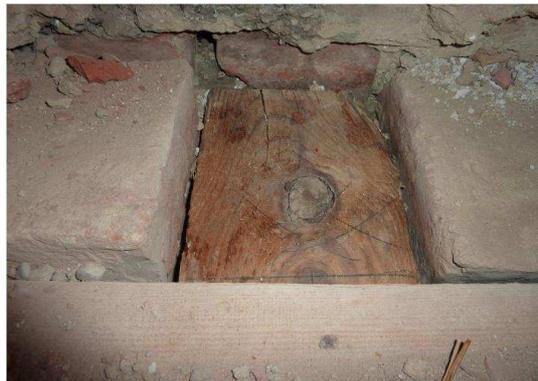


Abbildung 33: im Zuge der Sanierungsarbeiten freigelegter Balkenkopf

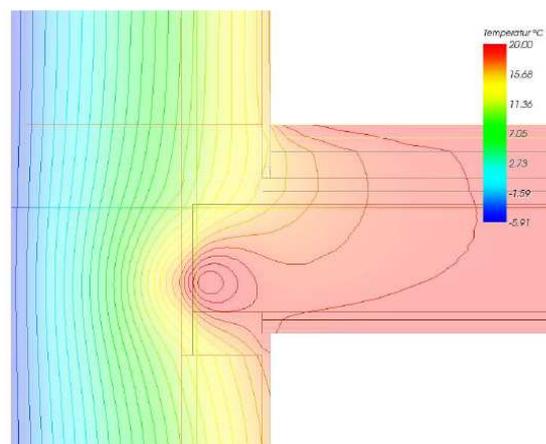


Abbildung 34: Lage der Heizstäbe der elektrischen Balkenkopfheizung seitlich des Balkens im Bereich des Balkenkopfes, 3d-Berechnung (ohne Innendämmung), Darstellung des Isothermen-Verlaufs 2d. (Softwarepaket Antherm)

### 3.7 Berechnung

Die Bemessung erfolgte in einem ersten Schritt nach ÖNorm B 8110 Teil 2. Weiter wurde für die Konstruktion eine 2-dimensionale instationäre hygrisch-thermische Simulation durchgeführt. Zusammen mit 2d- und 3d-Wärmebrückenberechnungen stellen sie die bauteilbezogene bauphysikalische Nachweisführung dar. Raumbezogen wurden zur Beurteilung der Auswirkungen der Modernisierungs-Maßnahmen Heizwärmebedarf, Heizlast – zur Auslegung des Heizsystems – und das sommerliche Temperaturverhalten ermittelt.



### 3.8 Messung

Für das Projekt liegen Messdaten aus dem unsanierten Zustand über eine Heizsaison vor. Die messtechnische Begleitung des sanierten Projekts erfolgt seit Fertigstellung im Dezember 2014. Erfasst werden Innen- und Außenklima, Oberflächentemperatur und relative Luftfeuchte in den Fensterleibungen im Bereich der Fensteranschlüsse, an den Stirnseiten 2 ausgewählter Balkenköpfe, zwischen Bestandsmauerwerk und Innendämmung sowie in den Lufträumen der Tramdecke. Die Daten werden in 10-Minuten Schritten erfasst und täglich in die Mess-Datenbank der IBO GmbH übertragen. Dort werden sie automatisiert grafisch aufbereitet und als Bericht per Mail zugestellt oder im Web abgerufen und eingesehen. Weiter können die erhobenen Messdaten –, basierend auf den Ergebnissen der Berechnungen – zur Steuerung der Balkenkopfheizung herangezogen werden.

### 3.9 Schimmelpilzbildung und Holzverrottung ausgeschlossen

Die Auswertung der ersten Messdaten (*Abbildung 35*) bestätigt die Ergebnisse aus der Berechnung, dass es in den untersuchten Bereichen der Konstruktion nicht zu Schimmelpilzbildung (*Abbildung 37* und *Abbildung 38*) und Holzverrottung kommt (*Abbildung 36*).

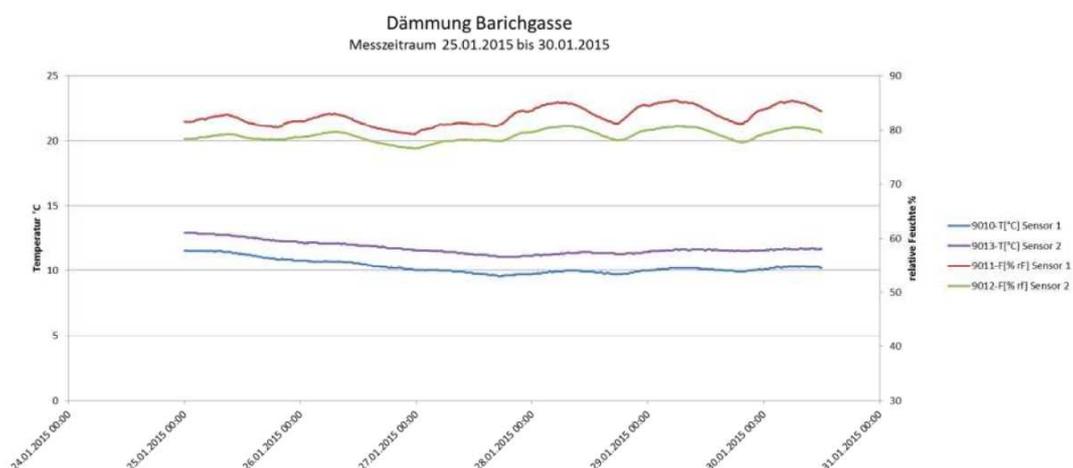


Abbildung 35: Darstellung der Messdaten, Sensoren zwischen Dämmung und Bestandsmauerwerk, Messzeitraum 25.1. bis 30.1.2015

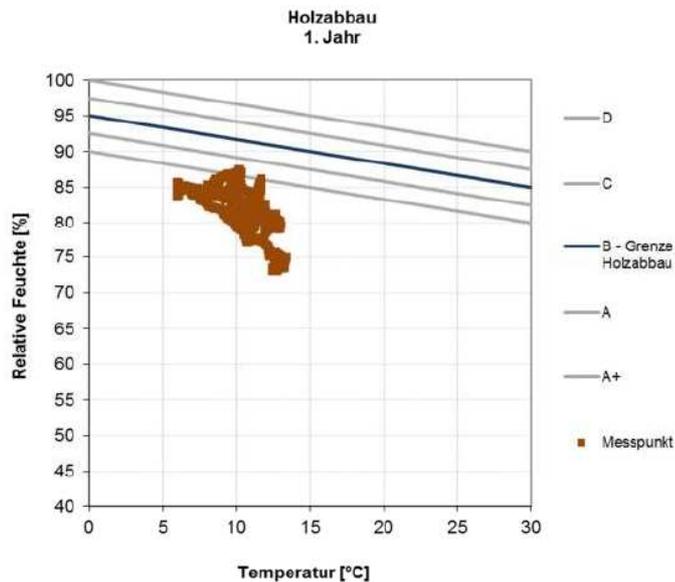


Abbildung 36: Holzabbau Sensor 2 Holzständerkonstruktion-Dämmung/Bestand, Messzeitraum 23.12.2014 bis 30.01.2015

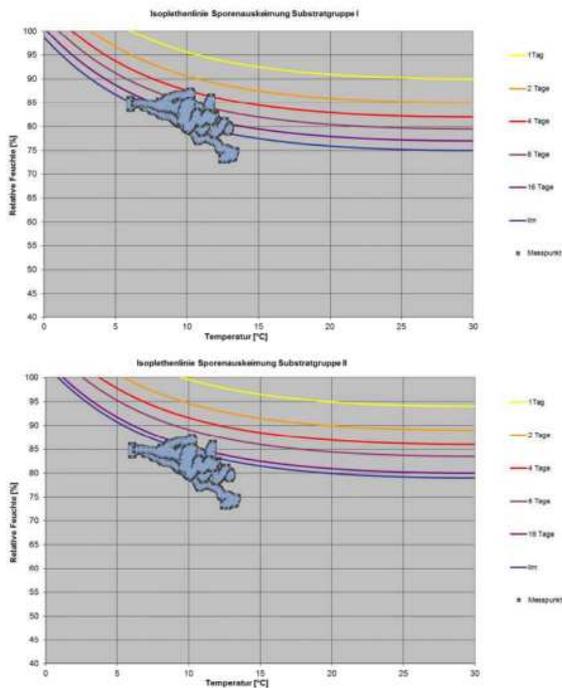


Abbildung 37: Beurteilung des Risikos für Schimmelpilzbildung - Sensor 1 Dämmung/Bestandsmauerwerk, Isoplethenlinie Sporenauskeimung Substratgruppe I und II; Messzeitraum 23.12.2014 bis 30.01.2015

Messpunkt		Isoplethenmodell Substrat 0
Mindestdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
2 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
4 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
8 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
16 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
lim	52	Schimmelpilzbildung möglich

Messpunkt		Isoplethenmodell Substrat I
Mindestdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
2 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
4 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
8 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
16 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
lim	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich

Messpunkt		Isoplethenmodell Substrat II
Mindestdauer	Tatsächliche maximale Dauer	Bewertung
1 Tag	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
2 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
4 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
8 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
16 Tage	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich
lim	0	Schimmelpilzbildung nicht möglich

Abbildung 38: Überschreitungzeiten Sensor 1 Dämmung/Bestandsmauerwerk, Substratgruppe I und II; Messzeitraum 23.12.2014 bis 30.01.2015



### **3.10 Ziele erreicht**

Die Ziele, eine Erhöhung der Energieeffizienz sowie eine möglichst geringe Eingriffsintensität in die vorhandene Bausubstanz, wurden in der praktischen Umsetzung im Demonstrationsprojekt GründerzeitToolbox in der Barichgasse bestmöglich verfolgt und erfüllt. Eine bessere Strukturierung der Leitungsführungen, Straffung des Zeitplans für die Dauer der Arbeiten, eine Qualitätssicherung von der Planung bis zur Ausführung und eine weitest mögliche Vermeidung von statischen Eingriffen sowie formal überzeugende Detaillösungen auch in Hinblick auf Gestaltung und Denkmalschutz können realisiert werden. Neben rein technisch-wirtschaftlichen finden auch ökologische und gesundheitliche Aspekte durch den Einsatz entsprechender Baustoffe umfassend Berücksichtigung.

### **3.11 Ein Qualitätsstandard für die Sanierung**

Durch die im Projekt entwickelte Muster-Sanierungslösung kann ein Qualitätsstandard gesetzt werden, der Dauerhaftigkeit und Schadensfreiheit sicherstellt sowie die Nutzerakzeptanz für hochwertige Sanierungsmaßnahmen steigert. Durch das Angebot einer solchen Muster-Sanierungs-Lösung, welche hinsichtlich Kosten, Nutzen, Risiko und Aufwand optimiert und leicht kalkulierbar ist, kann die Sanierungsbereitschaft gesteigert werden und so zur Erhöhung der Marktdurchdringung und letztendlich zur Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudebestandes entscheidend beitragen. Hoher Wohnkomfort und Energieeffizienz stehen dabei nicht im Widerspruch mit dem Erhalt architektonischer Konzeptionen und historischer Bausubstanz.



## 4 Bautechnische Details

Im Zuge der praktischen Umsetzung sind in der Regel bautechnische Empfehlungen für die Ausführung gewisser Details auszusprechen, die aus rein theoretischer Betrachtung heraus im Vorfeld nicht absehbar waren. Zur thermischen Optimierung und bauphysikalischen Nachweisführung von Anschluss- und Konstruktionsdetails sind dann u.a. 2-dimensionale und 3-dimensionale Wärmebrückenberechnungen durchzuführen. Nachfolgend werden zwei Beispiele aufgezeigt. Einen im Außenmauerwerk aufliegenden Stahl-Untersatz unter einer Wohnungstrennwand, bei dem auf der einen Seite eine Doppelbaumdecke, auf der anderen Seite eine neue Stahlbetondecke anschließt, zeigt Abb. 39 und Abb. 40 (aus dem Demonstrationsprojekt Dornbacher Straße). Einen auf einer Doppelbaumdecke aufliegenden Stahlträger und dessen thermische Untersuchung zur Beurteilung des Risikos von Kondensat an der Oberfläche und in der Konstruktion zeigt Abb. 41 bis 43 (aus dem Demonstrationsprojekt Goldschlagstraße). Vorgehensweise und Beurteilungskriterien können auf ähnliche, in der Regel einfachere Detailausbildungen übertragen werden.

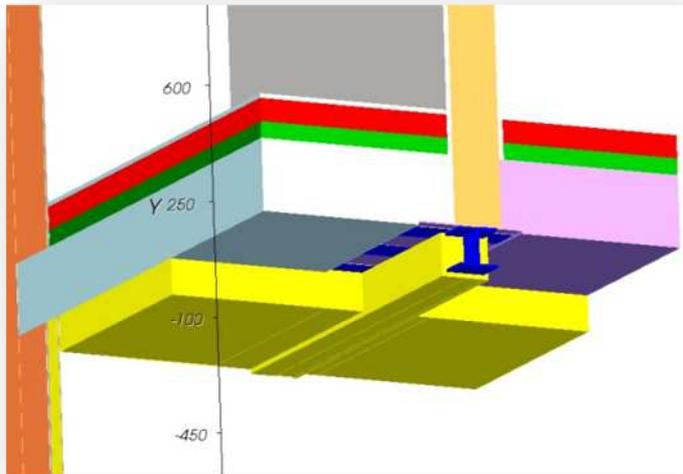


Abb. 39: Detail - Auflagerbereich Stahlträger zur Unterfangung einer Trennwand, links Anschluss Doppelbaumdecke, rechts Anschluss Stahlbetondecke, abgehängte Decke nicht dargestellt (o.M.)

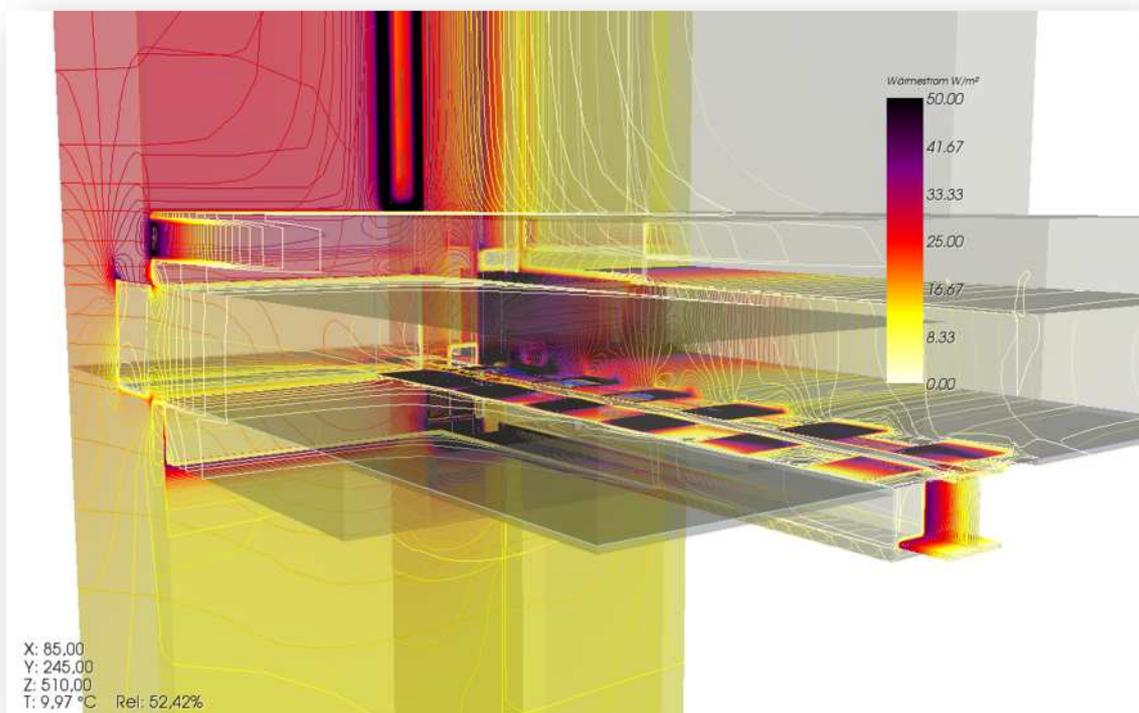


Abb. 40: Detail - Auflagerbereich Stahlträger, Analyse der Wärmeströme zur Beurteilung ausgewählter Maßnahmen zur Reduktion der Wärmeverluste durch die geometrische und materielle Wärmebrücke (o.M.)

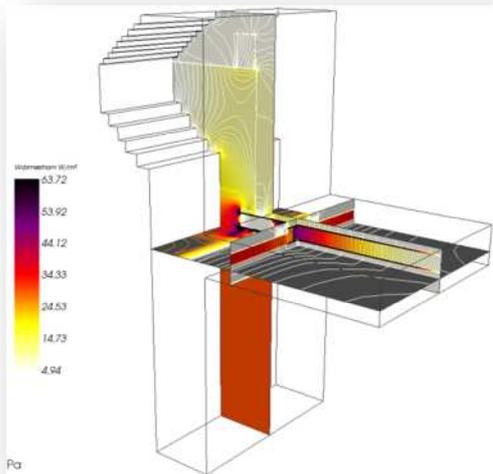


Abb. 41: Detail - Auflagerbereich Stahlträger, Analyse der Wärmeströme (o.M.)

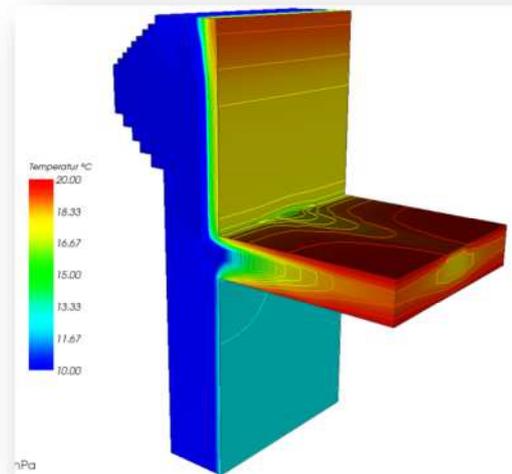


Abb. 42: Detail - Auflagerbereich Stahlträger, Analyse der Oberflächentemperaturen (o.M.)

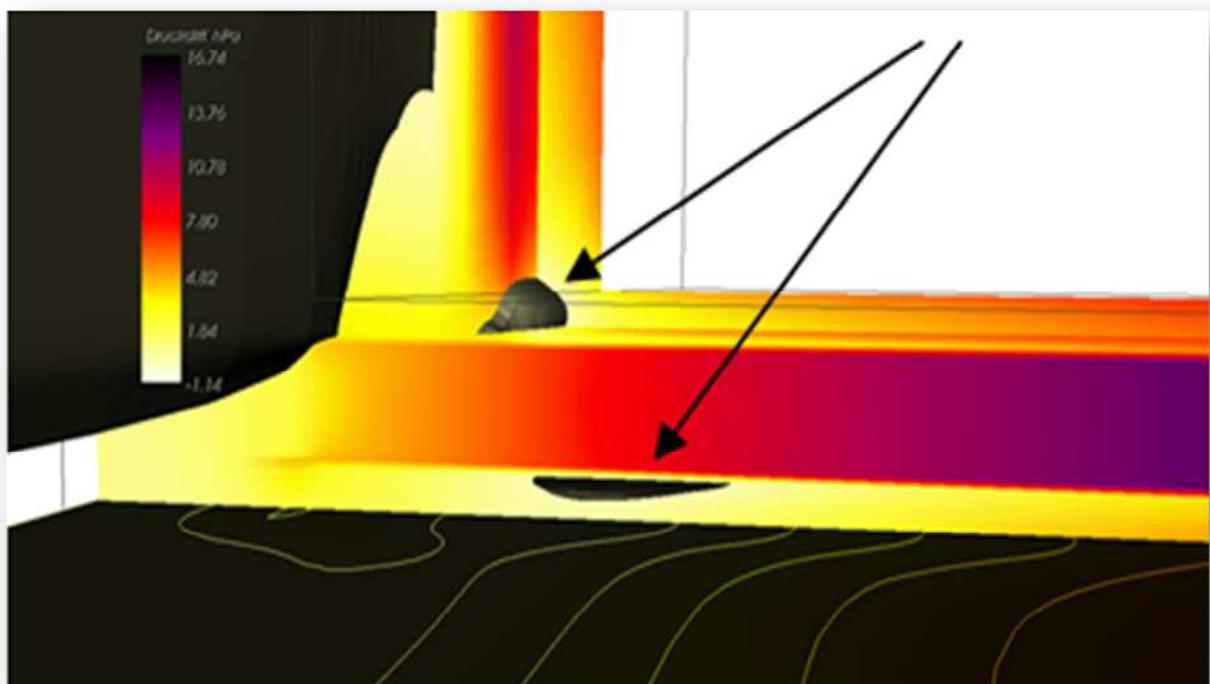


Abb. 43: Detail - Auflagerbereich Stahlträger, Risiko von Kondensatbildung im Bereich Fußboden zu aufgehender Innendämmkonstruktion, sowie Kondensatbildung zwischen Stahlträger und Doppelbaumdecke (o.M.)



## 5 Literatur

1. Steiner, T., *Innendämmung in der Praxis*. Tagungsband BauZ! 2015, 2015.
2. Steiner, T. and F. Heisinger, *Innendämmung - Lösungen für den Gebäudebestand*. enova 2013, 2013.
3. Steiner, T., et al., *IDkonkret. Beitrag 5. Evaluation Innendämmung Bausubstanz - Zeitschrift für nachhaltiges Bauen, Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege*, 2012.
4. Arbeiter, K., *Innendämmung Auswahl, Konstruktion, Ausführung*. 2014, Köln: Verlagsgesellschaft Rufolf Müller GmbH & Co.KG.
5. Sto, *StoTherm In - Innendämmsysteme Verarbeitungsrichtlinie*. 2015.