**2 Methodik**

Inhalt

[1 Methodik (Aufbau der Arbeit (Hypothese, Methode, Aufbau)) 3](#_Toc441230531)

[1.1 Der wissenschaftliche Erkenntnisprozess 3](#_Toc441230532)

[1.1.1 Untersuchungsdesign 5](#_Toc441230533)

[1.1.2 Forschungsdesign 8](#_Toc441230534)

[1.1.3 Prüfungsdesign 11](#_Toc441230535)

[1.1.4 Gestaltungsdesign 15](#_Toc441230536)

[1.2 Aufbau der Arbeit und Gliederung 18](#_Toc441230537)

# Methodik (Aufbau der Arbeit (Hypothese, Methode, Aufbau))

## Der wissenschaftliche Erkenntnisprozess

Das pragmatische Wissenschaftsziel, also die pragmatische Gestaltung auf der Basis gewonnener Erkenntnisse kann nach ([Töpfer, 2009b](#_ENREF_6)) als Primärziel der Realwissenschaften definiert werden. Davon abgeleitet das theoretische Wissenschaftsziel, die Erkenntnisgewinnung durch Erklärung und Prognose.

Da der Forschungsprozess allerdings in umgekehrter Richtung verläuft werden zunächst hypothetische Konstrukte zu dem behandelten Themenbereich im Rahmen des theoretischen Wissenschaftsziels konzipiert und erstellt und dann die aufgestellten vermuteten Ursachen-Wirkungsbeziehungen als Hypothesen auf ihren Bestätigungsgrad hin überprüft.

Diese überprüften und dabei vorerst also nicht verworfenen theoretischen Erkenntnisse werden für die Gestaltung von Ziel-Maßnahmen-Konzepten verwendet und umformuliert. Der Forschungsprozess wurde entsprechend ([Töpfer, 2009b](#_ENREF_6)) in 4 Designs strukturiert. Eine Übersicht zur forschungsleitenden Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima zeigt Abbildung 1. Eine Übersicht zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung zeigt Abbildung 2. Eine detaillierte Beschreibung erfolgt in 1.1.2 bis 1.1.4.



Abbildung : Design-Übersicht zur Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Raumklima)



Abbildung : Design-Übersicht zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Dauerhaftigkeit)

### Untersuchungsdesign

Das Untersuchungsdesign beschreibt das Vorgehen. Es stellt den Fahrplan des wissenschaftlichen Erkenntnis- und Anwendungsprozesses der Arbeit dar, skizziert Inhalt und Reihenfolge der Analysen und schafft eine nachvollziehbare Grundlage für den gesamten Forschungs- und Umsetzungsprozess (Vgl. ([Töpfer, 2009b](#_ENREF_6))).

Zunächst werden hypothetische Konstrukte zu dem behandelten Themenbereich im Rahmen des theoretischen Wissenschaftsziels konzipiert und erstellt und dann die aufgestellten vermuteten Ursachen-Wirkungsbeziehungen als Hypothesen auf ihren Bestätigungsgrad hin überprüft. Diese überprüften und dabei vorerst also nicht verworfenen theoretischen Erkenntnisse werden für die Gestaltung von Ziel-Maßnahmen-Konzepten verwendet und umformuliert.

Als pragmatisches Ziel dieser Arbeit wird die dauerhafte Funktionstüchtigkeit einer Innendämmung definiert. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist die Bestimmung des Einflusses einer nachträglich applizierten Innendämmung auf das Raumklima. Als theoretische Grundlage hierfür werden alle wesentlichen Einflussfaktoren und maßgeblichen Ursachen-Wirkungs-Beziehungen identifiziert um sie so zu gestalten, dass dieses Ziel realisiert werden kann (Abbildung 3).



Abbildung : Untersuchungsdesign

Im Sinne von „Pragmatic Science“ wurde im Zuge dieser Forschungsarbeit theoretisch fundierte und pragmatisch ausgerichtete Wissenschaft mit dem Ziel praktischer Empfehlungen mit hoher Relevanz basierend auf der Basis theoretischer und methodischer Exaktheit betrieben. Es handelt sich also um anwendungsinspirierte Grundlagenforschung. Die Hauptzielsetzung liegt in der Zusammenführung bisher nicht in Ihrer Gesamtheit betrachteter Erkenntnisse der Forschung, also in der Technologie.

Die interessierenden Untersuchungsbereiche in Hinblick auf Innendämmung sind vielfältig und umfangreich. Im Rahmen der Arbeit sollen wesentliche Aspekte der dauerhaften Funktionstüchtigkeit von Innendämmung untersucht werden. Dabei soll zum einen die Frage beantwortet werden welche Planungsempfehlungen für Innendämmung hinsichtlich des Innenraumklimas bzw. Nutzerverhaltens formuliert werden können um eine dauerhafte Funktionstüchtigkeit sicherzustellen. Zum anderen soll die Frage nach dem Einfluss der Innendämmung auf das Raumklima – wie Komfort und sommerliches Temperaturverhalten – beantwortet werden.

Für ausgewählte Bauweisen werden kritische, mit großer Wahrscheinlichkeit zu Schäden führende Rahmenbedingungen identifiziert, Möglichkeiten und Grenzen der Umsetzung herausgearbeitet und mögliche Maßnahmen zur Sicherstellung der dauerhaften Funktionstüchtigkeit aufgezeigt, wobei das Hauptaugenmerk auf die Wechselbeziehungen zwischen Innendämmung und Innenraumklima gelegt wird.

Betrachtet werden in erster Linie Bestandsgebäude mit Wohnnutzung. Weiter wird der Anwendungsfall ‚Bestandsgebäude mit Wandstärken größer 80cm‘ sowie der Anwendungsfall ‚Neubau Außenansicht – Sichtbeton und innenliegender Dämmung und Konditionierung mittels Bauteilaktivierung im Deckenbereich‘ untersucht.

Zur Beurteilung des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima werden die Erkenntnisse aus der Untersuchung repräsentativer Testräume gewonnen Abbildung 4. Hierzu werden thermische Simulationen und Parameterstudien durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgen unter Zuhilfenahme des Softwarepakets GEBA, des Excel-basierten Berechnungstools zur Beurteilung der sommerlichen Überwärmung sowie dem Softwarepaket TRNSYS.



Abbildung : Untersuchungs-Design zur Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Raumklima)

Zur Beurteilung des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung werden die Erkenntnisse aus der Untersuchung an ausgewählten Beispielen und Untersuchungen am Prüfstand gewonnen Abbildung 5. Hierzu werden hygrisch-thermische Berechnungen und Parameterstudien durchgeführt. Die Untersuchungen erfolgen für die dynamischen Untersuchungen unter Zuhilfenahme des Softwarepakets Delphin, für die stationären Untersuchungen unter Zuhilfenahme des Softwarepakets Antherm und für die quasistationären Untersuchungen unter Zuhilfenahme des Softwarepakets Archiphysik.



Abbildung : Untersuchungs-Design zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Dauerhaftigkeit)

### Forschungsdesign

Als wesentliche Einflussfaktoren und Rahmenbedingungen des Untersuchungsgegenstands sind Bauweise, Haustechnik, Standort, Nutzer und die Innendämmung zu nennen.

Die dauerhafte und schadfreie Funktionstüchtigkeit einer Innendämmung wird maßgeblich durch das Innenraumklima beeinflusst. Umgekehrt beeinflusst die applizierte Innendämmung wiederum das Innenraumklima. Das Verständnis dieser Beziehung zwischen Innendämmung und Innenraumklima ist demnach von besonderer Bedeutung.

Die Akzeptanz von Innendämm-Maßnahmen kann durch eine Erhöhung der Anwendungssicherheit und Beurteilung des thermischen Komforts sowie des Aufheiz- und Abkühlverhaltens gesteigert werden. Hierzu sind problematische Konstruktionen zu identifizieren und ungünstige Konstellationen der Einflussgrößen aufzuzeigen.

Die Auswirkungen einer Innendämm-Maßnahme sind vielfältig. Es ist davon auszugehen, dass die nachträgliche Applikation einer Innendämmung zu einer Erhöhung der Tagesamplitude der mittleren Raumlufttemperatur führt und somit negative Auswirkungen auf das sommerliche Temperaturverhalten hat. Die Erhöhung der Oberflächentemperaturen der mit Innendämmung versehenen Außenwände führt zu einer Steigerung des thermischen Komforts. Werden die Wechselbeziehungen zwischen Innendämmung und Innenraumklima in geeigneter Weise berücksichtigt können Schäden vermieden und die Lebensdauer einer Innendämm-Maßnahme gesteigert werden.

Die Beziehungen zwischen den einzelnen Größen und Betrachtungsebenen beschreibt Abbildung 6.



Abbildung : Forschungs-Design (Quelle: Visio 20160104\_Dissertation.vsd)

Erklärt werden soll der Einfluss von Innendämmung auf das Raumklima (die mittlere empfundene Raumtemperatur, Raumluftfeuchte), der Einfluss von Innendämmung auf den thermischen Komfort in Räumen sowie der Einfluss von Innendämmung auf das Aufheiz- und Abkühlverhalten von Räumen (Abbildung 7).



Abbildung : Forschungs-Design zur Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Raumklima)

Hinsichtlich Dauerhaftigkeit soll der Einfluss des Raumklimas auf die schadensfreie Funktionstüchtigkeit von Innendämmung erkannt werden. Hierzu ist die Bandbreite der Ergebnisse stationärer, quasistationärer und dynamischer Berechnung zu bestimmen zu beurteilen welche Berechnungsart das Schadens-Risiko am strengsten, welche am mildesten einstuft (Abbildung 8).



Abbildung : Forschungs-Design zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Dauerhaftigkeit)

Die Wärme- und Feuchteleitung bestimmenden Baustoffkenndaten (Wärmeleitfähigkeit, Diffusionswiderstand, Kapillare Feuchteleitfähigkeit und hygroskopisches Verhalten – sowohl der Bestandskonstruktion, wie auch der Innendämmung – sind als Ursachengrößen einzustufen. Außen- und Innenraumklima, Orientierung und solare Einstrahlung, sowie die Raumgröße können als Wirkungsgrößen betrachtet werden.

Lufttemperatur und Luftfeuchte sind die maßgeblichen aktiven Variablen. Sie bestimmen durch die Temperatur- und Dampfdruckdifferenz zwischen Innen- und Außenraum maßgeblich die Wärme- und Feuchteströme in der Konstruktion. Diese bestimmen die sich in der Konstruktion und auf den Oberflächen einstellenden Zustände. Baustoffkenndaten wie spezifische Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit, Dampfdiffusionswiderstand, Feuchteleitfähigkeit, Porenradien-Verteilung u.ä. sind als passive Variablen zu sehen. Sie reagieren auf die äußeren Einflüsse.

### Prüfungsdesign

Für die Überprüfung der Ursachen-Wirkungs-Beziehungen hinsichtlich des sommerlichen Temperaturverhaltens sowie des Aufheiz- und Abkühlverhaltens ist anhand von repräsentativen Testräumen die Abhängigkeit vom Innendämm-System, vom Dämm-Standard, von der Art der Nutzung, vom Standort, von der Orientierung und der Raumgröße zu analysieren (Abbildung 9).



Abbildung : Prüfungs-Design zur Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Raumklima)

Für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit erfolgt die Analyse langfristiger Betrachtungen des hygrothermischen Verhaltens ausgewählter Beispiele und Details, wobei die Ergebnisse aus stationären und quasistationären Berechnungen Simulationsergebnissen und Messdaten gegenübergestellt werden (Abbildung 10).



Abbildung : Prüfungs-Design zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Dauerhaftigkeit)

#### Raumklima

##### Sommerliches Temperaturverhalten (ARCHIPHYSIK, XLS-TOOL, GEBA)

Die Beurteilung des sommerlichen Temperaturverhaltens erfolgt anhand stationärer, quasistationärer und dynamischer Berechnungen repräsentativer Modellräume auf Basis der ÖNorm B 8110-3 ([ÖNorm, 2012](#_ENREF_4)).

Die stationäre Berechnung erfolgt durch Zuhilfenahme des Softwarepakets Archiphysik. Die Beurteilung des sommerlichen Temperaturverhaltens erfolgt bei der stationären Berechnung durch Berechnung der speicherwirksamen Massen.

Die quasistationäre Berechnung erfolgt durch Zuhilfenahme des Excel-basierenden Berechnungstool (Literatur/Beschreibung). Das Speichervermögen der Wandaufbauten fließt dabei im Vergleich zu Softwarepaketen wie GEBA nur stark vereinfacht, als 1 Zahl - Angabe ein. Im Vergleich dazu GEBA, bei einer harmonischen zumindest 7 Zahlenwerte abgebildet werden. Das führt gerade bei schweren Bauteilen zu einer Fehleinschätzung, da nur etwa die ersten 10 cm der Bestandskonstruktion speicherwirksam berücksichtigt werden. Bei leichten Konstruktionen ist der Fehler auf Grund dieser Vereinfachung geringer. Da es in Österreich ein weit verbreitetes Berechnungstool ist wurde es für die Berechnungen herangezogen.

Da die Ergebnisse aus dem Excel-basierten Berechnungstool – insbesondere für schwere Bauweisen als unsicher erachtet werden müssen – wurden weiterführende Untersuchungen mit dem Softwarepaket GEBA durchgeführt.

Die Fensterlüftung wird – ungeachtet der Tatsache ob diese modellhafte Abbildung die Realität hinreichend genau abbilden kann – entsprechend der ÖNORM B 8110-3 in den Berechnungsprogrammen (GEBA, und dem xls Tool) berücksichtigt. Zu berücksichtigen ist hierbei jedenfalls, dass auch bei ‚geschlossenen‘ Fenstern in der Früh und Abends eine Fensterlüftung unterstellt wird.

Ziel der Arbeit ist es den Einfluss der Innendämmung auf das sommerliche Temperaturverhalten darzustellen, bzw. zu beurteilen ob dieser relevant ist.

Weitere Parameter wie Fenster, alt - neu, spielen für die Arbeit keine Rolle, allerdings kann durch deren Berücksichtigung gezeigt dadurch das Verhältnis des Einflusses der Fenster, bzw. des Lüftungsverhaltens und dergleichen gezeigt werden.

Von Interesse ist auch die Frage, ob es abhängig von der Raumgröße und Anteil der Innendämmung zu signifikanten Unterschieden bei den untersuchten Kenngrößen kommt.

##### Thermischer Komfort (TRNSYS)

Für die Beurteilung des thermischen Komforts (max/min Temperaturen, PMV und PPD) wurden für repräsentative Modellräume dynamische Berechnungen im Jahresverlauf unter Zuhilfenahme des Softwarepakets TRNSYS durchgeführt. Die Simulation des thermischen Verhaltens erfolgte für einzelne Zimmer bzw. Räume und die gesamte Wohnung bzw. Nutzungseinheit.

##### Aufheiz- und Abkühlverhalten (TRNSYS)

Die Beurteilung des Aufheiz- und Abkühlverhaltens erfolgt durch Untersuchung repräsentativer Testräume unter Zuhilfenahme des Softwarepakets TRNSYS. Hierbei wird die Raumlufttemperatur auf 15 °C gehalten und dann sprunghaft auf 20 °C erhöht mit dem Argument, dass sich die Raumlufttemperatur (ein konvektives Heizsystem unterstellt) sehr schnell anpasst (was im ‚idealen‘ System, wie es auch für die Untersuchungen in TRNSYS modelliert wurde unterstellt ist). Die empfundene Temperatur stellt sich – in Abhängigkeit des thermischen Bauteilverhaltens – nach einer gewissen Zeit ein. Unterschiedliche applizierte Innendämmsysteme und deren Einfluss auf das Aufheizverhalten können so untereinander gegenübergestellt und mit dem unsanierten Zustand verglichen werden.

Es ist zu erwarten, dass der Einfluss zum einen durch den vorgegebenen Anteil – in Abhängigkeit der Raumgeometrie –, zum anderen durch die unterschiedlichen Innendämm-Systeme, deren Schichtaufbau und deren Materialeigenschaften bestimmt wird.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich bei den untersuchten applizierten Innendämmsystemen die empfundene Raumlufttemperatur gegenüber dem unsanierten Bestand – sowohl im Sommer, wie auch im Winter – rascher einstellt.

#### Dauerhaftigkeit

##### Hygrothermische Simulationen

Ziel der hygrothermischen Simulationen ausgewählter Konstruktionen und Details ist die Beurteilung des langfristigen Verhaltens der Temperatur- und Feuchtezustände im und am Bauteil. Kritische und mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Schäden führende Konstruktionen und Rahmendbedingungen sollen identifiziert werden. Für aktive bzw. beeinflussbare Variablen sollen Grenzwerte definiert bis zu denen Bauschäden ausgeschlossen werden können. Beispielsweise soll der Frage nachgegangen werden bis zu welcher Dämmstärke die untersuchten Innendämm-Systeme ohne Bedenken eingesetzt werden können bzw. ab wann eine detaillierte Betrachtung jedenfalls erforderlich ist. Weiter soll die Frage beantwortet werden bei welchen Raumluftkonditionen bzw. inneren Lasten Schäden an und in der Konstruktion ausgeschlossen werden können.

Basis für die Berechnungen bilden typische Fragestellungen aus der Praxis wie sie im Rahmen dieser Arbeit in vielfältiger Weise bearbeitet wurden. Je nach Objekt variierten die Fragestellungen und die Rahmenbedingungen. Aufgrund der durchgeführten Berechnungen lassen sich jedoch allgemeine Planungsempfehlungen hinsichtlich der Anwendungssicherheit von Innendämmsystemen definieren.

Basis für die Beurteilung der Dauerhaftigkeit der Innendämm-Systemen bildet das WTA Merkblatt ([-WTA, 2009](#_ENREF_1)), und das ([-WTA, 2013](#_ENREF_3)) sowie das in Entwicklung befindliche Merkblatt zur Zertifizierung der Anwendungssicherheit von Innendämmsystemen ([-WTA, 2011](#_ENREF_2)).

Im Rahmen der Arbeit werden Bestandskonstruktionen aus Ziegelmauerwerk und Stahlbeton untersucht. Weiter werden Neubaukonstruktionen aus Stahlbeton mit außenseitiger Sichtbetonqualität und Bauteilaktivierung im Deckenbereich untersucht.

##### Messungen am Prüfstand

Der Nachweis vermeintlich geeigneter Dämm-Systeme erfolgt anhand experimenteller Untersuchungen von Wandaufbauten in einem Prüfstand. Durch diese Messungen im Labor werden die Ergebnisse der Simulationsrechnungen, die Bewertungskriterien und deren definierten Grenzgrößen validiert. Die dauerhafte und schadfreie Funktionstüchtigkeit von Innendämm-Systemen kann so anhand definierter Messprogramme und Versuchsreihen im Prüfstand untersucht werden.

### Gestaltungsdesign

Im Rahmen von Handlungsempfehlungen werden problematische Konstruktionen bzw. Konstellationen bezüglich des Raumklimas – insbesondere der sommerlichen Überwärmung – aufgezeigt. Weiter wird das Aufheiz- und Abkühlverhalten von Räumen mit Innendämmung beschrieben und in Planungsempfehlungen übergeführt (Abbildung 11). Das erworbene geprüfte Wissen wird so in der Praxis umgesetzt.



Abbildung : Gestaltungs-Design zur Frage des Einflusses von Innendämmung auf das Raumklima (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Raumklima)

Die im Zuge der Untersuchungen identifizierten kritischen und mit hoher Wahrscheinlichkeit zu Schäden führenden Konstruktionen und Rahmendbedingungen – werden in Handlungs- und Planungsempfehlungen übergeführt (Abbildung 12). Konstruktionen und Rahmenbedingungen bei denen eine dauerhaft funktionstüchtige Innendämmung sichergestellt ist werden beschrieben. Durch die für aktive bzw. beeinflussbare Variablen definierten Grenzwerte soll die Planungssicherheit erhöht und Bauschäden vermieden werden. Dadurch kann die Akzeptanz für Innendämmung erhöht und letztendlich die Sanierungsrate gesteigert werden.



Abbildung : Gestaltungs-Design zur Frage des Einflusses des Raumklimas auf die Dauerhaftigkeit von Innendämmung (Quelle: 20160104\_Dissertation.vsd/Design\_Dauerhaftigkeit)

## Aufbau der Arbeit und Gliederung

Der Aufbau der Arbeit erfolgt in Anlehnung an die Ebenen des Erkenntnisprozesses nach Tabelle 1 ([Töpfer, 2009a](#_ENREF_5))). In Teilbereichen wird zugunsten besserer Lesbarkeit und höherer Übersicht davon abgewichen.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Ebene des Erkenntnisprozesses | Erläuterung |
| Vorwissenschaftlicher Bereich | 1. Definition (Begriffserklärung) | Was wird unter dem Begriff verstanden? |
| 1. Klassifikation (Klassenbildung) | Welche Klassen = Teilmengen lassen sich unterscheiden?  Was ist nicht unter dem Begriff zu verstehen?  Was wird betrachtet und was nicht? |
| 1. Deskription (Beschreibung/Konzeptualisierung und Operationalisierung) | Wie sind wesentliche Inhaltsteile miteinander vernetzt?  Was lässt sich konkret beobachten?  Wie ändern sich Merkmale von Objekten? |
| Wissenschaftlicher Bereich | 1. Theorie a) Erklärung   b) Prognose | Was sind erkennbare (gestaltungsfähige und/oder vorgegebene/restriktive) Ursachen für nachvollziehbare Wirkungen und Gültigkeit der Gesetzeshypothese?  Welche Ergebnisse lassen sich auf dieser Basis vorhersagen? |
| 1. Technologie (Gestaltung) | Unter welchen Voraussetzungen und mit welchen Gestaltungsmaßnahmen lassen sich angestrebte Wirkungen erreichen? |
|  | 1. Philosophie (Werturteil) | Welche Wertvorstellungen lassen sich bei bestimmten Adressaten-Gruppen nachvollziehen?  Welche Prioritäten gehen davon aus? |

Tabelle : Ebenen des Erkenntnisprozesses

Die Arbeit ist in 9 Kapitel mit folgenden Inhalten gegliedert:

**Kapitel 1** führt in das Thema ein und beschreibt die Motivation, Bedeutung und Praxisrelevanz. Die Fragestellung, Ziel und Schwerpunkt der Arbeit wird aufgezeigt.

**Kapitel 2** beschreibt die Vorgehensweise und skizziert den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess vom Untersuchungsdesign, Forschungsdesign, Prüfungsdesign bis hin zum Gestaltungsdesign sowie Aufbau und Gliederung der Arbeit.

**Kapitel 3** enthält mit Definitionen – Begriffserklärungen und Begriffserläuterungen –, Klassifikation – Klassenbildung und Abgrenzung – und Deskription – Beschreibung, Konzeptualisierung u. Operationalisierung – die Voraussetzungen für die anschließenden wissenschaftlichen Analysen, Theorie und Technologie.

**Kapitel 4** beschreibt das Optimierungsziel und diskutiert die dafür relevanten Grundlagen und Bewertungskriterien.

**Kapitel 5** behandelt den Einfluss des Raumklimas auf die Innendämmung und enthält eine Einleitung, die detaillierte Beschreibung der Methodik, die Untersuchung ausgewählter Beispiele, Hinweise zur Simulationssoftware, die Beschreibung der untersuchten Parameter, eine Sensitivitätsanalyse und die Zusammenstellung der Ergebnisse sowie eine Zusammenfassung der Erkenntnisse.

**Kapitel 6** behandelt die Validierung der in Kapitel 5 behandelten Untersuchungen durch Messungen am Prüfstand und enthält eine Einleitung, die detaillierte Beschreibung der Methodik, eine Beschreibung des Prüfstands, des Messaufbaus und des Messprogramms, eine Zusammenstellung der Ergebnisse und eine Zusammenfassung der Erkenntnisse.

**Kapitel 7** behandelt den Einfluss der Innendämmung auf das Raumklima und ist unterteilt in die Behandlung der Fragen des Raumtemperatur- sowie des Aufheiz- und Abkühlverhaltens wobei diese jeweils eine Einleitung, die detaillierte Beschreibung der Methodik, eine Beschreibung der Testräume, Hinweise zur Simulationssoftware, die Beschreibung der untersuchten Parameter, eine Sensitivitätsanalyse und die Zusammenstellung der Ergebnisse sowie eine Zusammenfassung der Erkenntnisse.

**Kapitel 8** enthält eine Zusammenfassung der Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

**Kapitel 9** nennt offene Fragestellungen und skizziert weiteren Analyse- u. Forschungsbedarf.

-WTA, W.-T. A. F. B. U. D. E. V. 2009. WTA Merkblatt 6-4 Innendämmung nach WTA I - Planungsleitfaden.

-WTA, W.-T. A. F. B. U. D. E. V. 2011. WTA Merkblatt 6-7 Innendämmung nach WTA IV - Zertifizierung der Anwendungssicherheit von Innendämmsystemen - Entwurf.

-WTA, W.-T. A. F. B. U. D. E. V. 2013. WTA Merkblatt 6-5 Innendämmung nach WTA II Nachweis von Innendämmsystemen mittels numerischer Berechnungsverfahren. *Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. -WTA (Hrsg.).*

ÖNORM 2012. ÖNorm B 8110 3 Wärmeschutz im Hochbau Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung.

TÖPFER, A. 2009a. Forschungsleitfaden Kapitel B - Wie entwickle ich die Gesamtstruktur für meine wissenschaftliche Arbeit? *In:* VERLAG, S. (ed.) *Erfolgreich Forschen Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden.* Dresden.

TÖPFER, A. 2009b. Forschungsleitfaden Kapitel C - Wie ist der Prozess des Gewinnens und Umsetzens wissenschaftlicher Erkenntnisse insgesamt strukturiert? *In:* VERLAG, S. (ed.) *Erfolgreich Forschen Ein Leitfaden für Bachelor-, Master-Studierende und Doktoranden.* Dresden.