

Dipl.-Ing. Anton Michael Kraler

Luftdichtheit und Schallschutz im Holzhausbau

Ein Beitrag zur Qualitätsverbesserung

Dissertation

Teil 1

Eingereicht an der
Leopold – Franzens – Universität Innsbruck
Fakultät für Architektur

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der technischen Wissenschaften

Innsbruck, im Oktober 2006

Luftdichtheit und Schallschutz im Holzhausbau

Ein Beitrag zur Qualitätsverbesserung

Die Nachfrage nach Holzhäusern steigt in Europa stetig und dadurch gewinnen auch qualitätssichernde Maßnahmen immer mehr an Bedeutung. Die Bereiche, bei denen es am häufigsten zu Unregelmäßigkeiten kommt, sind Luftdichtheit und Schallschutz. Schon bei der Planung und in weiterer Folge bei der Produktion und Montage muss verstärkt darauf geachtet werden.

In dieser Forschungsarbeit sind daher besonders die zwei erwähnten Bereiche herausgenommen und wissenschaftlich untersucht worden.

Für die Erstellung dieser Arbeit wurden mehrere Häuser, die schon seit einigen Jahren bewohnt sind, auf Luftdichtheit und auf Schallschutz überprüft. Weiters wurden auch die Herstellerfirmen auf die Qualitätsstandards ihres gesamten Produktionsablaufs (Organisation, Planung, Produktion, Montage) untersucht und die Ergebnisse dienen als Grundlage für die wissenschaftliche Abhandlung.

Damit auch im Holzhausbau der Schallschutz gewährleistet werden kann, wurde in einem eigens dafür entwickelten Modellprüfstand untersucht, inwieweit undichte Stellen in Wand-, Decken- oder Dachelementen den Schallschutz beeinträchtigen. Dabei wurden sowohl der Schallschutz als auch die Luftdichtheit einzeln, aber auch die gegenseitigen Abhängigkeiten analysiert.

Parallel zu den Untersuchungen im Modellprüfstand wurden auch In-situ Messungen bei zwölf Projekten (Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäuser, Wohnanlage, Hotel, Prüfstand M 1: 1) durchgeführt. Bei zwei Einfamilienhäusern ähnlicher Bauart wurden Untersuchungen von Luftdichtheit und Schallschutz schon während der Bauphase, also in unterschiedlichem Baufortschritt durchgeführt. Für beide Projekte wurde noch vor Baubeginn in Zusammenarbeit mit der ausführenden Firma ein vergleichbares Messprogramm erstellt.

Das Ziel dieser Arbeit ist, die Auswirkungen von Luft - Undichtheiten auf den Schallschutz, sowie die Auswirkung verschiedener Bauteile und Bauteilkombinationen zu erfassen. Die untersuchten Wand- und Deckenaufbauten wurden miteinander verglichen und bewertet, um so Standardaufbauten sowie Bauteile und Bauteilkombinationen zu erhalten, die bei fachlich richtiger Ausführung die geforderten Grenzwerte der Norm für den Schallschutz und die Luftdichtheit erfüllen. Die Verbesserung des bisher oft kritisch wahrgenommenen Schallschutzes im Holzbau ist ein wesentliches Kriterium im Wettbewerb mit konkurrierenden Baustoffen.

Air tightness and sound insulation in timber house constructions

A contribution to improvement in quality

The importance of insuring the quality control of residential timber construction is becoming an important issue, especially in relation to the growing European market for these types of construction. Actual issues are mainly related to airtightness, sound insulation, as well as quality control during the planning period, prefabrication and on-site installation.

This research project focuses on quality management and its significant indicators to evaluate current practices related to these performances, as well as the specific interdependence between airtightness and sound insulation quality.

As a first part of the project, several houses were tested on airtightness and sound insulation, directly after construction as well as after having been inhabited for a few years. Furthermore, manufacturing companies of timber houses were analysed following an evaluation grid in terms of quality standards of their production process. Global organisation, planning, production, and on-site assembling were investigated, providing a database for the following academic studies.

A specific experimental equipment was developed to study the interdependence between air leakage and sound insulation quality for individual parts of timber constructions, such as wall, floor and roof elements, as well as for connection areas between these elements. In collaboration with a manufacturing company, control measurements were also recorded in-situ to evaluate airtightness and sound transmission on state of the art constructions. Two detached houses of similar construction were investigated concerning airtightness and sound insulation in different stages of their assembly. A complete measuring program covering several stages of production for each house was undertaken.

The aim of this research paper is to demonstrate the impact of airtightness on sound insulation, as well as the impact of different components and component combinations. The wall and slab constructions tested were compared and assessed in order to find standard constructions, components and combinations, which meet the required standards for sound insulation and airtightness. Improving airtightness and quality control of timber constructions is vital to increase their competitiveness in the housing industry.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG.....	7
1.1	EINLEITUNG.....	7
1.2	ZIEL UND METHODIK DER ARBEIT	9
1.2.1	Luftdichtheit	9
1.2.2	Schall.....	10
1.2.3	Auswirkungen von Undichtheit auf den Schallschutz.....	11
1.2.4	Aspekte der Qualitätsüberwachung.....	11
2	KONSTRUKTIONS- UND ENERGIEKONZEPTE IM HOLZHAUSBAU	12
2.1	BAUWEISEN UND SYSTEME IM HOLZBAU	12
2.1.1	Rahmenbauweise.....	13
2.1.2	Skelettbauweise	14
2.1.3	Holzmassivbauweise	14
2.2	DECKENSYSTEME IM HOLZBAU	15
2.2.1	Brettstapeldecke	15
2.2.2	Brettspertholzdecke.....	16
2.2.3	Hohlkastendecke	16
2.2.4	Holzbalkendecke	16
2.2.5	Holz-Beton-Verbunddecke.....	16
2.3	ENERGIEEFFIZIENTE GEBÄUDEKONZEPTE	17
2.3.1	Heutiger Standard.....	17
2.3.2	Energiesparhaus.....	17
2.3.3	Das Niedrigenergiehaus	17
2.3.4	Das Minergie -Haus.....	18
2.3.5	Das Passivhaus	18
2.3.6	Das Null-Heizenergiehaus.....	18
2.3.7	Das Nullenergiehaus.....	19
3	UNTERSUCHUNGEN ZUR LUFTDICHTHEIT UND ZUM SCHALLSCHUTZ	20
3.1	LUFTDICHTHEIT.....	20
3.1.1	Grundlagen der Luftdichtheit	20
3.1.2	Grenzwerte und Empfehlungen.....	22
3.1.3	Maßnahmen zum Erreichen der Luftdichtheit in der Praxis.....	24
3.1.4	Überprüfung der Luftdichtheit	28
3.1.5	Wärmeschutz und Luftdichtheit	30
3.1.6	Modellprüfstand	32

3.1.7	Untersuchungen im Modellprüfstand	34
3.1.8	Untersuchung der Luftdichtheit bei Einfamilienhäusern vom Rohbau bis zur Fertigstellung	45
3.2	SCHALLSCHUTZ.....	55
3.2.1	Grundlagen zum Schallschutz	55
3.2.2	Messtechnik nach Norm	58
3.2.3	Modellprüfstand im M 1:√10	62
3.2.4	Messprogramm - Schallmessungen im Modellprüfstand	70
3.2.5	Einfluss einer Öffnung auf den Schallschutz	82
3.2.6	Interpretation der Messergebnisse am Prüfkörper mit Öffnungen	85
3.2.7	Prüfstand in Anlehnung an ÖNORM EN ISO 140-1 – Maßstab 1:1	91
3.2.8	Schallschutzuntersuchungen im Messstand und von zum Teil fertig gestellten und bewohnten Holzmassiv-, Holzrahmen- und Mischbauten.....	94
3.2.9	Vergleich und Bewertung der untersuchten Projekte	145
4	AUSWIRKUNGEN VON LUFTUNDICHTHEITEN AUF DEN SCHALLSCHUTZ	157
4.1	PRÜFKÖRPER IM MODELLPRÜFSTAND – VERGLEICH VON LUFTDICHTHEIT UND SCHALLSCHUTZ.....	157
4.1.1	OSB – Platte mit unterschiedlich großen Lochbohrungen in Plattenmitte.....	157
4.1.2	OSB – Platte mit unterschiedlich breiter vertikaler Fuge in Plattenmitte	160
4.1.3	Brettsper Holzplatten 45 und 90 mm dick, verschraubt oder verleimt	164
4.1.4	Fichte Blockbohlenwand mit unterschiedlich großen Lochbohrungen in der Bauteilmitte	166
4.2	PROJEKT 10 / EINZELRAUM – VERGLEICH VON LUFTDICHTHEIT UND SCHALLSCHUTZ.....	168
4.2.1	Überprüfung der Luftdichtheit und des Schallschutzes in 6 Messstufen unterschiedlichen Baufortschritts.	169
5	ANREGUNGEN ZUR QUALITÄTSÜBERWACHUNG	172
5.1	QUALITÄTSÜBERWACHUNGSSYSTEME UND - RICHTLINIEN	174
5.1.1	Qualitätssicherung in Anlehnung an den VGQ	175
5.1.2	Zusammenfassung von Erkenntnissen der Qualitätsüberwachung	179
6	ZUSAMMENFASSUNG - AUSBLICKE	180
6.1	LUFTDICHTHEIT	180
6.2	LUFT- UND TRITTSCHALLSCHUTZ	181
6.3	ZUSAMMENHANG LUFTDICHTHEIT UND SCHALLSCHUTZ	183
6.4	AUSBLICKE	185

LEBENS LAUF

Kraler, Anton, Dipl.-Ing.

05.03.1968	geboren in Lienz (A)
1974 – 1978	Volksschule in Sillian
1978 – 1982	Hauptschule in Sillian
1982 – 1983	Polytechnischer Lehrgang in Sillian
1983 – 1985	Mithilfe im landwirtschaftlichen Betrieb der Eltern
1985 – 1988	Tischlerlehre in der Tischlerei Kassewalder in Heinfels Abschluss mit Gesellenprüfung
1988	6 Monate Forstarbeiter in der Schweiz
1988 – 1989	8 Monate Bundesheer in Lienz
1989 – 1992	Tischlergeselle in der Tischlerei Jenewein in Sistrans
1992 – 1993	Meisterschule für Tischler in Innsbruck Abschluss mit Meisterprüfung
1993	Aufnahmeprüfung: 2-jähriger HLA Aufbaulehrgang für Möbel - Design in Pöchlarn (Niederösterreich)
1993 – 1995	HLA Aufbaulehrgang für Möbel – Design in Pöchlarn Abschluss mit Matura
1995 - 2002	Studium der Architektur an der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck
1995 - 2000	Arbeitstätigkeiten in Tischlereien und Planungsbüros
2000 – 2002	Mitarbeiter der Firma Achammer-Tritthart & Partner Planungs- GmbH in Innsbruck; Abteilung: Örtliche Bauaufsicht
2002	Abschluss des Architekturstudiums an der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck
2003 – 2006	Doktoratsstudium der technischen Wissenschaften an der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck
Seit 1.11.2002	Vertragsassistent am Stiftungslehrstuhl für Holzbau, Holzmischbau und Holverbundwerkstoffe, Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften an der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck

