

Reader

12th International BUILDAIR Symposium

June 25 and 26, 2021

online conference



Sponsors



BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit



Tagungsband zum

12. Internationalen BUILDAIR-Symposium

**Luftdichtheit von Gebäuden, Thermografie
und Lüftungssysteme in der Praxis**

25. und 26. Juni 2021

Online-Konferenz

Reader to

12th International BUILDAIR Symposium

**Airtight Buildings, Thermography and
Ventilation Systems in Practice**

June 25 and 26, 2021

online conference



energie + umwelt zentrum
am deister

Impressum

Herausgeber <i>publisher</i>	Energie- und Umweltzentrum am Deister GmbH 31832 Springe-Eldagsen, Deutschland
Redaktion <i>editorial staff</i>	Ursula Mellema
Titellayout <i>cover</i>	Thomas Kupas, design@in-fluenz.de, Hannover, Deutschland

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung auch von Teilen außerhalb des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen

Autoren, Herausgeber und redaktionelle MitarbeiterInnen und Herstellungsbetriebe haben das Werk nach bestem Wissen und mit größter Sorgfalt erstellt. Inhaltliche und technische Fehler sind jedoch nicht vollständig auszuschließen.

All rights to this work, including all or any of its parts, are reserved. Any use, even in part, outside of the copyright without previous authorization by the editor is illegal and punishable. This applies in particular to duplications, translations, microfilming, and storing and processing in electronic systems.

The authors, editors, editorial staff, and manufacturing companies have completed this work to the best of their knowledge and with the utmost care. However, errors in content or technical errors cannot be completely ruled out.

Veranstalter / Organisier



energie + umwelt zentrum
am deister

Sponsoren / Sponsors



BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit



Kooperationspartner / cooperation partners



IG PASSIVHAUS
Informations-Gemeinschaft Passivhaus Deutschland



Medienpartner / media partners

Bauen+

energie-bau.com
Deutsches Fachmagazin für Architektur & Technik



IBO
Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH

KKA
Kälte Klima Aktuell

REHVA
3E
Federation of
European Heating,
Ventilation and
Air Conditioning
Associations

tab
Das Fachmedium der TGA-Branche

Inhalt / content

Aus Verbänden und Organisationen From associations and countries	7
Auswertungen von ca. 420.000 Luftdichtheits-Messungen in Frankreich	8
Statistical analyses of about 420,000 measurements of the French database of building airtightness	9
<i>Bassam Moujalled, Adeline Mélois, Valerie Leprince, Gaëlle Guyot (F)</i>	
FLiB-Projekt Handwerkerschulung "Luftdichtes Abdichten im Ausbau"	10
FLiB-Qualifikation: Training for tradesmen – Airtight sealing	11
<i>Wilfried Walther (D)</i>	
Dichten und Kleben in der Praxis Gluing and sealing on site	13
Schäden an Holzträgern durch Unterdruckhaltung – Ursachen und Maßnahmen	14
Damaged timber girders due to negative pressurization – root causes and action plans	15
<i>Thomas Runzheimer (D)</i>	
Schwierige Luftdichtungs-Anschlüsse wirtschaftlich und sicher ausführen – Flüssigdichtung	16
Efficient and safe execution of difficult air seal joints – liquid adhesive	17
<i>Dirk Biedermann, Malte Bengelsdorf, Michael Förster (D)</i>	
Luftdurchlässigkeit von Bauteilen Air permeability of structural components	19
Prüfung von Luftdichtheitsprodukten	20
Testing products for airtightness	21
<i>Søren Peper, Wolfgang Hasper (D)</i>	
Ariane 6 – Gemeinsamkeiten zwischen einer Trägerrakete und der luftdichten Gebäudehülle	22
Ariane 6 – Similarities between a carrier rocket and the airtight building envelope	23
<i>Stefanie Rolfsmeier (D)</i>	
Anpassung der BlowerDoor-Methode für die Leckagesuche im Flugzeug-Cargobereich	24
Customizing the BlowerDoor method for leak detection in the aircraft cargo hold	25
<i>Victor Norrefeldt, Andreas Lindner, Marie Pschirer (D)</i>	
Leckagen Gestalt geben Visualizing leaks	27
Leckagesuche im Rahmen der Schlussmessung nach GEG – ein kritischer Diskurs!	28
Leak detection as part of the final test according to the German Energy Saving and Renewables Act (GEG) – a critical discourse	29
<i>Klaus Vogel (D)</i>	
Die "gebrauchstaugliche Leckage (!?)" – untote Schimäre, praktischer Helfer in der Not oder einfach nur absurd?	30
Leakages "fit for purpose (!?)" – zombie chimera, stopgap or just absurd?	31
<i>Ulf Köpcke (D)</i>	

Messgenauigkeit verbessern	33
Improving measurement accuracy	
Druckaufbau bei sehr dichten Gebäuden – Geduld vermeidet Messfehler	34
Pressure build-up in very airtight buildings – patience avoids measurement errors	35
<i>Joachim Zeller (D)</i>	
Druckbeaufschlagungstests in einem Windkanal: Entwurf und Charakterisierung einer Versuchsanlage in verkleinertem Maßstab	36
Building pressurization tests in a wind tunnel: design and characterization of a reduced-scale experiment facility	37
<i>Adeline Mélois, Bassam Moujalled, Mohamed El-Mankibi, François Rémi Carrié (F)</i>	
Vorschlag zum Nulldruckniveau bei Hochhausmessungen	38
Proposal regarding the zero pressure level when measuring high-rise buildings	39
<i>Søren Peper, Wolfgang Hasper (D)</i>	
Thermografie und Lüftung	41
Thermography and ventilation	
Thermografie im Sommer? – Klar!	42
Thermography during summer time? – Why not!	43
<i>Ben Standecker (D)</i>	
Dezentrale Lüftungsgeräte unter Windeinfluss	44
Decentralized ventilation units under wind impact	45
<i>Oliver Solcher (D)</i>	
Luftdichtheit für Fortgeschrittene	47
Advanced Airtightness	
Luftdichtheit von außen herstellen? Robuste Lösungen bei der Sanierung von Steildächern	48
Ensuring airtightness from the outside? Robust solutions for renovating high-pitched roofs	49
<i>Robert Borsch-Laaks (D)</i>	
Konstruktion von Hochleistungs-Kontrolltürmen: Bedeutung und Schwierigkeit der Luftdichtheit von Kanälen und Hüllen	50
Design of high-performance control towers: Importance and difficulty of achieving duct and envelope airtightness	52
<i>Fabrice Richieri, Bassam Moujalled, Emmanuel Nicolle (F)</i>	
Luftdichtheitsmessungen von Reinräumen (Isolierzimmern) bei einem Krankenhausneubau	54
Airtightness testing of clean rooms (isolation rooms) in a new hospital building	55
<i>Michael Wehrli (CH)</i>	
Luftdurchlässigkeitsmessung eines 125 Meter hohen Hochhauses (Projekterfahrung)	56
Air permeability testing of a 125-meter tall high-rise (lessons learned)	57
<i>Emanuel Mairinger, Johannes Neubig, Thomas Gayer (A), Stefanie Rolfsmeier (D), Gary Nelson, Cllin Olson (USA)</i>	

Aus Verbänden und Organisationen

From associations and countries

Auswertungen von rund 420.000 Messungen in der französischen Datenbank zur Luftdichtheit von Gebäuden

Bassam Moujalled ¹, Adeline Mélois ², Valérie Leprince ³, Gaëlle Guyot ⁴

¹ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, Frankreich
T: +33 4 74275155, bassam.moujalled@cerema.fr

² Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, Frankreich
T: +33 4 74275308, adeline.melois@cerema.fr

³ PLEIAQ, 84C Avenue de la libération, 69330 Meyzieu, Frankreich, valerie.leprince@pleiaq.net

⁴ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, Frankreich
T: +33 4 74275167, gaelle.guyot@cerema.fr

Ziel der Arbeit / Fragestellung

Seit 2006 geben qualifizierte Messdienstleister ihre Messwerte in die französische Datenbank zur Luftdichtheit von Gebäuden ein. Seit 2016 wuchs sie jährlich um mehr als 65.000 Messdaten an, sodass Ende 2018 insgesamt circa 420.000 Messwerte vorlagen. Diese Arbeit befasst sich mit der Auswertung der französischen Datenbank zur Luftdichtheit von Gebäuden.

Methode der Herangehensweise

Bislang wurden mehr als 420.000 Messdaten in die Datenbank überführt. Sie enthält alle Messungen, die von qualifizierten Messdienstleistern bis Ende 2018 durchgeführt wurden.

Folgende Methoden werden zur Datenbankauswertung verwendet:

1. Box-Plots und Histogramme, die einen Überblick über die wichtigsten deskriptiven Statistiken geben;
2. Ein einseitiger t-Test mit paarweisen Stichproben, um zu analysieren, inwieweit unterschiedliche, gemittelte Leckageströme von statistischer Bedeutung sind.

Inhalt des Vortrags

Nach einem kurzen Abriss über den aktuellen französischen Sachstand zur Luftdurchlässigkeit von Gebäuden erfolgt ein Überblick über die Datenbank, gefolgt von einer detaillierten Darstellung der Ergebnisse, einschließlich:

1. Einfluss der Gebäudeeigenschaften (Gebäudefläche, Hauptmaterial, Lüftungsanlage, Isolierung ...) auf die Luftdichtheit eines Gebäudes;
2. Entwicklung der Luftdurchlässigkeit (französischer Indikator q_{4Pa-Surf} und n₅₀) bei neuen und renovierten Gebäuden, je nach Gebäudenutzung (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude);
3. Häufigkeit der erkannten Leckagen und ihre Auswirkungen auf den Leckagestrom.

Ergebnisse und Beurteilungen

Fast alle gemessenen neuen Wohngebäude erfüllen die Energieeinsparverordnung „RT 2012“ (Wärmeverordnung, franz.: Réglementation thermique) (93 % für Einfamilienhäuser und 98 % für Mehrfamilienhäuser).

Da es keine Verordnungen für Nichtwohngebäude gibt, werden sie sehr viel seltener getestet. Die Luftdurchlässigkeit verbessert sich jedoch allmählich, wobei die Durchschnittswerte im Jahr 2018 deutlich unter dem vorgeschriebenen Schwellenwert für Mehrfamilienhäuser liegen. Zudem gibt es keine zwingende Verpflichtung, renovierte Gebäude (sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude) zu testen. Deshalb liegen für renovierte Gebäude nur sehr wenige Messwerte vor. Bei Einfamilienhäusern und Nichtwohngebäuden spiegeln sich Renovierungsmaßnahmen positiv in den Luftdichtheitsmesswerten wider, wohingegen dies bei renovierten Mehrfamilienhäusern nicht der Fall ist. Die Auswertungen ergaben, dass die georteten Leckagen häufig bei Türen und Fenstern sowie bei Durchdringungen durch die Gebäudehülle und für elektrische Anschlüsse auftraten. Die kritischsten Leckagen allerdings treten nicht immer am häufigsten auf. Beispielsweise können Leckagen am Anschluss zwischen Fußboden und Außenwänden bei Mehrfamilienhäusern und an abgehängten Decken in Nichtwohngebäuden eine starke Erhöhung der Luftdurchlässigkeit zur Folge haben.

Statistical analyses of about 420,000 measurements of the French database of building airtightness

Bassam Moujalled ¹, Adeline Mélois ², Valérie Leprince ³, Gaëlle Guyot ⁴

¹ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, France
phone: +33 4 74275155, bassam.moujalled@cerema.fr

² Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, France
phone: +33 4 74275308, adeline.melois@cerema.fr

³ PLEIAQ, 84C Avenue de la libération, 69330 Meyzieu, France, valerie.leprince@pleiaq.net

⁴ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, France
phone: +33 4 74275167, gaelle.guyot@cerema.fr

Purpose of the work

The French database of building airtightness has been fed by measurements performed by qualified testers since 2006. The database is enlarged each year by more than 65,000 measurements since 2016, making the total number of measurements about 420,000 at the end of 2018. This work presents a statistical analyses of the French database of building airtightness.

Method of approach

Currently, more than 420,000 measurements have been recorded in the database. It includes all the measurements that were performed by certified testers till the end of 2018. Statistical analyses of the database are carried out using:

- 1- boxplots and histograms to summarise the main descriptive statistics;
- 2- and one-sided paired t-test to analyze the statistical significance of differences in the mean air leakage rates.

Content of the contribution

After a brief introduction regarding the French context of building air permeability, the contribution gives an overview of the database followed by a detailed presentation of the results including:

- 1- impact of buildings' characteristics (building area, main material, ventilation system, insulation...) on building airtightness level;
- 2- the evolution of the air permeability (French indicator q_{4Pa-Surf}, and n₅₀) in new and renovated buildings depending on the building use (single-family houses, multi-family buildings and non residential buildings);
- 3- the frequency of detected leakages and their impact on the air leakage rate.

Results and assessment of their significance

Almost all of the measured new residential buildings meet the Energy Performance requirement imposed by the French Regulation RT2012 (93 % for single dwellings and 98 % for multi-family buildings).

As there is no requirements for non-residential buildings, much less are tested. However, the air permeability is gradually improving, with average values in 2018 clearly below the mandatory threshold for multi-family buildings. There is also no mandatory requirement for renovated buildings (both residential and non-residential). Very few measurements are therefore available for renovated buildings. Results show an improvement of airtightness in single dwellings and non-residential buildings before and after renovation. However, there is no improvement in retrofitted multi-family buildings.

The analysis of the detected leakages shows frequent leakages through doors and windows, penetrations through the envelope and electrical components. However the most critical leakages are not always the most frequent leakages, e.g. the air permeability can be significantly increased in case of leakages at the junction between the floor and the exterior walls in multi-family buildings, and leakages through suspended ceiling in non-residential buildings.

FLiB-Projekt Handwerkerschulung "Luftdichtes Abdichten im Ausbau"

Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Walther

Sachverständiger für Bauphysik, 31832 Springe, Deutschland, walther@e-u-z.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die Ausführung der luftdichten Gebäudehülle erfordert qualifizierte Fachkräfte. Leider wird die luftdichte Gebäudehülle in der Baupraxis leider noch allzu oft mangelhaft ausgeführt – mit entsprechenden Konsequenzen.

Ziel des Lehrganges ist es daher, Ausführungskräfte entsprechend zu schulen und zu qualifizieren, sodass diese dann selbstständig, sicher und möglichst mangelfrei die Luftdichtungsarbeiten an der Gebäudehülle umsetzen können.

Methode der Herangehensweise

Eine Arbeitsgruppe aus den Reihen der Mitglieder des Fachverbandes entwickelten, anhand des Luftdichtheitskonzeptes als Orientierung, einen Qualifizierungslehrgangs bestehend aus 7 Modulen.

Inhalt des Vortrags

Im Vortrag wird ein Gesamtüberblick über die Inhalte des Lehrgangs gegeben: Grundlagen Bauphysik und Hintergründe der luftdichten Abdichtung – Planung und Umsetzung der luftdichten Gebäudehülle mittels Luftdichtheitskonzeptes – Wissenswertes zum Kleben und Dichten – Anschlussdetails der Luftdichtung – Problemstellungen und Lösungen – Vorführung und Einweisung in praktische Arbeiten beim luftdichten Abdichten – Arbeit am eigenen 1:1-Prüfkörper – Schriftlicher und praktischer Test als Erfolgskontrolle

Ergebnisse und Beurteilung

In erster Linie richtet sich der Lehrgang an Verarbeiter im Bereich der Gebäudeluftdichtung, z. B. Trockenbauer, Zimmerer, Tischler, Dachdecker etc. Auch Architekten bzw. Planer und Energieberater profitieren von den Inhalten und der Praxisschulung, da sie so entsprechende Arbeiten besser planen, Aufwand und Möglichkeiten genauer einschätzen und Ausführungen entsprechend bewerten können.

In einem ersten Probelehrgang mit Meisterschülern des Zimmerhandwerks wurden Erfahrungen gesammelt und Optimierungen identifiziert.

Schlussfolgerungen

Der Rahmenplan, sowie Details des Qualifizierungsablaufes, die Lehrgangsinhalte und die vorbereiteten Präsentationen sind über den Fachverband erhältlich.

Ferner ist es denkbar, dass zukünftig (zum Beispiel im Rahmen von Förderprogrammen) Qualifikationsnachweise auch für Verarbeiter, welche die jeweiligen Luftdichtheitsarbeiten ausführen, gefordert werden.

Im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) wird bereits jetzt ein Nachweis zum luftdichten und wärmebrückenminimierten Einbau entsprechender Bauteile verlangt. Der Lehrgang greift dieser Entwicklung schon jetzt vor.

FLiB-Qualification: Training for tradesmen – Airtight sealing

Dipl.-Ing. (FH) Wilfried Walther

Sachverständiger für Bauphysik, 31832 Springe, Germany, walther@e-u-z.de

Purpose of the work

Only qualified specialists can deliver airtight building envelopes. Unfortunately, such airtight envelopes still have many defects after completion, causing all kinds of adverse effects. This course is intended to train and qualify contractors and workers to ensure that they are able to seal building envelopes without instructions, safely and without defects - as far as this is possible.

Method of approach

Based on the airtightness concept, a working group with members of the members of the professional association set up a qualification course that comprises 7 modules.

Content of the contribution

In my presentation I will give a general overview of the curriculum: Fundamentals of building physics and facts about airtight seals - Planning and executing an airtight building envelope based on an airtight design - Interesting facts about gluing and sealing - A detailed look at the air barrier - Problems and solutions - Demos and hands-on training to install air barrier systems - Working with your own 1: 1 specimen - Written and practical test to assess the participants' performance.

Results and assessment of their significance

This course has been designed mainly for contractors involved in creating airtight building envelopes, e.g. drywall builders, carpenters, joiners, roofers etc. Architects, designers and energy consultants can also benefit from the curriculum and hands-on training - it will be easier for them to plan the jobs to be done on site, to improve cost-benefit-analyses, and they will be able to analyze whether the contractors delivered a good job, or not.

We held a pilot course with the best carpentry apprentices where we documented lessons learned and identified areas where we can still improve.

Conclusions

The professional association will be happy to provide you with the master plan, the details of the qualification process, the curriculum and the presentations.

Going forward, contractors installing air barriers might have to provide credentials that they are qualified for such work (for instance, when owners apply for financial assistance from a funding program).

When applying for financial assistance from the Federal Funds for Efficient Buildings (BEG) building owners already have to submit proof that relevant parts will be installed with a view to airtightness and that thermal bridges are minimized. This course anticipates this development.

Ihre Notizen / Your notes

Dichten und Kleben in der Praxis

Gluing and sealing on site

Schäden an Holzträgern durch Unterdruckhaltung – Ursachen und Maßnahmen

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Runzheimer

E-Haus Ingenieurbüro, Pestalozzistraße 1, 35435 Wettenberg, Deutschland

T: 06406-75513, e-haus@gmx.net

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Unterdruck auf der Gebäudehülle durch die vorhandene Lüftungstechnik schützt insbesondere bei Hallenbädern die Dachkonstruktionen vor Konvektionsschäden. Durch die an Leckagen einströmende Außenluft werden jedoch jahreszeitlich bedingt hohe Feuchteschwankungen im Innenbereich verursacht. Diese Schwankungen können zu Schwindwirkungen der Hölzer und in der Folge zu Schäden an Dachtragwerken aus Brettschichtholz führen.

Methode der Herangehensweise

Um Leckagen im Dachbereich zu verringern oder zu vermeiden, werden bei einfachen Gebäuden wie Wohngebäuden meist Sanierungen der luftdichtenden Schichten von außen oder von innen umgesetzt. Bei sehr komplexen und großen Gebäuden im Bestand ist es aus technisch-wirtschaftlicher Sicht häufig sinnvoll, große Leckagen an vergleichsweise schwierig zu dichtenden Anschlüssen nachzuarbeiten, um erhebliche Verbesserungen der Luftdichtheit zu erreichen.

Inhalt des Vortrags

Das Konzept zur Sanierung der Dachtragwerke eines Sport- und Freizeitbades forderte ein ganzjährig möglichst konstantes Klima in der Umgebung der Holzträger, insbesondere bezüglich der vorherrschenden Raumlufffeuchte. Hierzu musste die Infiltration von Außenluft an Leckagen der Luftdichtung erheblich reduziert werden. In der Planung wurden spezielle Lösungen zur Verbesserung der Luftdichtung, insbesondere an den Dach-Wand-Anschlüssen, erarbeitet. Im Vortrag wird die praktische Umsetzung der Ausführungsdetails aufgezeigt.

Ergebnisse und Beurteilung

Durch den Einsatz von sprühbaren Dichtungsmaterialien konnten selbst schwierigste Anschlusssituationen mit verschiedenartigen Untergründen luftdicht hergestellt werden. Durch die Dichtarbeiten wurde der Leckagenvolumenstrom um 70 % reduziert, der heute geltende hüllflächenbezogene Grenzwert an die Luftdichtheit wird bei dem Bestandsgebäude eingehalten.

Schlussfolgerungen

Handwerklich kaum luftdicht herzustellende Anschlüsse mit hoher Komplexität wurden mit dem eingesetzten Verfahren sehr gut abgedichtet. Vorteilhaft war auch der Einsatz der Sprühabdichtung in sehr schlecht zugänglichen Bereichen. Hinterströmungen der Trapezblechschale konnten nicht immer sicher vermieden werden. Hier wurden zusätzliche Maßnahmen während der baubegleitenden Luftdichtheitsmessungen entschieden und umgesetzt, auch konnten wichtige Erkenntnisse für zukünftige Sanierungen gewonnen werden.

Damaged timber girders due to negative pressurization - root causes and action plans

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Runzheimer

E-Haus Ingenieurbüro, Pestalozzistraße 1, 35435 Wettenberg, Germany
phone: 06406-75513, e-haus@gmx.net

Purpose of the work

Especially when dealing with indoor pools the existing ventilation system is often used for negative pressurization on the building envelope to protect the roof structure from damage caused by convection. As seasons change, however, air leaks from the outside lead to high indoor humidity fluctuations. These fluctuations may cause timber shrinkage which ultimately might damage the roof structures consisting of laminated wood.

Method of approach

In the case of straightforward buildings such as residential buildings the airtight layers are mostly refurbished from the inside or outside so as to mitigate or prevent leakages in the roof area. In the case of very complex and large existing buildings, it is often useful, from a technical and economic point of view, to rework large leaks at joints and connections that are comparatively difficult to seal so as to ensure significant improvements in airtightness.

Content of the contribution

When renovating the roof structures of a sports and leisure pool you need to make sure that the year-round climate around the wooden beams is as constant as possible, especially with regard to indoor air humidity. For this purpose, leaks in the air barrier where air can seep in from outside have to be eliminated to the greatest extent possible. During the planning phase special solutions for improving the air seal were developed, with a clear focus on the roof-wall connections. This presentation will illustrate the details of the project and the practical work.

Results and assessment of their significance

By applying sprayable sealing materials we were able to achieve airtightness even for the most difficult connections consisting of all kinds of substrates and materials. After having sealed these areas, the leakage flow rate was reduced by 70 % and the applicable limit value for envelope-based air permeability was maintained for the existing building.

Conclusions

Very complex connections which are usually very difficult to seal were sealed with very good airtightness results when using this method. The spray seal was very helpful when dealing with hardest-to-reach areas. It was not always possible to avoid backflows along the trapezoidal sheet. Therefore, while measuring airtightness during the construction phase it was decided to take and implement additional measures which led to important lessons learned for future refurbishments.

Schwierige Luftdichtungs-Anschlüsse wirtschaftlich und sicher ausführen – Flüssigdichtung

Dirk Biedermann, Malte Bengelsdorf, Michael Förster

Moll bauökologische Produkte GmbH – pro clima, Rheintalstraße 35-43, 68723 Schwetzingen, Deutschland
T: +49 6202 27820, event@proclima.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Welche Vorteile bietet die Verwendung der flüssigen und sprühbaren Luftdichtung in Hinblick auf die dauerhafte Sicherheit von Bauteilanschlüssen in der Baustellenanwendung? Wie ist der wirtschaftliche Vorteil des Sprühens im Vergleich zur manuellen Klebebandanwendung?

Methode der Herangehensweise

Bei einem Sanierungsbauvorhaben werden Bilder und Daten gewonnen. Die Qualität der Luftdichtung wird überprüft.

Inhalt des Vortrags

Die flüssige und sprühbare Luftdichtung wird bei einem Sanierungsbauvorhaben eingesetzt. Empirisch werden die Verarbeitungskosten der flüssigen Luftdichtung sowie die Qualität der Anschlüsse überprüft und mit dem manuellen Klebebandauftrag verglichen. Dabei werden sowohl einfache als auch komplexe Anschlusssituationen betrachtet.

Ergebnisse und Beurteilung

Bei der Baustellenanwendung bringt der Sprühauftrag erhebliche Kostenvorteile. Die Qualität entspricht dem manuell verarbeiteten Anschlussklebeband. Je komplexer der zu luftdichtende Anschluss ist, desto größer wird der Kostenvorsprung.

Schlussfolgerungen

Die sprühbare Luftdichtung ist eine sichere und wirtschaftliche Alternative und daher eine sinnvolle und effektive Ergänzung zum klassischen Anschluss mit Klebebändern.

Efficient and safe execution of difficult air seal joints - liquid adhesive

Dirk Biedermann, Malte Bengelsdorf, Michael Förster

Moll bauökologische Produkte GmbH – pro clima, Rheintalstraße 35-43, 68723 Schwetzingen, Germany
phone: +49 6202 27820, event@proclima.de

Purpose of the work

What are the benefits of liquid and sprayable seals when it comes to ensuring permanent air tightness of components that are connected on construction sites? What is the cost benefit of spraying compared to adhesive tape that is applied manually?

Method of approach

We captured pictures and data during a renovation project and analyzed the quality of the air barrier.

Content of the contribution

We used the liquid and sprayable air barrier during a renovation project and then carried out empirical analyses of the liquid air seal's processing costs and quality of the connections. We compared the liquid seal with the manually applied adhesive tape, taking easy and complex connection into account.

Results and assessment of their significance

Using the spray on construction sites has significant cost advantages. Spray has the same quality as the manually applied adhesive tape. The higher the complexity of the connection that has to be made airtight, the greater the cost benefit.

Conclusions

The sprayable air seal is a safe and cost-efficient alternative. It thus makes sense to add this effective method to the classic connections with adhesive tapes.

Ihre Notizen / Your notes

Luftdurchlässigkeit von Bauteilen

Air permeability of structural components

Prüfung von Luftdichtheitsprodukten

Søren Peper¹, Wolfgang Hasper²

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Deutschland

¹ T: +49 6151 82699-0, soeren.peper@passiv.de

² T: +49 6151 82699-0

Inhalt des Vortrags

Für die bereits zahlreich am Markt verfügbaren Spezialprodukte zur Realisierung der Luftdichtheit eines Gebäudes wird vom Passivhaus Institut (PHI) seit einigen Jahren eine Zertifizierung („Passivhaus geeignete Komponente“) durchgeführt. Das PHI führt dabei keine reine Materialprüfung durch, sondern begutachtet die Lösungen für den typischen Einsatz mit den häufigsten Anwendungsarten. Dabei werden die Verbindungen innerhalb des Systems sowie zu den üblichen Bauprodukten wie Membranen, Holz- (OSB) und Betonoberflächen untersucht. Eine Probe des Luftdichtheitsystems wird mit der Verbindung zu diesen Baustoffen je dreifach hergestellt und auf die Luftdichtheit geprüft. Dabei wird streng nach den Vorgaben der Hersteller gearbeitet und deren Anleitung ggf. verbessert. Es handelt sich um baurealtätsnahe Untersuchungen.

Bisher gibt es Untersuchungen für drei Bereiche: Flächenabdichtung (Membran, Holzwerkstoffplatten, Sprühabdichtung), Durchdringungen (Kabel und Rohre) sowie Fensteranschlüsse (Massiv- und Leichtbau mit Holz- und Kunststoffen). In allen drei Untersuchungsbereichen wurden Produkte untersucht und zertifiziert. Die Ergebnisse zeigen die Eignung diverser Produkte unterschiedlicher Hersteller, aber auch deren Besonderheiten und Grenzen. Zum Teil wurden mit den Herstellern Veränderungen erarbeitet, mit welchen der Produkteinsatz weiter verbessert werden konnte. Werden die Produkte wie vorgeschrieben verwendet, besteht bei den zertifizierten Produkten eine hohe Sicherheit, eine sehr gute Luftdichtheitslösung zu realisieren.

Der Vortrag gibt eine Übersicht über die Ergebnisse der Messungen der unterschiedlichen Produkte und Hersteller.

Testing air tightness products

Søren Peper ¹, Wolfgang Hasper ²

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Germany

¹ phone: +49 6151 82699-0, soeren.peper@passiv.de

² phone: +49 6151 82699-0

Content of the contribution

For a number of years now, the Passive House Institute (PHI) has been granting certifications ("Passive House certified components") for the numerous special products that are already available on the market to render a building airtight. The PHI does not carry out material testing – it assesses solutions that are typically used in most cases. It analyses the connections within the system as well as standard building products such as membranes, wood (OSB) and concrete surfaces. A sample of the airtight system that is connected to these building materials is produced in triplicate and checked for airtightness. The PHI works strictly according to the manufacturer's instructions and improve them, if necessary. Its analyses reflect the real-life situation on the construction site.

So far three areas have been analyzed: surface sealing (membrane, MDF boards, spray sealing), penetrations (cables and pipes) and window connections (solid and lightweight construction with wood and plastic windows). The products were analyzed and certified in all three areas. The results show that various products from different manufacturers are suitable, but also have peculiarities and limitations. In some cases, the products were revised together with the manufacturers which led to additional product improvements. If the products are used as specified, contractors and clients can expect the certified products to provide a very good airtight solution.

This presentation gives an overview of the measurement results we obtained for the different products and manufacturers.

Ariane 6 – Gemeinsamkeiten zwischen einer Trägerrakete und der luftdichten Gebäudehülle

Dipl.-Ing. Stefanie Rolfmeier

BlowerDoor GmbH, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe-Eldagsen, Deutschland

T: +49 4725 640499, rolfmeier@blowerdoor.de

Inhalt des Vortrags

Die Luftdurchlässigkeitsmessung für Gebäude ist inzwischen ein anerkanntes und etabliertes Verfahren, das nun auch in anderen Bereichen Beachtung findet: beispielsweise beim Raketenbau. Für die Entwicklung der Raketenoberstufe der Ariane 6 in Bremen wurde eine Methode gesucht, mit der einfach und reproduzierbar der Volumenstrom über Rohrdurchdringungen in einer Membrane gemessen werden kann – ähnlich der Luftdichtheitsmessung der Gebäudehülle. Die Trägerrakete Ariane 6 ist ein rein ziviles, europäisches Kooperationsprojekt. Mit ihr können verschiedenste Arten von Satelliten und Raumfahrzeugen in den Orbit gebracht werden. Um die Eignung der BlowerDoor-Messmethode zu prüfen, wurde eigens eine Prüfkammer entwickelt, auf der Musterfolien mit und ohne Rohrdurchdringungen getestet werden können. Der erwartete bzw. zulässige Messbereich für den Volumenstrom liegt, wie bei der späteren Messung an der Oberstufe, zwischen 100 und 1500 m³/h bei einem Prüfdruck von 10 bis 60 Pa. Dieser Bereich wird vom BlowerDoor MiniFan gut abgedeckt. Zur Prüfung der Dichtheit der Prüfkammer kam das MLM, das Mikro Leakage Meter, mit einem Messbereich bis unter 1 m³/h zum Einsatz.

Der Vortrag beschreibt die Erfahrungen und die Erkenntnisse bei der Prüfung der Musterfolien und zeigt Parallelen zu Leckagen in der Gebäudehülle auf.

Ariane 6 – Similarities between a carrier rocket and the airtight building envelope

Dipl.-Ing. Stefanie Rolfmeier

BlowerDoor GmbH, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe-Eldagsen, Germany
phone: +49 4725 640499, rolfmeier@blowerdoor.de

Content of the contribution

Air permeability measurements of buildings have become an acknowledged and established procedure that is now used in other areas as well, such as in rocket engineering. While developing the upper stage of the Ariane 6 rocket in Bremen, engineers have been searching for an easy and reproducible method to measure the airflow through pipe penetrations in a membrane – which is quite similar to airtightness measurements for the building envelope. The Ariane 6 carrier rocket is a purely civilian, European cooperation project. It can deploy all kinds of different types of satellites and spacecrafts into orbit. A custom-built test chamber was used to test sample foils with and without pipe penetrations in order to find out whether the BlowerDoor measuring method was fit for purpose. The expected or permissible measuring range for the volume flow ranges from 100 to 1500 m³ / h at a test pressure of 10 to 60 Pa which is the same as for the subsequent measurement of the upper stage. The BlowerDoor MiniFan thus easily covers this range. The MLM, the Micro Leakage Meter, with a measuring range of less than 1 m³ / h, was used to check the test chamber for leakages.

This presentation describes the experiences and insights gained from testing the sample foils and highlights parallels to building envelope leaks.

Anpassung der BlowerDoor Methode für die Leckagesuche im Flugzeug-Cargobereich

Dr.-Ing. Victor Norrefeldt ¹, M.Sc. Andreas Lindner ², Dipl.-Ing (FH) Marie Pschirer ³

¹ Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Deutschland
T: +49 8024 643-273, victor.norrefeldt@ibp.fraunhofer.de

² Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Deutschland
T: +49 8024 643-276, andreas.lindner@ibp.fraunhofer.de

³ Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Deutschland
T: +49 8024 643-695, marie.pschirer@ibp.fraunhofer.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die Arbeit hat untersucht, ob Methoden der Leckagesuche aus dem Gebäudebereich angepasst werden können, um Undichtigkeiten in der Verkleidung des Cargobereichs im Flugzeug zu finden. Hintergrund ist, dass die Luftdichtheit des Cargo-Bereichs die Menge an Löschmittel bestimmt, die im Flug mitgeführt werden muss.

Methode der Herangehensweise

Die Untersuchung adaptiert die BlowerDoor-Testmethodik. Der Versuch fand im Fraunhofer-Fluglabor statt, in dem ein originaler Airbus A310 für Forschungsfragen genutzt wird. Der Cargo-Bereich des Flugzeuges wurde mit heute üblichen Verkleidungspaneele ausgestattet. Mittels einer Luftabsaugung wurde ein leichter Unterdruck erzeugt. Eine Temperaturdifferenz wurde durch die Umspülung des Cargo-Bereichs mit kalter Luft und einen Heizer im Cargobereich erzeugt. Durch den Vergleich der Thermografieaufnahmen mit und ohne Absaugung wurden kalte Luftnasen identifiziert und Leckagen entsprechend abgedichtet.

Inhalt des Vortrags

Der Vortrag gibt einen kurzen Einblick in den Projekthintergrund – die Entwicklung eines umweltfreundlichen Cargo-Feuerlöschsystems. Der Testaufbau im Cargobereich wird gezeigt und es wird beschrieben, weshalb die Luftdichtheit des Cargo-Bereichs eine Design-Größe ist, die die mitzuführende Menge an Löschmittel und somit das Systemgewicht bestimmt. Anschließend wird gezeigt, wie die BlowerDoor-Methode adaptiert wurde und wo die Unterschiede sind, um eine Leckage-Suche im Cargobereich durchzuführen. Die Ergebnisse der Leckagesuche mittels Thermographie im Cargobereich werden gezeigt.

Ergebnisse und Beurteilung

Mit der abgewandelten BlowerDoor-Methode konnten Leckagen in der Cargoverkleidung detektiert werden. Nach Abdichtung dieser Stellen ist keine kalte Luftnase mehr in diesen Bereich erkennbar. Zudem ist die verbesserte Abdichtung an den gemessenen Druckdifferenzen erkennbar, die nun höher sind als vor der Abdichtung.

Schlussfolgerungen

Die BlowerDoor-Methode konnte erfolgreich auf die Leckagesuche in der Verkleidung des Flugzeug-Cargobereichs adaptiert werden. Somit steht ein valides Tool zur Qualitätssicherung und Fehlstellensuche bereit.

Customizing the BlowerDoor method for leak detection in the aircraft cargo hold

Dr.-Ing. Victor Norrefeldt ¹, M.Sc. Andreas Lindner ², Dipl.-Ing (FH) Marie Pschirer ³

¹ Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Germany
phone: +49 8024 643-273, victor.norrefeldt@ibp.fraunhofer.de

² Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Germany
phone: +49 8024 643-276, andreas.lindner@ibp.fraunhofer.de

³ Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Fraunhoferstraße 10, 83626 Valley, Germany
phone: +49 8024 643-695, marie.pschirer@ibp.fraunhofer.de

Purpose of the work

We investigated whether leak detection methods from the building sector can be customized to find leaks in the paneling of an aircraft's cargo hold. Airtightness values of the cargo area are used as reference to determine how much extinguishing agent has to be carried during the flight.

Method of approach

Our investigation customizes the BlowerDoor test method. The test was conducted in the Fraunhofer flight laboratory which uses an original Airbus A310 to look into research issues. The cargo area of the aircraft was fitted with today's standard paneling. A slight negative pressure was created using a vacuum system. The cargo area was bathed with cold air and a heater was set up in the same area to create a slight temperature difference. By comparing the thermographic images with and without negative pressure we were able to identify cold air noses and then sealed the leaks.

Content of the contribution

This presentation gives you a brief overview of the project background – the development of an environmentally-friendly cargo fire extinguishing system. I will present the test setup in the cargo area and explain why an airtight cargo area is a design parameter that determines the amount of extinguishing agent to be carried and thus ultimately also determines the system weight. I will then show you how we customized the BlowerDoor method and the differences when searching for leakages in the cargo area. I will then visualize the identified leaks in the cargo area using thermography.

Results and assessment of their significance

By customizing the BlowerDoor method we were able to detect leakages in the cargo area's paneling. After having sealed those spots, we no longer detected any cold air in that area. In addition, the values measured for the pressure differences are now higher than before and reflect the improved air seal.

Conclusions

The BlowerDoor method was successfully customized to search for leakages in the aircraft cargo area paneling. It is thus a valid tool for quality assurance and leakage detection.

Ihre Notizen / Your notes

Leckagen Gestalt geben

Visualizing leakages

Leckagesuche im Rahmen der Schlussmessung nach GEG – ein kritischer Diskurs!

Dr. Klaus Vogel

Sachverständigenbüro und Büro für Mediation Dr. Klaus Vogel, Sankt-Georg-Straße 9, 86926 Pflaumdorf, Deutschland, T: +49 8193 905778, idt-vogel@t-online.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

In Deutschland ist das Gebäudeenergiegesetz (GEG) am 1. November 2020 in Kraft getreten und löst damit die Energieeinsparverordnung ab. In §26 des Gebäudeenergiegesetzes wird für die Prüfung der Dichtheit eines Gebäudes als Messzeitpunkt "vor seiner Fertigstellung" genannt. Ferner wird sich in diesem Paragraphen auf die Messnorm DIN EN ISO 9972:2018 bezogen. Der in dieser Norm enthaltene nationale Anhang konkretisiert den Messzeitpunkt derart, dass "die Prüfung der Gebäudehülle erst stattfinden kann, wenn die Luftdichtheit der Gebäudehülle inklusive aller Durchdringungen fertig gestellt ist".

Es stellt sich nun die Frage, ob der Messzeitpunkt Auswirkungen auf Art und Umfang des ersten Verfahrensschritts "Vorausgehende Prüfung" und somit auch auf die Arbeit der Messdienstleistenden hat, da u. a. "große Lecks" aufzuspüren und "ausführlich zu beschreiben" sind.

Methode der Herangehensweise

Das geschriebene Wort wird hinsichtlich Luft-Leckagen im Zusammenhang mit der Schlussmessung analysiert und daraus mögliche praktische Konsequenzen abgeleitet.

Inhalt des Vortrags

Der Vortrag stellt verschiedene Argumentationsketten im Umgang mit der "Vorausgehenden Prüfung" hinsichtlich "großer Lecks" vor. Ferner wird auf eine möglicherweise (un)bewusst veränderte Erwartungshaltung an die Messdienstleistenden eingegangen. Dazu werden Aspekte zu Typen/Arten der Luftdichtheitsmessung, Systematik der Leckagen, Qualitätskriterien sowie die Vermeidbarkeit von Luft-Leckagen miteinander verknüpft. Es wird ein Bogen zum Beitrag von Ulf Köpcke gespannt, der den juristischen Blick auf die "gebrauchstaugliche Leckage" lenkt.

Schlussfolgerungen

Der Vortrag schließt mit einem Vorschlag zum Umgang mit der "Vorausgehenden Prüfung" ab.

Leak detection as part of the final test according to the German Energy Saving and Renewables Act (GEG) – a critical discourse

Dr. Klaus Vogel

Sachverständigenbüro und Büro für Mediation Dr. Klaus Vogel, Sankt-Georg-Straße 9, 86926 Pflaumdorf, Germany, phone: +49 8193 905778, idt-vogel@t-online.de

Purpose of the work

The German Energy Savings and Renewables Act (GEG) entered into force on November 1, 2020 and thus replaced the Energy Savings Ordinance. §26 of the Energy Savings and Renewables Act specifies that a building shall be checked for leaks "before it is finished". The same provision refers to the measurement standard DIN EN ISO 9972:2018. The national annex to this standard provides the additional information that "building envelopes can be checked for leaks only after the building envelope has been rendered airtight, including all penetrations."

This brings up the question whether the point in time when the test is conducted has any impact on type and scope of the first process step of a "preceding test" and thus on contractors testing the building envelope for leaks, since they have to detect "large leaks" and describe them in detail.

Method of approach

Those written descriptions are analyzed during the final measurement with a view to air leaks and might lead to practical consequences.

Content of the contribution

This presentation describes different chains of reasoning when dealing with "preceding tests" with regard to large leaks. It will also analyze whether the companies conducting the tests have changed their expectations and to which extent they are aware of this change. For the purpose of that analysis the following aspects will be linked to each other: types/methods of airtightness measurements, leak classifications, quality criteria and the questions whether and how air leaks can be prevented. I will also refer to Ulf Köpkes presentation which draws attention to the legal aspect of "leakages that are fit for purpose".

Conclusions

The presentation concludes with a suggestion as to how to deal with the "preceding test".

Die „gebrauchstaugliche Leckage (!?)“ – untote Schimäre, praktischer Helfer in der Not oder einfach nur absurd?

Rechtsanwalt Ulf Köpcke

Anwaltskanzlei Am Augustinerplatz, Gerberau 9a, 79098 Freiburg im Breisgau, Deutschland

T: +49 761 207510, koepcke.u@t-online.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die luftdichte Ausführung der wärmeübertragenen Gebäudehülle ist als selbstverständliches Bau-Soll in der Baupraxis angekommen. Ein n_{50} -Wert in der Größenordnung von 1 ist bei Neubauten in Deutschland mittlerweile häufig. Umso mehr fordern Bauträger und Bauschaffende, bei derart guten Luftwechselraten wegen einzelner Luftleckagen dennoch erhobene Mängelrügen als von vornherein unbegründet zurückzuweisen. Begriffe wie "allgemein übliche Bautoleranzen", "hinzunehmende Unregelmäßigkeiten" oder schlichtweg der Verweis darauf, dass eine Luftwechselrate von Null sowieso nicht erzielbar sei, werden in Streitigkeiten über Luftleckagen immer häufiger geltend gemacht. Im Vortrag wird aufgezeigt, welche rechtlichen Rahmenbedingungen im deutschen Recht für diese Diskussion maßgeblich sind.

Methode der Herangehensweise

In der Praxis häufiger auftretende Konstellationen und Fragestellungen werden den einschlägigen werkvertragsrechtlichen Regelungen gegenübergestellt.

Inhalt des Vortrags

Das Bau-Soll der luftdichten Gebäudehülle entstammt dem Bauordnungsrecht. Bislang verankert in der EnEV und nun im GEG ist der Maßstab streng. Gefordert wird eine dauerhaft luftundurchlässige Ausführung der wärmeübertragenden Gebäudehülle einschließlich der Fugen, und dies unter Beachtung der einschlägigen allgemein anerkannten Regeln der Technik. Vermeidbare Leckagen stellen immer eine Abweichung von diesem Bau-Soll dar. Wird nun nach Toleranzen oder hinzunehmenden Unzulänglichkeiten gefragt, versteckt sich dahinter letztendlich die Frage, ob es beim Thema der Luftdichtheit der Gebäudehülle eigentlich "gebrauchstaugliche Luftleckagen" geben kann – Leckagen also, die zwar objektiv gegeben sind, aber die Gebrauchstauglichkeit der Gebäudehülle gleichwohl nicht oder nur vollkommern unerheblich beeinträchtigen. Der Referent zeigt auf, dass so etwas aus juristischer Sicht schwer vorstellbar ist. Insbesondere aber wird aufgezeigt, dass das Werkvertragsrecht derartige Fälle anders als durch die schlichte Anerkennung irgendwelcher Toleranzen, nämlich durch den potenziell immer möglichen Einwand der Unverhältnismäßigkeit einer geforderten Mangelbeseitigung regelt.

Ergebnisse

Aus juristischer Sicht erscheint das Konstrukt einer "gebrauchstauglichen Leckage" schwer vorstellbar. Die Anerkennung irgendwelcher allgemeiner Toleranzen im Hinblick auf die Luftdichtheit der Gebäudehülle dürfte deshalb rechtlich eher abwegig sein.

Schlussfolgerungen

Wenn Gebäudehüllen qualitativ hochwertig und entsprechend luftdicht ausgeführt werden, sollte ein Streit über die Bedeutung dennoch vorhandener Restleckagen vor allem über die Frage nach der Unverhältnismäßigkeit eines Mängelbeseitigungsverlangens geklärt werden. Baupraxis, Bautheorie und die Baujuristen sind gefordert, praxisbezogene Kriterien und Kategorien zu entwickeln, die für eine solche Klärung fruchtbar gemacht werden können.

Leakages “fit for purpose (!?)” – zombie chimera, stopgap or just absurd?

Rechtsanwalt Ulf Köpcke

Anwaltskanzlei Am Augustinerplatz, Gerberau 9a, 79098 Freiburg im Breisgau, Germany
phone: +49 761 207510, koepcke.u@t-online.de

Purpose of the work

An airtight design of the heat-transferring building envelope has become a standard requirement for new buildings. An n_{50} -value of approximately 1 is now quite common for new buildings in Germany. Property developers and building contractors are thus all the more adamant that any notices of defect put forward in spite of such good air exchange rates be dismissed on the merits. Phrases such as “generally accepted construction tolerances”, “permissible irregularities” or a plain statement that an air exchange rate of zero isn’t feasible anyway, are increasingly being put forward during disputes about air leaks. This presentation will outline the legal frameworks in German law that are relevant for such discussions.

Method of approach

I will analyze situations and issues that typically arise in practice within the context of applicable provisions in contracts for work and services.

Content of the contribution

An airtight building envelope is a requirement that is set out as a work to be performed under building code law. Applicable standards are high. Originally specified in the German Energy Savings Ordinance they are now part of the German Energy Savings and Renewables Act (Gebäudeenergiegesetz - GEG). The heat-transferring building envelope and its joints must have a permanently airtight design in accordance with generally accepted good engineering practices. Avoidable leakages are always at variance with the work to be performed as required by law. Discussions about tolerances or permissible irregularities basically lead to the question as to whether there is such a thing as “air leaks that are fit for purpose” when discussing the airtightness of buildings - i.e. leaks which do exist but do not impair the building envelope's fitness for purpose in any way or hardly at all. I will demonstrate that this reasoning is hardly acceptable from a legal point of view. More importantly, however, I will point out that the law on contracts for works and services deals with such cases by objecting that certain claims to remedy defects are not reasonable, instead of simply acknowledging any tolerances that are put forward. Such objections to claims which do not seem to be reasonable can always be put forward.

Results

From a legal point of view a concept such as “leaks fit for purpose” seems to be too far-fetched to make claims. Acknowledging some kind of generally accepted tolerances to assess the airtightness of a building envelope thus doesn’t seem to work either in legal terms.

Conclusions

If the contractors have delivered building envelopes that meet high quality standards and are airtight, any disputes on the relevance of any remaining leaks should be settled mainly by analyzing whether the request to remedy defects is reasonable, or not. It is up to building practice, building theory and construction lawyers to develop criteria and categories which can be used on-site to analyze and settle such issues.

Ihre Notizen / Your notes

Messgenauigkeit verbessern

Improving measurement accuracy

Druckaufbau bei sehr dichten Gebäuden - Geduld vermeidet Messfehler

Dipl.-Phys. Joachim Zeller

Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Deutschland

T: +49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Wie lange muss man bei der Luftdurchlässigkeitsmessung nach dem Verstellen des Ventilators jeweils warten, bis der endgültige Druck (annähernd) erreicht ist? Von welchen Parametern hängt die erforderliche Wartezeit ab?

Methode der Herangehensweise

Der zeitliche Verlauf des Differenzdrucks an der Gebäudehülle lässt sich durch eine Differentialgleichung beschreiben, die im Allgemeinen numerisch gelöst werden muss. Für einen idealisierten Ventilator und ideale Wetterbedingungen wurden Varianten mit unterschiedlichen Parametern berechnet.

Inhalt des Vortrags

Die Ergebnisse für die berechneten Varianten werden im Vortrag vorgestellt. Es wird beschrieben, wie die erforderliche Wartezeit von verschiedenen Parametern abhängt:

- Netto-Luftwechselrate bei 50 Pa
- Gleichgewichtsdifferenzdruck
- Strömungsexponent
- Höhe der anfänglichen Druckabweichung
- Luftdruck

...

Ergebnisse und Beurteilung

Der entscheidende Parameter ist die Netto-Luftwechselrate bei 50 Pa. Beträgt sie beispielsweise 0,1 /h, muss man bei jedem Messpunkt 70 Sekunden warten, beträgt sie 0,01 /h, sind es 700 Sekunden, also 12 Minuten.

Zwei entscheidende Fragen konnten noch nicht geklärt werden:

- Wie sind die Verhältnisse bei einem realen Ventilator, bei dem mit steigendem Differenzdruck der Volumenstrom abnimmt?
- Liegen in der Praxis eher adiabatische oder isotherme Verhältnisse vor? Wie sehr gleicht sich die Temperatur der Raumluft innerhalb der Wartezeit an die Temperatur der Bauteile an?

Schlussfolgerungen

Messdienstleister sollten die 7-Sekunden-Regel beachten: Dividiert man die Zahl 7 durch den Zahlenwert der Netto-Luftwechselrate bei 50 Pa (in 1 /h), erhält man die Wartezeit je Messpunkt in Sekunden. Weitere theoretische und praktische Untersuchungen zu diesem Thema sind wünschenswert.

Pressure build-up in very airtight buildings – patience avoids measurement errors

Dipl.-Phys. Joachim Zeller

Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Germany
phone: +49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

Purpose of the work

How long do you have to wait after having adjusted the fan during an air permeability measurement until the pressure difference has practically reached its final value? Which parameters determine the required waiting time?

Method of approach

The pressure difference on the building envelope as a function of time can be described by a differential equation, which generally has to be solved with numerical methods. Variants with different parameters had been calculated for an idealized fan and ideal weather conditions.

Content of the contribution

The results for the calculated variants will be presented as well as the influence of the parameters that determine the waiting time:

- air change rate at 50 Pa
- target pressure difference
- flow exponent
- initial pressure deviation
- absolute air pressure

...

Results and assessment

The air change rate at 50 Pa is the decisive parameter. If it is 0.1 /h, for instance, you have to wait 70 seconds at each measuring point; if it is 0.01 /h, the necessary time is 700 seconds, i.e. 12 minutes.

Two crucial questions have not yet been clarified:

- What does the situation look like for a real air handling unit where the flow rate falls as the pressure difference rises?
- Does the situation tend to be adiabatic or isothermal in practice? To which extent does the indoor air temperature approaches the temperature of the surrounding surfaces during the measuring time?

Conclusions

Measurement service providers should observe the 7 second rule: If you divide the number 7 by the numerical value of the air change rate at 50 Pa (in 1/h), you will receive the waiting time in seconds for each measurement point. This topic should be investigated in greater detail in theory and practice.

Druckbeaufschlagungstests in einem Windkanal: Entwurf und Charakterisierung einer Versuchsanlage in verkleinertem Maßstab

Adeline Mélois ¹, Bassam Moujalled ², Mohamed El Mankibi ³, François Rémi Carrié ⁴

¹ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, Frankreich
T: +33 4 74275308, adeline.melois@cerema.fr

² Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, Frankreich
bassam.moujalled@cerema.fr

³ ENTPE - LTDS, 3 Rue Maurice Audin, 69120 Vaulx-en-Velin, Frankreich, mohamed.elmankibi@entpe.fr

⁴ ICEE, 93 Rue Molière, 69003 Lyon, Frankreich, remi.carrie@icee-energy.eu

Ziel der Arbeit / Fragestellung

Ziel ist die Bewertung der durch Wind verursachten Fehler bei Gebäudedichtheitsprüfungen, die gemäß dem Verfahren der ISO 9972 an einem Modell in verkleinertem Maßstab unter kontrollierten Laborbedingungen durchgeführt wurden.

Methode der Herangehensweise

Zur Wiederholung des Differenzdrucktests haben wir eine neue Versuchsanlage entworfen und charakterisiert. Sie enthält ein Modell, das ein Einzonengebäude darstellt, ein Gebläse statt des BlowerDoor-Geräts nutzt und über einen Windkanal zur Erzeugung konstanter Windbedingungen verfügt. Um sicherzustellen, dass die im kleineren Maßstab erzielten Testergebnisse mit den physikalischen Bedingungen im natürlichen Maßstab übereinstimmen, wurde die Entwurfsphase unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt.

Inhalt des Vortrags

Dieser Vortrag enthält folgende detaillierte Darstellungen:

1. Das skalierbare Modell im Maßstab 1 zu 25 mit neun zwischen den luv- und leeseitigen Fassaden verteilten Leckagen und der gemittelten Gesamtluftdichtheit, die für alle Leckagen-Konfigurationen gleich ist.
2. Unser Druckgerät mit eingebautem Durchflussregler, Kompressor und Manometer, das die Differenzdrucktests automatisch erzeugt. Dabei setzen wir Labview-Anwendungen ein, die durch unser selbst entwickeltes VBA-Programm gesteuert werden;
3. Ein 4,11 m langer Windkanal mit einer 1,5 x 1,0 x 1,0 m³ großen Testkammer, die einen konstanten Wind von unter 7,5 m s⁻¹ bis 7,5 m s⁻¹ liefert.

Ergebnisse und Beurteilungen

Erstens liegt die durchschnittliche Gesamtluftdichtheit unseres Modells für unsere 9 Leckagen durchgehend bei $q_4=0,17 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$. Der Luftstrom durch jede Leckage wurde charakterisiert und entspricht turbulenten Luftströmen ($n = 0,5$). Das Modell enthält bewegliche Fassadenelemente und Öffnungen: Es ist veränderbar und erlaubt zusätzliche Öffnungen und Öffnungen mit unterschiedlichen Formen und Materialien. Die Auswertungen der an der luv- und leeseitigen Fassade erzielten Druckkoeffizienten entsprechen den in der Literatur angegebenen Größenordnungen.

Zweitens ermöglicht das Druckgerät unseres Modells bei einer Windgeschwindigkeit von bis zu 7 m s⁻¹ eine stabile Druckdifferenz von 10 bis 100 Pa für alle unterschiedlich platzierten Leckagen. Drittens ist die Windgeschwindigkeit in der Prüfkammer homogen und kann unter 1 m s⁻¹ bis 7,5 m s⁻¹ stabilisiert werden. Die Windgeschwindigkeit in der Prüfkammer ist zeitlich und räumlich sehr stabil.

Schlussfolgerungen

Deshalb können wir mit unserer Versuchsanlage für die 9 verschiedenen Leckagen Druckbeaufschlagungstests gemäß ISO 9972 sowie Drucksequenzen von 10 bis 100 Pa für unterschiedliche konstante Windbedingungen reproduzieren.

Building pressurization tests in a wind tunnel: design and characterization of a reduced scale experiment facility

Adeline Mélois ¹, Bassam Moujalled ², Mohamed El Mankibi ³, François Rémi Carrié ⁴

¹ Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, France
phone: +33 4 74275308, adeline.melois@cerema.fr

² Cerema - Research team BPE, 46 rue Saint Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau, France
bassam.moujalled@cerema.fr

³ ENTPE - LTDS, 3 Rue Maurice Audin, 69120 Vaulx-en-Velin, France, mohamed.elmankibi@entpe.fr

⁴ ICEE, 93 Rue Molière, 69003 Lyon, France, remi.carrie@icee-energy.eu

Purpose of the work

This study is a part of a thesis work that aims to evaluate the error induced by the wind during building pressurization tests performed according to the ISO 9972 method on a reduced model in controlled laboratory conditions.

Method of approach

In order to reproduce pressurization test, we have design and characterize a new experimental facility that includes a model reproducing a single-zone building, a pressurization device that replaces a blower door, and a wind tunnel that reproduces steady wind conditions. The design phase was performed according to similarity conditions that ensure that the experimental results on the reduced scale will be consistent with physics that occurs on a full scale.

Content of the contribution

The contribution include a detailed presentation of:

- 1- the 1/25th model which is scalable and provides nine configurations of leakage distribution between windward and leeward façades, with the same averaged total airtightness for all configurations.
- 2- our pressurization device that includes a flow controller, a compressor and a manometer, and that automatically reproduces pressurization tests thanks to Labview applications called by a VBA program we have developed ;
- 3- a 4.11 m wind tunnel that includes a 1.5*1.0*1.0 m³ testing chamber, providing steady wind from less than 1 m s⁻¹ to 7.5 m s⁻¹.

Results and assessment of their significance

First, the averaged total airtightness of our model is $q_4=0.17 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ for all the 9 leakage distribution configurations. The airflow through each leak has been characterized and corresponds to turbulent airflows ($n=0.5$). The model includes movable façades and openings: the model can be developed to include more openings and openings with different shapes and materials. The values of the pressure coefficient evaluated on the windward and leeward façade correspond to the orders of magnitude given in the literature.

Secondly, the pressurization device provides stable pressure difference to our model, from 10 to 100 Pa, for all leakage distributions with wind speed up to 7 m s⁻¹.

Finally, the wind speed inside the testing chamber is homogeneous and can be stabilized from less than 1 m s⁻¹ to 7.5 m s⁻¹. The wind velocity inside the testing chamber are very stable in time and stable in space.

Conclusions

Therefore, we can reproduce pressurization tests according to ISO 9972 using our experiment facility, including pressure sequences from 10 to 100 Pa for different steady wind conditions and with 9 leakage distributions.

Vorschlag zum Nulldruckniveau bei Hochhausmessungen

Søren Peper¹, Wolfgang Hasper²

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Deutschland

¹ T: 0049-6151-82699-0, soeren.peper@passiv.de

² T: 0049-6151-82699-0

Inhalt des Vortrags

Bei Hochhäusern ist die Anforderung der Norm ISO 9972 zur Messung des Nulldrucks mit den absoluten Beträgen Δp^+ und Δp^- vor und nach der Messung mit < 5 Pa in der Regel nicht einzuhalten. In Ergänzung zur Norm und dem Leitfaden „Luftdichtheits-Messung von Hochhäusern“ (vgl. Beitrag BuildAir 2019 Peper/Schnieders) wird ein Vorschlag zum Vorgehen bei der Nulldruckmessung gemacht.

Die Auswertung von zahlreichen Nulldruckmessungen von Hochhäusern (Quelle: Steffi Rolfsmeier und PHI) zeigt, dass die bisherige Norm-Vorschrift einer Mittelung der positiven bzw. negativen Werte sowie die Beschränkung des Betrages auf max. 5 Pa sinngemäß beibehalten werden kann, wenn man sich nicht auf den absoluten Nullpunkt, sondern auf die Abweichung von dem jeweiligen Mittelwert bezieht. Die Auswertung wird vorgestellt und das Vorgehen in Ergänzung der Regelwerke vorgeschlagen.

Proposal regarding the zero pressure level when measuring high-rise buildings

Søren Peper ¹, Wolfgang Hasper ²

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Germany

¹ phone: 0049-6151-82699-0, soeren.peper@passiv.de

² phone: 0049-6151-82699-0

Content of the contribution

When measuring zero pressure for high-rises according to the ISO 9972 standard, it is normally not possible to meet its requirements where the absolute values $\Delta p +$ and $\Delta p -$ have to be kept at <5 Pa before and after the measurement. This presentation puts forward a proposal for a zero pressure measurement method that complements this standard and the guideline "Airtightness measurement of high-rise buildings" (see the presentation for BuildAir 2019 Peper / Schnieders).

The evaluation of numerous zero pressure measurements of high-rise buildings (source: Steffi Rolfsmeier and PHI) shows that the requirement to report positive / negative values and to cap the amount at 5 Pa can still be met if you refer to the deviation from the respective mean value instead of to absolute zero. I will present this evaluation and the procedure that complements applicable technical standards.

Ihre Notizen / Your notes:

Thermografie und Lüftung

Thermography and ventilation

Thermografie im Sommer? – Klar!

Ben Standecker, M.Eng.

IB Standecker GmbH & Co. KG, Hördlertorstraße 7, 91126 Schwabach, Deutschland

T: +49 9122 7902141, info@ib-standecker.de

Aktive Thermografie unterstützt bei der Bewertung von Bestandsbauteilen unter realitätsnahen Klimaten. Daraus können Erkenntnisse z. B. zur Bewertung der Speicherfähigkeit, Phasenverschiebung, etc. gewonnen werden. Somit kann durch aktive Thermografie beispielsweise der sommerliche Wärmeschutz eines Gebäudes realitätsnah beurteilt werden. Auch Wärmebrücken können unter Berücksichtigung der Veränderung des Klimas genauer beurteilt werden.

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Kann durch aktive Thermografie eine realitätsnahe Bewertung von Konstruktionen erfolgen?

Inhalt des Vortrags

Darstellung des Messablaufs sowie der Erkenntnisse.

Ergebnisse und Beurteilung

Durch aktive Thermografie können Bauteile unter Berücksichtigung instationärer Klimaverhältnisse beurteilt werden.

Schlussfolgerungen

Aktive Thermografie unterstützt bei der Bewertung von Bestandsbauteilen unter realitätsnahen Klimaten.

Thermography during summer time? - Why not!

Ben Standecker, M.Eng.

IB Standecker GmbH & Co. KG, Hördlertorstraße 7, 91126 Schwabach, Germany
phone: +49 9122 7902141, info@ib-standecker.de

Active thermography helps to evaluate existing components under realistic climate scenarios. The findings can be used, for instance, to evaluate the storage capacity, phase shifts etc. Active thermography, for instance, allows for realistic assessments of a building's heat protection during summer time.

It also allows for more accurate analyses of thermal bridges in view of climate change.

Purpose of the work

Does active thermography allow realistic analyses of structural designs?

Content of the contribution

Measurement process and findings.

Results and assessment of their significance

Components can be analyzed under non-stationary climate scenarios by using active thermography.

Conclusions

Active thermography helps to evaluate existing components under realistic climate scenarios.

Dezentrale Lüftungsgeräte unter Windeinfluss

Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Ingenieurbüro für Wärmetechnik, Friedenstraße 17, 10249 Berlin, Deutschland

T: +49 172 973 80 16, solcher@waermetauscher.com

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Im Wohnungsbau werden in einer Vielzahl dezentrale Wohnungslüftungssysteme verbaut, die auf paarweise, alternierend arbeitenden Lüftungsgeräten, sogenannten Pendellüftern, basieren. Ziel dieser Lüftungssysteme ist ein Luftaustausch in den Wohngebäuden bei gleichzeitig reduzierten Lüftungswärmeverlusten, da mit diesen Lüftungsgeräten einerseits ein geregelter Luftaustausch gewährleistet werden soll und andererseits diese Geräte mit regenerativen Wärmeübertragern ausgerüstet sind, die eine Nutzung der Wärme der Abluft ermöglichen sollen.

Diese Geräte besitzen aufgrund der hierin i.d.R. verbauten Axialventilatoren nur eine geringe Druckstabilität. Da an Gebäuden an den Fassaden aufgrund von Wind und Temperaturdifferenzen Druckunterschiede zwischen innen und außen auftreten, unterliegen die in den Außenwänden angeordneten Lüftungsgeräte denselben Differenzdrücken.

Die Lüftungsgeräte wechseln in einem kurzen Intervall von 1 bis 2 Minuten die Förderrichtung, aus diesem Grund wirken die an der Fassade anliegenden Differenzdrücke sowohl in Förderrichtung als auch gegen die Förderrichtung.

Herstellerseitig erfolgt eine Prüfung der Lüftungsgeräte nach DIN EN 13141-8, die auch eine Prüfung der Empfindlichkeit des Luftstroms gegenüber Stördrücken von ± 20 Pa umfasst. Es sind am Markt mehrheitlich Geräte verfügbar, die bei diesen Stördrücken eine Volumenstromabweichung von maximal 30 % nicht einhalten können. Das Gerätepaar, das in diesem Versuch untersucht wird, weist nachweislich der bauaufsichtlichen Zulassung des DIBt eine Volumenstromabweichung von maximal 30 % auf.

Anhand dieses Gerätepaars soll die Frage beantwortet werden, wie groß die Volumenstromabweichung eines Paares alternierend arbeitender Lüftungsgeräte unter den an einem Gebäude tatsächlich auftretenden Differenzdrücken ist.

Methode der Herangehensweise

In einen freistehenden Prüfkörper werden zwei paarweise, alternierend arbeitende Lüftungsgeräte eingebaut. Es erfolgt eine kontinuierliche Messung des Volumenstroms des Lüftungsgerätepaars, der Windgeschwindigkeit und -richtung sowie der Differenzdrücke, die an den Fassaden, in denen die Lüftungsgeräte eingebaut sind, anliegen.

Inhalt des Vortrags

Darstellung der Fragestellung – Darstellung des Messaufbaus – Darstellung der Messergebnisse

Ergebnisse und Beurteilung

Die Messung erfolgt im Frühjahr 2021, aus diesem Grund kann zum jetzigen Zeitpunkt noch keine Übersicht der Ergebnisse erfolgen.

Decentralized ventilation units under wind impact

Dipl.-Ing. (FH) Oliver Solcher

Ingenieurbüro für Wärmetechnik, Friedenstraße 17, 10249 Berlin, Germany
phone: +49 172 973 80 16, solcher@waermetauscher.com

Purpose of the work

In residential construction a large number of decentralized air handling units which work alternately in pairs and (thus also referred to as push/pull units) is used to serve the apartments. These ventilation systems ensure the exchange of air in residential buildings, while at the same time reducing ventilation heat losses. These air handling units are intended to ensure a regulated exchange of air but are also equipped with regenerative heat exchangers which allow for exhaust air heat recovery.

Since the air handling units work with axial fans, their resistance to pressure is very low. The building facades are subjected to indoor and outdoor pressure differentials due to wind impact and temperature differentials. As the air handling units are installed in external walls they are subjected to the same differential pressure.

These air handling units revert the direction of flow in short intervals of 1 to 2 minutes, which means that the differential pressures applied to the facade act in and against the direction of flow. Manufacturers test the air handling units in accordance with DIN EN 13141-8, which also includes a wind pressure sensitivity test of the air flow based on a pressure difference of ± 20 Pa. The air exchange rate of most units on the market exceeds the maximum of 30% under such wind pressures. The supply and extract airflow rate of the pair of air handling units under investigation does not exceed the maximum of 30 % which has been proven by the technical approval granted by the DIBt (technical authority and a service provider for the construction sector).

This pair of units is used to quantify the volume flow deviation of a pair of alternating air handling units when it is subjected to the real differential pressures of a building.

Method of approach

A pair of two alternately working air handling units is built into a free-standing test bench. A continuous measurement is done of the volume flow, wind speed and direction as well as of the differential pressures on the facades where the air handling units are installed.

Content of the contribution

Presentation of the question - presentation of the measurement setup - presentation of the measurement results.

Results and assessment of their significance

The measurement took place in Spring 2021, which is why we cannot present a summary of the results just yet.

Ihre Notizen / your notes

Luftdichtheit für Fortgeschrittene

Advanced airtightness

Luftdichtheit von außen herstellen? Robuste Lösungen bei der Sanierung von Steildächern

Robert Borsch-Laaks

Sachverständiger für Bauphysik, Aachen, Deutschland

Inhalt des Vortrags

Derzeit arbeitet der Normenausschuss zur DIN 4108-3 an der nächsten Novellierung. Sie soll eine Erweiterung der Liste der nachweisfreien Varianten für die nachträgliche wärme- und feuchtetechnische Ertüchtigung von Bestandsdächern enthalten. Zu diesen Varianten gehört bereits die Nachrüstung einer Dampfbremse in „schlaufenförmiger Verlegung“. Hinzukommen soll die Verlegung der Luftdichtheitsebene oberhalb des Holztragwerks. Wann sind die Systeme bauphysikalisch sicher und wie sind sie handwerklich mit vertretbarem Aufwand auszuführen? Bei der schlaufenförmigen Verlegung der Sanierungsdampfbremse ist eine faltenfreie Verlegung praktisch unmöglich. Luftdichte Anschlüsse an die Nachbarbauteile, Auswechselungen und einbindende Innenwände im Gefachbereich stellen eine besondere Herausforderung dar. Daraus ergeben sich eine Reihe von Folgeproblemen wie Hohlräume, die zu einer Kaltluftdurchströmung der Dämmung führen können.

Die Luft- und Winddichtung oberhalb des Tragwerks ist wesentlich einfacher und sicherer zu verarbeiten, weil sie in einer durchgängigen Ebene erfolgt. Der Vortrag nimmt sowohl die vertikale als auch die horizontale Verlegung der Bahnen und ihre dauerhafte Verklebung genauer unter die Lupe. Eine Überdämmung der neuen Luftdichtheitsebene mit Holzfaser- oder PU-Platten gehört zum System. Deren Wärmeleitwiderstand ist so zu dimensionieren, dass kritische Feuchtezustände an der Grenzschicht zwischen der Zwischensparrendämmung und der Luftdichtheitsbahn auch dann vermieden werden, wenn die alte Innenbekleidung sehr luftdurchlässig ist und/oder keine Dampfbremse aufweist.

Ensuring airtightness from the outside? Robust solutions for renovating high-pitched roofs

Robert Borsch-Laaks

Sachverständiger für Bauphysik, Aachen, Germany

Content of the contribution

Currently, the standards committee is working on the next amendment of DIN 4108-3. It is intended to extend the list with different variants of retrofitted existing roofs meeting heat and moisture-related requirements without having to submit proof thereof. These variants already include a vapor barrier that is “retrofitted in loops”. The airtight layer on top of the timber structure is added as a new element. When are such systems safe in terms of building physics and how can the contractors install them at reasonable costs and efforts?

When retrofitting the airtight layer in loops it is virtually impossible to avoid creases. Airtight connections to neighboring components, replaced parts and connected inner walls in the latticework pose special challenges. They lead to a host of problems such as cavities which might cause cold airflows through the insulting layer.

It is much easier to install the air and wind barrier on top of the timber structure because it is placed in one continuous layer. In this presentation we will take a closer look at the vertical and horizontal placement of the sheeting material and its permanent adhesive bonding. Placing wood fibre insulation or PUR insulation boards on top of the new airtight layer is part and parcel of the system. Their thermal resistance has to be dimensioned such that any critical moisture at the interface where the insulation between the rafters and the airtight layer meet is prevented, even when the old interior casing is highly permeable and/or doesn't have any vapor barrier.

Konstruktion von Hochleistungs-Kontrolltürmen: Bedeutung und Schwierigkeit der Luftdichtheit von Kanälen und Hüllen

Richieri, Fabrice ¹, Moujalled, Bassam ², Nicolle, Emmanuel ³

¹ SNIA/Département spécialisé Bâtiment, 12 Avenue Pythagore, BP 70285, 33697 Mérignac Cedex, Frankreich, T: +33 5 56138811, fabrice.richieri@aviation-civile.gouv.fr

² CEREMA / DTerCE / DCAP / UPERBAT, 46, rue St Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau Cedex, Frankreich, T: +33 4 74275155, bassam.moujalled@cerema.fr

³ SNIA/Département spécialisé Bâtiment, 82 rue des Pyrénées, 75970 Paris Cedex 20, Frankreich T: +33 1 44643261, emmanuel.nicolle@aviation-civile.gouv.fr

Ziel der Arbeit / Fragestellung

In einem Flugsicherungsturm (ATCT) ist die Schaffung thermischer Behaglichkeit von entscheidender Bedeutung, da eine Tätigkeit bei der Flugsicherung ein hohes Maß an Aufmerksamkeit und Wachsamkeit erfordert. Trotz des hohen Anteils an Verglasungen, die der Sonneneinstrahlung und dem Wind ausgesetzt sind, muss insbesondere während extremer Wetterlagen die Raumbehaglichkeit (Temperatur, Raumluftqualität, Luftgeschwindigkeit in der Nähe von Fluglotsen) jederzeit gewährleistet sein. Daher besteht die HLK-Anlage eines Kontrollturms immer aus mindestens zwei identischen Klimageräten mit eingebauter T / RH-Steuerung für Flugsicherungssysteme mit voller Redundanz. Für den Betrieb dieser Anlagen ist außerdem eine Vielzahl an elektrischen Drähten und Kabeln erforderlich, die sich kreuz und quer durch die Gebäudehülle ziehen (Niederspannungs-, Hochspannungs-, Glasfaser und Koaxialkabel).

Ziel dieses Vortrag ist, zunächst auszuwerten, inwieweit sich die Luftdichtheit auf die Dimensionierung der HLK-Anlage in einem Kontrollturm – also in einer Zone – auswirkt, um sodann den jährlichen Energieverbrauch insgesamt und im Einzelnen zu quantifizieren. Ferner werden Themen wie Strömungsprofile, Luftschadstoffübertragung, Schalldämmung und sogar das Auftreten von Insekten) behandelt. Zweitens werden die neuesten Nachrüstungsmaßnahmen vorgestellt, um die mit einer luftdichten Ausführung von Gebäuden dieser Art verbundenen Schwierigkeiten darzulegen.

Methode der Herangehensweise

Basierend auf dem Simulationswerkzeug TRNSYS in Kombination mit dem Luftstrom- und Schadstofftransportmodell COMIS wurde ein numerischer Ansatz gewählt, um den Einfluss der Luftdichtheit auf die HLK-Dimensionierung zu analysieren und den Energieverbrauch insgesamt und im Einzelnen zu quantifizieren.

Nach einer ersten Untersuchung des in Toulouse befindlichen Kontrollturms im Jahr 2016 wurden Nachrüstungsmaßnahmen vorgeschlagen, die eine vollständige Isolierung des Lüftungssystems und die Verbesserung der Luftdichtheit der Hülle umfassten. Rückmeldungen zur Nachrüstung dieses Kontrollturms, die in drei Schritten erfolgte, werden ebenfalls behandelt. Die SNIA war als Generalunternehmer des Projekts für die Durchführung dieser Maßnahmen verantwortlich. Vorgaben für die Baufirmen: $n_{50} < 3 \text{ vol} / \text{h}$ für die Luftdichtheit der Hülle und Klasse B für die Luftdichtheit neuer Komponenten der HLK-Kanalsysteme sowie Klasse A für bereits vorhandene, abgedichtete Komponenten. Messergebnisse (Kanal- und Hüllendruckversuch) und Beobachtungen (Leckagenortung in den Kanalsystemen und der Hülle) werden vorgestellt und diskutiert.

Inhalt des Vortrags

Die Wärmesimulationen basieren auf zwei Fassadenarten (einfach und doppelt verglaste Fassade mit Sonnenschutz) für unterschiedliche klimatische Bedingungen in Frankreich. Eine Sensibilitätsanalyse wird für n_{50} durchgeführt, um sowohl die HLK-Dimensionierung (Heizen, Kühlen, Recycling-Luftstrom und Befeuchtungsleistung) als auch den aufgeschlüsselten Stromverbrauch für Heizung, Kühlwassererzeugung sowie Befeuchter- und Gebläseleistung zu quantifizieren.

Die Erfahrungswerte zeigen, dass das Ziel erreicht werden kann. Während dieses zweijährigen komplexen Projekts traten jedoch viele Schwierigkeiten auf, da zusätzliche Messungen und Leckageortungen erforderlich waren.

Ergebnisse und Beurteilungen

Erste Untersuchungen zeigen, dass die Energieeffizienz der Gebäudehülle sehr schnell im unteren Bereich ($n_{50} > 20$ vol / h) liegen kann, wenn die Bauunternehmen keine klaren Vorgaben erhalten. Bei der Dimensionierung der Luftaufbereitungsanlage kann sich die erforderliche Heizleistung bei schlechten Luftdichtheitswerten ($n_{50} = 20$ vol / h) im Vergleich zu einer luftdichten Hülle verdoppeln, während die erforderliche Kühlleistung nicht so stark durch schlechte Luftdichtheitswerte (+5 bis +13 %) beeinträchtigt wird.

Außerdem ergaben Simulationen, dass der Stromverbrauch – je nach Klimazone – im Falle einer geringen Luftdichtheit bei einfach verglasten Kontrolltürmen um +14 % und bei doppelt verglasten Fassaden um bis zu 25-40 % zunehmen kann.

Schlussfolgerungen

Es wurde dargelegt, dass Leckagen in Luftführungsanlagen in Kombination mit einer geringen Luftdichtheit des Gebäudes eine schlechte Leistung der HLK-Anlage, einen Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs und vor Ort thermisches Unbehagen verursachen können. Der ordnungsgemäße Betrieb der HLK-Anlage und ein angenehmes Raumklima sind nur dann zu gewährleisten, wenn sowohl die Lüftungskanäle als auch die Gebäudehülle entsprechend dicht sind.

Die Zahlenwerte zeigten, dass die Luftdurchlässigkeit einen signifikanten Einfluss auf die vollständige Dimensionierung und den Energieverbrauch der HLK-Anlage hat. Durch die Windwirkung ist der Kontrollturm häufiger dem Einfluss auftretender Luftströme ausgesetzt, wodurch die T / HR-Luftbehandlung gestört werden und das Risiko einer schlechteren Raumluftqualität entstehen könnte.

Angesichts zahlreicher Elektro- und Fernmeldekabel, Drähte und fehlender landesweiter Energieeffizienzverordnungen für Gebäude des Dienstleistungssektors und dem sich daraus ergebenden mangelnden Interesse der Bauunternehmen an diesem Thema, sind wir bemüht, gleich zu Beginn der Bauarbeiten Luftdichtheitsziele festzulegen und deren Einhaltung auch nach Abschluss der Bauarbeiten zu prüfen.

Design of high-performance control towers: Importance and difficulty of achieving duct and envelope airtightness

Richieri, Fabrice ¹, Moujalled, Bassam ², Nicolle, Emmanuel ³

¹ SNIA/Département spécialisé Bâtiment, 12 Avenue Pythagore, BP 70285, 33697 Mérignac Cedex, France
phone: +33 5 56138811, fabrice.richieri@aviation-civile.gouv.fr

² CEREMA / DTerCE / DCAP / UPERBAT, 46, rue St Théobald, BP 128, 38081 L'Isle d'Abeau Cedex, France, phone: +33 4 74275155, bassam.moujalled@cerema.fr

³ SNIA/Département spécialisé Bâtiment, 82 rue des Pyrénées, 75970 Paris Cedex 20, France
phone: +33 1 44643261, emmanuel.nicolle@aviation-civile.gouv.fr

Purpose of the work

In an air traffic control tower (ATCT), conditions for thermal comfort are crucial as the task of air traffic control requires high level of attention and vigilance. Despite its high glazing rate exposed to sunny and windy conditions, comfortable conditions (temperature, IAQ, air velocity on control positions) must be guaranteed all the time especially during extreme periods. Therefore, the HVAC system of a control tower is always composed by a minimum of two identical air handling units, functioning in full redundancy, with T/RH control for air traffic navigation systems. These systems also need a large number of electrical wires and cables crossing the building envelope (low and high voltage, optical and coaxial fibers).

The objective of this paper is first to assess the airtightness impact on the sizing of HVAC system in a single zone ATCT, and to quantify the total and detailed annual energy consumption. Others issues are also discussed (such as airflow patterns, atmospheric pollutant transfer, acoustical insulation and even the presence of insects). Secondly, the case of recent retrofitting operations is presented to illustrate the difficulties associated with the airtight design of these particular buildings.

Method of approach

To analyse impact of airtightness on HVAC sizing, and quantify global and detailed energy consumption, a numerical approach based on the simulation tool TRNSYS coupled to the air-flow and contaminant transport model COMIS was used.

After a first diagnosis carried out in 2016 on the ATCT in Toulouse, retrofit measures were proposed including the full insulation of the ductwork system and the improvement of envelope airtightness. Feedback about this ATCT retrofit in three steps is presented. These work was realized by the SNIA which is the main contractor of the project. The objectives assigned for the construction companies. was $n_{50} < 3$ vol/h regarding the envelope airtightness, and class B regarding the airtightness of new parts of HVAC ducts, and class A for the sealed existing parts. Both measurements results (duct and envelope pressure test), and observations (duct and envelope leakages search) are presented and discussed.

Content of the contribution

Thermal simulations are based on two types of facade (single and double solar control glazed facade) for different french climatic context. A sensitivity analysis on n_{50} is done to quantify both HVAC sizing (heating, cooling, recycling airflow rate, and humidifying power), and the detailed electrical consumption of electrical resistance for heating, chilled water production, humidifier and fan functioning.

The experience feedback shows that the objective can be achieved. However, many difficulties were encountered during the two years of this complex project, with the need of additional measurements and searches for leaks.

Results and assessment of their significance

First investigations show that envelope performance can easily be poor ($n_{50} > 20$ vol/h) if no objectives are given to construction companies.

Regarding the sizing of the air handling unit, the required heating power can increase up to twice with a poor airtightness performance ($n_{50} = 20$ vol/h) in comparison with an airtight envelope. In the same time, the required cooling power is less impacted by a poor airtightness performance (+5 to +13%).

Simulations also show that a poor airtightness performance can cause a +14% increase of electrical consumption for single glazed ATCT, and up to 25-40% with double glazed facade depending on the climatic zone.

Conclusions

It has been shown that leakages in ductwork combined with poor building airtightness can be responsible for a poor performance of HVAC system, a global increase of energy consumption, and local thermal discomfort. Only a comprehensive approach of ductwork and envelope airtightness can assure the proper functioning of HVAC systems and indoor comfort conditions. Numerical results showed a significant impact of air permeability on the full-sizing and energy consumption of HVAC system. The wind effect exposes the control tower more frequently to the influence of crossing airflow, and as a result the T/HR air-treatment could be disturbed, with also a risk of damaging indoor air quality.

The presence of several electrical and communication wires or cables, as well as the lack of national regulations on energy performance for tertiary sector buildings, and therefore of the lack of interest from construction companies on this subject, encourage us to set airtightness objectives from the start of the operation and to have a better construction follow-up.

Luftdichtheitsmessungen von Reinräumen (Isolierzimmern) bei einem Krankenhausneubau

Dipl.-Ing. Architekt Michael Wehrli

Gutachterbüro Wehrli, Oberdorf 21, 8460 Marthalen, Schweiz

T: +41 52 3015460 oder +41 78 7110180, michael@wehrli-online.de

Inhalt des Vortrages

Anfang 2019 erhielt ich eine Anfrage zur Messung von vier sogenannten Isolierzimmern, welche beim Neubau eines Krankenhauses vorgesehen waren.

Solche Isolierzimmer werden regulär betrieben, um die Übertragung von Keimen und Viren von Patienten mit ansteckenden Krankheiten oder zu Patienten mit Immunschwäche zu verhindern.

Die Lüftungsanlage wird in diesen Räumen je nach Situation mit Überdruck oder Unterdruck betrieben. Damit ein Druckunterschied aufgebaut werden kann, muss nicht nur die Gebäudehülle ausreichend dicht sein, sondern auch die Isolierzimmer zu den angrenzenden Räumen und den Fluren, sowie die Räume untereinander.

Für den Lüftungsbauer ging es nicht darum, möglichst luftdicht bauen zu lassen, sondern nur darum, ob die Luft-Undichtheiten der Hüllflächen seinen Annahmen entsprechen, damit die Lüftungsanlage ihre Funktion erfüllen kann. Ich sollte lediglich einen Messtermin anbieten und dann die Hüllflächenwerte bei 20 und 50 Pascal ermitteln.

Für mich als Prüfer der Luftdichtheit war das eine sehr ungewohnte Denkweise.

In einem Krankenhaus mit extrem komplexen Leitungssystemen hätte ich erwartet, dass mich eine ausführliche Leckageortung erwartet und die erforderlichen Werte zum sicheren Betrieb der Lüftung nicht auf Anhieb erreicht werden würden.

Im Vortrag berichte ich, welche vielfältigen Überraschungen mich auf der Baustelle erwartet haben, wie oft ich vor Ort war und wie lange sich der Prozess bis zur Abrechnung hinzog.

Airtightness testing of clean rooms (isolation rooms) in a new hospital building

Dipl.-Ing. Architekt. Michael Wehrli

Gutachterbüro Wehrli, Oberdorf 21, 8460 Marthalen, Switzerland
phone: +41 52 3015460 oder +41 78 7110180, michael@wehrli-online.de

Content of the contribution

At the beginning of 2019 I received a request to measure four so-called isolation rooms which were intended for a new hospital.

Such isolation rooms are standard practice to prevent the transmission of germs and viruses from patients with contagious diseases or to patients suffering from immunodeficiency.

It depends on each situation as to whether the ventilation system in such rooms is operated with positive or negative pressure. To ensure that a pressure difference can be built up in the first place, the building envelope must be sufficiently airtight. Also, there has to be an airtight barrier between the isolation rooms and the adjoining rooms, the corridors, and the other rooms.

For the ventilation system fitter it was not a question of how to achieve the best possible airtightness, but whether the air leaks in the envelope area are as expected so that the ventilation system can fulfill its function. My only job was to suggest a date for the measurement and then to determine the envelope area values at 20 and 50 pascals.

This was quite an unusual mindset for me as an airtightness inspector.

In a hospital with extremely complex duct systems, I would have thought that I would have to conduct an extended leakage detection and that the necessary values to safely operate the ventilation system would not be attained at the first attempt.

In the presentation I will talk about the unexpected surprises I had on the construction site, how often I visited the site and how long the process dragged on until I was able to send my invoice.

Luftdurchlässigkeitsmessung eines 125 Meter hohen Hochhauses (Projekterfahrung)

Emanuel Mairinger¹, Johannes Neubig², Thomas Gayer², Stefanie Rolfsmeier³, Gary Nelson⁴, Collin Olson⁴

¹ Dr. Ronald Mischek ZT GmbH, Tech Gate Vienna, Donau-City-Straße 1, 3. Stock, 1220 Wien, Österreich

² Stadt Wien, Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle, Magistratsabteilung 39, Rinnböckstraße 15/2, 1110 Wien, Österreich

³ BlowerDoor GmbH, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe-Eldagsen, Deutschland,
T: +49 4725 640499, rolfsmeier@blowerdoor.de

⁴ The Energy Conservatory Inc., Minneapolis, MN/USA

Inhalt des Vortrags

Weltweit wird immer häufiger auch die Gebäudeluftdichtheit von Hochhäusern bzw. Gebäuden mit sehr großen Höhen untersucht. Im Februar 2021 ist eine Luftdurchlässigkeitsmessung in einem 125 m hohen Gebäude mit 37 Geschossen durchgeführt worden. Europaweit ist das die erste Messung in einem Gebäude dieser Höhe. Dieser Bericht informiert über die Planung, das Messkonzept und die Messergebnisse. Neben der normalen Luftdurchlässigkeitsmessung, die sich an dem Leitfaden zur Messung von hohen Gebäuden vom Passivhaus Institut orientiert, wurden zusätzliche Messwerte aufgezeichnet, die zu neuen Erkenntnissen über die Messung von hohen Gebäuden beitragen sollen.

Die folgenden Fragestellungen werden näher beleuchtet:

Wie sieht die Druckverteilung eines hohen Gebäudes an allen Seiten der Gebäudehülle aufgrund von Thermik und Wind aus? Ein Vergleich der theoretischen Abschätzung und der realen Bedingungen wird gezeigt.

Welche Maßnahmen müssen getroffen werden, um einen Luftverbund im Gebäude zu erzielen?

Wie sieht das Messkonzept zur Messung von hohen Gebäuden aus? Werden die Gebläse zentral oder verteilt über die Gebäudehöhe eingebaut? Wie werden sie angesteuert? Welche Gebäudedruckdifferenzen sollten sinnvollerweise gemessen werden?

Ist es möglich, eine gleichmäßige Druckverteilung innerhalb des Gebäudes bei der Messung zu gewährleisten?

Welche besonderen Herausforderungen sind bei der Messung von Gebäuden dieser Höhe zu erwarten?

Diese Messerfahrungen werden mit dem Leitfaden vom Passivhaus Institut abgeglichen. Aus den erzielten Erkenntnissen können Maßnahmen und Randbedingungen für die Messung weiterentwickelt werden, um auch bei zukünftigen Luftdurchlässigkeitsmessungen belastbare und wiederholbare Messergebnisse bei hohen Gebäuden zu erzielen. Durch die länderübergreifende Zusammenarbeit zwischen Amerika, Deutschland und Österreich konnten und können wesentliche Grundlagen für die europäische und nationale Normungsarbeit geschaffen werden.

Air permeability testing of a 125-meter-tall high-rise (lessons learned)

Emanuel Mairinger¹, Johannes Neubig², Thomas Gayer², Stefanie Rolfmeier³, Gary Nelson⁴, Collin Olson⁴

¹ Dr. Ronald Mischek ZT GmbH, Tech Gate Vienna, Donau-City-Straße 1, 3. Stock, 1220 Wien, Austria

² Stadt Wien, Prüf-, Inspektions- und Zertifizierungsstelle, Magistratsabteilung 39, Rinnböckstraße 15/2, 1110 Wien, Austria

³ BlowerDoor GmbH, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe-Eldagsen, Germany, phone: +49 4725 640499, rolfmeier@blowerdoor.de

⁴ The Energy Conservatory Inc., Minneapolis, MN/USA

Throughout the world more and more high-rises or very tall buildings are being checked for air leaks. In February 2021 air permeability measurements were carried out in a 125-meter-high building with 37 storeys. This is the first time that a building of this height was measured in Europe. This report provides information about the planning process, the measurement concept and the measurement results. In order to learn more about the process of measuring tall buildings, we captured additional measurements to complement standard air permeability measurements that are based on the Passive House Institute's Certification Guide for Tall Buildings.

We will shed some light on the following questions:

What is the pressure distribution on all sides of a tall building's envelope due to thermics and wind?

I will show a comparison between the theoretical estimate and the real conditions.

Which actions have to be taken to achieve an air balance in the building?

Which measuring method should be used for tall buildings? Will the air handling units be installed in a central ventilation system or distributed across the height of the building? How will they be switched on and off? Which measurements of building pressure differentials make sense?

Is it possible to ensure an even pressure distribution within the building while measuring?

Which particular challenges should be expected when measuring buildings of this height?

These lessons learned are then checked against the Passive House Institute's Guides. Based on those insights we can develop actions and boundary conditions for such measurements to ensure that future air permeability measurements will yield reliable and repeatable measurement results for tall buildings. Thanks to the cross-border cooperation between America, Germany and Austria we were able to provide this essential basis for European and national standardization activities.

Ihre Notizen / your notes



energie + umwelt zentrum
am deister

30 Jahre

International BUILDAIR Symposium

**2023 - Auf Wiedersehen
beim Jubiläums-Symposium**

