

14th International BUILDAIR Symposium

May 16 and 17, 2025

im Hannover Congress Centrum (HCC)
mit begleitender Fachausstellung



e·u·z·
energie + umwelt zentrum
am deister



BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit



Tagungsband zum
14. Internationalen BUILDAIR-Symposium
Luftdichtheit von Gebäuden, Thermografie
und Lüftungssysteme in der Praxis

16. und 17. Mai 2025

Hannover

Reader to
14th International BUILDAIR Symposium
Airtight Buildings, Thermography and
Ventilation Systems in Practice

May 16 and 17, 2025

Hannover

Impressum

Herausgeber Energie- und Umweltzentrum am Deister GmbH
publisher 31832 Springe-Eldagsen, Deutschland

Druck WIRmachenDRUCK GmbH
print 71522 Backnang, 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 / organiser



energie + umwelt zentrum
am deister

Sponsoren / sponsors



BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit

Generalvertretung für Minneapolis
BlowerDoor-Messtechnik in Europa

- qualifizierte Beratung und Vertrieb modernster Messtechnik für Luftdichtheit
- Kalibrierung der MessSysteme
- umfangreiches Seminarangebot
- kontinuierliche Weiterentwicklung von Hard- und Software



Entwicklung, Produktion und Vertrieb
hochwirksamer Dichtungssysteme für
Wärmedämmkonstruktionen

- Luftdichtung innen
- Winddichtung außen
- Verbindungsmittel
- Fensteranschluss
- Seminare

Kooperationspartner / cooperation partners



Medienpartner / media partners



Status quo aus den Ländern | Country reports

Griechenland - Löschgashaltezeiten: Dichtung und Wahrheit Greece - hold times of gaseous fire suppressants: poetry and truth <i>Theo Tountas, GR</i>	8 9
--	--------

Luftdichtheitsplanung | Planning Airtightness

Luftdichtheit bei der seriellen Sanierung Ensuring airtightness when retrofitting existing buildings with prefab components <i>Søren Peper, D</i>	10 11
---	----------

Air tightness bei Mehrfamilienhäusern in Tschechien – Theorie vs. Praxis Airtightness of multifamily residential buildings in Czech Republic – theory vs. reality <i>Jiří Novák, CZ</i>	12 13
---	----------

(Un)Dichtheit beweglicher Bauteile: Rolltore Tightness of moving components: Roll-up doors <i>Michael Wehrli, CH</i>	14 15
--	----------

Strategien für eine gelungene Planung Strategies to ensure successful planning processes <i>Wilfried Walther, D</i>	16 17
---	----------

Nagelprobe: Luftdichtheit planen und ausführen bei Altbausanierung Acid test: How to achieve airtightness when retrofitting existing buildings <i>Helmut König, D</i>	18 19
---	----------

Thermografie | Thermography

Wärmebrücken qualitativ und quantitativ mittels Thermografie bewerten Qualitative and quantitative evaluation of thermal bridges with thermography <i>Ben Standecker, D</i>	20 21
---	----------

Leckagen orten | Leak detection

Radon-Leckagen detektieren How to detect radon leaks <i>Marc Ellinger, D</i>	22 23
--	----------

Eignung akustisch-thermografischer Leckageortung für Bestandsgebäude Acoustic-thermographic leak detection for existing buildings <i>Björn Schiricke, Alexander Jahnke, D</i>	24 25
---	----------

Nutzen und Genauigkeit akustischer Leckortung mittels Ultraschall Benefits and accuracy when using ultrasound for acoustic leak detection <i>Daniel Dobrowolski, UK</i>	26 27
---	----------

Aus der Anwaltskanzlei | Legal news

Warum sagt man an den allgemein anerkannten Regeln der Technik? Why are generally accepted engineering practices under attack? <i>Ulf Köpcke, D</i>	28 31
---	----------

Präsentationen von I Presentations of AIVC and TightVent Europe

Einführung in die für BUILDAIR relevanten Tightvent- und AIVC-Projekte Introduction to Tightvent and AIVC projects relevant for BUILDAIR <i>Arnold Janssens, B</i>	32 33
Trends bei der Luftdichtheit von Gebäuden und Lüftungsanälen in 16 Ländern Trends in building and ductwork airtightness in 16 countries <i>Valérie Leprince, F</i>	34 35
Neue Vorschriften zur Verbesserung v. Raumluftqualität, Lüftung u. Luftdichtheit in Belgien Developing regulations to improve IAQ, ventilation and airtightness in Belgian buildings <i>Peter Wouters, B</i>	36/38 37/39
Verbesserung der ISO 9972 – Stand des Überarbeitungsprozesses Improving ISO 9972 – Status of the revision process <i>Valérie Leprince, F</i>	40 41

Messung markanter Gebäude I Measuring special buildings - lessons learned

Luftdichtheitsprüfung großer Gefrierräume unter Betriebsbedingungen Airtightness testing of large freezing rooms under operational conditions <i>Jiří Krejča, CZ</i>	42 43
Prüfung der Luftdichtheit des ersten Niedrigenergie-Krankenhauses in Thessaloniki Testing the airtightness of the first Low Energy hospital in Thessaloniki <i>Theo Tountas, GR</i>	44/46 47
Passivhaus-Messung nach 16 Jahren – wie dicht ist die Gebäudehülle noch? Passive House measurement after 16 years – is air-tightness of the envelope still intact? <i>Lars Due, DK</i>	48 49

Lüftung neu durchdacht I Rethinking ventilation

Dimensionierung der Lüftung mit/ohne Infiltration Dimensioning ventilation systems with/without infiltration? <i>Oliver Solcher, D</i>	50 51
Optimierte Kanalführung von fassadenintegrierten Luftleitungen Assisted routing of facade-integrated ductwork <i>Sven Auerswald, D</i>	52 53

Messergebnisse auswerten I Analysing measurement results

Auswertung von Messdaten durch Regressionsrechnung und Fehlerrechnung Analysing measurement data using regression analysis and error calculation <i>Joachim Zeller, D</i>	54 55
Regressionstechniken gemäß ISO 9972 – vergleichende Analyse Regression techniques under ISO 9972 – a comparative analysis <i>Benedikt Kölsch, D</i>	56/58 57/59

Aussteller

61

Abstracts

Griechenland – Löschgashaltezeiten: Dichtung und Wahrheit

Theo Tountas

FUV LP, 55 Parnithos Str., 11146, Galatsi, Athens, Griechenland
+30 697 3022673, fuv@fuv.gr

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Seit 2022 hat das FUV-Forschungsteam eine Reihe von Integritätstests zu Löschgashaltezeiten durchgeführt und es registriert bis heute die Test-Ergebnisse verschiedener Unternehmen und Institutionen in Griechenland. Der Hauptzweck dieser Datenerfassung besteht darin, eine Liste mit Angaben zur Verweildauer des Löschgases in den einzelnen Räumen zu erstellen und die Ergebnisse zu veröffentlichen. Der sekundäre Zweck besteht darin, das Wissen über diese Art der Prüfung bekannt zu machen.

Methode der Herangehensweise

Bei allen Messungen wurde die Norm EN 15004:2019 angewandt, und ein weiterer Messaufbau diente der Kalibrierung vor Ort. Neben der mangelhaften Gebäudehülle wurden dabei in den Innenräumen des Gebäudes auch brennbare Materialien gefunden, beispielsweise Styropor, das in den Decken verarbeitet ist.

Inhalt des Vortrags

In Unternehmen und öffentlichen Einrichtungen mit installierten Rechenzentren wurden Luftdichtheitsprüfungen durchgeführt, um deren angemessene Ausführung zu bestätigen und die Haltezeit gemäß der Norm EN 15004:2019 zu bestimmen. Bei den Prüfungen wurde festgestellt, dass es sich in den meisten Fällen bei den als Rechenzentren genutzten Räumen um kleine Lagerräume handelt, die nicht der Nutzung entsprechend geplant wurden. Außerdem wurde bei der Auswahl der Materialien nicht auf deren Einsatzbeschränkungen geachtet.

Ergebnisse und Beurteilung

Eine maximale Luftdichtheit der Räumlichkeiten für Rechenzentren ist unabdingbar, um sicherzustellen, dass der Brandabschnitt die erforderliche Konzentration von Löschgas für eine bestimmte Dauer aufrechterhalten und einen Brand wirksam unterdrücken oder löschen kann. In Griechenland gibt es viele Einrichtungen mit hohen Schutzanforderungen, aber bis heute haben die meisten (wenn nicht alle) keine Integritätstest-Zertifizierung. Man begnügt sich mit der Zertifizierung der verwendeten Materialien. Die einzige Möglichkeit, die Wirksamkeit der Integrität des Raums zu bestätigen, besteht darin, einen Brand auszulösen.

Schlussfolgerungen

Investoren streben zwar die besten Ergebnisse an, aber die Bauausführenden sind jedoch nicht ausreichend mit guten Herstellungs- und Qualitätskontrolltechniken vertraut. Obwohl große Geldsummen in Technologien investiert werden und die Anforderungen hoch sind, erfüllen nur drei von elf Rechenzentren die Anforderungen der Norm.

Greece – hold times of gaseous fire suppressants: poetry and truth

Theo Tountas

FUV LP, 55 Parnithos Str., 11146, Galatsi, Athens, Greece
+30 697 3022673, fuv@fuv.gr

Purpose of the work

A number of integrity tests have been made since 2022 and the registration of the results still takes place in various companies and institutions in Greece by the FUV research team. The main purpose of this registration is to complete a list of results regarding the holding time in each room and public the findings. The secondary purpose is to expand the knowledge regarding the existence of this kind of testing.

Method of approach

In all measurements, the EN 15004:2019 standard was applied, and a second measurement was made for the field check calibration. Beside the insufficient envelope, the presence of flammable materials was observed in the spaces inside the premises, such as polystyrene encased in the ceilings.

Content of the contribution

In companies and public services with installed Data Centers, air tightness tests were performed to confirm their adequacy and to determine the hold time according to the EN 15004:2019 standard. During the audits, it was found that in most cases, the spaces used as Data Centers are small storage rooms, without proper planning and paying attention to the selection of materials and their application.

Results and assessment of their significance

The need of maximum airtightness is essential in order to ensure that the fire compartment can maintain the required concentration of suppression gas for a specified duration and effectively suppress or extinguish a fire. In Greece there are many facilities with requirements for a high-level protection, but until today, most (if not all) of them have not any integrity test certification. They are complacent by the certifications of the materials applied and the only way to confirm the effectiveness of the room's integrity is when a fire will take place.

Conclusions

The conclusion is that investors aim for the best results, but construction are not familiar with good manufacturing and quality control techniques. Although large sums of money are invested in technologies and the requirements are high, only three out of eleven Data Centers meet the requirements of the standard.

Luftdichtheit bei der seriellen Sanierung

Søren Peper

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Deutschland
+49 6151 82699-0, soeren.peper@passiv.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Systematische Herangehensweise zur Sicherstellung der Luftdichtheit bei der seriellen Sanierung.

Methode der Herangehensweise

Theoretische Analyse der unterschiedlichen Methoden und Vorschläge zum Vorgehen. Beispiele aus der Praxis.

Inhalt des Vortrags

Mit der seriellen Sanierung von Altbauten wurden und werden in Deutschland bereits erste Erfahrungen gemacht. Die Anbringung einer seriell konzipierten wärmedämmenden Gebäudehülle schließt die Herstellung einer luftdichten Schicht in der Regel ein.

Es stellt sich allerdings zunächst die grundlegende Frage, wo die luftdichte Ebene bei der Sanierung angelegt werden soll. Dazu gibt es unterschiedliche Möglichkeiten: Soll als luftdichte Ebene eine alte Putzoberfläche – innen oder außen – genutzt werden oder soll diese in den neuen Wandelementen (Wandmodule, WDVS) angeordnet werden? Diese Entscheidung hat jeweils Vor- und Nachteile und muss für jedes Gebäude abgewogen und entschieden werden. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass ein großer Teil des Potenzials der vorgefertigten Sanierung vergeben wird, wenn man sich noch viel mit der alten Oberfläche befassen muss.

Befindet sich die Schicht in den neu zu montierenden Wandelementen (vor der alten Außenwand), müssen diese entsprechend konstruiert sein und dann luftdicht miteinander verbunden werden. Dazu gilt es zuverlässige Details zu entwickeln.

Ergebnisse und Beurteilung

Der Beitrag beleuchtet die denkbaren Lösungen und deren Vor- und Nachteile, geht auf die unterschiedlichen Anschlusspunkte ein (Traufe, Fußpunkt, Fenster) und gibt Anregungen für eine Weiterentwicklung.

Ensuring airtightness when retrofitting existing buildings with prefab components

Søren Peper

Passivhaus Institut, Rheinstraße 44/46, 64283 Darmstadt, Germany
+49 6151 82699-0, soeren.peper@passiv.de

Purpose of the work

Systematic approach to ensure airtightness during serial refurbishment.

Method of approach

Theoretical analysis of different methods and suggested approaches. Real-life examples.

Content of the contribution

Germany has already garnered some experience with serial refurbishments of its existing building stock. When mounting a heat-insulating building envelope during serial modernization you usually incorporate an airtight barrier as well.

First of all, however, the question arises as to where to install such an airtight barrier during modernization. There are various options: Will the old plaster surface - inside and outside - serve as an airtight layer or is the airtight layer part of the new wall elements (wall components, EIFS / ETICS)? Every option has pros and cons which have to be considered for every building before taking a final decision. If you tend towards using the old facade you will lose out on most of the potential of prefabricated refurbishment systems.

If the airtight barrier is incorporated into the new wall components to be mounted on the old exterior wall, the components have to be specified accordingly and bonded to the wall with an airtight seal. This process requires reliable specifications.

Results and assessment of their significance

This presentation sheds light on the pros and cons of potential solutions, addresses the different connections (eaves, base, windows) and provides suggestions for future developments.

Luftdichtheit bei Mehrfamilienhäusern in Tschechien – Theorie vs. Praxis

Jiří Novák

Tschechische Technische Universität in Prag, Tschechische Republik
+420 732 888-700, jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Trotz ihres günstigen A/V-Verhältnisses weisen große Mehrfamilienhäuser in der Tschechischen Republik häufig eine schlechtere Luftdichtheit (n_{50} , q_{E50} oder beides) auf als kleine Einfamilien-Passivhäuser, die mit ähnlichen Baumethoden errichtet wurden. Die vorgestellten Analysen zeigen mehrere Gründe dafür.

Methode der Herangehensweise

Informationen über die erreichte Luftdichtheit in beiden Gebäudekategorien basieren auf einer statistischen Analyse der Daten aus Messergebnissen. Eine detaillierte Leckageortung wurde in ca. 10 Mehrfamilienhäusern durchgeführt. Die Luftdichtheit der Leckagewege wurde mithilfe der sogenannten progressiven Abdichtungsmethode (messen, abdichten, messen) geschätzt.

Inhalt des Vortrags

Statistische Analysen zeigen, dass in Einfamilien-Passivhäusern normalerweise eine sehr gute Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle (d_{E50}) erreicht wird. Man würde erwarten, dass ähnliche Ergebnisse auch in Mehrfamilienhäusern erreicht werden, die mit ähnlichen Baumethoden errichtet wurden. Statistische Daten belegen jedoch, dass dies nicht immer der Fall ist. Um die Gründe dafür herauszufinden, wurden Luftdichtheitstests mehrerer Mehrfamilienhäuser mit detaillierter Leckageerkennung und Schätzung der Luftleckagerate für die auffälligsten Leckagewege durchgeführt.

Zuerst wurde jedes Gebäude als Ganzes gemäß ČSN EN ISO 9972 getestet. Dann wurde die Leckageerkennung durchgeführt. In den folgenden Schritten wurde der Luftdichtheitstest des gesamten Gebäudes mehrmals wiederholt, wobei ausgewählte Leckagewege nacheinander abgedichtet wurden (progressive Abdichtung). Eine Schätzung der Luftleckage durch einen bestimmten Leckageweg wurde durch Subtraktion der Ergebnisse zweier aufeinanderfolgender Messungen erhalten. Basierend auf diesen Informationen wurde der Anteil bestimmter Leckagen an der Luftdurchlässigkeit der Hülle, sowie die Verteilung der Luftleckage über die Gebäudehülle bestimmt.

Ergebnisse und Beurteilung

Die auffälligsten Leckagepfade befinden sich in der Regel in Gemeinschaftsräumen (Flure, Treppenhäuser). Ihr Beitrag zur Luftdurchlässigkeit der gesamten Gebäudehülle ist in der Regel erheblich. Da sie in der Regel das Ergebnis einer fehlerhaften Planung sind, sind sie während des Bauprozesses nur schwer zu reparieren.

Schlussfolgerungen

Die meisten festgestellten Leckagen sind spezifisch für Mehrfamilienhäuser und kommen in Einfamilienhäusern nicht vor. Im Allgemeinen erschwert das Vorhandensein solch spezifischer Besonderheiten eine einfache Übertragung bewährter Bauregeln von einem Gebäudetyp auf einen anderen. Unabhängig vom Gebäudetyp muss die Luftdichtheit der Gebäudehülle während des gesamten Bauprozesses ständig im Auge behalten werden.

Airtightness of multifamily residential buildings in Czech Republic – theory vs. reality

Jiří Novák

Czech Technical University in Prague, Czech Republic
+420 732 888-700, jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

Purpose of the work

Despite their favourable A/V ratio, large multifamily residential buildings in Czech Republic often show worse airtightness (n_{50} , q_{E50} or both) than small single-family passive houses erected by means of similar construction methods. The analyses presented point out several reasons behind.

Method of approach

Information about airtightness achieved in both categories of buildings is based on statistical analysis of test results dataset. Detailed leakage detection was carried out in approx. 10 multifamily buildings. Airtightness of leakage paths was estimated by means of so-called progressive sealing method.

Content of the contribution

Statistical analysis shows that very good building envelope air permeability (q_{E50}) is usually achieved in single-family passive houses. One would expect that similar results should be achieved as well in multifamily residential buildings erected by means of similar construction methods. However, statistical data prove that this is not always the case.

In order to find out the reasons behind, airtightness tests of several multifamily residential buildings were completed with detailed leakage detection and estimation of air leakage rate through the most noticeable leakage paths.

Firstly, each building was tested as a whole according to ČSN EN ISO 9972. Secondly, the leakage path detection was carried out. In the following steps, the airtightness test of the whole building was repeated several times with selected leakage paths sealed one by one (progressive sealing). An estimate of the air leakage through a specific leakage path was obtained by subtracting the results of two successive tests. Based on this information the share of particular leakage paths on the envelope air permeability was estimated as well as the distribution of the air leakage over the building envelope.

Results and assessment of their significance

The most noticeable leakage paths are usually located in common spaces (corridors, staircase). Their contribution to the whole envelope air permeability is usually significant. Since they typically result from a misconceived design, they are difficult to repair during the construction process.

Conclusions

The most significant leakage paths detected are specific to multi family residential buildings and do not occur in single-family houses. In general, existence of such specific issues complicates a simple transfer of proven construction rules from one building category to another. Regardless the category, the building airtightness has to be properly addressed during the design process.

(Un)Dichtheit beweglicher Bauteile: Rolltore

Michael Wehrli

Gutachterbüro Wehrli & theCH Thermographie und Blower-Door Verband Schweiz,
Oberdorf 21, 8460 Marthalen, Schweiz
michael@wehrli-online.de

Inhalt des Vortrags

Beim BUILDAIR-Symposium 2023 durfte ich den 12.2022 gültig gewordenen nationalen Anhang zur SN EN ISO 9972 vorstellen. In diesem Zusammenhang hatte ich in einen Exkurs ein Minergie-Pilotprojekt mit Rolltoren erwähnt.

Aus einem Pilotprojekt sind inzwischen zwei geworden und ich konnte dort erfolgreiche BD-Messungen zur Minergie-P Zertifizierung durchführen. Es handelt sich um zwei Industrie-Gebäude mit einer grossen Anzahl und Fläche von Rolltoren. Üblicherweise weisen solche Rolltore konstruktionsbedingt viele Leckagen auf und dürften bisher, bei den Messungen zur Prüfung der Grenzwerte, abgeklebt werden. Fortschritte bei der Fabrikation und Montage haben bei Rolltoren zu einer Verbesserung ihrer Luftdichtheit geführt. Man kann sagen dass sich in den letzten 10 Jahren die Qualität vieler kritischer Bauteile diesbezüglich verbessert hat. So war es auch nicht mehr nötig, diese bei den LD-Messungen abzukleben.

Wie liefen die Messungen und die Leckageortungen mit Thermografieunterstützung ab?
Welche Leckagen habe ich noch vorgefunden?

Tightness of moving components: Roll-up doors

Michael Wehrli

Gutachterbüro Wehrli & theCH Thermographie und Blower-Door Verband Schweiz,
Oberdorf 21, 8460 Marthalen, Switzerland
michael@wehrli-online.de

Content of the contribution

At the BUILD AIR Symposium 2023 I was able to present the national annex to SN EN ISO 9972 which entered into force on December 2022. I then talked about a Minergie pilot project with roller shutters.

In the meantime, this pilot project has turned into two projects and I was able to carry out successful BD tests to certify two industrial buildings according to Minergie-P with a large number and area of roller shutters. Normally, roller shutter doors have many leaks due to their design and may be taped off to verify compliance with the limit values. Advances in manufacturing and assembly improved the airtightness of roller shutters. Accordingly, the quality of many critical components has indeed improved in the last 10 years. Thus, it was no longer necessary to tape them off during airtightness tests.

How did we conduct the tests and localize leaks by using thermography?
Were there any leaks we missed?

Strategien für eine gelungene Luftdichtheitsplanung

Wilfried Walther

Büro für Bauphysik und Energieberatung, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe, Deutschland

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB e.V.) und die Merkblätter der WTA vermitteln seit Jahren Fachplanern und Ausführenden Wissen zum Luftdichtheitskonzept sowie zur Detailplanung. In der Praxis erreichen diese Informationen die Ausführenden jedoch oft nicht. Dieser Beitrag will Hinweise geben, wie aus einem Luftdichtheitskonzept verständlichen Details entwickelt werden können, die für die Auszuführende hilfreich sind.

Methode der Herangehensweise

Der Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB e.V.) sowie die WTA bieten seit mehreren Jahren in ihren Merkblättern "Luftdichtheitskonzept" und "MB 6-9 bis 6-11" praxisnahe Anleitungen für Fachplaner und Ausführende zur fachgerechten Herstellung der Luftdichtheitsebene. Diese Anleitungen werden analysiert und mit Beobachtungen von Messdienstleistern zu Strategien ergänzt, die zu einem zuverlässigen Informationsfluss von der Planung in die Ausführung führen.

Inhalt des Vortrags

Häufig stehen Messdienstleister, die die Qualitätssicherung übernommen haben, staunend vor der Abdichtungsebene: "Warum werden Klebematerialien an der falschen Stelle verwendet? Warum werden nicht die Materialien verwendet, die sich für diese Situation bewährt haben? Warum wird nicht nachgefragt, wenn Planung und Ist-Zustand nicht übereinstimmen? Wo ist die Detailplanung? Warum werden Rohre vor unverputzem Mauerwerk verlegt? Warum werden Falten in Luftdichtungsbahnen nicht richtig "repariert"? Warum ist der Untergrund für die Verklebung nicht geeignet? Warum verstehen sich die Bauakteure nicht als Team? Warum wird der Text im Luftdichtheitskonzept nicht gelesen? Warum wird hemmungslos improvisiert? Jeder Ausführungsfehler kann eine Vielzahl von Gründen haben, die im Beitrag analysiert werden. Ist das Problem erkannt, kann dies in eine Vermeidungsstrategie überführt werden und schließlich in die Detailplanung einfließen. Manchmal liegt der Grund in der nicht ausreichenden Qualifikation der Ausführenden. Oftmals sind es aber schwache, unvollständige, unpraktische Planungsdetails, die nicht der Realität entsprechen. In diesem Fall sind vor allem wir Fachplaner gefragt, Detailwissen zu erlangen und dieses in die Detailplanung einzubringen.

Ergebnisse und Beurteilung

Dieser Beitrag wird darstellen, dass die Detailplanung mit praxisrelevanten Informationen erheblich verbessert werden kann. Welche der o.g. Punkte im konkreten Fall zutreffen, wird wahrscheinlich von Ausführendem zu Ausführendem unterschiedlich sein. Es ist nicht nur wichtig die Gründe darzustellen, weshalb die Planung so gewählt wurde, sondern auch auf mögliche Fallstricke hinzuweisen.

Schlussfolgerungen

Alles in allem muss eine Detailskizze praxisnah informieren und den Ausführenden motivieren. Bilder sagen mehr als tausend Worte. Perfekt wird ein Detail, wenn es auch ein Laie versteht und als wertvolle Unterstützung für die Ausführung vor Ort verstanden wird. Ebenso wichtig ist darzustellen, welche Ausführungsform nicht akzeptiert wird.

Strategies to ensure successful planning processes

Wilfried Walther

Büro für Bauphysik und Energieberatung, Zum Energie- und Umweltzentrum 1, 31832 Springe, Germany

Purpose of the work

For years, the Association for Airtightness in Buildings (FLiB e.V.) and the WTA guidelines (WTA: Scientific and technical working group) have been providing information on airtightness concepts and specifications for technical planners and contractors. More often than not, however, the contractors never get ahold of this information. In this presentation I will explain how you can use airtightness concepts to develop user-friendly specifications which come in handy for the contractors.

Method of approach

For several years, the Association for Airtightness in Buildings (FLiB e.V.) and the WTA (Scientific and technical working group) have been offering technical planners and contractors hands-on guidelines in their "Airtightness Concept" and "MB 6-9 to 6-11" to create airtight layers according to good professional practice. I will analyze these guidelines and combine them with strategies which test service providers contributed based on their experience on site. Ultimately, this will ensure a reliable flow of information from the planning phase down to construction activities on site.

Content of the contribution

Many a time test service providers who are responsible for quality assurance stand agape before the airtight barrier: "Why did the contractors apply the adhesive materials in the wrong place? Why didn't they use the material that has proven to be the best choice for this situation? Why don't they alert others when the situation on site does not match the plan? Where are the detailed specifications? Why did they lay pipes in front of rough work? Why didn't they "repair" the folds in the airtight sheeting? Why do we have a base that's not suited for bonding? Why do the stakeholders in the building project fail to understand that they are a team? Why doesn't anybody read the guidelines in the airtightness concept? Why does everyone improvise without giving a second thought?"

Every defect of execution might have a multitude of reasons which I will analyze. Once you've identified the problem you can come up with a prevention strategy and eventually include it into the detailed planning process.

These problems do not occur because the contractors aren't sufficiently trained or skilled. Rather, they are often caused by details in the plan which are weak, incomplete, infeasible or do not reflect reality. This is where we as technical planners come in. We have to acquire an in-depth expertise and use it when planning the practical details.

Results and assessment of their significance

I will explain that the specifications we provide can be much more user-friendly when we add hands-on information that is relevant for the contractors working on site. Of course the root causes and solutions described above will vary from case to case. Not only is it important to explain why we chose to plan a project in a certain way, it is also important to point out pitfalls that might lead to defects.

Conclusions

Basically, a detailed technical drawing has to reflect the real situation and motivate the contractors. A picture is worth more than a thousand words. A detail is perfect only if even a layperson understands it and feels that it is a valuable asset for their work on site. It is equally important to establish which kind of workmanship will not be accepted.

Nagelprobe: Luftdichtheit planen und ausführen bei Altbausanierung

Helmut König

Herz & Lang GmbH, Ritzensonnenhalb 5a, 87480 Weitnau, Deutschland
T: +49 8375 921133-40, helmut.koenig@herz-lang.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die Planung und Ausführung der luftdichten Ebene bei Neubauten gestalteten sich gewöhnlich einfacher als bei Altbauten. Eine qualifizierte Planung, mit Vorgaben von durchwegs bekannten und bestimmbaren (meist auch bewährten) Materialien, in Verbindung mit einer fachgerechten Ausführung und einer parallelen Qualitätskontrolle, ermöglichen eine dauerhafte luftdichte Ebene und eine deutliche Reduzierung des Schadensrisikos.

Was sich bei Neubauten so „einfach“ anhört, hat bei Altbauten schon einige Planer und Ausführende verzweifeln lassen, oder, wenn die Problematik nicht erkannt und beachtet wurde, den einen oder andern Bauschaden verursacht.

Die Frage ist, wie kann eine Luftdichtheitsplanung und Ausführung im Altbau erfolgreich umgesetzt werden.

Methode der Herangehensweise

Im Beitrag werden anhand von Fallbeispielen wichtige Grundsätze gezeigt, die bei der Planung und Ausführung einer luftdichten Ebene im Altbau beachtet werden sollten.

Inhalt des Vortrags

Planung ist nicht alles, aber ohne Planung ist alles nichts! (Autor unbekannt)

Eine Komplettsanierung, bei welcher das Gebäude bis zum Rohbau zurückgebaut wird, ist für eine Luftdichtheitsplanung im Altbau noch die einfachste Variante.

Der Schwierigkeitsgrad wächst, wenn „nur“ Teilsanierungen von z. B. nur Dach oder nur Fenster, durchgeführt werden, oder in Abschnitten saniert wird. Der nächste Schwierigkeitsgrad wären ein Mix aus Außen- und Innendämmung oder keiner Dämmung z. B. wegen des Denkmalschutzes. Eine weitere Steigerung wäre, wenn die Sanierung im bewohnten Zustand erfolgt, da dann meistens nicht alle Bauteile geöffnet werden können, oder Wohnungen gar nicht betreten werden können.

Die höchste Schwierigkeitsstufe für eine Luftdichtheitsplanung und Ausführung wäre eine Mischung aus den vorhergehenden Stufen.

Hinzu kommt, dass die neu geplante luftdichte Ebene oft an vorhandene Bauteile, Materialien oder vorhandene „luftdichte Ebenen“ angeschlossen werden müssen, deren Zustand und Qualität unsicher ist.

Im Weiteren sollen Lösungswege gezeigt werden, wie Schnittstellen zu Handwerkern und die Kommunikation untereinander gestaltet werden können.

Ergebnisse und Beurteilung

Der Vortrag soll zeigen, dass bei Altbauten zur Planung und Ausführung der luftdichten Ebene vertiefte Kenntnisse über Konstruktionen, Bauteilschichten sowie neu zu verwendende Materialien, die geplante bzw. vorhandene Nutzung sowie die Kommunikation untereinander, erforderlich sind.

Acid test: How to achieve airtightness when retrofitting existing buildings

Helmut König

Herz & Lang GmbH, Ritzensonnenhalb 5a, 87480 Weitnau, Germany
T: +49 8375 921133-40, helmut.koenig@herz-lang.de

Purpose of the work

Usually, it is easier to plan and install airtight barriers in new buildings than in old buildings. When combining professional technical plans based on well-known and specific (mostly also tried and tested) materials with professional workmanship and ongoing quality controls you will be able to create a permanently airtight barrier and to significantly reduce the risk of damages.

This sounds quite "simple" when dealing with new buildings, but when retrofitting existing buildings many a planner and contractor has despaired or caused quite some building damages, if he failed to identify and take into account the problems involved.

So how can you successfully plan and install airtight layers in existing buildings?

Method of approach

We will use case studies to explain important principles that should be observed when planning and installing air barriers in old buildings.

Content of the contribution

Planning is not everything, but without plans, everything else is nothing! (Unknown author)

A complete refurbishment, where the entire facade shell is removed down to the brickwork, is still the easiest method when planning airtight barriers for the existing building stock.

Things, however, are more difficult when refurbishing only parts of the building, e.g. the roof or the windows, or when the building is refurbished in phases. A mix of exterior and interior insulation or small-scale insulations at historical monuments pose a greater challenge. Refurbishing buildings with occupants is even more difficult, because you cannot open all of the components or might not even be allowed to enter the dwelling units.

The greatest challenge for designing and installing airtight barriers would be a mix of the difficulty levels described above.

What is more, the airtight barriers with a new design often have to be connected to existing components, materials or pre-existing "airtight layers" whose condition and quality are difficult to assess.

We will also present various solutions to facilitate communication with and amongst contractors..

Results and assessment of their significance

In this presentation I will explain that you need in-depth expertise in buildings structures, component layers, the new materials to be installed, in the planned or existing building utilization and communication amongst contractors when planning and installing such airtight barriers.

Wärmebrücken qualitativ und quantitativ mittels Thermografie bewerten

Ben Standecker

IB Standecker GmbH & Co. KG / VATH e.V., Höndlertorstraße 7, 91126 Schwabach, Deutschland
info@ib-standecker.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit an der Bauhaus-Universität Weimar waren Möglichkeiten, aber auch Grenzen zur qualitativen und quantitativen Bewertung von Wärmebrücken mittels Thermografie zu untersuchen. Ziel war es, den Mehrwert für die Bewertung aufzuzeigen.

Methode der Herangehensweise

Anhand eines Versuchsaufbaus wurden unterschiedliche Wärmebrücken an realen Wandaufbauten (Altbau massiv, Neubau massiv, Holzbau) mitsamt ihrem instationären Verhalten über mehrere Monate „dauerthermografiert“. Zum Vergleich wurden berührende Messungen durchgeführt.

Inhalt des Vortrags

Zur Lokalisierung von Inhomogenitäten in der Gebäudehülle werden in der praktischen Anwendung häufig Thermogramme herangezogen. Neben qualitativen Aussagen wie dem Aufzeigen von Undichtigkeiten, Wärmebrücken und deren vergleichender Bewertung wird vor allem die quantitative Auswertung gerade bei der Quartiersbetrachtung und oben aufgeführten Methoden eine zunehmend größere Rolle spielen. Allerdings wird diese quantitative Auswertung dadurch erschwert, dass sich die Bauteiltemperaturen im Gebäudebestand in immerwährender Veränderung durch instationäre Randbedingungen wie beispielsweise Innen- und Außenperaturen befinden.

Anhand eines Versuchsaufbaus wurden unterschiedliche Wärmebrücken mitsamt ihrem instationären Verhalten „dauerthermografiert“. Das Ziel der Auswertung dieser Erkenntnisse war die Abstraktion hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen des Messverfahrens.

Ergebnisse und Beurteilung

Die Erkenntnisse des Langzeitversuchs sowie deren Bewertung werden hinsichtlich qualitativer und quantitativer Kriterien in diesem Vortrag vorgestellt. Weiterhin werden die Ergebnisse mit den Ergebnissen von berührenden Messungen verglichen.

Schlussfolgerungen

Qualitative Kriterien können meist auf Basis von Kurzzeitmessungen erfolgen, quantitative Aussagen erfordern unter Berücksichtigung des gewählten Messzeitpunkts Langzeitmessungen. Unter Berücksichtigung der instationären Parameter sind vernünftige Messergebnisse zu erwarten.

Qualitative and quantitative evaluation of thermal bridges with thermography

Ben Standecker

IB Standecker GmbH & Co. KG / VATH e.V., Höndlertorstraße 7, 91126 Schwabach, Germany
info@ib-standecker.de

Purpose of the work

A scientific paper at the Bauhaus University Weimar investigated the possibilities and limits of thermography when using it for qualitative and quantitative evaluations of thermal bridges. The purpose of the study was to demonstrate the added value of such evaluations.

Method of approach

In our experimental set-up different thermal bridges at different types of real walls (old buildings with brick walls, new buildings with brick walls, timber buildings) and their dynamic behavior were subjected to "permanent thermography" over the course of several months. We conducted contact measurements and compared them with our thermographic results.

Content of the contribution

Thermographic images are frequently used in the field to locate inhomogeneities in building envelopes. Especially when analyzing neighborhoods and using the methods described above, quantitative evaluations will play a stronger role and will complement qualitative findings such as leaks and thermal bridges that have been detected and their comparative evaluation. Quantitative evaluations, however, are not that easy, since the component temperatures in the building stock are constantly changing due to dynamic boundary conditions such as indoor and outdoor temperatures. In our experimental set-up, various thermal bridges and their dynamic behavior were subjected to "permanent thermography". We then evaluated these findings in order to derive theories regarding the possibilities and limits of the measuring method.

Results and assessment of their significance

I will present the findings of the long-term trial and assess them in terms of qualitative and quantitative criteria. I will also compare the thermographic results with the results derived from contact measurements.

Conclusions

Qualitative criteria can usually be established with short-term tests, quantitative findings require long-term testing and have to take the selected test date into account. Reasonable measurement results can be expected when taking the dynamic parameters into account.

Radon-Leckagen detektieren

Marc Ellinger

Radon-Informationszentrum, Bläsiweg 2, 79872 Bernau, Deutschland
info@radon-informationszentrum.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Kann der im §123 StrSchG vorgeschriebene Schutz vor Radon im Zuge einer Luftdichtheitsmessung im Differenzdruckverfahren überprüft werden?

Methode der Herangehensweise

- Klärung der Anforderungen und Grundlagen
- Herangehensweise bei Messungen.

Inhalt des Vortrags

Radon ist ein Edelgas, das als Folgeprodukt der Uran-238-Zerfallsreihe ebenfalls radioaktiv zerfällt. Das Gas dringt über Undichtheiten/Fehlstellen der erdberührten Gebäudehülle in Gebäude ein und reichert sich dort an. Hierdurch steigt das Risiko für die Nutzer der jeweiligen Gebäude, Bewohner, Arbeitnehmer, aufgrund langandauernder niederschwelliger Exposition an Lungenkrebs zu erkranken. Eine derartige Erkrankung hat einen erheblichen Verlust an Lebensqualität und häufig nach langer Krankheitsdauer den Tod der Betroffenen zur Folge. Die radondichte Gebäudehülle bei Neubauten ist seit 2018 im § 123 Strahlenschutzgesetz bundesweit vorgeschrieben. In den länderweise ausgewiesenen Radonvorsorgegebieten sind darüber hinaus weitergehende Maßnahmen erforderlich. Es wird gezeigt, wie mittels ergänzender Messtechnik unter Einsatz der für die Luftdichtheitsmessung im Differenzdruckverfahren üblichen Gerätetechnik die Radondichtheit der erdberührten Gebäudehülle überprüft werden kann.

Ergebnisse und Beurteilung

Es wird gezeigt wie mittels ergänzender Messtechnik unter Einsatz der für die Luftdichtheitsmessung im Differenzdruckverfahren üblichen Gerätetechnik die Radondichtheit der erdberührten Gebäudehülle überprüft werden kann.

Schlussfolgerungen

Es ist möglich die Prüfung qualitativ und quantitativ durchzuführen.

How to detect radon leaks

Marc Ellinger

Radon-Informationszentrum, Bläsiweg 2, 79872 Bernau, Germany
info@radon-informationszentrum.de

Purpose of the work

Can adequate protection against radon buildup according to §123 of the German Radiation Protection Act (Strahlenschutzgesetz, StrSchG) be verified during airtightness tests with the fan pressurization method?

Method of approach

- Requirements and fundamentals
- Testing methodology

Content of the contribution

Radon is a noble gas which occurs naturally in the uranium-238 decay chain and as such also decays radioactively.

The gas penetrates buildings via leaks/defects in parts of the building envelope in contact with the earth and accumulates in the building. Visitors, occupants and employees in such buildings have a higher risk of developing lung cancer due to long-term low-threshold exposure. Persons suffering from this disease experience a significant loss of quality of life and often die after a long illness.

According to Section 123 of the German Radiation Protection Act all building envelopes of new buildings in Germany have to be radon-proof as of 2018. Constituent states adopted additional measures to prevent radon buildup in designated radon protection areas.

We will demonstrate that we are able to test the building envelope in contact with earth for radon tightness by using test methods in combination with the standard air tightness test equipment which uses the fan pressurization method.

Results and assessment of their significance

We will demonstrate that we are able to test the building envelope in contact with earth for radon tightness by using test methods in combination with the standard air tightness test equipment which uses the fan pressurization method.

Conclusions

This test is feasible in qualitative and quantitative terms

Eignung akustisch-thermografischer Leckageortung für Bestandsgebäude

Björn Schiricke¹, Markus Diehl¹, Johannes Pernpeintner¹, Alexander Jahnke², Michael Markus Ackermann², Christian Probst³, János Grebe⁴

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Linder Höhe, 51147 Köln, Deutschland
björn.schiricke@dlr.de / markus.diehl@dlr.de / johannes.pernpeintner@dlr.de

² Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Volmerstraße 3, 12489 Berlin, Deutschland, jahnke@gfai.de / ackermann@gfai.de

³ Sonotec GmbH, Nauendorfer Str. 2, 06112 Halle (Saale), Deutschland
christian.probst@sonotec.de

⁴ ecoworks GmbH, Lübecker Str. 1-2, 10559 Berlin, Deutschland, janos.grebe@ecoworks.tech

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Können Leckagen in der Gebäudehülle mit einer akustischen Methode schnell und zuverlässig geortet und bewertet werden? Wie gut funktioniert das bereits, wo gibt es Schwierigkeiten und welche Untersuchungen werden durchgeführt, um die Methode praxistauglich zu machen?

Methode der Herangehensweise

Es werden systematischen Untersuchungen im Labor durchgeführt. Dazu dient ein speziell angefertigter Luftpichtigkeitsprüfstand, an den verschiedenartige Leckagen unter diversen Randbedingungen getestet werden können. Die Ergebnisse geben Aufschluss zum optimalen Messaufbau und Auswerteverfahren des zu entwickelnden Messsystems. Die Laborarbeiten werden durch begleitende Messkampagnen an sanierungsbedürftigen Gebäuden ergänzt, um die Praxistauglichkeit zu gewährleisten.

Inhalt des Vortrags

Es wird zunächst das Forschungsziel erläutert: Im Projekt Q-Leak soll eine thermo-akustische Messmethode entwickelt und erprobt werden, die Leckagen in der Gebäudehülle schnell und zuverlässig lokalisiert und dabei möglichst direkt Rückschlüsse auf Beschaffenheit und Relevanz der Leckage bereitstellt. Dafür soll für diesen Einsatzzweck auch eine geeignete Schallquelle entwickelt werden.

Wir stellen die Erkenntnisse aus zahlreichen Labormessungen vor, bei denen das Verhalten des Messsystems bei sehr unterschiedlichen Leckagen unter verschiedenen Randbedingungen untersucht wurden. Was lässt sich daraus folgern? Wie sieht der optimale Messaufbau und das optimale Auswerteverfahren aus? Welche Arten von Leckagen können bisher erkannt werden und welche nicht? Welche Rolle spielt der zu entwickelnde Ultraschallsender für die Messungen? Welche Vorteile gibt es bei der Kombination von akustischen mit thermografischen Messungen? Darüber hinaus berichten wir von den Erfahrungen aus den begleitenden Praxistests an realen Gebäuden. Dabei wird auch gezeigt, wie ein solches Messsystem am Ende aussehen, und wie es in der Praxis eingesetzt werden kann.

Ergebnisse und Beurteilung

Sowohl die systematischen Untersuchungen unter Laborbedingungen als auch die Praxistests an realen Gebäuden zeigen den Stand der Forschung. Die Ergebnisse belegen die Nützlichkeit und das Potenzial der Methode zur Suche von Leckagen an Gebäudehüllen.

Schlussfolgerungen

Die akustisch-thermografische Messmethode eignet sich vor allem für das Aufzeigen von Leckagen bei Bestandsgebäuden. Die Optimierung des Mess- und Auswerteverfahrens ist Gegenstand aktueller Forschung.

Acoustic-thermographic leak detection for existing buildings

Björn Schiricke¹, Markus Diehl¹, Johannes Pernpeintner¹, Alexander Jahnke², Michael Markus Ackermann², Christian Probst³, János Grebe⁴

¹ Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Linder Höhe, 51147 Köln, Germany

bjoern.schiricke@dlr.de / markus.diehl@dlr.de / johannes.pernpeintner@dlr.de

² Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V., Volmerstraße 3, 12489 Berlin, Germany, jahnke@gfai.de / ackermann@gfai.de

³ Sonotec GmbH, Nauendorfer Str. 2, 06112 Halle (Saale), Germany
christian.probst@sonotec.de

⁴ ecoworks GmbH, Lübecker Str. 1-2, 10559 Berlin, Germany
janos.grebe@ecoworks.tech

Purpose of the work

Is there a fast and reliable acoustic method to identify and assess leakages in building envelopes? How well does this method work, are there any challenges and which analyses are used to ensure that it is fit for purpose?

Method of approach

We conducted systematic analyses under laboratory conditions and set up a purpose-made airtightness test bench to test different types of leaks under various boundary conditions. The findings provide insights on the optimal test set-up and evaluation method for the measuring system which is still being developed. The lab analyses were combined with test series conducted at buildings in need of repair in order to ensure that the method will be fit for purpose.

Content of the contribution

Firstly, we will present the research objective: The Q-Leak project aims at developing and testing a combined method of acoustics and infrared thermography which ensures the fast and reliable location of envelope leakages and preferably provides immediate insights into the nature and relevance of the detected leaks. A suitable sound source will be developed for this purpose. We will present the findings of several laboratory tests where we investigated how the measuring system will respond to markedly different leakages under various boundary conditions. Which conclusions can we draw? What is the optimal test set-up and evaluation method? Which types of leaks have been located so far and which did we miss? Where does the ultrasonic transmitter under development come in when measuring buildings? What are the benefits when combining acoustic and thermographic images?

We will also present the findings of the field tests we conducted in parallel with real buildings. Next, we will show you what the final version of such a measuring system could look like and its potential use in the field.

Results and assessment of their significance

Systematic investigations under laboratory conditions and field tests with real buildings show the current status of research. The results demonstrate that the method is useful and has the potential to detect leakages in building envelopes.

Conclusions

Thermal and acoustic imaging is particularly suitable for detecting leaks in existing buildings. Current research focuses on optimizing the measuring and evaluation process

Nutzen und Genauigkeit akustischer Leckortung mittels Ultraschall

Daniel Dobrowolski¹, David Johnston², Angus Hodgkiss³

¹ The Durham Institute of Research, Development, and Invention (DIRDI), ORBIT NETPark, Joseph Swan Rd, Sedgefield TS21 3FB, Vereinigtes Königreich

+44 1740 618 240, daniel.dobrowolski@dirdi.org

² Leeds Beckett University, City Campus, Leeds LS2 8AG, Vereinigtes Königreich

+44 113 81 27638, d.johnston@leedsbeckett.ac.uk

³ Durham University, Department of Physics, South Road, Durham DH1 3LE, Vereinigtes Königreich, +44 1740 618 247, angus.hodgkiss@coltraco.co.uk

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Vorgestellt wird eine kürzlich durchgeführte Studie, bei der eine neuartige Ultraschalltechnologie eingesetzt wurde, um Luftleckagen in Gebäuden aufzuspüren und zu quantifizieren sowie die Luftdichtheit und Luftdurchlässigkeit von Gebäudehüllen und einzelnen Bauteilen zu bewerten.

Methode der Herangehensweise

Der Ansatz bestand darin, eine Reihe von Fallstudien durchzuführen, darunter empirische Verifizierungen im Labor, in teilweise gesteuerten Umgebungen und in realen Umgebungen, darunter Passivhaushäuser und gewerbliche Gebäude. Die neue Technologie wurde zusammen mit einer Vielzahl von Luftdichtheitsprüfungen eingesetzt.

Inhalt des Vortrags

Die Verringerung der Energie- und Kohlendioxidemissionen von Gebäuden ist ein zentrales Element der britischen Netto-Null-Klimastrategie. Ein Faktor, der einen erheblichen Einfluss auf den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen von Gebäuden haben kann, ist die Luftdichtheit der Bausubstanz. Folglich ist ein hohes Maß an Luftdichtheit von Gebäuden von entscheidender Bedeutung, wenn wir eine kohlenstoffarme gebaute Umwelt erreichen wollen. In diesem Beitrag wird die Leistung einer neuartigen, kostengünstigen Ultraschalltechnologie, dem Portascanner® Airtight, durch Vergleichstests mit bestehenden Methoden, einschließlich Blower-Door-Tests, Impulstests und Thermografie, bewertet. Die Studie ergab, dass die umfassendste Bewertung der Luftdichtheit erreicht wird, wenn mehrere Methoden, einschließlich des Portascanner® Airtight, in Verbindung miteinander eingesetzt werden. Insbesondere zeigte der Portascanner® Airtight eine einzigartige Fähigkeit zur Identifizierung von Leckagen, die von anderen Technologien übersehen werden könnten, vor allem in Szenarien, in denen die Thermografie aufgrund ungeeigneter thermischer Bedingungen nur eingeschränkt möglich ist. Darüber hinaus ergab die Studie, dass die Quantifizierung des Luftstroms und der Luftdurchlässigkeit durch den Portascanner® Airtight eng mit den Ergebnissen von Drucktests übereinstimmte, was seine Wirksamkeit als Instrument für die Luftdichtheitsprüfung bestätigt.

Ergebnisse und Beurteilung

Es wurde festgestellt, dass der Portascanner® Airtight in der Lage ist, kleinere Leckagen zu erkennen und zu quantifizieren als jede andere bestehende Methode, und zwar mit einer Genauigkeit von plus/minus 10 % des tatsächlichen Wertes. Es wurde auch festgestellt, dass das Gerät für eine größere Anzahl von Anwendungen eingesetzt werden kann.

Schlussfolgerungen

Die umfassendste Bewertung der Luftdichtheit wird erreicht, wenn mehrere Methoden, darunter auch der Portascanner® Airtight, in Verbindung miteinander eingesetzt werden. Die neue Technologie ist besonders nützlich als Instrument, das während der Bauphase oder bei Nachrüstungen eingesetzt wird, um Lecks vor der Fertigstellung zu erkennen.

Benefits and accuracy when using ultrasound for acoustic leak detection

Daniel Dobrowolski¹, David Johnston², Angus Hodgkiss³

- ¹ The Durham Institute of Research, Development, and Invention (DIRDI), ORBIT NETPark, Joseph Swan Rd, Sedgefield TS21 3FB, United Kingdom
+44 1740 618 240, daniel.dobrowolski@dirdi.org
- ² Leeds Beckett University, Room 209 Northern Terrace, City Campus, Leeds LS2 8AG, United Kingdom, +44 113 81 27638, d.johnston@leedsbeckett.ac.uk
- ³ Durham University, Department of Physics, South Road, Durham DH1 3LE, United Kingdom
+44 1740 618 247, angus.hodgkiss@coltraco.co.uk

Purpose of the work

The purpose of this work is to present the results of a recent study involving a novel ultrasonic technology used to detect and quantify air leaks in buildings and to assess airtightness and air permeability of building envelopes and the individual components within them.

Method of approach

The approach was to conduct a number of case studies including lab-based empirical verification, semi-controlled environments, and real-world environments including Passivhaus homes and commercial buildings. The new technology was used alongside a variety of airtightness tests.

Content of the contribution

Energy and carbon dioxide emission reductions from buildings are central to the UK's net zero climate strategy. One factor that can have a significant impact on energy use and CO₂ emissions attributable to buildings is the airtightness performance of the building fabric. Consequently, high levels of building airtightness are crucial if we are to obtain a low-carbon built environment. This paper evaluates the performance of a novel low-cost ultrasonic technology, the Portascanner® Airtight, through comparative testing with existing methodologies, including Blower Door testing, Pulse testing, and thermography. The study found that the most comprehensive evaluation of airtightness is attained when multiple methods, including the Portascanner® Airtight, are used in conjunction with one another. Notably, the Portascanner® Airtight demonstrated a unique capability in identifying leaks that could be overlooked by other technologies, particularly in scenarios where thermography is limited due to unsuitable thermal conditions. Additionally, the study found that the Portascanner® Airtight's quantification of airflow and air permeability closely aligned with results from pressurisation tests, validating its effectiveness as an instrument for airtightness testing.

Results and assessment of their significance

It was found that the Portascanner® Airtight was capable of detecting and quantifying smaller leaks than any other existing method, to an accuracy of within plus or minus 10% of the true value. It was also found that the instrument could be used in a greater range of applications.

Conclusions

The most comprehensive evaluation of airtightness is attained when multiple methods, including the Portascanner® Airtight, are used in conjunction with one another. The new technology is particularly useful as an instrument used during construction or retrofitting, to identify leaks prior to completion.

Warum sägt man an den allgemein anerkannten Regeln der Technik?

Ulf Köpcke

Anwaltskanzlei Am Augustinerplatz, Gerberau 9a, 79098 Freiburg, Deutschland
+49 761 207510, koepcke.u@t-online.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Das private Baurecht in Deutschland erlebt aktuell eine heftige Diskussion. Umstritten ist, welche Bedeutung DIN-Normen (und ähnliche technische Regelwerke) für das private Baurecht und für den Rechtsbegriff der „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ haben. Ausgelöst durch ein Urteil des Oberlandesgerichts Düsseldorf vom 09.02.2023 und Empfehlungen des 9. Deutschen Baugerichtstages 2023 sieht sich nun auch der deutsche Gesetzgeber veranlasst, in diese Diskussion einzugreifen. Kommuniziert werden die Bemühungen des Gesetzgebers allerdings unter dem Schlagwort „Gebäudetyp E“. Dabei soll das „E“ wahlweise für „einfach“ oder „effizient“ stehen. Denn die Politik will suggerieren, den in Deutschland dringend benötigten Wohnungsneubau endlich wirksam anstoßen zu können. Bauen soll einfacher werden. Der Beitrag hinterfragt kritisch, wie tauglich die diskutierten Mittel für diesen Zweck überhaupt sein können.

Methode der Herangehensweise

Die seit 2023 entflamme Diskussion wird zusammengefasst dargestellt. Aufgezeigt wird sodann eine Besinnung auf bewährte Regelungen des gesetzlichen Werkvertragsrechts.

Inhalt des Vortrags

In Deutschland fehlt Wohnraum. Wohnungen sind für Käufer und Mieter gar nicht oder nur zu Höchstpreisen zu erlangen. Es wird zu wenig bezahlbarer Wohnraum gebaut. Die erlahmte Baukonjunktur gefährdet zudem die gesamte Wirtschaftslage Deutschlands. Gefragt wird deshalb nach den Ursachen dieser Misere. Der deutsche Gesetzgeber behauptet, einen wesentlichen Grund erkannt zu haben: Die „allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik“. Die unter Berufung auf diesen Rechtsbegriff werkvertragsrechtlich geschuldete Bauqualität sei einfach zu teuer. Es müsse deshalb („E“!) einfacher und billiger gebaut werden dürfen. Auslegung und Verbindlichkeit der allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik seien gesetzlich neu zu regeln. Bei besonnener und gleichzeitig konsequenter juristischer Analyse ergibt sich aber: Nicht das bewährte private deutsche Baurecht, sondern DIN-Normen und vergleichbare Regelwerke sind das Problem.

Ergebnisse und Beurteilung

Der „Gebäudetyp E“ sollte schnellstens neu verstanden werden – nämlich als: „Gebäudetyp Entbehrlich“.

Schlussfolgerungen

Die beschriebene Situation belegt, wie unheilvoll symbolische Gesetzgebung sein kann. Sehr beunruhigend erscheint die aktuelle Bestandsaufnahme, wenn man perspektivisch weitere Rahmenbedingungen jeglichen Gebäudebaus bedenkt: Die Klimakrise erfordert Nachhaltigkeit in allen Bereichen des Bauens. Und gleichzeitig klopft die (gewinnorientierte!) Computertechnik als künstliche Intelligenz massiv an die Türen der Bauschaffenden. Der Gesetzgeber ist dringend aufzufordern, menschenfeindlichen Entwicklungen auch im Baurecht konsequent entgegenzutreten. Der Gebäudetyp „E“ wird solchen Anforderungen sicherlich nicht gerecht.



Produkte für die Detailabdichtung



Die EISEDICHT GmbH bietet Ihnen Profilösungen für die Abdichtung von jeglichen Durchdringungen einer Gebäudehülle, die weltweit zum Einsatz kommen.

Die Eisedicht Luftdichtungsmanschette, sowie weitere Abdichtungslösungen, fertigen wir mitt der Akzise EINFACH - SICHER - DICHT.

Mittlerweile behandeln unsere Produkte und Lösungen, die Probleme in den Bereichen der Luft- und Winddichtigkeit, sowie der Wasser- und Gasdichtigkeit.

Wir als EISEDICHT GmbH ermöglichen den Bau zukunftssicherer und innovativer Gebäude mit besonders hoher Wohnqualität und einem gesunden Raumklima.

So schützen EISEDICHT Produkte zuverlässig vor problematischen Umwelteinflüssen und verbessern dauerhaft die Energieeffizienz der Gebäude.

Zusätzlich wird durch den Einsatz verstärkt dazu beigetragen, den Energieverbrauch zu senken und damit klimaschädliche CO2 Emissionen zu vermeiden

Mit unseren unterschiedlichen Produktpaletten behandeln wir viele Abdichtungsprobleme mit einfachen Lösungen, die sicheres Einbauen ermöglichen und die Dichtigkeit garantieren.

Egal ob im Neubau oder der Sanierung von Dach, Wand, Decke, Boden und Fassade

- EISEDICHT Luftdichtungsmanschetten finden erfolgreich Verwendung.

Weitere Infos finden über uns finden Sie über unseren QR Code.





Praxisnahes Bauwissen & frische Waldluft

Seminare, Schulungen & Workshops

- # Bauphysik
- # Holzbau
- # Baurecht
- # Energieeffizienz
- # Haustechnik
- # Luftdichtheit
- # Qualitätssicherung
- # Thermografie



e·u·z·

energie + umwelt zentrum
am deister



www.e-u-z.de/seminare.html

Why are generally accepted engineering practices under attack?

Ulf Köpcke

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

Purpose of the work

Private construction law in Germany is currently the subject of heated discussions. The bone of contention: The question as to which significance DIN standards (and similar technical specifications) have for private building law and the legal concept of generally accepted good engineering practices. Following the decision of the Düsseldorf Higher Regional Court dated February 9, 2023 and the recommendations of the 9th German Building Law Conference 2023, German lawmakers felt that they had to intervene. But all the lawmakers did was to come up with the phrase "Building type E". "E" can stand for "easy" or "efficient". The purpose of using these buzzwords is to give the impression that the politicians were finally able to kick-start new housing projects which are urgently needed. Allegedly, it will be easier to build houses. In this presentation we raise doubts as to whether the remedies that are currently being discussed are suited for this situation.

Method of approach

I will sum up the discussions which sparked off in 2023. I will then take us back to the roots of tried-and-tested statutory provisions for contracts for work and services.

Content of the contribution

Housing is scarce in Germany. Buyers and tenants have to pay top prices for apartments, provided that they find any in the first place. Hardly any affordable housing is being built right now. What is more, the slackening building business is jeopardizing the entire German economy. For this reason we are looking for the root cause of this dire situation. German lawmakers claim that they have identified the main cause: The "generally accepted good building practices". According to our lawmakers, the quality of the buildings to be provided according to this legal concept and under contracts for work and services is simply too expensive. For this reason the realization of new projects should be ("E"!) easier and cheaper. Lawmakers also want to revise the interpretation and binding nature of the statutory provisions governing the generally accepted good building practices. After having performed a prudent yet consistent legal analysis, I arrived at the following conclusion: It is not the tried-and-tested German building law that poses a problem but the DIN standards and comparable regulations.

Results and assessment of their significance

The "Building Type E" should be reinterpreted as quickly as possible - namely as "Building Type Expendable".

Conclusions

The situation described above demonstrates that symbolic legislation can be quite disastrous. The current situation is quite disquieting when considering other conditions that stakeholders in the building industry will have to face: The climate crisis demands that all areas in the construction industry be sustainable. Simultaneously, (profit-oriented!) computer technologies such as artificial intelligence are banging at builders' doors. We urge our lawmakers to also counteract any inhumane developments occurring under building law. The building type "E" certainly does not meet such requirements.

Einführung in die für BUILDAIR relevanten Tightvent- und AIVC-Projekte

Arnold Janssens¹, Peter Wouters², Valérie Leprince³

¹ Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgien

arnold.janssens@ugent.be

² INIVE

³ Cerema, INIVE

Ziel der Arbeit/Fragestellung

In diesem Beitrag werden das Air Infiltration and Ventilation Centre und die Plattform für Luftdichtheit in Gebäuden und Kanälen TightVent Europe vorgestellt. Beide Organisationen haben eine lange Geschichte und haben Projekte durchgeführt, die für das BUILDAIR-Symposium relevant sind. Die Arbeit gibt einen Überblick über einige aktuelle Projekte als Einführung in die AIVC-TightVent-Sitzung.

Methode der Herangehensweise

Sowohl AIVC als auch TightVent Europe sind Wissens- und Verbreitungsplattformen, die in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern Informationen sammeln und Wissen schaffen.

Inhalt des Vortrags

Die Präsentation wird Folgendes umfassen:

- Geschichtliche Hintergründe und Fakten über AIVC und TightVent
- Überblick über Projekte zur Luftdichtheit von Gebäuden und Kanälen sowie zur Inspektion und Leistung von Lüftungssystemen
- Beispiele für aktuelle Ergebnisse
- Einführung in die anderen Vorträge der Sitzung

Ergebnisse und Beurteilung

Das AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) ist das Informationszentrum der Internationalen Energieagentur für energieeffiziente Lüftung. Seit 2011 sind die Aktivitäten des AIVC auf Projekte ausgerichtet, die Aktivitäten und Produkte wie Veröffentlichungen, Webinare, Workshops usw. integrieren. Zu den jüngsten Projekten gehört die Entwicklung von Beiträgen, die über die aktuellen Vorschriften in verschiedenen Ländern bezüglich Luftdichtheit von Gebäuden und Lüftungskanälen informieren, in Zusammenarbeit mit der Plattform TightVent Europe und dem TAAC-Ausschuss (TightVent Airtightness Associations Committee). Was den Stand der Lüftung betrifft, so wird besonderes Augenmerk auf die Leistung von Lüftungsanlagen vor Ort, die Inspektion von Lüftungsanlagen und den Einfluss der Covid-19-Krise gelegt. Sehr wichtig ist das große Interesse an der Belüftung in der EPBD-Revision und der obligatorische Teil über die Inspektion. Als Reaktion auf die Covid-19-Pandemie wurden außerdem neue Forschungs-, Normungs- und Regulierungsprogramme eingeleitet, um sicherzustellen, dass die Kreuzkontamination in Innenräumen in Zukunft besser kontrolliert wird.

Schlussfolgerungen

Das Hauptziel des AIVC besteht darin, in Zusammenarbeit mit internationalen Organisationen wie TightVent Europe Referenzinformationen über Belüftung und Luftinfiltration in der gebauten Umwelt im Hinblick auf eine effiziente Energienutzung und eine gute Innenraumqualität (Indoor Environmental Quality, IEQ) bereitzustellen. Die Projekte resultieren in verschiedenen Informationsinstrumenten, z. B. Webinaren, Konferenzsitzungen, Positionspapieren und technischen Berichten, die für die Teilnehmer des BUILDAIR-Symposiums relevant sind.

Introduction to Tightvent and AIVC projects relevant for BUILDAIR

Arnold Janssens¹, Peter Wouters², Valérie Leprince³

¹ Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgium

arnold.janssens@ugent.be

² INIVE

³ Cerema, INIVE

Purpose of the work

This work presents the Air Infiltration and Ventilation Centre, and the Building and ductwork airtightness platform TightVent Europe. Both organisations have a long history and have performed projects that are relevant for BUILDAIR. The work gives an overview of some recent projects as an introduction to the AIVC-TightVent session.

Method of approach

Both AIVC and TightVent Europe are knowledge and dissemination platforms which collect information and create knowledge by collaboration with international partners.

Content of the contribution

The presentation will cover:

- some history and facts of AIVC and TightVent
- overview of projects in relation to building and ductwork airtightness, and on inspection and performance of ventilation systems
- some examples of recent results
- introduction to the other presentations in the session

Results and assessment of their significance

The AIVC (Air Infiltration and Ventilation Centre) is the International Energy Agency's information centre on energy efficient ventilation. Since 2011, AIVC activities have been structured around projects, integrating activities and products such as publications, webinars, workshops etc. Recent projects include the development of papers giving an update on the current regulations in various countries regarding building and ductwork airtightness, and regarding ventilation, in collaboration with the TightVent Europe platform and TAAC Committee (TightVent Airtightness Associations Committee). For the ventilation status, specific attention is paid to in situ ventilation system performances, ventilation system inspection, and the influence of the Covid19 crisis. Very relevant is the substantial interest in ventilation in the EPBD revision and the mandatory part about inspection. Also, in response to the COVID-19 pandemic, new research, standardisation and regulatory programmes have been initiated to make sure cross contamination in indoor environments is better controlled in the future.

Conclusions

The AIVC's main goal is to provide reference information on ventilation and air infiltration in the built environment with respect to efficient energy use and good Indoor Environmental Quality (IEQ), in collaboration with International organisations such as TightVent Europe. The projects result in different information tools, for example webinars, conference sessions, position papers, and technical reports with relevance for participants of BUILDAIR.

Trends bei der Luftdichtheit von Gebäuden und Lüftungskanälen in 16 Ländern

Valérie Leprince¹, Nolwenn Hurel², Arnold Janssens³

¹ Cerema, 2 rue Antoine Charial, 69003 Lyon, Frankreich, valerie.leprince@cerema.fr

² Cerema, 46 Rue Saint-Théobald, 38080 L'Isle-d'Abeau, Frankreich

³ Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgien

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Dieser Beitrag bietet einen Überblick und einen Vergleich der Luftdichtheitstrends in Gebäuden und Lüftungskanälen in 16 Ländern. Der Schwerpunkt liegt auf den nationalen Vorschriften, Anforderungen und Triebkräften, die die Luftdichtheit von Gebäuden und Kanälen fördern, sowie auf der Art und Weise, wie die Luftdichtheit in die Berechnungen der Gesamtenergieeffizienz einbezogen wird.

Methode der Herangehensweise

Nationale Experten und Forscher, die sich mit Luftdichtheitsprüfungen und Baunormen in 16 Ländern befassen, haben einen Artikel mit der gleichen Vorlage verfasst (VIPs 45.XX). Darin werden nationale Anforderungen, Luftdichtheitskennwerte, die Rolle der Luftdichtheit bei Energieberechnungen, Prüfprotokolle und Richtlinien für luftdichtes Bauen verglichen. Das Dokument befasst sich auch mit freiwilligen Programmen und finanziellen Anreizen zur Förderung der Luftdichtheit.

Inhalt des Vortrags

Die Präsentation wird Folgendes umfassen:

- Nationale Anforderungen und Faktoren für die Luftdichtheit von Gebäuden und Lüftungskanälen in den 16 Ländern.
- Unterschiedliche Maßstäbe für die Luftdichtheit, die zur Quantifizierung der Leistung von Gebäuden und Lüftungskanälen verwendet werden.
- Die Einbeziehung der Luftdichtheit in die Berechnung der Energieleistung und die Rolle von Prüfprotokollen.
- Eine Zusammenfassung der durchgeführten Luftdichtheitsprüfungen von Gebäuden und der verfügbaren öffentlichen Datenbanken.
- Die Liste der Richtlinien für den Bau luftdichter Gebäude und Rohrleitungen in verschiedenen Ländern.

Ergebnisse und Beurteilung

Die Analyse ergab, dass Luftdichtheitsvorschriften für Gebäude weiter verbreitet sind als für Luftkanäle. Nur in wenigen Ländern gibt es verbindliche Anforderungen an die Luftdichtheit von Lüftungskanälen, während die Anforderungen an die Luftdichtheit von Gebäuden üblich sind. Es gibt auch Unterschiede dabei, wie die Luftdichtheit bei der Berechnung der Energieleistung berücksichtigt wird, wobei einige Länder strenge Standardwerte verwenden, um die Prüfung der Luftdichtheit zu fördern. In den meisten Ländern gibt es Richtlinien für die Luftdichtheit von Gebäuden, aber nur wenige haben ähnliche Texte für Lüftungsanäle entwickelt.

Schlussfolgerungen

Es gibt ein wachsendes Bewusstsein für die Bedeutung der Luftdichtheit, insbesondere bei Gebäuden. Die Luftdichtheit von Lüftungsanälen ist jedoch immer noch weniger geregelt, obwohl sie sich ebenso auf den Energieverbrauch und die Luftqualität in Innenräumen auswirkt. Es sind weitere Anstrengungen erforderlich, um die Luftdichtheit von Gebäuden und Kanälen zu fördern. Zusätzliche Tests, strengere Vorschriften und umfassendere Richtlinien werden wahrscheinlich in den kommenden Jahren folgen (AIVC Tn73).

Trends in building and ductwork airtightness in 16 countries

Valérie Leprince¹, Nolwenn Hurel², Arnold Janssens³

¹ Cerema, 2 rue Antoine Charial, 69003 Lyon, France, valerie.leprince@cerema.fr

² Cerema, 46 Rue Saint-Théobald, 38080 L'Isle-d'Abeau, France

³ Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgium

Purpose of the work

This work presents an overview and comparison of building and ductwork airtightness trends across 16 countries. It focuses on the national regulations, requirements, and drivers promoting airtightness in buildings and ductwork, and how airtightness is included in energy performance calculations.

Method of approach

National experts and researchers involved in airtightness testing and building standards in 16 countries have written an article with the same template (VIPs 45.XX). This work make a comparison of national requirements, airtightness metrics, the role of airtightness in energy calculations, testing protocols, and guidelines for airtight construction. The document also looks into voluntary programs and financial incentives that promote airtightness.

Content of the contribution

The presentation will cover:

- National requirements and drivers of building and ductwork airtightness in the 16 countries.
- Different airtightness metrics used to quantify building and ductwork performance.
- The inclusion of airtightness in energy performance calculations and the role of testing protocols.
- A summary of building airtightness tests performed and public databases available.
- The list of guidelines to build airtight buildings and ductworks in various countries.

Results and assessment of their significance

The analysis revealed that airtightness regulations are more common for buildings than ductwork. Only a few countries have mandatory requirements for ductwork airtightness, while building airtightness requirements are more widespread. There is also a variation in how airtightness is taken into account in energy performance calculations, with some countries using stringent default values to encourage airtightness testing. Guidelines for building airtightness are available in most countries, but fewer have developed similar texts for ductwork.

Conclusions

There is a growing awareness of the importance of airtightness, especially for buildings. However, ductwork airtightness is still less regulated, despite its impact on energy use and indoor air quality. More efforts are needed to promote both building and ductwork airtightness, with additional testing, stricter regulations, and more comprehensive guidelines likely to follow in the coming years (AIVC TN73).

Neue Vorschriften zur Verbesserung von Raumluftqualität, Lüftung und Luftdichtheit in Belgien

Peter Wouters¹, Arnold Janssens²

¹ INIVE – PeerConsult, Van Monckhovenstraat 37, 9000 Gent, Belgien
+32 475 741-733, peter.wouters@bbri.be

² Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgien
arnold.janssens@ugent.be

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die Präsentation gibt einen Überblick über die Entwicklung der Vorschriften in Belgien hinsichtlich Raumluftqualität, Belüftung und Luftdichtheit.

Methode der Herangehensweise

Der Beitrag gibt einen Überblick über die Vorschriften auf belgischer und regionaler Ebene in Bezug auf die Luftqualität in Innenräumen, die Belüftung und die Luftdichtheit von Gebäuden.

Inhalt des Vortrags

Der Beitrag beschreibt vier regulatorische Entwicklungen, die die Innenraumluftqualität in Wohn- und Nichtwohngebäuden in Belgien verbessern.

Im Rahmen der europäischen Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden gelten seit 2006 in den drei belgischen Regionen Mindestanforderungen an die Lüftung für alle neuen Gebäude. Dabei gibt es spezifische Verfahren für die Bewertung innovativer Lüftungssysteme, und es wurden verschiedene Systeme bewertet. Außerdem wurde eine Datenbank entwickelt, die Daten über die Leistung verschiedener Lüftungsgeräte enthält, mit dem Ziel, „einfachen Zugang zu zuverlässigen Daten“ zu erhalten.

Um die Qualität vor Ort zu verbessern, gibt es für Flandern seit 2016 ein verbindliches Qualitätsprogramm für Wohngebäude, das Vor-Ort-Kontrollen zum Zeitpunkt der Übergabe der Lüftungsanlage vorschreibt. Insgesamt werden die Anforderungen gut erfüllt, und die Berichterstattung scheint zudem zuverlässig zu sein. Ein ähnliches Qualitätsprogramm wurde für alle neuen Gebäude in Bezug auf die Luftdichtheit des Gebäudes geschaffen.

Im Rahmen der föderalen Verordnung über das Wohlergehen von Arbeitnehmern muss seit 2019 eine Risikoanalyse in Bezug auf die Luftqualität in Innenräumen durchgeführt und ein Aktionsplan mit Mindestanforderungen in Bezug auf den Lüftungsdurchsatz oder die CO₂-Konzentration erstellt werden. Die Verwendung von emissionsarmen Materialien wird bei der Festlegung der Anforderungen an Arbeitsräume berücksichtigt.

Schließlich gibt es seit kurzem eine Bundesgesetzgebung zur Luftqualität in Innenräumen und zur Belüftung in öffentlichen Räumen. Das Gesetz definiert Referenzwerte für CO₂-Konzentrationen oder Außenluftvolumenströme im Einklang mit der Verordnung über das Wohlbefinden der Arbeitnehmer. Die Verwendung von Luftqualitätstestgeräten, die mindestens CO₂ messen, ist vorgeschrieben. Es ist beabsichtigt, die Verordnung um ein Zertifizierungs- und Kennzeichnungssystem für alle öffentlichen Räume zu ergänzen. Das Vorhandensein und die Auswirkungen von Luftreinigungsgeräten werden dabei integriert. Das Hauptaugenmerk dieser Verordnung liegt darauf, verlässliche Informationen über die Bestimmungen in diesen Räumen zu entwickeln und sie der Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, ohne zwingende Anforderungen an Mindestleistungen.

Developing regulations to improve IAQ, ventilation and airtightness in Belgian buildings

Peter Wouters¹, Arnold Janssens²

¹ INIVE – PeerConsult, Van Monckhovenstraat 37, 9000 Gent, Belgium
+32 475 741-733, peter.wouters@bbri.be

² Ghent University, INIVE, Sint Pietersnieuwstraat 41 T4, 9000 Gent, Belgium
arnold.janssens@ugent.be

Purpose of the work

The presentation gives an overview of the developments of regulations in the Belgian context with respect to indoor air quality, ventilation and airtightness.

Method of approach

There is a systematic description of the regulations at Belgian and regional level with respect to indoor air quality, ventilation and building airtightness.

Content of the contribution

The paper describes 4 regulatory developments with a substantial impact on ventilation provisions and indoor air quality improvements in residential and non-residential buildings in Belgium.

In the framework of the European Energy Performance of Buildings Directive, minimum ventilation requirements are applicable since 2006 in the 3 Belgian regions for all new buildings, whereby the specifications are identical in the 3 regions. Within the context of this legislation there are specific procedures for the assessment of innovative ventilation systems and various systems have been assessed. Also, a database has been developed which includes recognized data regarding the performances of various ventilation devices with as objective 'easy access to reliable data'.

In order to improve the on-site performances, there is for the Flemish Region in the context of the above mentioned EPBD regulation since 2016 a mandatory quality framework for residential buildings imposing on-site checks of the performances of these ventilation systems at the moment of handover of the ventilation installation. Overall, there is good compliance with the requirements and, moreover, the reporting seems to be reliable. A similar quality framework has been set up for all new buildings with respect to the building airtightness.

In the context of federal regulation regarding the wellbeing of employees, new regulation adopted in 2019 requires that a risk analysis is carried out with respect to the indoor air quality as well as an action plan with minimum requirements in terms of ventilation flow rates or CO₂ concentration. The use of low-emitting materials is taken into account in the definition of the requirements to be met in workrooms..

Finally and more recently, federal legislation is in place regarding indoor air quality and ventilation provisions in public spaces. The law defines reference levels for CO₂-concentrations or outside air flow rates in line with the regulation regarding wellbeing of employees. Use of air quality meters, minimally measuring CO₂, is mandatory. It is the intention to further develop the regulation with a framework for certification and labelling of all public places. The presence and impact of air cleaning devices will be integrated in this framework. The primary focus of this regulation is to develop reliable information about the provisions in these spaces, and make it available to the public, without mandatory requirements of minimum performances.

Ergebnisse und Beurteilung

Der Beitrag stellt die Ergebnisse dieser Verordnungen in der Praxis vor. Insgesamt und insbesondere die EPBD-bezogenen Vorschriften haben eindeutig zu erheblichen Verbesserungen geführt und waren ein wichtiger Motor für Innovationen.

Schlussfolgerungen

Vorschriften können einen großen Einfluss auf die Leistungen in den Bereichen IAQ, Belüftung und Luftdichtheit haben, wenn es eine robuste Methodik und einen wirksamen Durchsetzungsrahmen gibt. Außerdem können gut formulierte Vorschriften ein wichtiger Motor für Innovationen sein.

Results and assessment of their significance

The paper presents results in practice of these regulations. Overall, and in particular the EPBD related regulations, have clearly resulted in substantial improvements and been a major driver for innovation.

Conclusions

Regulations can have a major impact on the IAQ, ventilation and airtightness performances if there is a robust methodology and an effective enforcement framework. Moreover, well written regulations can be a major driver for innovation.

Verbesserung der ISO 9972 – Stand des Überarbeitungsprozesses

Valérie Leprince¹, Benedikt Kölsch²

¹ Cerema, 2 rue Antoine Charial, 69003 Lyon, Frankreich

valerie.leprince@cerema.fr

² DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Linder Höhe, 51147 Köln, Deutschland

benedikt.koelsch@dlr.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

ISO 9972 beschreibt das Messverfahren und die Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden mit Hilfe der Differenzdruck-Methode. Jüngste Arbeiten haben jedoch die Notwendigkeit unterstrichen, die Zuverlässigkeit der Methode und die Bewertung der Unsicherheit (Fehlerberechnung) zu verbessern. Ziel dieser Präsentation ist es, die letzten Diskussionen und Entscheidungen im Rahmen der Überarbeitung der ISO 9972 vorzustellen.

Methode der Herangehensweise

Bevor die Überarbeitung von ISO 9972 in Angriff genommen wird, wurde eine internationale Arbeitsgruppe (hauptsächlich aus Forschern) zusammengestellt, die die bestehenden Probleme mit der aktuellen Norm auflistet und alternative Lösungen vorschlägt. Im September 2023 wurde eine offizielle ISO-Arbeitsgruppe (ISO/TC163/SC1/AHG 10) eingerichtet, um die Überarbeitung offiziell einzuleiten.

Inhalt des Vortrags

In diesem Beitrag werden Änderungsvorschläge für die ISO 9972 vorgestellt, die darauf abzielen, ihre Relevanz, ihre Genauigkeit und auch ihre Übereinstimmung mit anderen Normen (nationale Normen, ASTM usw.) zu verbessern.

Er umfasst:

- Änderungen von Begriffen und Definitionen, um mit anderen Normen und Terminologieregeln konsistent zu sein
- Anforderungen an die maximal zulässige Messabweichung (MPME) für das Gerät
- Verbesserung des Messverfahrens (Standort der Druckmessgeräte), Alternative zur Einpunktprüfung, Besonderheiten bei Hochhäusern
- Neue alternative Methoden für die lineare Regression.
- Zusätzliche informative Anhänge zur besseren Prüfung spezifischer Gebäude (Hochhäuser, sehr dichte Gebäude, Stichproben usw.) und zur Verbesserung der Gebäudevorbereitung.

Ergebnisse und Beurteilung

Seit mehr als einem Jahrzehnt werden in immer mehr europäischen Ländern jedes Jahr Zehntausende von Luftpichtigkeitsprüfungen durchgeführt, um die Qualität von Niedrigenergiegebäuden zu garantieren. Darüber hinaus wurden zahlreiche Forschungsarbeiten durchgeführt, um die physikalischen Grundlagen der Luftpichtigkeitsprüfung besser zu verstehen. Diese Arbeit fasst die Erfahrungen der letzten 10 Jahre zusammen, um die Norm zu verbessern.

Schlussfolgerungen

Die ISO 9972 wird derzeit überarbeitet, um ihre Benutzerfreundlichkeit, Relevanz und Genauigkeit zu verbessern. Dies soll dazu beitragen, die Akzeptanz der Luftpichtigkeitsprüfung bei Interessenvertretern und Entscheidungsträgern zu fördern.

Improving ISO 9972 – Status of the revision process

Valérie Leprince¹, Benedikt Kölsch²

¹ Cerema, 2 rue Antoine Charial, 69003 Lyon, France

valerie.leprince@cerema.fr

² DLR – German Aerospace Center, Linder Höhe, 51147, Cologne, Germany

benedikt.koelsch@dlr.de

Purpose of the work

ISO 9972 describes the measurement procedure and calculation methods for determining the air permeability of buildings using the fan pressurization method. However, recent works have strongly underlined the need to improve the method's reliability and the uncertainty evaluation. The objective of this presentation is to present last discussions and decisions in the process of revising ISO 9972..

Method of approach

Before launching the revision of ISO 9972, an international working group (mainly researchers) has been gathered to list existing issues with the current standard and propose alternative solutions. In September 2023, an official ISO working group (ISO/TC163/SC1/AHG 10) has been created to officially launch the revision.

Content of the contribution

This contribution will present proposed changes in ISO 9972 that aims at improving, its relevance, its accuracy and also its consistency with other standards (national standards, ASTM, etc.).

It includes:

- Changes in terms and definition to be consistent with other standards and terminology rules
- Requirements in Maximum Permissible Measurement Error (MPME) for the apparatus
- Improving measurement procedure (location of pressure gauges), single-point testing alternative, high-rise buildings specificities
- New alternative methods for the linear regression.
- Additional informative annexes to better test specific buildings (high-rise, very tight, sampling, etc.) and to improve building preparation.

Results and assessment of their significance

For more than a decade now, in more and more European countries, tens of thousands of airtightness test are performed every year to guarantee low energy buildings performance.

Additionnaly a lots of research work has been performed to better understand the physic behind airtightness test. This work compile the experience of the last 10 years to improve the standard.

Conclusions

ISO 9972 is now on the process to be revised to improve its usability, relevance and accuracy. This shall contribute to promote airtightness testing among stake holders and decision makers.

Luftdichtheitsprüfung großer Gefrierräume unter Betriebsbedingungen

Jiří Krejča¹, Jiří Novák²

¹ Blowertest s.r.o., Jihlava, Tschechische Republik, +420 724 041-052, info@blowertest.cz

² Tschechische Technische Universität in Prag, Tschechische Republik
+420 732 888-700, jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Die Durchführung eines Luftdichtheitstests eines sehr luftdichten großen Gebäudes unter besonderen klimatischen Bedingungen im Innenbereich kann immer noch eine anspruchsvolle Aufgabe darstellen. Dieser Beitrag berichtet über praktische Erfahrungen mit der Luftdichtheitsprüfung von zwei Gefrierräumen mit ca. 200.000 m³ bei Innentemperaturen von -20 °C und +8 °C.

Methode der Herangehensweise

Die Prüfungen wurden im Frühjahr 2024 gemäß ČSN EN ISO 9972 durchgeführt. Dabei wurde Standardausrüstung verwendet (BlowerDoor mit digitalen Druckmessgeräten). Die Leckagewege wurden mittels Unterdruck im Gebäude und mit Hilfe von Anemometer und Infrarotthermografie aufgespürt.

Inhalt des Vortrags

Um eine unannehbare Bildung von Nebel und Raureif im Gebäudeinneren bei der Überdruckmessung mit warmer und feuchter Außenluft zu vermeiden, wurde ein temporäres Leitungssystem eingerichtet, das die Blower-Door-Gebläse mit einem nahegelegenen Gefrierraum verbindet. Die natürliche Druckdifferenz Dp0 wurde auf verschiedenen Seiten des Gebäudes auf Bodenhöhe und auf Dachhöhe gemessen. Im Gegensatz zur üblichen Erwartung war der Wert auf Bodenhöhe niedrig und erfüllte die Messvorschrift, während der Wert auf Dachhöhe sehr hoch war und den Grenzwert der CSN EN ISO 9972 überschritt. Die Differenzdrücke der Messreihe musste an diese Situation angepasst werden. Spätere Ergebnisse der Leckageortung zeigten, dass die Leckageverteilung über der Gebäudehöhe den hohen Druck der natürlichen Druckdifferenz Dp0 oben erklären kann.

Aufgrund des großen Volumens und der sehr guten Luftdichtheit der Gebäudehülle dauerte es sehr lange eine stabile Druckdifferenz zu erzeugen. Raureif bildete sich auf allen, dem Luftstrom ausgesetzten Geräteteilen, ohne deren Funktionalität zu beeinträchtigen. Die Geräte mussten jedoch vor dem Verpacken entfeuchtet und sorgfältig getrocknet werden.

Vor dem Test war nur eine dürftige technische Dokumentation des Gebäudes vorhanden. Durch den Gebäudeumgang und die Kontrolle einiger Maße vor Ort wurde die Notwendigkeit deutlich, alle Maße am Gebäude zu überprüfen, um die Unsicherheit der Bezugsgröße (Volumen) klein zu halten.

Ergebnisse und Beurteilung

Die Gebäude erwiesen sich als sehr luftdicht ($n_{50} = 0,033 \text{ h}^{-1}$ und $0,003 \text{ h}^{-1}$). Die Leckagewege konzentrierten sich auf den unteren Teil des Gebäudes. Die bedeutendsten Luftleckagen wurden rund um die Ladetore festgestellt. Tests, die bei unterschiedlichen Innentemperaturen durchgeführt wurden, zeigten unterschiedliche Ergebnisse.

Schlussfolgerungen

Gefrierräume können mit Standardgeräten auch bei sehr niedrigen Innentemperaturen getestet werden. Solche Tests erfordern mehr Zeit als üblich und müssen gut vorbereitet werden.

Geräteausfälle aufgrund der Reifbildung sind eine echte Gefahr, die vermieden werden muss. Die Messung der natürlichen Druckdifferenz Dp0 erfordert besondere Sorgfalt, da eine ungewöhnliche Verteilung der Luftleckage zu unerwarteten Ergebnissen führen kann.

Airtightness testing of large freezing rooms under operational conditions

Jiří Krejča¹, Jiří Novák²

¹ Blowertest s.r.o., Jihlava, Czech Republic,
+420 724 041-052, info@blowertest.cz

² Czech Technical University in Prague, Czech Republic,
+420 732 888-700, jiri.novak.4@fsv.cvut.cz

Purpose of the work

Performing an airtightness test of a very airtight large building under special indoor climatic conditions may still represent a challenging task. This paper reports on practical experience with airtightness testing of two freezing rooms of approx. 200.000 m³ at internal temperatures of -20 °C and +8 °C.

Method of approach

The tests were carried out according to ČSN EN ISO 9972 in spring 2024. Standard equipment was used for this purpose (blower doors with digital pressure gauges). The leakage paths were detected from inside of the depressurized building by means of anemometer and infrared thermography.

Content of the contribution

In order to avoid unacceptable development of fog and rime inside the building when pressurizing it with warm and humid outdoor air, a temporary ductwork was set up connecting the blower door fans to a nearby freezing room.

The Dp0 was measured on different sides of the building at the ground level and at the rooftop level. Unlike preliminary estimation, the ground level value was low and suitable for measurement, while the rooftop value was very high and exceeded the CSN EN ISO 9972 limit. The sequence of test pressure differences had to be adjusted to this situation. Later on, leakage detection results indicated that specific leakage distribution over the building envelope can explain this pattern in Dp0.

Due to the large volume and very good airtightness of building envelope, the stabilization of the applied pressure differences lasted long time. The rime developed on all parts of equipment exposed to airflow with no impact on their functionality. However, the equipment had to be de-iced and carefully dried before packing.

Only poor technical documentation of the buildings was available prior the test. On-site check of selected dimensions proved the necessity to measure all the main dimensions on the actual building in order to reduce the uncertainty of reference values.

Results and assessment of their significance

The buildings proved to be very airtight ($n_{50} = 0.033 \text{ h}^{-1}$ and 0.003 h^{-1}). The leakage paths were concentrated in the lower part of the building. The most significant air leakage was detected around the loading gates. Tests performed at different internal temperatures show different results.

Conclusions

Freezing rooms can be tested even at very low indoor temperatures by means of standard equipment. Such tests require more time than usual and shall be well prepared. Failure of equipment due to rime is a real threat which shall be avoided. The Dp0 measurement requires special care since unusual repartition of air leakage can produce unexpected results.

Prüfung der Luftdichtheit des ersten Niedrigenergie-Krankenhauses in Thessaloniki

Theo Tountas

FUV LP, 55 Parnithos Str., 11146, Galatsi, Athens, Griechenland
T: +30 697 3022673, fuv@fuv.gr

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Luftdichtheitsmessung für die Zertifizierung des ersten Niedrigenergie-Krankenhauses in Thessaloniki, Griechenland, nach dem Leitfaden zur Luftdichtheitsmessung von Hochhäusern vom Passivhaus Institut

Methode der Herangehensweise

Die Messung erfolgte nach der Prüfnorm EN 13829 und den Empfehlungen zur Luftdichtheitsmessung von Hochhäusern vom PHI. Für die medizinische Einrichtung für Krebspatienten ist eine maximale Effizienz der mechanischen Lüftung mit Wärmerückgewinnung unabdingbar, um optimale Hygienebedingungen in den neuen Krankenhausgebäuden zu gewährleisten. Das Gesamtvolumen betrug 29.830 m³, die Nettogrundfläche 7.259 m². Die angestrebte Luftwechselrate betrug 1,0 l/h.

Inhalt des Vortrags

Es waren zwei Tage intensiver Arbeit. Der erste Schritt bestand darin, mithilfe von sechs Blower-Door-Ventilatoren einen konstanten Unterdruck von -50 Pa zu erzeugen. Zwei weitere Ventilatoren standen für den Einbau bereit, falls die Gebäudehülle größere Leckagen haben sollte als geplant. Das Basislager, die Messzentrale, wurde im Erdgeschoss eingerichtet, wobei alle Daten der Ventilatoren und Messgeräte per Datenkabeln zu einem zentralen Kontrollpunkt führten. Gleichzeitig wurden die Differenzdrücke an der Gebäudehülle auf der Luv- und Leeseite im Erdgeschoss gemessen und zusätzlich im obersten vierten Stockwerk kontrolliert. Die Druckabfälle vom Messzentrum im Erdgeschoss zum Keller, vom Erdgeschoss zum obersten Stockwerk sowie an vier kritisch bewerteten Punkten im Erdgeschoss wurden überprüft, um einen gleichmäßigen Druckaufbau innerhalb des gesamten Gebäudes sicher zu stellen.

Während der Überprüfung der Gebäudepräparation und der Leckageortung konnten einige Leckagen entdeckt und behoben werden. Ein Team von etwa 16 Personen verteilte sich im Gebäude, um Leckagen und mögliche Fehlstellen zu finden. Da es sich um ein sehr großes Gebäude handelte, waren alle mit drahtlosen Sende- und Empfangsgeräten (Walkie-Talkies) ausgestattet. Wenn eine fehlende Präparation gefunden oder ein nicht abgedichteter Bauteil entdeckt wurde, konnte so am Messzentrum überprüft werden, ob die vorgenommenen Änderungen wirksam waren oder nicht.

Ergebnisse und Beurteilung

Es wurden sowohl Unter- als auch Überdruckmessungen durchgeführt und im Mittel eine Luftwechselrate von 0,98 1/h erreicht. Die Anforderung von $n_{50} \leq 1$ 1/h wurde damit eingehalten. Die zweitägige Überprüfung bei konstantem Unterdruck jedes Winkels des Gebäudes durch das 16-köpfige Team war außerst wichtig. So stellte sich beispielsweise bei der detaillierten Inspektion aller Gebäudeteile heraus, dass in einigen Badezimmern die Duschen noch nicht benutzt und die Siphons leer waren. Durch das Auffüllen der Siphons reduzierte sich der Leckagestrom des gesamten Gebäudes deutlich.



The experience of airtightness testing!



Dichtheitsmessgeräte für Gebäude und Lüftungsanlagen



Der Luftdichtheitsmessgeräte-Shop

Inhaber: Gerd Ott

Tel: +49 (0) 73 35/ 18 90 545

Mail: info@blower-door-systeme.de

www.blower-door-systeme.de



Schlussfolgerungen

Die Prüfung der Luftdurchlässigkeit der Gebäudehülle in einem Gebäude dieser Größe ist ein Novum in Griechenland. Sie stellt einen wichtigen Schritt zur Verbesserung der Qualität der Gebäudehülle in Verbindung mit einer guten Wärmedämmung dar, um den Energieverbrauch deutlich zu senken.

Zur Leckagesuche wurden nicht nur klassische thermische Anemometer oder Rauchstäbe eingesetzt, sondern auch die menschlichen Sinne. So konnte man das Pfeifen der Luft in offenen Abflüssen hören und die überliechende Luft aus der Kanalisation in Räumen wahrnehmen, deren Siphons noch nicht mit Wasser gefüllt waren. Es war äußerst wichtig, mit einem großen Team bei einem Unterdruck von 50 Pa jeden einzelnen Teil des Gebäudes auf Leckagen zu prüfen.

Die Luftdichtheit des Gebäudes hat eine gute Qualität erreicht und die Planung der Luftdichtheits-ebene wurde fachgerecht ausgeführt.

Zusammenfassend hat dieses Projekt gezeigt, dass bei sorgfältiger Planung des Verlaufs der Luftdichtheitsebene mit Anschläßen und Durchdringungen eine fachgerechte Ausführung auf der Baustelle möglich ist und am Ende eine gute Qualität der Luftdichtheit erreicht wird.

Testing the airtightness of the first Low Energy hospital in Thessaloniki

Theo Tountas

FUV LP, 55 Parnithos Str., 11146, Galatsi, Athens, Greece, phone: +30 697 3022673, fuv@fuv.gr

Purpose of the work

The certification of the first Low Energy hospital tested by the Passive House methodology for large-scale buildings in Thessaloniki, Greece.

Method of approach

The Passive House protocol for Airtightness measurement of high-rise buildings was followed and the EN 13829 standard was applied for the measurement. As a medical facility for cancer patients, the maximum efficiency of mechanical ventilation with heat recovery was a basic need to ensure the best hygiene conditions in the new hospital premises. The total volume was 29.830 m³ and the net floor area was 7.259 m² and the target rate to achieve was 1.0 1/h of air change.

Content of the contribution

It was two days of intense work, and the first step was to generate a constant negative pressure of -50 Pa with the help of six BlowerDoor fans. Two more fans were ready to be installed in case the envelope would not reply correctly to the pressure difference. The base camp was installed on the ground floor with all the fans and gauges leading to one central control point. At the same time, the building pressure differences were measured on the windward and leeward sides on the ground floor and additionally controlled on the top 4th floor. The pressure drops from the measurement center on the ground floor to the basement, from the ground floor to the top floor, as well as at four critically assessed points on the ground floor level, were checked to ensure uniform pressure buildup throughout the building.

During the building preparation, some openings were allowed to be closed and covered while a team of about 16 people was spread around the building to check for leakages and possible defective parts of the building. Since it was a very large-scale building, the team was equipped with wireless transceivers (walkie-talkie) and each time a small window or unsealed part of the building was discovered, the controller, who was monitoring the results, could confirm whether the changes were effective or not.

Results and assessment of their significance

Both under- and overpressure measurements were used, and the result was confirmed at 0.98 1/h of air change. It was very critical and of high importance the two days continuing measurement and monitoring every corner of the building by the 16-member team. For instance, by making a detailed inspection of every part of the building, it was discovered that in some bathrooms the showers had not yet been used and the siphons were empty. By simply supplying water to the showers and siphoning them, it was evident to the inspector on the ground floor, the reduction of leakages in the total volume of the building.

Conclusions

Testing the air permeability of the building envelope in a building of this size is the first experience in Greece. It is a bold and vital step towards improving the quality of the building envelope in conjunction with good thermal insulation in order to significantly minimize energy consumption.

Leak detection involved not only the classic thermal anemometer or smoke sticks, but also listening to air whistling through open drains and detecting foul-smelling air from the sewers in rooms where the traps were not yet filled with water. It was very important to have a numerous team checking every single part of the building during the baseline at 50 Pa for a cruise test.

The envelope performed well and most of the airtightness construction techniques were followed by the book and when the instructions are firm and clear, the results reward the effort.

Passivhaus-Messung nach 16 Jahren – wie dicht ist die Gebäudehülle noch?

Lars Due

ISOLINK, H P Hansens Plads 32, 1. sal, 4200 Slagelse, Dänemark
+45 20 886663, lars@isolink.dk

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Als Berater und Ausführender von Blower Door-Tests fragt man sich oft, wie haltbar Materialien über die Lebensdauer eines Gebäudes sind. Es kommt nicht selten vor, dass Dichtungsmaterialien bereits nach sehr kurzer Zeit versagen. Dies wirft die Frage auf, ob die Luftdichtheit wirklich als dauerhaftes Qualitätsmerkmal für Passivhaus-Konstruktionen angesehen werden kann.

Methode der Herangehensweise

Wir haben ein Passivhaus nach 16 Jahren erneut besucht und einen Blower-Door-Test mit demselben Aufbau durchgeführt, um zu sehen, ob sich die Dichtheit des Gebäudes verändert hat.

Inhalt des Vortrags

Bereits 2008 konnte ich an einem Projekt mitwirken, bei dem der Bauunternehmer großen Wert auf Details und Materialqualität legte. Die Endprüfung ergab einen n_{50} -Wert von $0,09 \text{ h}^{-1}$, was damals den Rekord für das dichteste Passivhaus der Welt darstellte. Im Dezember 2024 hatte ich das Glück, dieses Haus erneut zu besuchen und einen neuen Blower-Door-Test durchzuführen. Bei der Erstprüfung im Jahr 2008 wurde ein n_{50} -Wert von $0,12 \text{ h}^{-1}$ gemessen. Wir überprüften alle Fenster und Türen, stellten sie so ein, dass sie richtig schlossen, und konnten dann den gleichen Wert wie 2008 erreichen. Es ist erfreulich zu sehen, dass bei Verwendung robuster und hochwertiger Materialien die erreichte Luftdichtheit über viele Jahre erhalten bleibt.

Für mich war es auch interessant zu hören, wie hervorragend das Raumklima mit einer sehr dichten Gebäudehülle und kontrollierter Lüftung ist. Passivhäuser sind in Dänemark nicht sehr weit verbreitet, und in den NZEB-Gebäuden, die wir haben, haben wir im Sommer oft Probleme mit Überhitzung. In diesem Haus war Überhitzung kein Problem, und ich schreibe das größtenteils dem Passivhaus-Konzept zu, bei dem sich das Design stark an der Norm orientiert. Die Durchführung von Blower-Door-Tests an sehr luftdichten Gebäuden ist eine Herausforderung. Ich verstehed den Grund für diese Herausforderung nicht ganz, aber ich habe beobachtet, dass unsere Standardsoftware Schwierigkeiten hat, sich an einem Messpunkt zu stabilisieren. Sie schwankt ständig, über- und dann unterschreitet sie, was unendlich weitergehen kann. Die Lösung, die ich verwendet habe, bestand darin, die automatische Steuerung der Software vollständig zu deaktivieren, wodurch die Selbstregulierung des Gebläses verhindert wird. Stattdessen habe ich die Gebläsegeschwindigkeit manuell angepasst und gewartet, bis sich der Druck stabilisiert hat. Sobald die Schwankungen minimal wurden, habe ich die Messung manuell ausgelöst. Ich empfehle, die Anzahl der Messungen pro Punkt auf mindestens 500 Proben zu erhöhen, vorzugsweise auf 1000 (bei Retrotec wird die Messzeit verlängert). Mit diesem Verfahren kann der Test problemlos abgeschlossen werden und dauert nur geringfügig länger als eine automatische Messung an einem Standardhaus.

Ergebnisse und Beurteilung

Nach dem Verstellen von Türen und Öffnen von Fenstern konnte das gleiche Ergebnis wie vor 16 Jahren gemessen werden.

Schlussfolgerungen

Abschließend kann festgehalten werden, dass bei Verwendung hochwertiger und solider Materialien auch die Dichtheit des Gebäudes erhalten bleibt.

Passive House measurement after 16 years – is air-tightness of the envelope still intact?

Lars Due

ISOLINK, H P Hansens Plads 32, 1. sal, 4200 Slagelse, Denmark

+45 20 886663, lars@isolink.dk

Purpose of the work

As a consultant and operator of Blower Door testing, one often wonders about the durability of materials over a building's lifetime. It is not uncommon to see products where tapes and sealing materials fail after a very short period. This raises the question of whether airtightness can truly be considered a quality parameter in low-energy construction.

Method of approach

Revisit Passive House after 16 years and conduct a Blower Door test with the same setup to see if there has been a change in the building's tightness after 16 years.

Content of the contribution

Back in 2008, I was fortunate to be part of a project where the contractor had a strong focus on details and the quality of materials. The final test showed an n_{50} value of 0.09 h^{-1} , which at the time set the record for the world's tightest Passive House.

In December 2024, I was lucky to revisit this house and conduct a new Blower Door test. The initial test in 2024 measured an n_{50} value of 0.12 h^{-1} . We inspected all windows and doors, adjusted them to ensure they closed properly, and were then able to achieve the same value as in 2008.

It is gratifying to see that when robust and high-quality materials are used, the achieved airtightness is maintained over many years.

For me, it was also interesting to hear about the excellent indoor climate achieved with a very tight building envelope and controlled ventilation. Passive Houses are not very widespread in Denmark, and in the NZEB buildings we do have, we often see challenges with overheating during the summer period. Overheating was not an issue in this house, and I attribute much of the credit to the Passive House concept, where the design is strongly guided by the standard.

Conducting Blower Door tests on very airtight buildings is a challenge.

I do not fully understand the reason behind this challenge, but I have observed that our standard software struggles to stabilize at a measurement point. It continuously fluctuates, overshooting and then undershooting, which can go on indefinitely.

The solution I used was to completely disable the software's automatic control, preventing the fan from self-regulating. Instead, I manually adjusted the fan speed and waited for the pressure to stabilize. Once fluctuations became minimal, I manually triggered the measurement.

I recommend increasing the number of measurements per point to a minimum of 500 samples, preferably 1000 (in Retrotec, the measurement time is extended).

By following this process, the test can be completed without issues and takes only slightly longer than an automatic measurement conducted on a more standard house.

Results and assessment of their significance

It was possible to measure the same result after adjusting doors and opening windows.

Conclusions

It must be concluded that if you use high-quality, solid materials, the building's tightness will also be maintained.

Dimensionierung der Lüftung mit/ohne Infiltration?

Oliver Solcher

Ingenieurbüro für Wärmetechnik, Friedenstraße 17 10249 Berlin, Deutschland
+49 172 973 8016, mail@oliversolcher.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Kann aus dem Gebäudedichtheitskennwert n_{L50} ein Außenluftvolumenstrom errechnet werden, der für die Lüftung von Wohnräumen nutzbar ist?

Methode der Herangehensweise

Es erfolgte eine Gegenüberstellung der aus Normen errechneten Außenluftvolumenströme über Undichtheiten in der Hüllfläche und ein Abgleich mit Messwerten aus realen Bauvorhaben.

Inhalt des Vortrags

Sowohl bei der Erstellung von Lüftungskonzepten, als auch bei der Auslegung von Lüftungssystemen in Wohngebäuden wird i.d.R. aus dem Dichtheitskennwert der Gebäudehülle ein Außenluftvolumenstrom über Infiltration abgeleitet.

Messungen an Wohnungen in Mehrfamilienhäusern zeigen, dass, auch wenn bei der wohnungsweisen Messung der Dichtheit ein Leckagestrom messbar ist, die dafür verantwortlichen Leckagen beim Neubau und der Modernisierung nicht an den Außenbauteilen wie Fenster und Fensteranschlüsse zu finden sind. Interne Leckagen zwischen den Nutzungseinheiten sind im Messergebnis ebenfalls enthalten und können den überwiegenden Anteil an Leckagen darstellen.

Das führt in der Baupraxis dazu, dass z.B. schon in Verbindung mit einfachen ordnungsgemäß ausgelegten und ausgeführten Entlüftungssystemen in fensterlosen Bädern bei Betrieb ein Unterdruck in der Wohnung von 90 Pa messbar ist.

Ergebnisse und Beurteilung

Infiltration über Leckagen ist in Gebäuden vorhaben, Leckagen sind jedoch nicht gleichmäßig verteilt. Aus dem Dichtheitskennwert des Gesamtgebäudes kann kein Außenluftvolumenstrom über Leckagen in den einzelnen Wohnräumen errechnet werden. Auch wenn eine wohnungsweise Messung der Dichtheit erfolgt, verfälschen interne Leckagen zwischen den Wohnungen das Messergebnis erheblich.

Schlussfolgerungen

Auf eine Anrechnung der Infiltration bei der Auslegung von Lüftungssystemen muss verzichtet werden.

Dimensioning ventilation systems with/without infiltration?

Oliver Solcher

Ingenieurbüro für Wärmetechnik, Friedenstraße 17 10249 Berlin, Germany
+49 172 973 8016, mail@oliversolcher.de

Purpose of the work

Is it possible to derive an outside air flow rate from the net air exchange rate n_{L50} and use it for ventilating dwelling units?

Method of approach

We calculated the outside air flow rates via leaks in the envelope area as per standards and matched them with the values from real construction projects.

Content of the contribution

Typically, the outside air flow rate via infiltration is derived from the airtightness value of the building envelope for the purpose of developing ventilation concepts and designing ventilation systems in residential buildings.

We detected air leakages while testing apartments in multi-family dwellings for airtightness and found that the leaks causing the air flow in new and refurbished buildings were not located in exterior components such as windows and window connections. We also tested interior leakages between the building's units and found that they may account for most of the leaks.

In construction practice this means that a negative pressure of 90 Pa can be detected when operating, for instance, simple ventilation systems that have been properly designed and installed in windowless bathrooms.

Results and assessment of their significance

Infiltration via leaks is present in buildings, but the leaks are not uniformly distributed. The airtightness value for the entire building cannot be used to calculate the outside air flow rate via leakages in the individual dwelling units. Even when testing every single dwelling unit for airtightness, interior leakages will lead to highly falsified test results.

Conclusions

It is not possible to account for infiltration when designing ventilation systems.

Optimierte Kanalführung von fassadenintegrierten Luftleitungen

Sven Auerswald¹, Seyedehmaedeh Aghili², Olaf Knospe³

¹ Fraunhofer Institut für Solare Energie Systeme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg, Deutschland, +49 761 4588-5901, sven.auerswald@ise.fraunhofer.de

² Fraunhofer Institut für Solare Energie Systeme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg, Deutschland, seyedehmaedeh.aghili@ise.fraunhofer.de

³ Westaflexwerk GmbH, Thaddäusstraße 5, 33334 Gütersloh, Deutschland
olaf.knospe@westa.uno

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Ein Teil des AEGIR-Projekts zielt darauf ab, einen digitalen, nachhaltigen Rahmen zu entwickeln, der die Einführung umfassender Sanierungen fördert und nahezu energieneutrale Gebäude ermöglicht. Zu diesem Zweck arbeitet das Fraunhofer ISE an einem Python-basierten Programm, das automatisch optimale Routen für fassadenintegrierte Lüftungskanäle findet.

Methode der Herangehensweise

Diese Studie beschreibt eine Methodik, die Routing-Algorithmen identifiziert, eine Zielfunktion in Bezug auf Routing-Entscheidungen definiert und den Routing-Bereich durch manuelles Verlegen von Rohrleitungen verfeinert. Anschließend werden Einschränkungen verwendet, um einen Routing- und genetischen Algorithmus zur Optimierung zu implementieren.

Inhalt des Vortrags

Dieser Beitrag bietet zunächst einen Überblick über die Demonstrationsgebäude des AEGIR-Projekts und die dafür manuell entworfenen Routing-Optionen. Basierend auf diesen manuellen Entwürfen folgt eine Zusammenfassung der wichtigsten Merkmale der Start- und Endpunkt-domänen sowie der Pfadsuchdomäne und der jeweiligen Einschränkungen für diese Domänen. Es wird eine Untersuchung mehrerer Routing-Algorithmen bereitgestellt, darunter Dijkstra, Maze, Moore Neighbourhood, Scape Routing, A*, MA* und IDA*, wobei der Schwerpunkt auf dem A*-Algorithmus liegt, da er sich für diesen Anwendungsfall besonders eignet. Das Ziel der Pfad-optimierung umfasst drei Hauptdimensionen: Energieeffizienz, Lebenszykluskosten und Investitionskosten. Der Bericht priorisiert jedoch die Minimierung von Druckverlusten zur Verbesserung der Energieeffizienz und erkennt deren erheblichen Einfluss auf die Gesamtbetriebsleistung an. Um dies zu erreichen, optimiert die Studie auch die Codeeffizienz, indem sie einen genetischen Algorithmus für die Start- und Endpunktdomänen implementiert, um den wichtigsten Teil der Such-domäne abzudecken. Unsere entwickelte Methodik integriert sowohl den A*- als auch den genetischen Algorithmus, um den fassadenintegrierten Rohrleitungsdesignprozess mit automatisch generierter und optimierter Routenführung zu unterstützen. Durch die Nutzung dieser Algorithmen zielt die Studie darauf ab, einen robusten Rahmen für ein effizientes Rohrleitungsdesign bereitzustellen, das die Komplexität von Gebäudeumgebungen berücksichtigt und gleichzeitig den Schwerpunkt auf Energieeffizienz und Kosteneffizienz legt.

Ergebnisse und Beurteilung

Das entwickelte Framework reproduziert effektiv unsere Designerfahrungen für fassaden-integrierte Rohrleitungen im Demonstrationsgebäude. Es ermöglicht die Reproduktion manueller Routing-Designs und reduziert die Designzeit für optimierte Rohrleitungsroute erheblich.

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das entwickelte Framework die Reproduktion unserer Erfahrungen mit fassadenintegrierten Rohrleitungsdesigns verbessert und die Designzeit verkürzt. Zukünftige Verbesserungen umfassen die Einbeziehung von Einschränkungen für verschiedene Topologien und die Implementierung von Import-/Exportfunktionen für *.ifc-Modelle.

Assisted routing of facade-integrated ductwork

Sven Auerswald¹, Seyedehmaedeh Aghili², Olaf Knospe³

¹ Fraunhofer Institut für Solare Energie Systeme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg, Germany, +49 761 4588-5901, sven.auerswald@ise.fraunhofer.de

² Fraunhofer Institut für Solare Energie Systeme ISE, Heidenhofstrasse 2, 79110 Freiburg, Germany, seyedehmaedeh.aghili@ise.fraunhofer.de

³ Westaflexwerk GmbH, Thaddäusstraße 5, 33334 Gütersloh, Germany
olaf.knospe@westa.uno

Purpose of the work

Part of the AEGIR-project is to aim for a digital sustainable framework that boosts the take-up of deep retrofitting, achieving nearly zero energy buildings. For this, Fraunhofer ISE is working on a Python-based program to automatically find optimal routes for facade-integrated ventilation ductwork.

Method of approach

This study outlines a methodology that identifies routing algorithms, defines an objective function related to routing decisions, and refines the routing domain through manual ductwork routing. Constraints are then used to implement a routing and genetic algorithm for optimization.

Content of the contribution

This publication presents first an overview of the AEGIR projects demonstration buildings and the manually designed routing options for them. Based on these manual designs, a summary of the key characteristics of the start- and endpoint domains as well as for the path search domain and the respective constraints for these domains will follow. An examination of several routing algorithms is provided, including Dijkstra, Maze, Moore Neighbourhood, Scape routing, A*, MA*, and IDA*, with a particular emphasis on the A* algorithm due to its suitability in pathfinding for this use case. The objective of optimizing paths encompasses three primary dimensions: energy efficiency, lifecycle costs, and investment costs. However, the report prioritizes the minimization of pressure losses to enhance energy efficiency, recognizing its significant influence on overall operational performance. To achieve this, the study optimizes as well code efficiency by implementing a genetic algorithm for the start- and end-point domains to cover the most significant fraction of the search domain. Our developed methodology integrates both the A* and the genetic algorithm to assist the facade-integrated ductwork design process with automatically generated and optimized routing. By leveraging these algorithms, the study aims to provide a robust framework for efficient ductwork design, addressing the complexities of building environments while maintaining a focus on energy efficiency and cost-effectiveness.

Results and assessment of their significance

The developed framework effectively reproduces our design experiences for facade-integrated ductwork in the demonstration building, allowing for the replication of manual routing designs and significantly reducing design time for optimized ductwork routes.

Conclusions

In conclusion, the framework developed enhances the reproduction of our facade-integrated ductwork design experiences and reduces design time. Future enhancements include incorporating constraints for diverse topologies and implementing import/export functionality for *.ifc-models.

Auswertung von Messdaten durch Regressionsrechnung und Fehlerrechnung

Joachim Zeller¹, Benedikt Kölsch²

¹ Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Deutschland
+49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

² DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Linder Höhe, 51147 Köln, Deutschland
+49 2461 93730-214, benedikt.koelsch@dlr.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Im Zuge der Überarbeitung der Messnorm ISO 9972 werden verschiedene Methoden der Regressionsrechnung und der Fehlerrechnung diskutiert. Diese Methoden werden im Vortrag erklärt. Es soll deutlich werden, welche Ideen hinter den Formeln stecken.

Methode der Herangehensweise

Die verschiedenen Methoden werden anhand von Beispielen und von Grafiken erläutert und auf Basis von theoretischen Überlegungen bewertet.

Inhalt des Vortrags

Die Berechnungsverfahren nach der aktuellen Ausgabe von ISO 9972, nach dem nationalen Anhang NC von ISO 9972 und der Vorschlag WLOC (weighted line of organic correlation) werden beschrieben. Dabei werden die drei Bearbeitungsschritte betrachtet: die Methode der Regressionsrechnung, die Gewichtung bei der Regressionsrechnung und die Fehlerrechnung.

Bei der üblichen Regressionsmethode der "kleinsten quadratischen Abweichung" ist das Ergebnis davon abhängig, welche der beiden Variablen als unabhängig angesehen wird. Diese Asymmetrie wird durch die Methode LOC "line of organic correlation" vermieden.

Das Logarithmieren der Messwerte führt dazu, dass Messpunkte bei kleiner Druckdifferenz einen größeren Einfluss auf das Ergebnis haben, als solche bei großer Druckdifferenz. Dies kann man durch Gewichtung mit dem Quadrat des Volumenstroms kompensieren. Alternativ ist eine Gewichtung anhand der "Vertrauenswürdigkeit" des jeweiligen Messpunktes möglich, die umgekehrt proportional zu dessen Messunsicherheit ist.

Normalerweise wird bei der Auswertung von Messungen entweder der statistische Fehler berechnet und angegeben, oder es wird nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz die Ungenauigkeit des Ergebnisses aus der Ungenauigkeit der verschiedenen Messgrößen hergeleitet. Bei der Messung der Luftdurchlässigkeit ist zunächst nicht klar, welcher dieser beiden Fehler überwiegt.

Ergebnisse und Beurteilung

1. Das Verfahren "line of organic correlation" erscheint sinnvoll, aber die Auswirkung auf den Strömungsexponenten liegt im Promillebereich.
2. Eine Gewichtung ist erforderlich und muss zumindest das Logarithmieren kompensieren.

Schlussfolgerungen

Verbesserungen der Regressionsrechnung gegenüber dem aktuellen internationalen Teil von ISO 9972 sind sinnvoll. Wie bisher sollte die Regressionsrechnung in einem informativen Anhang behandelt werden, sodass ältere Software für eine gewisse Zeit weiterverwendet werden darf.

Analysing measurement data using regression analysis and error calculation

Joachim Zeller¹, Benedikt Kölsch²

¹ Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Deutschland
+49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

² DLR - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V., Linder Höhe, 51147 Köln, Deutschland
+49 2461 93730-214, benedikt.koelsch@dlr.de

Purpose of the work

During this presentation I will discuss different methods of regression analysis and error calculation with regard to the review of the measurement standard ISO 9972. I will explain these methods and the ideas behind the formulas.

Method of approach

I will present examples and charts to explain the different methods and evaluate them on the basis of theoretical considerations.

Content of the contribution

I will describe the calculation methods according to the current edition of ISO 9972, the national Annex NC of ISO 9972 and the proposed WLOC (weighted line of organic correlation). This entails three work steps: The method of regression analysis, weighting during regression analysis and error calculation.

When applying the standard regression method with the "least square deviation", the result depends on which of the two variables is considered to be independent. This asymmetry is avoided by using the LOC (line of organic correlation) method.

Logarithmization has the effect that test points under a small pressure difference will have a greater impact on the result than test points under a large pressure difference. This phenomenon can be compensated by using weighting with the square of the air flow. Another option is to use weighting based on the "reliability" of the respective test point which is inversely proportional to its measurement uncertainty.

During test result evaluations the statistical error is usually either calculated and stated, or the inaccuracy of the result is derived from the inaccuracy of the various parameters according to error propagation law. When measuring air permeability it will be initially unclear as to which of these two errors will predominate.

Results and assessment of their significance

1. The "line of organic correlation" method seems to make sense, yet its effect on the flow exponent only ranges around one per mille.
2. Weighting is necessary and at the very least has to compensate for logarithmization.

Conclusions

Is does make sense to improve the regression calculation compared to the current version in the international part of ISO 9972. The informative annex covering the regression calculation should be retained to ensure that legacy software can still be used for a certain period of time.

Regressionstechniken gemäß ISO 9972 – vergleichende Analyse

Benedikt Kölsch¹, Valérie Leprince², Joachim Zeller³

¹ DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V, Linder Höhe, 51147 Köln, Deutschland
+49 2461 93730-214, benedikt.koelsch@dlr.de

² Cerema, Direction Territoire et Ville, 2 rue Antoine Charial, 69426 Lyon, Frankreich
+33 4 72 74 58 09, valerie.leprince@cerema.fr

³ Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Deutschland
+49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

Ziel der Arbeit/Fragestellung

Der Zweck dieser Arbeit ist die Bewertung und der Vergleich verschiedener Regressionsverfahren - insbesondere der gewöhnlichen kleinsten Quadrate (OLS), der gewichteten kleinsten Quadrate (WLS) und der gewichteten organischen Korrelationslinie (WLOC) – im Zusammenhang mit Luftdichtheitsmessungen an Gebäuden gemäß ISO 9972. Ziel ist es, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Unsicherheitsabschätzungen bei Luftdichtheitsprüfungen zu verbessern, insbesondere unter wechselnden Umweltbedingungen wie unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten. Diese Forschung soll zur Verbesserung der Normen für die Luftdichtheitsprüfung von Gebäuden beitragen, um genauere Messungen und eine bessere Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen zu gewährleisten.

Methode der Herangehensweise

Die Studie stützt sich auf einen umfassenden Datensatz von über 6.000 Blower-Door-Tests, die in sechs Testhäusern durchgeführt wurden. Die Daten werden gemäß den Anforderungen der ISO 9972 gefiltert, und die ausgewählten Regressionsverfahren werden zur Modellierung der Beziehung zwischen Druckunterschieden und Luftstromraten angewandt. Die Genauigkeit jeder Methode wird durch den Vergleich der vorhergesagten Werte und Konfidenzintervalle mit Referenzwerten, die unter windstillen Bedingungen ermittelt wurden, bewertet. Die Studie umfasst auch eine Unsicherheitsabschätzung unter Verwendung der im GUM beschriebenen Verfahren und validiert die Methoden durch Vergleich mit der beobachteten Datenvariabilität unter verschiedenen Umweltbedingungen.

Inhalt des Vortrags

Der Kern der Analyse besteht in der Anwendung von drei Regressionsmethoden. Jede Methode wird auf ihre Wirksamkeit bei der Vorhersage von Luftstromraten an zwei wichtigen Druckpunkten untersucht: 50 Pa, der üblicherweise als Standardreferenzwert in Bauvorschriften verwendet wird, und 4 Pa, der die reale Leistung eines Gebäudes unter natürlichen Bedingungen besser widerspiegelt.

Die Studie führt einen Vergleich der Regressionsmethoden durch, indem sie die Unsicherheit und die Konfidenzintervalle für jede Technik berechnet und analysiert. Die Analyse bewertet insbesondere, wie gut jede Methode die Luftstromraten bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten vorhersagt, und vergleicht die vorhergesagten Ergebnisse mit Referenzwerten, die unter windarmen Bedingungen ermittelt wurden. Die Methoden werden darüber hinaus auf ihre Fähigkeit hin bewertet, zuverlässige 95 %-Konfidenzintervalle zu erzeugen, die den Bereich angeben, in den die tatsächliche Luftstromrate voraussichtlich fallen wird.

Die Analyse umfasst auch eine Untersuchung der Auswirkungen systematischer Fehler, z. B. schwankender Windgeschwindigkeiten, auf die Genauigkeit der Regressionsmethoden. Durch den Vergleich der vorhergesagten Luftstromraten und Konfidenzintervalle unter verschiedenen Umweltbedingungen werden in der Studie die Stärken und Grenzen der einzelnen Regressionsverfahren ermittelt.

Regression techniques under ISO 9972 – a comparative analysis

Benedit Kölsch¹, Valérie Leprince², Joachim Zeller³

¹ DLR – German Aerospace Center, Linder Höhe, 51147 Köln, Germany
+49 2461 93730-214, benedikt.koelsch@dlr.de

² Cerema, Direction Territoire et Ville, 2 rue Antoine Charial, 69426 Lyon, France
+33 4 72 74 58 09, valerie.leprince@cerema.fr

³ Ingenieurbüro Zeller, Am Schnellbäumle 16, 88400 Biberach, Germany
+49 7351 14783, joachim.zeller@t-online.de

Purpose of the work

The purpose of this work is to evaluate and compare various regression techniques—specifically Ordinary Least Squares (OLS), Weighted Least Squares (WLS), and Weighted Line of Organic Correlation (WLOC)—in the context of building airtightness measurements as prescribed by ISO 9972. The goal is to improve the accuracy and reliability of uncertainty estimates in airtightness tests, particularly under varying environmental conditions such as different wind speeds. This research aims to inform enhancements in building airtightness testing standards to ensure more accurate measurements and better compliance with regulatory requirements.

Method of approach

The study employs a comprehensive dataset of over 6,000 blower door tests conducted across six test houses. The data is filtered according to ISO 9972 requirements, and the selected regression techniques are applied to model the relationship between pressure differences and airflow rates. The accuracy of each method is assessed by comparing predicted values and confidence intervals against reference values determined under low-wind conditions. The study also includes uncertainty estimation using procedures outlined in the GUM and validates the methods through comparison with observed data variability under different environmental conditions.

Content of the contribution

The core of the analysis involves applying three regression methods. Each method is examined for its effectiveness in predicting airflow rates at two key pressure points: 50 Pa, commonly used as a standard reference in building codes, and 4 Pa, which is more reflective of real-world building performance under natural conditions.

The study conducts a comparison of the regression methods by calculating and analyzing the uncertainty and confidence intervals for each technique. Specifically, the analysis evaluates how well each method predicts the airflow rates under different wind speeds, comparing the predicted results to reference values obtained under low-wind conditions. The methods are further assessed for their ability to produce reliable 95% confidence intervals, which indicate the range within which the true airflow rate is expected to fall.

The analysis also includes an investigation into the impact of systematic errors, such as those introduced by fluctuating wind speeds, on the accuracy of the regression methods. By comparing the predicted airflow rates and confidence intervals across different environmental conditions, the study identifies the strengths and limitations of each regression technique.

Ergebnisse und Beurteilung

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl die WLS- als auch die WLOC-Methode die traditionelle OLS-Methode übertreffen, insbesondere bei höheren Windgeschwindigkeiten. WLS zeigt die höchste Gesamtdeckung der 95 %-Konfidenzintervalle, was sie zu einer zuverlässigen Wahl für die Schätzung der Unsicherheit macht, obwohl sie bei niedrigeren Drücken zu einer übermäßig konservativen Methode tendiert. WLOC, insbesondere, wenn es vereinfacht wird (WLOC_2), bietet ein gutes Gleichgewicht zwischen Genauigkeit und Zuverlässigkeit, was darauf hindeutet, dass es eine wertvolle Ergänzung zu den aktuellen Normen für Luftdichtheitsprüfungen sein könnte. Die Bedeutung dieser Ergebnisse liegt in ihrem Potenzial, die Genauigkeit von Luftdichtheitsprüfungen zu verbessern, was für die Energieeffizienz, die Luftqualität in Innenräumen und die Einhaltung von Vorschriften beim Bau und bei der Renovierung von Gebäuden entscheidend ist.

Schlussfolgerungen

Diese Studie zeigt, dass alternative Regressionsverfahren, wie WLS und WLOC, die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von Luftdichtheitsmessungen in Gebäuden im Vergleich zur herkömmlichen, von der ISO 9972 empfohlenen OLS-Methode verbessern können. Die Ergebnisse stützen die Einbeziehung dieser Methoden in standardisierte Prüfverfahren, da sie eine bessere Unsicherheitsabschätzung und genauere Vorhersagen der Luftstromraten unter verschiedenen Umweltbedingungen ermöglichen. Durch die Verbesserung der Normen für Luftdichtheitsprüfungen trägt diese Forschungsarbeit zu den allgemeinen Zielen der Energieeffizienz, der Nachhaltigkeit und des Wohnkomforts in der bebauten Umwelt bei.

Results and assessment of their significance

The results indicate that both WLS and WLOC methods outperform the traditional OLS method, particularly in conditions with higher wind speeds. WLS shows the highest overall coverage of the 95% confidence intervals, making it a reliable choice for estimating uncertainty, though it tends to be overly conservative at lower pressures. WLOC, especially when simplified (WLOC_2), provides a good balance between accuracy and reliability, suggesting it could be a valuable addition to current airtightness testing standards. The significance of these findings lies in their potential to improve the precision of airtightness tests, which is crucial for energy efficiency, indoor air quality, and regulatory compliance in building construction and renovation.

Conclusions

This study demonstrates that alternative regression techniques, such as WLS and WLOC, can enhance the accuracy and reliability of building airtightness measurements compared to the conventional OLS method recommended by ISO 9972. The findings support the incorporation of these methods into standardized testing procedures, offering better uncertainty estimation and more accurate predictions of airflow rates under varying environmental conditions. By improving airtightness testing standards, this research contributes to the broader goals of energy efficiency, sustainability, and occupant comfort in the built environment.

Ihre Notizen / your notes

Aussteller

ACIN Instrumenten BV

Handelskade 76
2288 BG Rijswijk
Niederlande
Fon: +31 70 307 0703
info@acin.nl
www.acin.nl
Anwendungstechnik/Vertrieb: Niek-Jan Bink

**BlowerDoor GmbH**

MessSysteme für Luftdichtheit
Zum Energie- und Umweltzentrum 1
31832 Springe-Eldagsen
Deutschland
Fon: +49 5044 975-40
info@blowerdoor.de
www.blowerdoor.de
Anwendungstechnik/Vertrieb: Alexander Kiß



BlowerDoor GmbH
MessSysteme für Luftdichtheit

Bundesverband für Angewandte Thermografie (VATH) e. V.

Am Herrenwäldchen 4-6
90482 Nürnberg
Deutschland
Fon: +49 171 1267185
b.standecker@vath.de
www.vath.de

Der Luftdichtheitsmessgeräte-Shop Gerd Ott

Showroom
Filsweg 6
73347 Mühlhausen im Täle
Deutschland
Fon: +49 7335 1890 545
info@blower-door-systeme.de
www.blower-door-systeme.de
Anwendungstechnik: Gerd Ott

**Eisedicht GmbH**

Industriestr.3
32694 Dörentrup
Deutschland
Fon: +49 5265 955 09-10
peter.hanken@eisedicht.de
www.eisedicht.de
Anwendungstechnik: Joe Sellmann
Vertrieb: Peter Hanken

**Energie- und Umweltzentrum am Deister e.V.**

Zum Energie- und Umweltzentrum 1
31832 Springe
Deutschland
Fon: +49 5044 975-33
walther@e-u-z.de
www.e-u-z.de

Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen (FLiB) e. V.

Storkower Straße 158
10407 Berlin
Deutschland
Fon: +49 30 2903-5634
info@flib.de
www.flib.de
Geschäftsführer: Oliver Solcher

pro clima

Moll bauökologische Produkte GmbH
Rheinalstraße 35–43
68723 Schwetzingen
Deutschland
Service: +49 6202 2782-0
Technische Hotline: +49 6202 2782-45
info@proclima.de
www.proclima.de
Anwendungstechnik: Michael Förster
Vertrieb: Thomas Lösch

**Regel-air Becks GmbH & Co. KG**

Lüften ohne Fenster öffnen
An der Seidenweberei 12
47608 Geldern – Walbeck
Deutschland
Fon: +49 2831 977 990
kontakt@regel-air.de
www.regel-air.de
Anwendungstechnik/Vertrieb:
Rainer Venhoven

Wöhler Messgeräte Kehrgeräte GmbH

Wöhler-Platz 1
33181 Bad Wünnenberg
Deutschland
Fon: +49 2953 73-100
info@woehler.de
www.woehler.de
Anwendungstechnik/Vertrieb:
Bernd Bornemann

WÖHLER

Ihre Notizen / your notes

Sprühen statt kleben

AEROSANA® VISCONN

Sprühbare Luftpumldichtung mit feuchtevariablen s_d -Wert

Einfach aufsprühen

Fläche und Details

Holzbau, Mauerwerk, Beton

Übergänge schneller dicht



Schlauchbeutel
für Druckluft
spritzen

Mehr Infos:



Einfach an Kompressor
anschließen und los.

proclima.de

