
Tests pratiques de perméabilité à l'air dans des bâtiments Minergie-P[®]

Mesures d'étanchéité à l'air dans des constructions pour
Minergie-P[®] (bâtiments de services et commerciaux),
bâtiments industriels et entrepôts

Mandant :

Office fédéral de l'énergie
Programme énergie dans les bâtiments
CH-3003 Berne
www.bfe.admin.ch

Cofinancement :

Thermografie Verband Schweiz (theCH)
8212 Neuhausen
www.thech.ch

Équipe de mesure du test interlaboratoire

- Awerk architekten AG, Toni Fahrni, Schulgasse 18, 3280 Murten
- Bauchek-Tanner, Christoph Tanner, Irchelstrasse 28, 8400 Winterthur
- Clicon AG, Hansjörg Fäh, Rebhaldenstrasse 63, 8625 Gossau – Zurich
- Energietechnik Lehner, Christoph Lehner, Tina 4, 9467 Frömsen
- Hochschule Luzern T&A, Beda Bossard, Technikumstrasse 21, 6048 Horw
- Otmar Spescha Ingenieurbüro für energieeffizientes Bauen, Otmar Spescha, Untere Mangellegg 3, 6430 Schwyz

Mandataire :

Hochschule Luzern – Technik & Architektur
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik (ZIG)
Technikumstrasse 21
CH-6048 Horw
www.hslu.ch

Auteurs :

Gregor Notter, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, gregor.notter@hslu.ch
Beda Bossard, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, beda.bossard@hslu.ch
Urs-Peter Menti, Hochschule Luzern – Technik & Architektur, urs-peter.menti@hslu.ch
Christoph Tanner, Bauchek-Tanner, bct@bauchek-tanner.ch

Responsable de la traduction en français:

Roserens Georges-André – Enersys Ing Sàrl Bienne enersys@hotmail.com

OFEN-Chef de projet du domaine: Andreas Eckmanns
OFEN-Chef de projet: Charles Filleux
OFEN-Contrat et numéro du projet: SI/500376 / SI/500376-02

Seuls les auteurs de ce manuel sont responsables pour le contenu et les conclusions de ce rapport.

Remerciements

Nous remercions les personnes et les institutions suivantes, car sans elles, ce projet n'aurait pas pu avoir lieu:

Harald Siegrist pour l'aide dans la recherche d'objets pour la mesure comparative et la mesure des composants spéciaux.

La ville Illnau-Effretikon (propriétaire du bâtiment), Robert Widmer (gardien) et SRT Architekten AG (pour la mise à disposition des documents de planification) qui nous ont été remis pour l'école maternelle de Hagen à Illnau-Effretikon.

Les entreprises / propriétaires d'immeubles, dont leurs propriétés ont servi pour la mesure de composants spécifiques.

Les membres de l'Association Suisse de Thermographie pour leur participation à l'atelier. Les équipes de mesure dans l'essai collaboratif pour leur participation à l'essai.

L'OFEN pour avoir rendu possible ce projet.

Zusammenfassung

Für die Label „Minergie-P“, „Minergie-A“ und „Passivhaus“ wird eine sehr hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gefordert. Diese ist vor der Label-Übergabe mittels eines Messresultats zwingend nachzuweisen (Blower-Door-Messung), wobei Grenzwerte einzuhalten sind.

Die internationale Norm EN 13829 lässt bezüglich Luftdurchlässigkeits-Messverfahren verschiedene Varianten zu. Deshalb hat der Verein Minergie im Januar 2007 die Richtlinie

„*Luftdurchlässigkeitsmessungen bei MINERGIE-P® und MINERGIE®-Bauten*“ (RILUMI) herausgegeben. Diese hat sich für Wohnbauten bisher gut bewährt. Für die 2009 neu definierten Minergie-P-Kategorien (Nicht-Wohnbauten) eignet sich die RILUMI jedoch nur noch bedingt und es müssen z.B. für grosse Gebäude immer wieder individuelle Messverfahren definiert werden. Um die brennendsten diesbezüglichen Probleme untersuchen zu können wurde deshalb das BFE-Projekt um ein Jahr verlängert und einige Zielsetzungen wurden neu definiert.

Ein Hauptthema des Projekts war der Nachweis für die Reproduzierbarkeit der Messungen von Wohnbauten. Dafür wurde ein Ringversuch mit 6 Messteams durchgeführt. Die Resultate haben gezeigt, dass die Abweichungen mit der RILUMI als Grundlage in einem akzeptablen Rahmen liegen.

Weiter wurde ein Workshop mit erfahrenen Messexperten durchgeführt, bei welchem verschiedene messtechnische Themen von Nicht-Wohnbauten diskutiert wurden. Dabei wurde auch die Relevanz von verschiedenen Norm-Vorgaben diskutiert.

Da keine Erfahrungswerte zur Dichtigkeit von „kritischen Bauteilen in Nicht-Wohnbauten“ (Schiebetüren, Rolll Tore, etc.) vorliegen, wurden im Rahmen des Projekts mehrere Messungen dazu durchgeführt.

Mit dem Projekt konnten punktuell verschiedene Problemstellungen zum heutigen Messverfahren erkannt und analysiert werden. Für grosse Gebäude und Nicht-Wohnbauten sind weitere Untersuchungen notwendig und es sollten neue Abnahmeverfahren definiert werden.

Résumé

Pour les labels „Minergie-P“, „Minergie-A“ et „maison passive“, une très bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment est exigée. Celle-ci est impérativement à justifier à l'aide d'un résultat de mesure (mesurage Blower-Door) avant la remise du label, tout en respectant des valeurs limites.

La norme internationale EN 13829 permet différentes variantes quant à la procédure de mesurage de la perméabilité à l'air. C'est pourquoi l'association Minergie a édicté la directive „mesurages de la perméabilité à l'air sur des constructions MINERGIE-P® und MINERGIE®“ (RILUMI) en janvier 2007. Celle-ci a jusqu'à présent bien fait ses preuves pour des constructions d'habitation. Aux catégories Minergie-P nouvellement définies en 2009 (constructions de non-habitation), la RILUMI ne se prête que sous certaines conditions. Par exemple pour des grands bâtiments, il faut toujours définir de méthodes de mesurage individuelles. Pour pouvoir étudier les problèmes les plus urgents à ce sujet, le projet-BFE a été prolongé d'une année et quelques objectifs ont été redéfinis.

Un sujet principal du projet était le justificatif pour la reproductibilité des mesurages de constructions d'habitation. Pour ce faire, un test comparatif avec 6 équipes de mesurage a été mené. Les résultats ont montré qu'avec la RILUMI comme base, les différences se situent dans un cadre acceptable.

Puis, un atelier avec des experts en mesurage a été mené pour discuter différents sujets métrologiques de constructions de non-habitation et l'importance de différentes prescriptions de norme.

Comme ils n'existent aucunes valeurs empiriques sur l'étanchéité „d'éléments de constructions critiques de constructions de non-habitation“ (portes coulissantes, porte roulante etc.), plusieurs mesurages y ont été menés dans le cadre du projet.

Avec le projet, différentes problématiques concernant la méthode de mesurage actuelle ont pu être identifiées et analysées ponctuellement. Pour des grands bâtiments et constructions de non-habitation, d'autres analyses sont nécessaires et il faudrait définir de nouvelles méthodes de réception des travaux.

Sommaire

1.	Introduction	7
1.1.	Point de départ	7
1.2.	Objectif	7
1.3.	Procédure	8
1.4.	Structure du rapport.....	8
2.	Travaux effectués.....	9
2.1.	Recherches documentaires	9
2.2.	Essai comparatif	9
2.3.	Liste de contrôle pour entrepreneurs de construction	24
2.4.	Atelier	24
2.5.	Traitement des composants «critiques».....	28
2.6.	Méthodes de mesure utilisablesbles pour les grands bâtiments.....	35
2.7.	Évaluation des valeurs secondaires.....	38
2.8.	Propositions de modification de la directive pour les mesures de étanchéité à l'air ..	40
3.	Conclusions	42
4.	Références.....	43
4.1.	Documents MINERGIE	43
4.2.	Normes.....	43
4.3.	Références supplémentaires	43
5.	Pièces jointes.....	44
5.1.	Annexe A.....	45
5.2.	Annexe B.....	54

1. Introduction

1.1. Point de départ

Pour le label "Minergie-P", "Minergie-A" et "Maison Passive", une très haute étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment est exigée. Avant la délivrance du certificat, l'étanchéité à l'air doit être vérifiée avec un test d'étanchéité à l'air (aussi connu comme la mesure "Blower-Door" ou "test d'infiltrométrie") et les valeurs limites doivent être obligatoirement respectées. Aussi pour la norme "Minergie", il ya des limites. Mais celles-ci sont moins sévères et ne doivent pas être nécessairement démontrées pour le label. La détermination de toutes les valeurs limites de Minergie, et les définitions pour la méthodologie de mesure, ont été décrites en 2007 dans la directive de mesure publiée par l'Association Minergie "Mesures de perméabilité à l'air dans MINERGIE-P® et Bâtiments MINERGIE®" (RILUMI) [1]. Cette directive est basée en premier lieu sur les exigences de la norme EN 13829 [4] et s'inspire en ce qui concerne les limites sur les spécifications des standards des maisons passives [11]. La comparaison avec les définitions et les limites de la norme SIA 180 (1999) [6, 6a] n'est pas possible pas des raisons métrologiques.

Lors de la présentation du projet en 2009, presque exclusivement des immeubles résidentiels et des petits centres administratifs ont été effectués selon les exigences de Minergie-P. Seulement sporadiquement, aussi des bâtiments plus grands de l'administration, industriels et de stockage ont été construits selon Minergie-P. Pour ces bâtiments, les exigences de bâtiments résidentiels ont été respectées à la lettre. Le contrôle final de l'enveloppe du bâtiment a été réalisé toujours avec la mesure de la perméabilité à l'air selon les spécifications de RILUMI [1].

L'expérience du service de Minergie-P a montré que les limites requises pour les nouveaux bâtiments Minergie-P de $n_{50, st} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ sont pour la plupart satisfaites. C'est différent pour les modernisations de Minergie-P l'édition rajoutées en 2009, pour lesquelles, des exigences moins contraignantes de $n_{50, st} = 1,5 \text{ h}^{-1}$ ont été redéfinies. Bien que la limite soit beaucoup moins stricte, cependant elle n'a pas été atteinte à plusieurs reprises, en particulier dans des bâtiments en bois. Toutefois, cette affirmation est basée sur les études encore relativement peu nombreuses, où il faut également tenir en compte que, dans la catégorie de modernisation ou dans les constructions mixtes (modernisation avec une partie neuve), concernant diverses questions sur les modalités de mesure et les évaluations, de nouvelles situations surviennent qui ne sont pas réglementées dans la RILUMI.

En outre, on ne sait pas exactement comment une valeur mesurée peut être reproduite. Ainsi, dans un nouveau bâtiment et dans une rénovation, on ne connaît pas l'ampleur des différences des résultats de mesure, p. ex. à la suite des différentes infrastructures de mesure ou bien de la société chargée des mesures ou bien des conditions climatiques extérieures.

Ce projet doit donc apporter des réponses à ces questions.

Entretemps, il a été également prouvé que, si bien les problèmes énumérés ci-dessus sont importants, surtout dans le cadre de l'étanchéité à l'air, qui doit être démontrée dans la certification Minergie-P, des questions ont été soulevées, lesquelles, selon notre point de vue, ont une priorité encore plus grande (en particulier dans le contexte des mesures de l'étanchéité à l'air chaque fois plus fréquentes dans les grands bâtiments). Ici, nous avons constaté que, pour des raisons opérationnelles et de calendrier, une mesure de l'ensemble du bâtiment n'est plus possible.

Avec la prolongation du projet au début de 2011, de nouveaux objectifs et thèmes ont été également définis. Certains objectifs fixés en 2009 ont donc été omis.

1.2. Objectif

Objectifs pour 2009 :

L'Office fédéral de l'énergie, a, en 2009, commandé à la Hochschule Luzern - Engineering & Architecture (ZIG) la réalisation de l'étude "Mesure pratique "Blower Door" " (infiltrométrie) dans les bâtiments Minergie-P bâtiments". Les questions qui doivent essentiellement être clarifiées par l'étude sont :

- Vérification critique des exigences actuellement en vigueur concernant l'étanchéité à l'air dans les bâtiments MINERGIE-P.
- Analyse des facteurs individuels qui influent sur les valeurs mesurées (entreprise de mesure, climat extérieur pendant la mesure).
- Déterminer le potentiel d'amélioration concernant l'étanchéité à l'air lors d'une modernisation.
- Évaluation de l'influence des apports publics (par exemple, les portes coulissantes et tournantes) sur l'étanchéité à l'air.

Les résultats obtenus sont pris en compte dans la "Directive pour les mesures de perméabilité à l'air dans le MINERGIE-P® et les bâtiments MINERGIE®" (RILUMI). Si nécessaire, les exigences pour l'étanchéité à l'air sont adaptées à Minergie-P.

Objectifs après l'ajustement du projet :

Les travaux suivants ont été déjà partiellement réalisés ;

- Recherches documentaires
- Recherche d'objets pour les essais comparatifs
- Premières mesures dans les essais comparatifs
- Liste de contrôle de développement

Dans les travaux suivants (planifiés en fonction de la description du projet d'origine), il faut renoncer à :

- Mesures nouvelle construction / rénovation
- Mesures avant / après la rénovation (pas d'objets appropriés)
- Influence de la climatologie dans les mesures

Il faut envisager et travailler sur des propositions nouvelles ou plus détaillées pour répondre aux questions actuelles :

- Traiter avec des composants «critiques» (portes industrielles, ascenseur, ...)
- Méthodes de mesure gérables pour les grands bâtiments
- Évaluation des valeurs de mesure secondaires (spécifications des normes)

Ces travaux doivent être réalisés aussi principalement avec la participation de praticiens des mesures (par exemple dans le cadre d'un atelier). On garantit ainsi aussi que les résultats compilés dans la pratique obtiennent une grande acceptation.

1.3. Procédure

Au début des travaux, une recherche sur la littérature spécialisée et documentation a été fait afin de mieux connaître les nouvelles exigences au niveau normatif. Par la suite, l'objet de référence pour l'essai collaboratif a été cherché et sélectionné. Ces mesures ont ensuite été réalisées par 5 équipes de mesure. Parallèlement, des éléments critiques ont été cherchées et mesurés en suite. Également dans le même temps a eu lieu l'atelier avec les praticiens de la mesure, afin d'avoir un large soutien.

1.4. Structure du rapport

Le rapport est structuré par thèmes du programme redéfini en janvier 2011.

On exige des lecteurs des connaissances sur la "Directive pour des mesures de perméabilité à l'air chez MINERGIE- P® et les bâtiments MINERGIE® "(RILUMI) [1] et de la norme EN 13829 (norme SIA 180 206) [2].

2. Travaux effectués

2.1. Recherches documentaires

Sur la base de la liste de littérature du projet de l'Empa MEBLUN [7], créée par Christoph Tanner, de 2004, d'autres publications et normes ont été cherchées et les importantes ont été incluses dans la liste.

Du fait que la liste de la littérature du projet de l'Empa n'a pas été publiée, la liste complète est disponible dans l'annexe 6.1

2.2. Mesures comparatives

Sélection de l'objet :

À l'origine, on a essayé de trouver 2 objets pour l'essai collaboratif inter-laboratoire. Ceux-ci devraient être situés d'une part dans le nord-ouest, d'autre part dans l'est de la Suisse.

D'autres exigences supplémentaires pour les bâtiments d'essai étaient :

- MINERGIE ou Minergie-P Standard
- avec système de ventilation contrôlé avec récupération de chaleur
- Maison habitée / Caractère de bureau
- Bonne disponibilité de temps
- Adapté pour toutes les mesures partielles
- propriétaires / utilisateurs bienveillants, qui permettent des mesures

Après une longue évaluation, deux bâtiments de maternelles ont été trouvés, lesquels répondent à ces exigences. D'une part, une maternelle à Jegenstorf, évaluée par Harald Siegrist, qui a été introduit dans l'équipe comme assistant externe, d'autre part la maternelle Hagen dans l'Illnau-Effretikon (label Minergie n° ZH-1170).

Lien vers l'objet : - MINERGIE-Objekt-Link:

<http://www.minergie.ch/buildings/de/details.php?qid=ZH-1170>

Après le réglage des thèmes du projet en janvier 2011, on a décidé, cependant, que les mesures pour le test interlaboratoire soient effectuées uniquement à Illnau-Effretikon. Les images suivantes montrent les structures essentielles du bâtiment d'essai choisi de la maternelle de Hagen.

Spécifications techniques : La maternelle a 3 systèmes de ventilation et un chauffe-eau avec pompe à chaleur. Ces installations sont dans une salle des machines, entièrement à l'intérieur de l'enveloppe thermique du bâtiment et se trouvent ainsi dans la zone de mesure.



Figure 1 : Vue de l'extérieur de la maternelle d'Illnau-Effretikon

Source : Liste de bâtiment Minergie ; <http://www.minergie.ch/buildings/de/bildmain.php?gid=ZH-1170&imgcount=1>

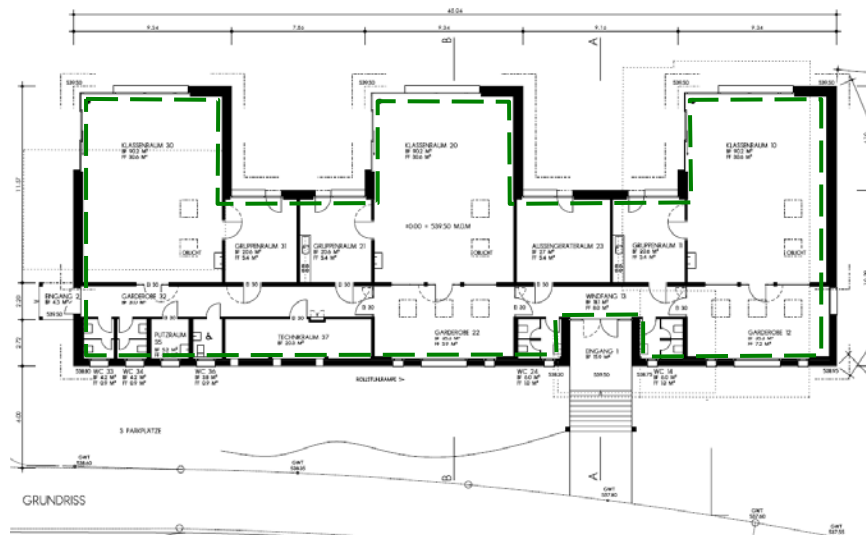


Figure 2 : Plan d'étage avec un niveau d'étanchéité à l'air inscrit

Source : Plan d'étage de SRT Architekten AG, 8044 Zürich

Schéma de la zone de mesure

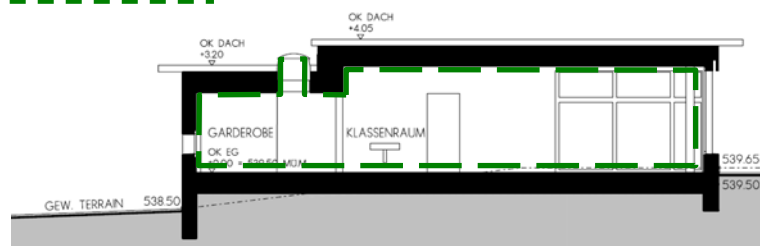


Figure 3 : Section avec niveau d'étanchéité à l'air inscrit

Source : Section de SRT Architekten AG, 8044 Zurich

Équipes de mesure :

Dans l'essai inter-laboratoires, six entreprises de mesure ont pris part. Deux équipes ont utilisé deux types différents, de manière à ce qu'un total de 8 mesures soit effectué.

- Awerk architekten AG, Toni Fahrni, Schulgasse 18, 3280 Murten
- Bau-Check Tanner, Christoph Tanner, Irchelstrasse 28, 8400 Winterthur
- Clicon AG, Hansjörg Fähr, Rebhaldenstrasse 63, 8625 Gossau – Zurich
- Energietechnik Lehner, Christoph Lehner, Tina 4, 9467 Frömsen
- Hochschule Luzern T&A, Beda Bossard, Technikumstrasse 21, 6048 Horw
- Otmar Spescha Ingenieurbüro für energieeffizientes Bauen, Otmar Spescha, Untere Mangelg 3, 6430 Schwyz

Spécifications :

Pour les mesures, les directives suivantes ont été données :

- Mesure 1 : Toute l'école maternelle, toutes les pièces (avec cette condition, il n'y a pas de zones voisines)
- En dépression et surpression
- Lieu de montage du "Blower Door": porte du WC des filles est.
- Deuxième mesure avec décision sur place, en fonction du temps et de la situation.
- Mesures selon RILUMI, méthodes de mesure : B
- Le calcul des grandeurs de référence (calculer superficie AE et volume VT) exige cependant un certain temps, mais est un facteur important pour les évaluations et comparaisons.
- Joints provisoires : Pour les mesures ont été valides pour toutes les équipes de mesure les mêmes spécifications. Avec l'aide de films plastiques préparés, les 3 ouvertures d'air frais dans la façade est et les 3 tubulures sur le toit plat ont été colmatées avec l'aide du chef de projet Ch. Tanner. Il faut rajouter à cela, les entrées et sorties d'air qui sont situées sur le toit provenant du chauffe-eau à pompe à chaleur.
- Le matériel pour les étanchéités provisoires est disponible sur place.
- Christoph Tanner est présent pendant dans toutes les mesures et fournit des informations et de l'assistance.
- Le rapport doit être écrit comme s'il devait servir de base pour le service de certification Minergie-P comme mesure d'acceptation.
- Cela comprend également les 2 pages avec le résumé des résultats.

Résultats :

Affectation des mesures aux instruments de mesure utilisés :

Mesure 1		Minneapolis type 3 avec cellule de charge
Mesure 2		Minneapolis Type 4 avec APT
Mesure 3		Minneapolis Type 4 avec DG 700
Mesure 4		Minneapolis Type 4 avec DG 700
Mesure 5		Blowtest 3000
Mesure 6		Minneapolis Type 4 avec DG 700
Mesure 7		Minneapolis Type 4 avec DG 700
Mesure 8		Minneapolis Type 4 avec APT

Tableau 1 : Affectation des instruments de mesure aux mesures

Calculs des valeurs de référence

Chaque équipe a mesuré elle-même les valeurs de référence en se fondant sur des documents de planification soumis.

Définitions :

Enveloppe A_E [m²] La surface de l'enveloppe du bâtiment examiné ou de l'unité d'utilisation est la superficie totale de tous les planchers, murs et plafonds / toits, qui renferment/entourent le volume analysé. Les murs et les planchers au sol et les zones annexes non chauffées sont inclus.
C'est important pour la certification des bâtiments selon le label Minergie-A (ECO) - et le label Minergie-P (ECO).

Volume V_T [m³] Le volume interne correspond au volume d'air dans le bâtiment examiné ou l'unité d'utilisation. Il est calculé en multipliant la surface de plancher nette par la taille hauteur libre moyenne du plafond.
C'est important pour la certification des bâtiments selon l'Institut des Maisons Passives .

Évaluation du calcul de la valeur de référence :

Surface de l'enveloppe :

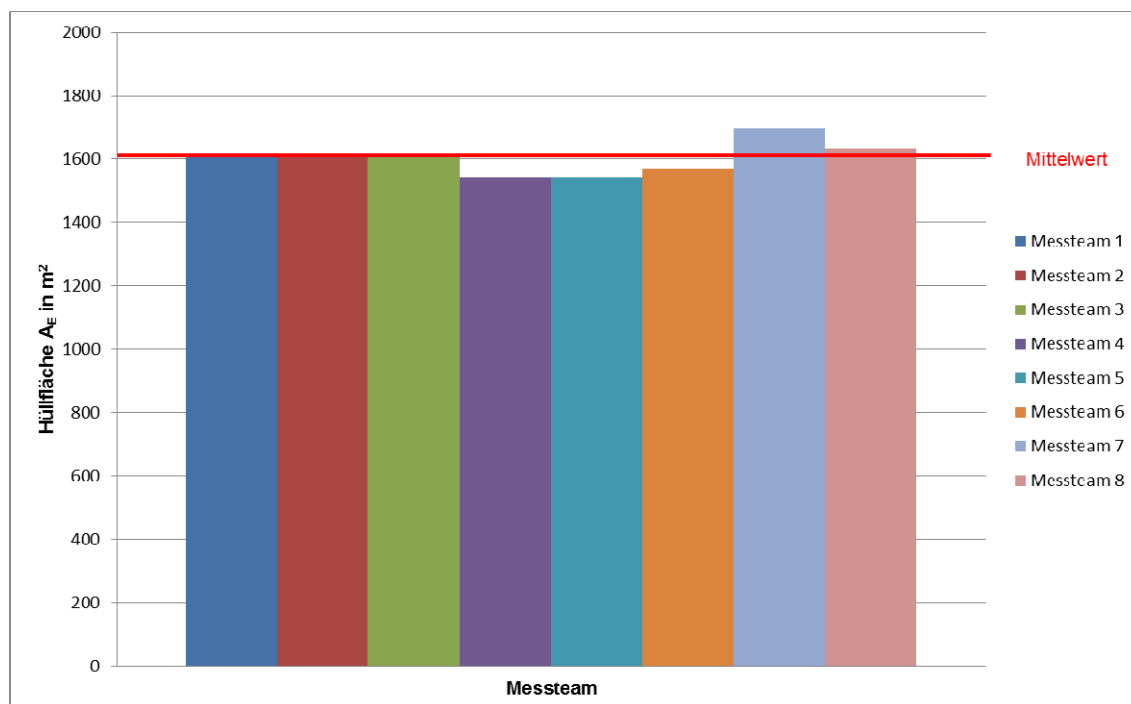


Figure 4 : Surface de l'enveloppe calculée en m² de mesures de 1 à 8 ; Moyenne = 1 603 m²

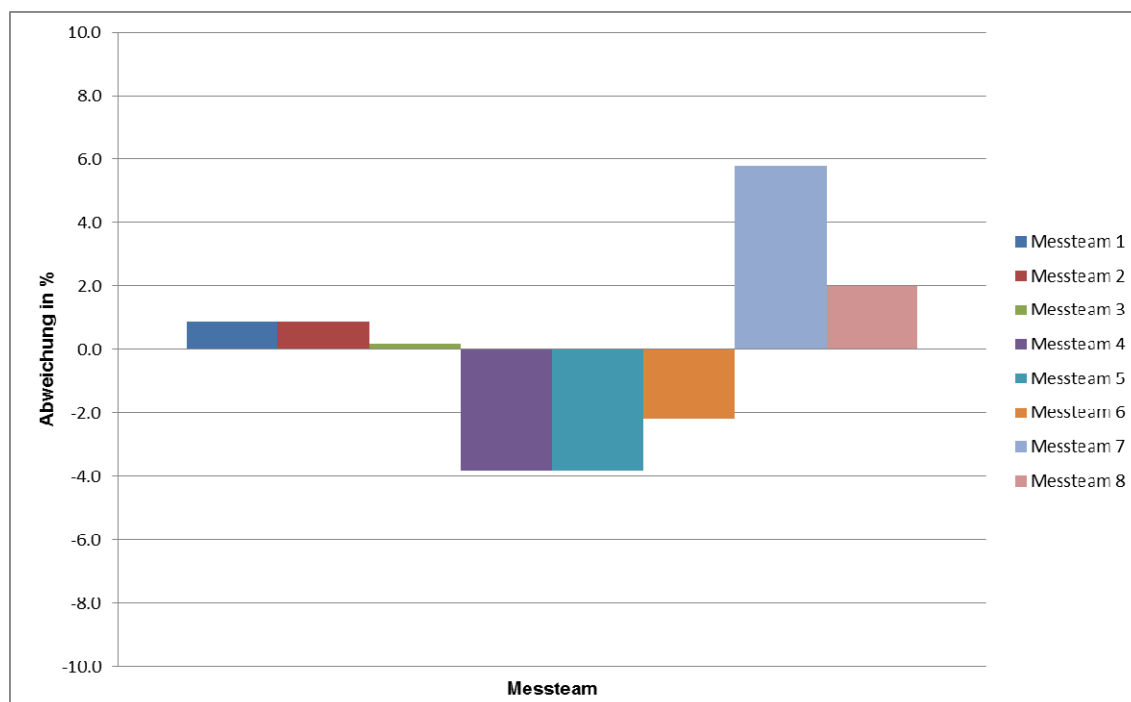


Figure 5 : Écarts des surfaces d'enveloppe des différentes mesures en % par rapport à la moyenne

Volume :

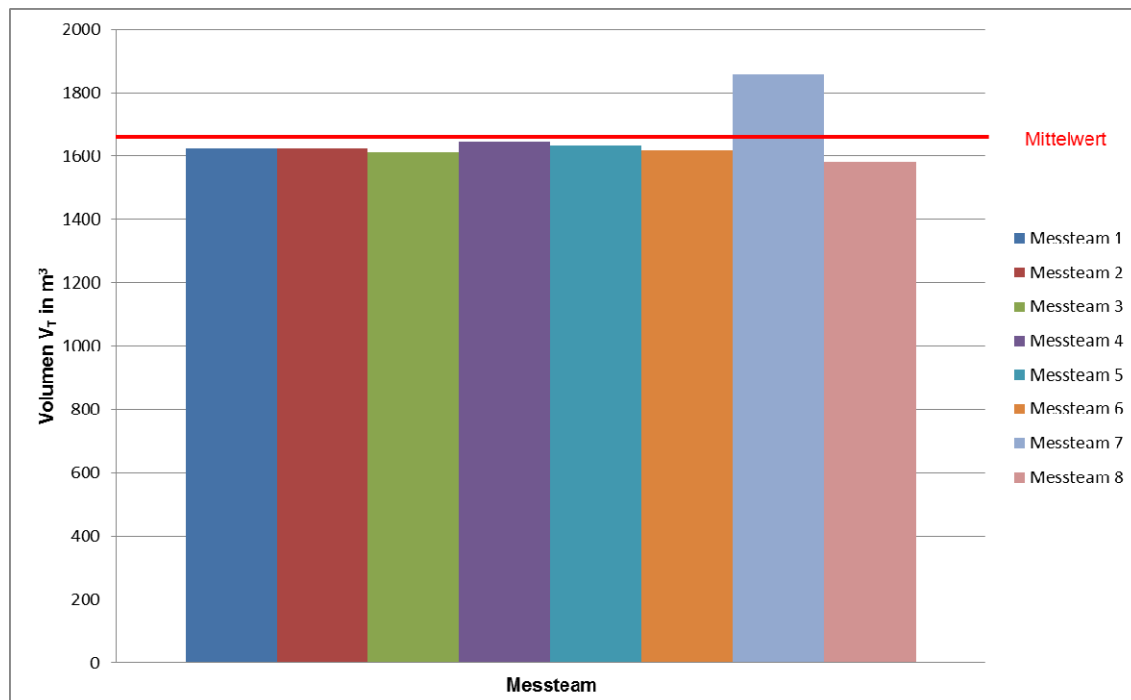


Figure 6 : Volume calculé en m^3 des mesures de 1 à 8 ; Moyenne = $1,650 m^2$

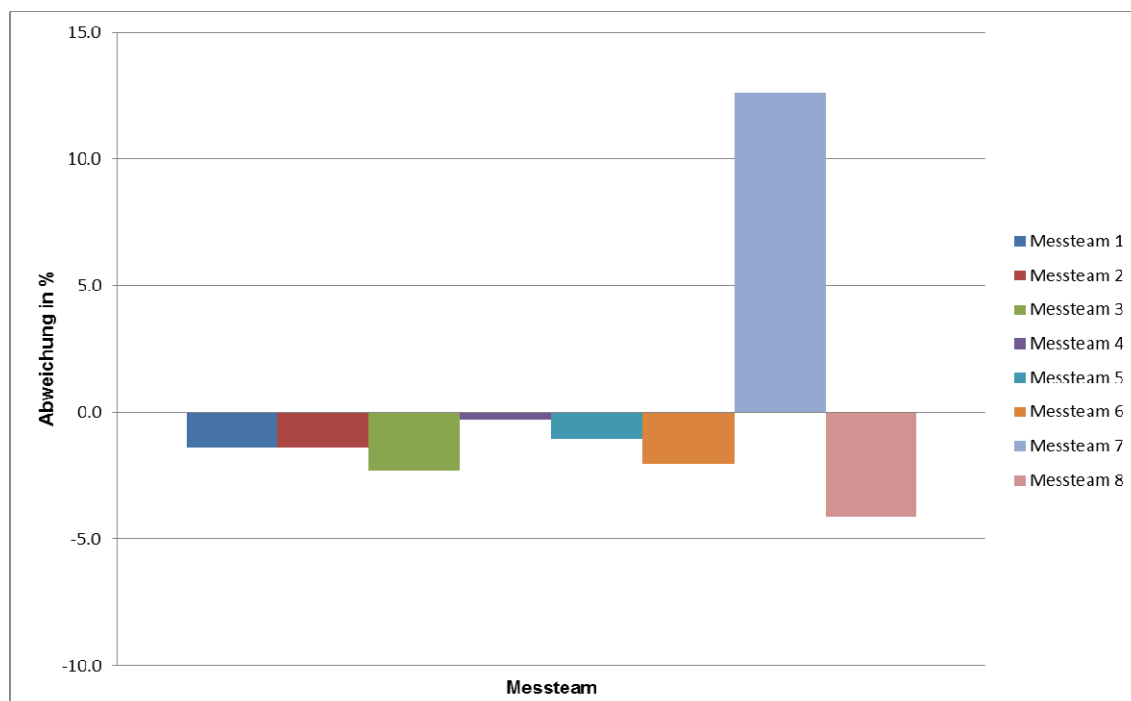


Figure 7 : Écarts des volumes des différentes mesures en % par rapport à la moyenne

Dans la norme EN 13829 [4], dans le point 8.2, on parle d'une incertitude typique des valeurs de référence de 5% à 10%.

Dans l'addendum de l'association Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e. V. [13] (Association sur l'étanchéité à l'air dans la construction) sur la norme DIN EN 13829 [analogue 4], on définit l'incertitude partielle des mesures selon la détermination des valeurs de référence comme suit :

- Avec détermination précise de 3%
- Avec détermination par échantillonnage de 6%
- Avec estimation de 12%

L'évaluation de ces paramètres dans le test interlaboratoire réalisée montre que les écarts se situent presque toujours dans les valeurs de référence au-dessous de 5%.

Évaluation des volumes mesurés V_{50} [m^3/h] :

Courant volumique V_{50} dépression [m^3/h] :

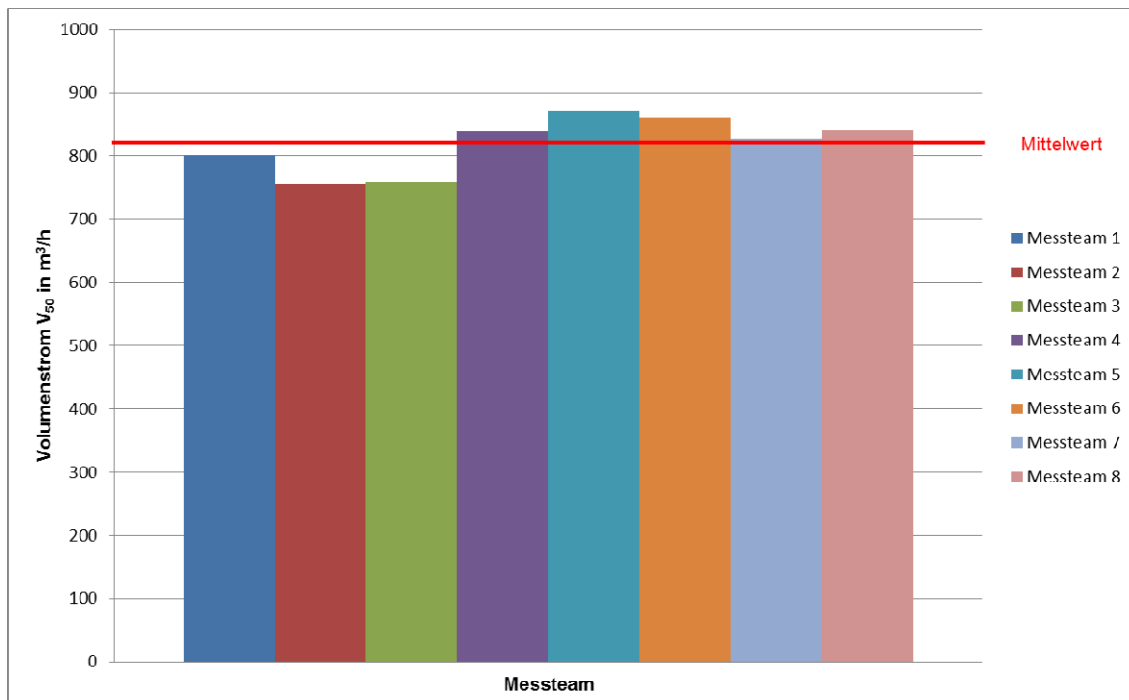


Figure 8 : Courants volumiques calculés des mesures 1 à 8 avec un dépression en m^3/h ; Moyenne = $819 \text{ m}^3/\text{h}$

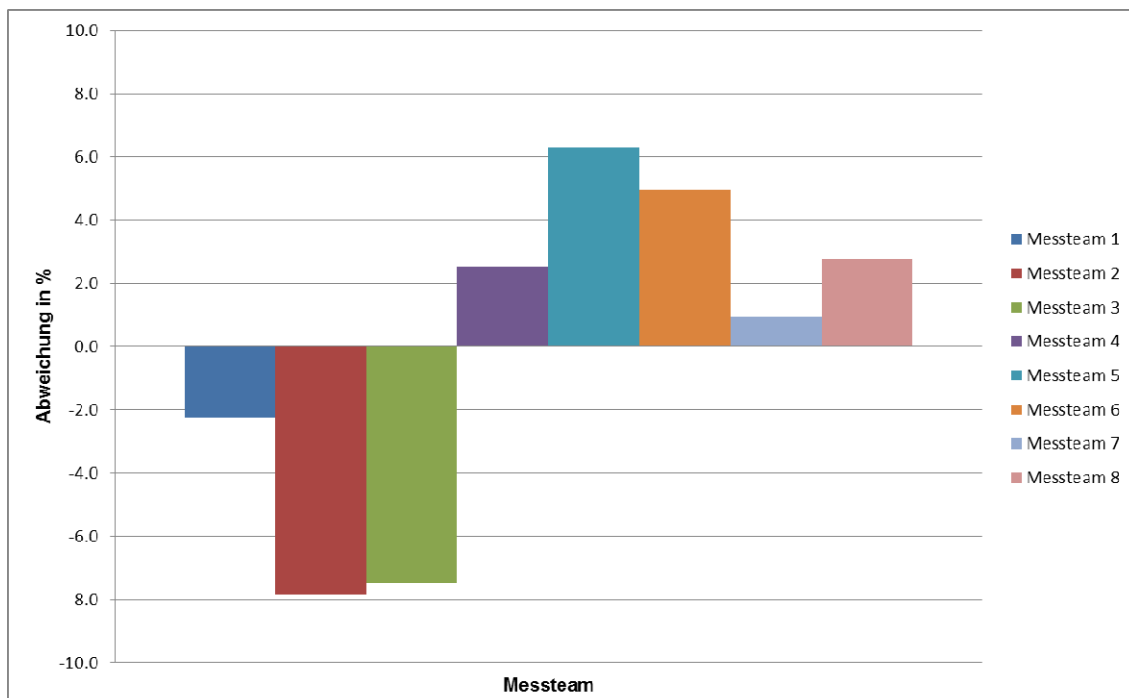


Figure 9: Écarts des dépressions des courants volumiques des différentes mesures en % par rapport à la moyenne

Courant volumique V_{50} Surpression [m^3/h] :

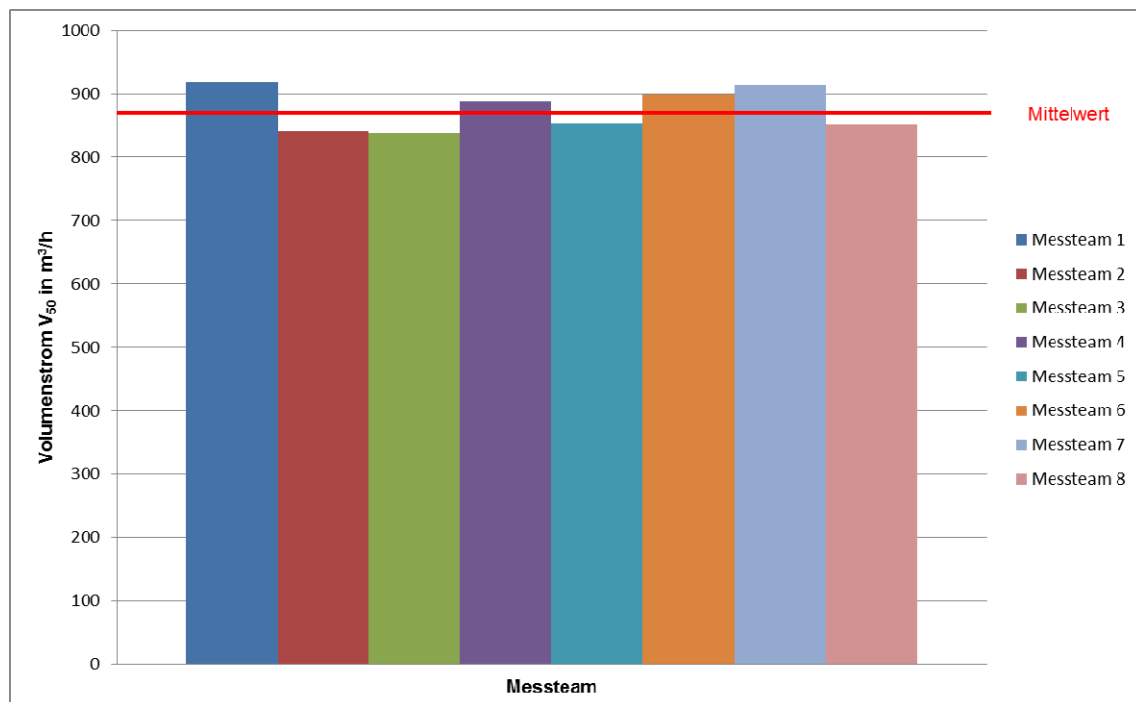


Figure 10 : Courants volumiques des mesures 1 à 8 avec dépression en m^3/h ; Moyenne = $876 \text{ m}^3/\text{h}$

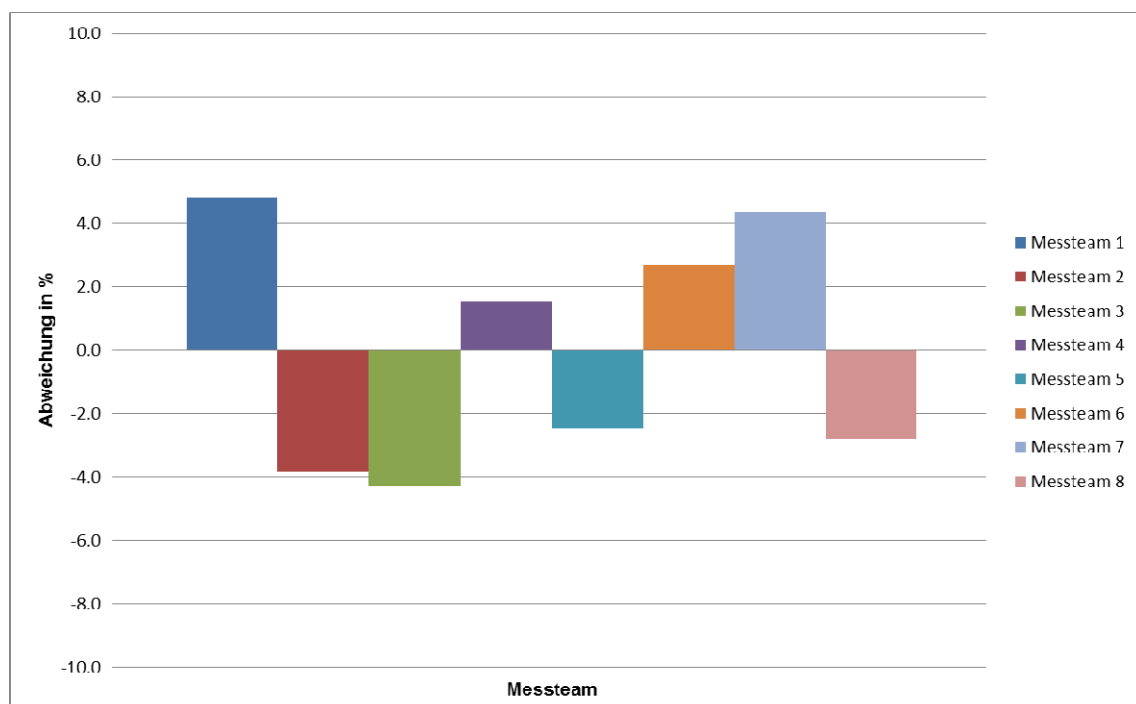


Figure 11 : Écarts de la surpression de courant volumique des différentes mesures en % par rapport à la moyenne

Valeurs caractéristiques calculées q_{50} et

$n_{50, st}$

q_{50} est le courant de fuite relative à surface de l'enveloppe avec 50 Pa de différence de pression. [$m^3 / (h * m^2)$]

$n_{50, st}$ est le courant de fuite relatif à la surface de l'enveloppe multiplié par le facteur de forme standardisé de 0,8. Ceci correspond au rapport de la surface d'enveloppe avec le volume interne. [h^{-1}]

q_{50} -valeurs :

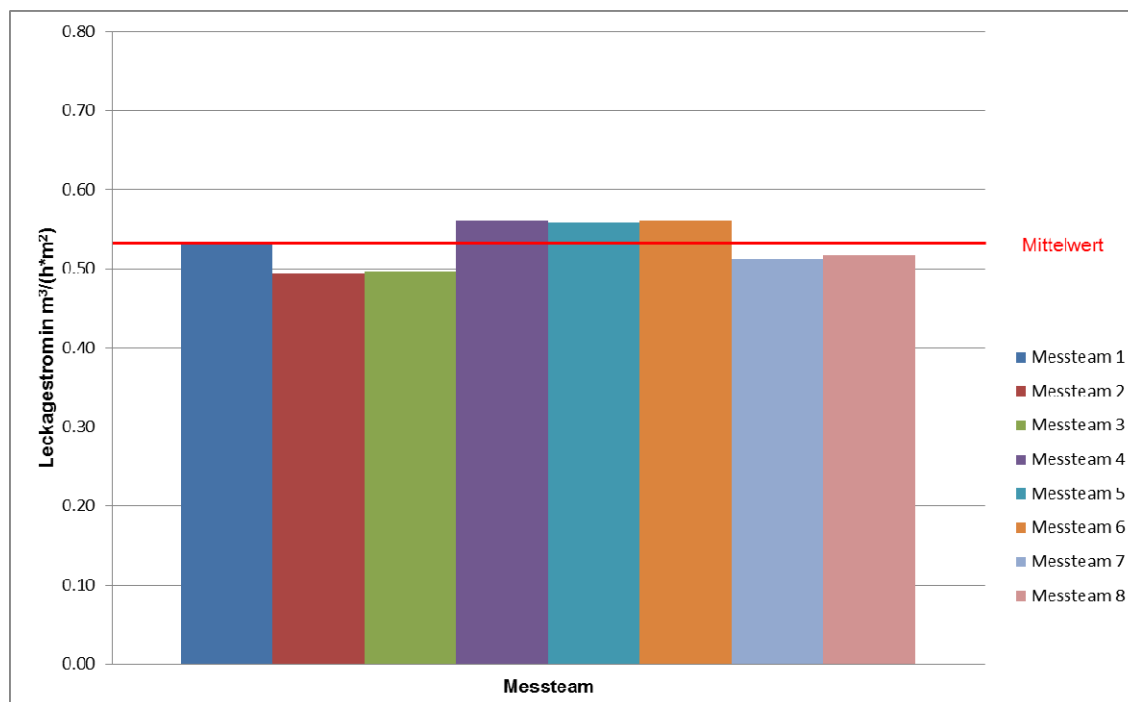


Figure 12 : Valeurs q_{50} calculées des mesures 1 à 8 comme moyenne des dépressions et surpressions en $m^3 / (h * m^2)$

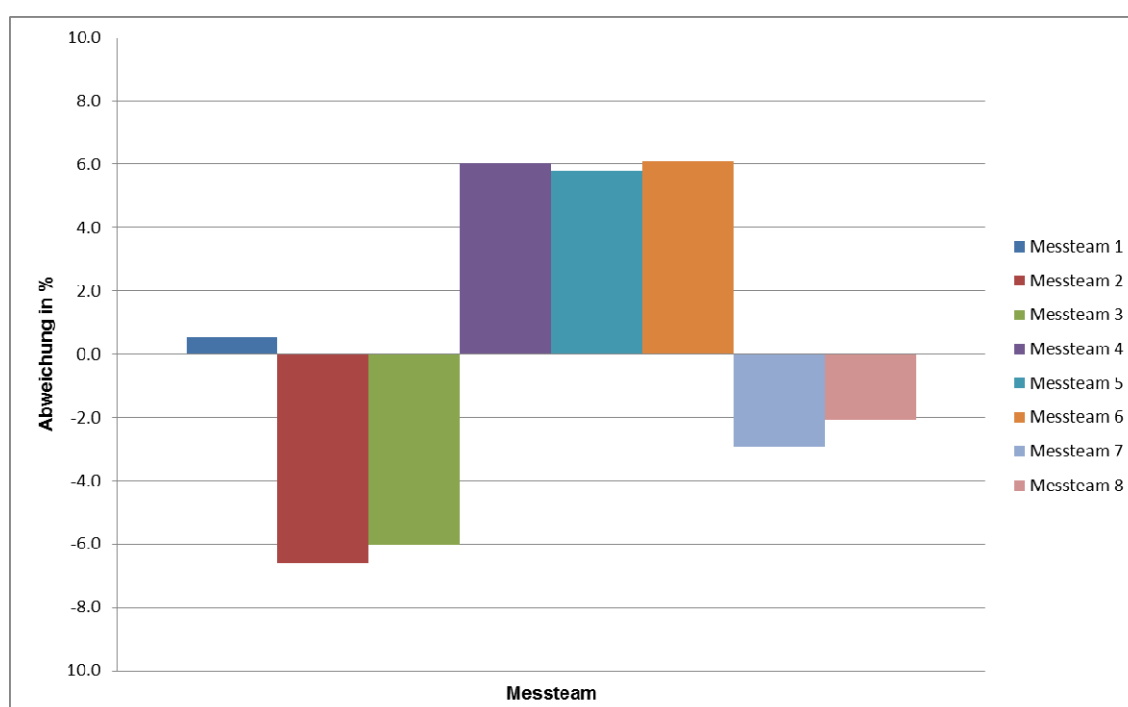


Figure 13 : Écarts des valeurs caractéristiques q_{50} des différentes équipes de mesure en% par rapport à la moyenne

$n_{50, st}$ -valeurs :

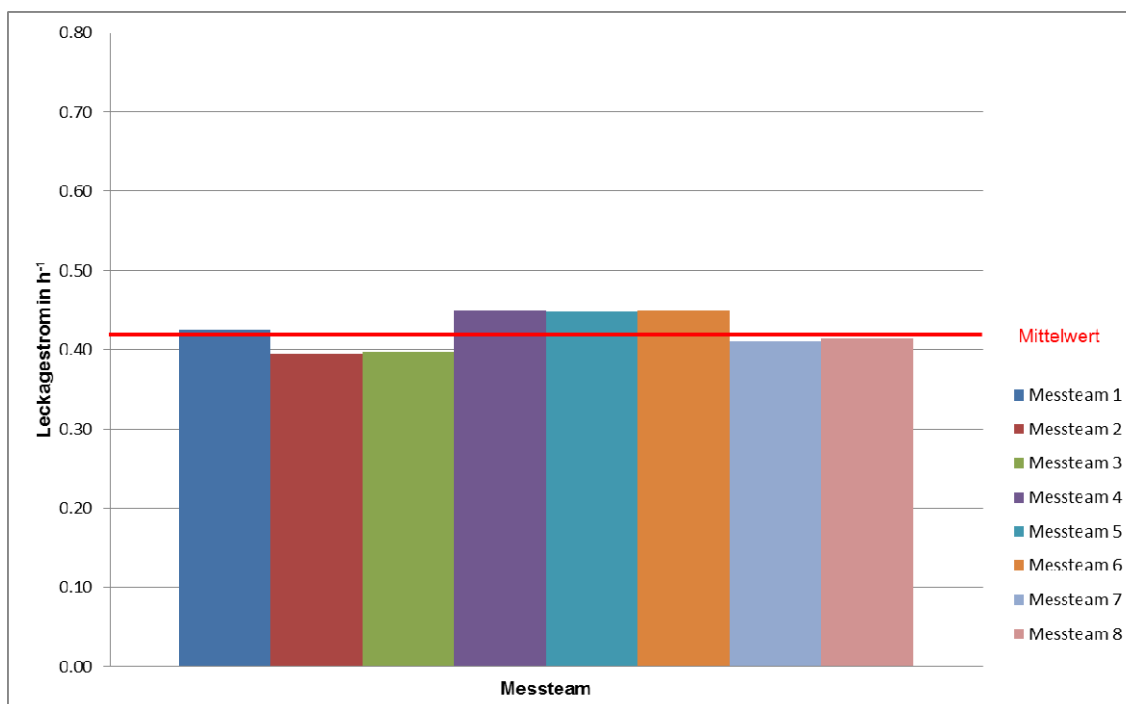


Figure 14 : Valeurs $n_{50, st}$ calculées des mesures 1 à 8 comme la moyenne comme dépression et surpression en h^{-1}

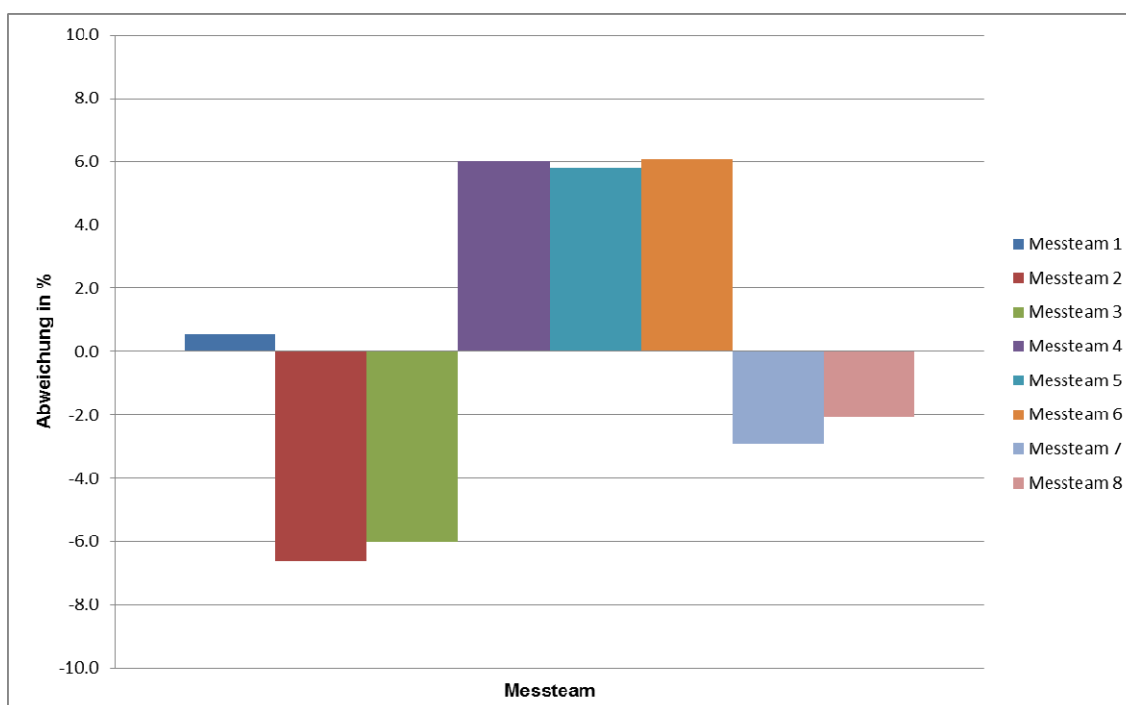


Figure 13 : Écarts des valeurs caractéristiques $q_{50, st}$ des différentes équipes de mesure en % par rapport à la moyenne

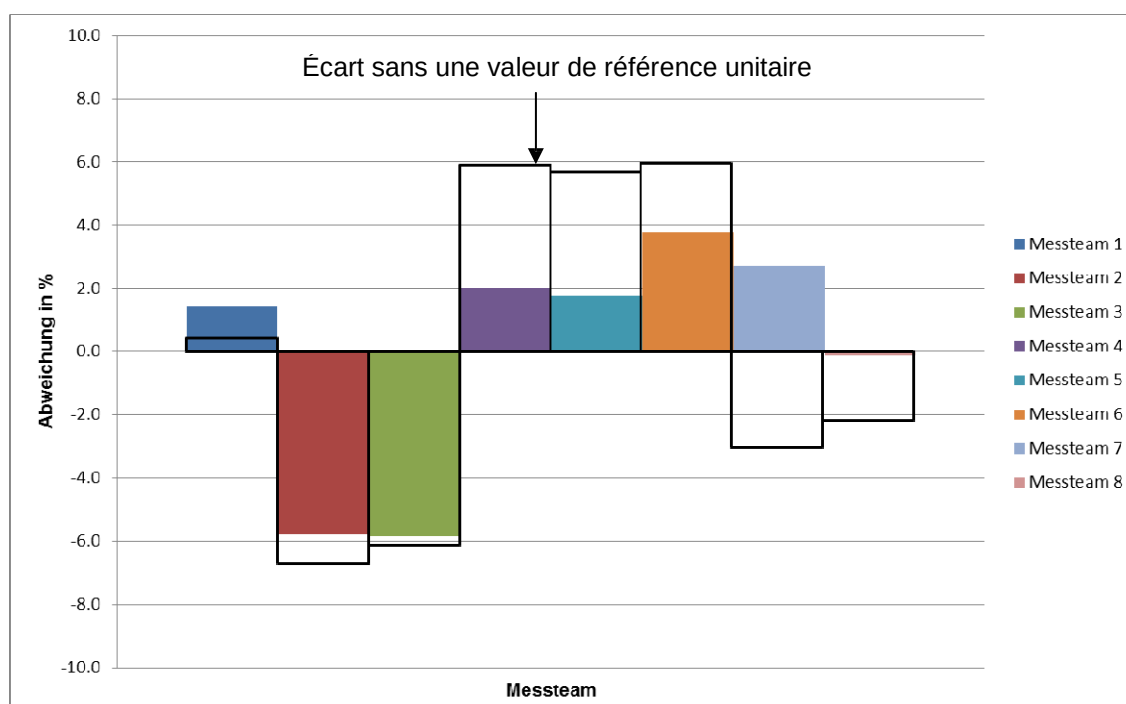


Figure 16 : Écarts des valeurs caractéristiques q_{50} et $n_{50, st}$ la mesure individuelle des équipes en % par rapport à la surface de l'enveloppe moyenne de 1603 m²

Conclusion :

Les résultats montrent que les écarts des courants volumiques des enveloppes dans l'essai interlaboratoire effectué se situent dans une plage de $\pm 7\%$. Ceci se situe dans un cadre normal.

Une déclaration sur la dépendance de l'appareil ne peut pas être faite, car une seule mesure a été réalisée avec le dispositif Blowtest 3000. Toutes les autres ont été réalisées avec le dispositif Minneapolis BlowerDoor.

En 2010, des essais interlaboratoire ont été également effectués en Allemagne [14] et dans la République tchèque [15]. Dans ces essais, dans deux tiers de participants, les écarts des courants volumiques sont situés dans la plage de $\pm 7\%$.

Résultats de la détection des fuites :

Extrait de la RILUMI [1] :

La détermination du taux de change de l'air est une mesure quantitative. Le résultat de la mesure ne dit pas, où sont les fuites restantes. Cette question peut être répondue avec la recherche de fuites qualitative. Dans le cas de problèmes et de dégâts au bâtiment, la recherche de fuites est généralement obligatoire, parce que seulement ainsi, la cause peut être trouvée.

Dans chaque mesure, une fuite "faible" est une condition **nécessaire pour** passer un examen préalable. (Voir. chap. 5 de la directive de mesure)

Si le client exige, en plus une recherche de fuites supplémentaire (non obligatoire, mais recommandée) avec une documentation sur la localisation des fuites, il faudra respecter pour cela :

- Pression de référence : 50 Pascal
- Détection de fuites avec dépression

Cela garantit que lors de la visualisation / mesure des lieux de fuite, toujours les mêmes conditions de sortie prévalent. En fonction de la situation, des comparaisons de fuites quantitatives sont possibles.

Détection de fuites dans l'école maternelle de Hagen, avec 50 Pa de dépression :

Toutes les équipes ont procédé à une détection de fuites à 50 Pascal de pression négative avant ou après la mesure, afin de localiser la position des plus grandes fuites. Cette détection de fuites a été réalisée en fonction des options disponibles avec :

- Thermographie (n'était pas possible dans tous les cas, en raison des différences de température)
- Baguettes de fumée / générateur de brouillard
- Petits tubes de vérification de courant
- manuellement
- avec anémomètre
- de manière auditive (sifflements)
- avec des fils de laine

La liste suivante présente un résumé des fuites trouvées, ou bien un commentaire sur les composants. Dans certaines, on sait qu'elles sont des points névralgiques en ce qui concerne les fuites d'air.

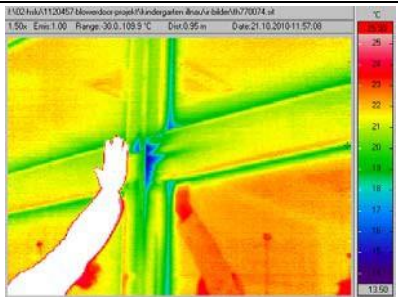
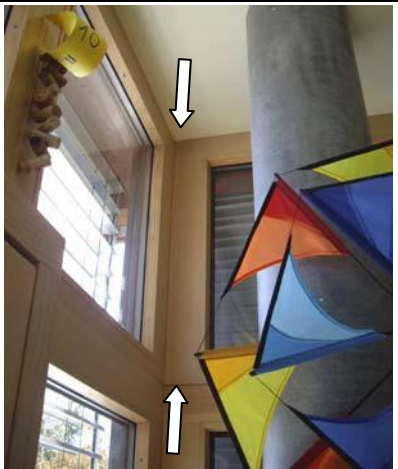
N° de zone	Chambre et composant	Photo
1a	Classe sud : Portes basculantes et coulissantes : suffisamment étanches (par rapport aux techniquement faisables aujourd'hui) = bien !	
1b	Fenêtre : Jonctions des fenêtres (classe Kämpfer) : fortement perméables à l'air	 
1c	Coin sud : non étanche	
1d	Fenêtre à tabatière : suffisamment étanche, OK	
1e	Prises électriques : étanches, OK	

Tableau 2: Fuites dans la zone 1 avec commentaires, image IR et photos

2a	Salle de groupe C : Porte-fenêtre : fuite évidente : en bas à droite à côté de la plinthe Joint restants des fenêtres : OK	
2b	Prises électriques : OK	

Tableau 3 : fuite de la zone 2 avec un commentaire et une photo

3a	WC / chambre de produits de nettoyage (sud-est) : Aucune fuite importante détectée	
----	--	--

Tableau 4 : Fuites de la zone 3 avec un commentaire

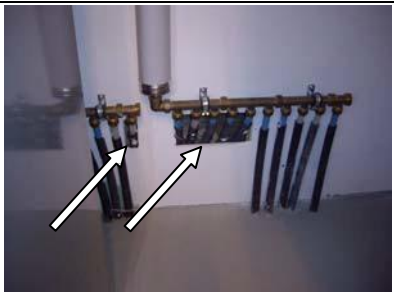
4a	Cambre des équipements techniques : Distribution d'eau chaude côté ouest : Fuites, courant d'air à travers les ouvertures des panneaux.	
4b	Traversées électriques sur le plafond : OK	
4c	Distributeur chauffage au sol : OK	

Tableau 5 : fuites de la zone 4 avec commentaires et photos

5a	Salle de groupe B : étanche : OK	
----	--	--

Tableau 6 : fuite de la zone 5 avec un commentaire

6a	Classe au milieu : Portes basculantes et coulissantes : suffisamment étanches (par rapport aux techniquement faisables aujourd'hui). Certaines fuites sont détectables avec la main	
6b	Fenêtre : (analogue à 1b) Jonctions des cadres classe « Kämpfer » : fortement perméables à l'air Baguettes de verre aux vitres : aussi des courants de fuite détectables. En général : les jonctions des cadres	
6c	Prises électriques : étanches, OK	

Tableau 7 : Fuites de la zone 6 avec commentaires

7	Hotte de ventilation de la cuisine: N'est pas pris en considération, car on utilise de l'air de convection!	
---	---	--

Tableau 8 : Fuites de la zone 7 avec un commentaire

8	Vestiaire B : Windows et puits de lumière : OK	
---	--	--

Tableau 9 : Fuites de la zone 8 avec un commentaire

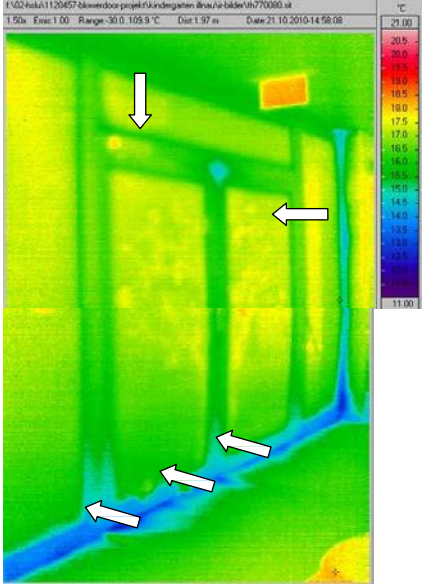
9	Entrée principale nord-est : Fuites modérées à sévères dans les joint au sol. Les joints de portes d'entrée deviennent, comme le prouve l'expérience, plus rapidement perméables que les joints des fenêtres. Raison : La précision (ajustement) de la fermeture de la porte se dérègle rapidement et l'usure des joints est élevée.	 
---	--	--

Tableau 10 : Fuites de la zone 9 avec un commentaire, une image infrarouge et photo

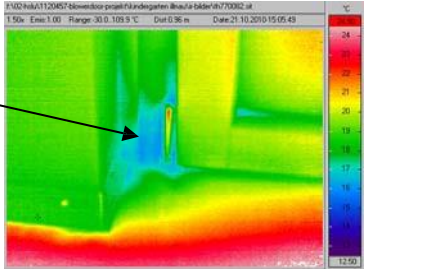
10	Chambre de groupe A : Porte-fenêtre en bas à gauche: Attention ! Malgré un affichage IR, aucune fuite importante ! Probablement : pont thermique	 
----	--	--

Tableau 11 : Fuite de la zone 10 avec un commentaire, une image infrarouge et photo

11a	Salle de classe nord : Portes basculantes et coulissantes : assez étanche, mais à l'intérieur de la maternelle pire.	
11b	Fenêtre : (analogique 1b) jonctions cadre chez Kämpfer : Fuite importante En générale : joints des cadres de fenêtre: fuite modérée.	
11c	Puits de lumière et prises : OK	

Tableau 12 : Fuite de la zone 11 avec des commentaires

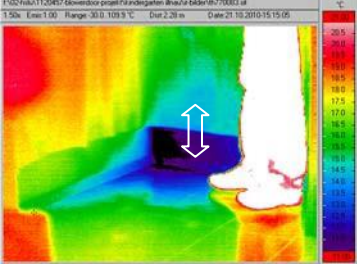
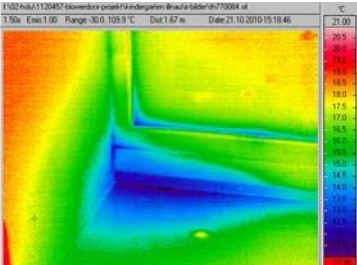
12a	Vestiaire A : Zone nord : courants de fuite partiellement forts à travers le joint de connexion à l'étage (fissure sous la plinthe). Raison pour laquelle il est visible en haut : Un meuble dans le coin qui dévie le courant d'air froid vers le mur.		
12b	Même cause à gauche, dans la fenêtre au nord-ouest. Ici, il y avait un canapé d'enfant devant.		

Tableau 13 : Fuite de la zone 12 avec des commentaires, des images IR et des photos

2.3. Liste de contrôle pour entrepreneurs de construction

La base de suggestions développée par des experts en la matière (voir l'annexe 6.2) sert aux entrepreneurs en construction à contrôler, avant la première mesure de l'étanchéité à l'air, le niveau d'étanchéité à l'air sur la base de divers points pertinents pour la mesure.

Dans la recherche de littérature, la publication de W. Rein intitulée "Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, assurance qualité dans la construction des moyens de mesure BlowerDoor, outil d'aide pour le maître d'ouvrage" [9] nous a attiré l'attention. Dans cette publication, des applications pratiques pour les exécutants de la construction sont décrites.

2.4. Atelier

Le 28 juin 2011, un atelier a été organisé à Lucerne par l'Association de thermographie suisse (theCH), par le groupe BlowerDoor et par la Hochschule Luzern - section d'ingénierie et architecture dans le cadre du projet BFE dans les sections suivantes.

Les experts en étanchéité à l'air suivants y ont participé :

Tanner Christoph (président)	Baucke-Tanner; directeur du theCH Blower-Door-Gruppe	Notter Gregor	HSLU; l'office de certification Minergie-P
Bossard Beda	HSLU; Office de certification Minergie-P	Mühlebach Hans	QC-Expert AG; Experts en commages dans la construction
Fäh Hansjörg	Clicon AG; Experts en mesure Blower-Door		
Schöni Marco	Xella Porenbeton Schweiz AG; Blower-Door-Messexperte		
Isabaeva Kenjagul	Gartenmann Engineering AG; Blower-Door-Messexpertin		
Truffer Philipp	Truffer Ingenieurberatung AG; Blower-Door-Messexperte		
Schnieper Bärli	Ultraschall Messtechnik; Experts en technique de mesure		

Les sujets suivants ont été abordés :

- Aperçu sur les grands bâtiments mesurés en Suisse
- Discussion sur le thème des grands bâtiments / q_{50} contre n_{50} en Allemagne
- Discussion sur les questions relatives aux immeubles habités / tâches 1 - 9
- Deux concepts de grands bâtiments
- Discussion sur les questions relatives aux immeubles non résidentiels / objets 10-12
- Mesures de façades et références aux normes et spécifications des composants de modules ou bien prémisses des modules Minergie
- Propositions de mesures, y compris sur la base des exemples discutés

Questions / tâches :

9 questions préliminaires sur les résultats de mesure dans les bâtiments résidentiels et 3 questions sur les grands bâtiments ont été posées aux participants.

L'évaluation des réponses sur les bâtiments résidentiels montre que indépendamment des la question ou participants, l'organisation des tâches a été interprétée et répondue différemment.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ja	nein	nein	nein	nein	ja aber...	nein	nein	nein
2	ja	nein	ja	nein	ja	ja aber...	ja	ja	ja
3	ja	ja aber...	ja aber...	nein	ja	ja	nein	ja	nein
4	ja	nein	ja	ja	nein	ja	ja, aber...	nein	nein
5	ja	nein	ja	nein	nein	ja aber...	nein	ja	nein
6	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	ja	nein
7	ja	nein	ja	nein	nein	ja aber...	ja	ja	nein
8	nein	ja	nein	nein	---	nein	ja, aber...	ja, aber...	nein
9	ja	nein	nein	ja, aber...	nein	ja aber...	ja, aber...	---	nein

Figure 17 : Matrice pour évaluer les réponses des participants (bâtiments résidentiels).

Bâtiments résidentiels :

Après de longues discussions sur des questions individuelles, un consensus a pu être trouvé. On peut le voir dans le graphique ci-dessous.

Études de cas / bâtiments résidentiels RILUMI												
N°	Question :	Valeur q50	Experts									Consens
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Les deux courbes de mesure ont seulement 3 points chacune (à dépression et surpression: 20, 40, 60 Pa) Moyenne des deux séries de mesures	0,70	oui	non	non	non	non	oui,	non	non	non	non
2	Une série de mesures a une corrélation $r = 0,968$ (10 points de mesure), sachant que surtout les 4 points de mesure inférieurs (jusqu'à 40 Pa et jusqu'à 100 m ³ / h). Appareils de mesure : Blowtest 3000 valeur	0,70	oui	non	oui	non	oui	oui,	oui	oui	oui	oui,
3	Une mesure a dans la série de surpression une valeur $n = 1,1$ (courbe de mesure de 20 à 80 Pa) Dépression : tout est OK avec la valeur q50 0,35 Moyenne de deux séries de mesures moyennes	Press. = 0,65 Dépress. = 0,35	oui	Oui, mais ...	oui,	non	oui	oui	non	oui	non	Non, mais
4	Mesure correctement détectée, valeur moyenne	0,81	oui	non	oui	oui	non	oui	oui,	non	non	oui
5	Un résultat de la mesure trop élevé avec une courbe de dépression et surpression correctes est affiché. Des colmatages de fuites des toitures ont été après entrepris.	(0,90)	oui	non	oui	non	non	oui, mais	non	oui	non	non
6	Les mesures finales ont comme résultat q50 0,63 Il y a une mesure d'orientation bien documentée d'un point à 50 Pa de dépression et de surpression. Valeur moyenne des deux points de mesure	0,63 0,30	non	non	non	non	non	non	non	oui	non	non
7	Mesure correctement déclarée, Dépression : $r = 0,982$, $n = 0,68$, valeur q50 0,69 Surpression : $r = 0,971$, $n = 0,95$, valeur q50 0,87 Vent: Beaufort 3 avec environ 6 m / s Valeur moyenne des deux séries de mesures	0,78	oui	non	oui	non	non	oui, mais	oui	oui	non	oui
8	Bon mesure d'un appartement d'habitat collectif, combles, construction en bois. Il manque : informations sur l'état des appartements voisins au-dessous et à côté (fenêtre ouverte ou fermée ?).	0,70	non	oui	non	non	---	non	Oui, mais ...	oui,	non	non
9	Habitat individuel avec salle de bricolage et d'équipement technique dans le sous-sol (dans une enveloppe thermique) Mesures : Valeur moyenne des deux séries de mesures, avec sous-sol (salle de bricolage) valeur moyenne des deux séries de mesures, sans sous-sol	0,90 0,70	oui	non	non	oui, mais	non	Oui, mais ...	oui, mais ...	--	non	oui, mais ... non

Figure 18 : les réponses individuelles des participants et le consensus (après discussion) dans les bâtiments résidentiels.

Non résidentiel :

Sur la base des objets concrets, qui se trouvaient au moment de l'atelier en cours de construction, les questions relatives au zonage, au concept de mesure et aux mesures partielles ont été posées. Les réponses appropriées et le consensus trouvé dans le tableau ci-dessous sont visibles.

Études de cas / RILUMI - Pas de bâtiments												
N°	Question :	Valeur q50	Experts									Consens
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
10	Mesure totale d'un bâtiment commercial, VT = 20 000 m ³ , AE = 6.500 m ² divers utilisations, commerces, bureaux, entrepôts. Pas de concept de mesure existant. Pression de mesure maximale : jusqu'à 30 Pa, 5 points de mesure Moyennes de mesure.	0,35	non	non	Non, mais	non	---	oui,	non	---	non	non
11	Mesure totale d'une usine de production (le concept prévoit seulement 1 mesure totale). Bâtiment : VT = 40 000 m ³ , AE = 11 000 m ² Pour la mesure de tous les composants critiques (1 ascenseur, 4 portes roulantes, une porte tournante) ont été étanchéifiés. Pression de mesure maximale : jusqu'à 30 Pa, 5 points de mesure Moyennes de mesure. (conversion à 50 Pa)	0,72	oui	non / oui	oui	non	---	non	non	---	oui	oui
12	Grand bâtiment, concept de mesure existe. On crée à travers une structure auxiliaire arrière (des panneaux OSB collées) un espace pour mesurer une zone de la façade (avec 90 % de fenêtres). Valeur mesurée uniquement par rapport à la façade [m ²] Valeur de mesure par rapport à la façade plus mur en bois [m ²] Valeur mesurée par rapport à AE de l'espace "temporaire" [m ²] (un courant de fuite à travers la structure auxiliaire ne peut être déterminé, fuites détectables : aucune).	1,2 0,6 0,45	oui	oui	oui	oui	non	non mais ...	---	oui	oui, mais ...	oui

Figure 19 : Réponses uniques des participants et consensus (après discussion) dans les bâtiments non résidentiels.

Discussion sur le thème des grands bâtiments / q_{50} contre n_{50} en Allemagne

En Allemagne, actuellement des discussions ont lieu sur le thème des grands bâtiments et sur un changement des valeurs de référence. Au lieu de du courant de fuite en fonction du volume n_{50} , il faut changer au courant de fuite des surfaces associé à l'enveloppe q_{50} de manière analogue à Minergie.

Les recommandations suivantes pour des bâtiments de plus de 4000 m³ sont en cours de discussion [10] :

- Norme minimale : $q_{50} \leq 3,0 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{h}$
- Amélioration du standard : $q_{50} \leq 1,5 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{h}$
- Standard optimal : $q_{50} \leq 0,6 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{h}$

En ce qui concerne les exigences des bâtiments Minergie-A et Minergie-P ; $q_{50} \leq 0,75 \text{ m}^3 / \text{m}^2\text{h}$; cela signifie que la norme améliorée est deux fois plus élevée et que le standard optimal est un 20% au-dessus.

Les autres sujets discutés et leurs réponses sont décrits dans les sections suivantes.

2.5. Traitement des éléments "critiques"

Le terme "éléments critiques" n'est utilisé dans le contexte du sujet de l'étanchéité à l'air que depuis 1 an environ. Il a fait référence aux composants dans lesquels on s'attend à avoir une forte perméabilité à l'air. Ces composants sont utilisés généralement uniquement dans des bâtiments non résidentiels et il est actuellement en discussion comment les tests BlowerDoor doivent être traités. Donc, du point de vue d'aujourd'hui, il y aura de plus en plus de cas où un bâtiment d'usine respecte les limites de Minergie-P, par exemple si les portes roulantes sont étanchéifiées pour la livraison. Sans cette étanchéification, il n'y a guère de chances de se conformer à la limite et ainsi d'obtenir le label Minergie-P. C'est la raison pour laquelle les spécifications standard des composants individuels doivent être examinées plus en détail et doivent être impliquées dans les évaluations.

Parmi les "composants critiques", il y a, par exemple :

- Double portes d'ascenseur (dans les murs extérieurs)
- Entrées pour le public (portes coulissantes, portes tournantes, etc.)
- Battant RWA (systèmes d'évacuation de fumée) / fenêtre
- Cavités pour les conduites et d'alimentation
- Systèmes de ventilation, équipements de récupération de chaleur, etc.

Méthodes de test et classification :

SN EN-Norme n°	N° SIA	Année	Titre
12153	329.002	2000	Murs-rideaux- perméabilité à l'air - Méthode d'essai
12152	329.001	2002	Murs-rideaux- perméabilité à l'air - Classification
1026	331.055	2000	Fenêtres et portes - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai
12207	331.301	1999	Fenêtres et portes - perméabilité à l'air - classification
12427	343.104	2000	Objectifs - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai
12426	343.103	2000	Portes - Perméabilité à l'air - Classification
12835	342.008	2000	Volets hermétiques - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai
13125	342.011	2001	Volets hermétiques - Perméabilité à l'air - Classification

Tableau 14 : Compilation des normes d'essai et de classification sur les composants étanches

Les normes susmentionnées précisent de procédures d'essai en laboratoire. La situation de l'installation dans la construction n'est pas prise en compte. Par conséquent, seulement des conclusions limitées sur l'impact dans un état monté peuvent être tirées.

Composants critiques mesurés

Dans le cadre des nouveaux objectifs du projet, des mesures ont été faites dans chacune des composantes suivantes comme suit :

- Mesures avec dépression et surpression
- 1^{ère} mesure avec composante critique colmatée. L'étanchéité des surfaces d'enveloppe ont été déterminées sans composante critique.
- 2^{ème} mesure avec une composante critique dans l'état installé.
- À partir de la différence entre les courants volumiques, la perte par mètre carré de la surface du composant critique a été calculée.

Portes coulissantes :

Objet				Dépression				Surpression			
N°	V_T	A_E	$A_E \text{ kB}$	V_1	V_2	ΔV	$q_{50 \text{ kB}}$	V_1	V_2	ΔV	$q_{50 \text{ kB}}$
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]
1	32	63	3.12	3'700	3'400	3'00	96	3'000	2'300	700	224
2	62	94	4.21	2'200	2'140	60	14	2'030	1'960	70	17
3	30	49	5,40	878	391	487	90	902	417	485	90

Tableau 15 : Evaluation des portes coulissantes

Légende :

- V_T Volume interne de la chambre de mesure
- A_E Surface de l'enveloppe de l'espace
- $A_E \text{ kB}$ Surface de la composante critique
- V_1 Courant volumique sans colmatage des composants critiques
- V_2 Courant volumique avec colmatage du composant critique
- ΔV Différence du courant volumique V_1 et V_2
- $q_{50 \text{ kB}}$ Courant de fuite sur le composant critique

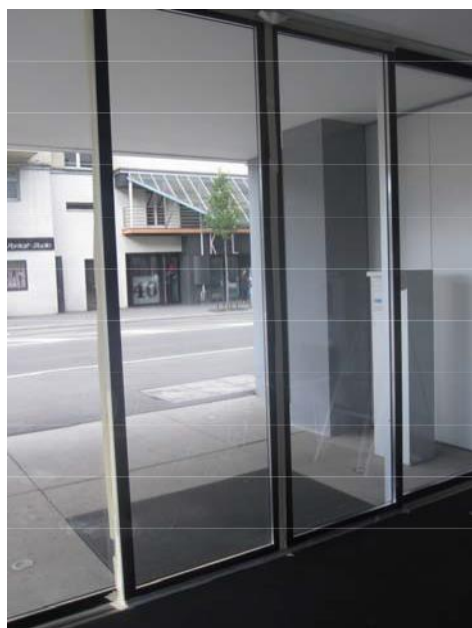


Figure 20 : Porte coulissante mesurée

Portes tournantes :

Objet				Dépression				Surpression			
N°	V _T	A _E	A _E kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]
1	19	53	6,21	430	150	280	45	410	80	330	53
2	33	61	5,10	2'343	1'120	1'223	240	-	-	-	-

Tableau 16 : Évaluation des portes tournantes

Légende :

- V_T Volume interne de la chambre de mesure
- A_E Surface de l'enveloppe de l'espace
- A_E kB Surface de la composante critique
- V₁ Courant volumique sans colmatage des composants critiques
- V₂ Courant volumique avec colmatage du composant critique
- ΔV Différence des courants volumiques V₁ et V₂
- q₅₀ kB Courant de fuite sur la pièce critique



Figure 21 : Porte tournante mesurée

Porte à enroulement :

Objet				Dépression				Surpression			
N°	V _T	A _E	A _E kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]
1	2'334	1'171	33*	3'612	2'480	1'132	34	3'232	2'399	833	25
2	19'269	6'460	67**			1'100	16				
3	24'223	6'258	55***	2'558	1'928	630	11				

Tableau 17: Évaluation portes à enroulement

* Deux portes avec 17,0 m² et 16,0 m²; Total 33,0 m²

** Trois portes avec 24,6 m², 21,7 m² et 20,7 m²; Total 67,0 m²

*** Chaque deux portes coulissantes avec 12,8 m² et deux avec 14,7 m²; Total 55,0 m²

Légende :

V_T Volume interne de la chambre de mesure

A_E Surface de l'enveloppe de l'espace

A_E kB Surface de la composante critique

V₁ Courant volumique sans colmatage des composants critiques

V₂ Courant volumique avec colmatage du composant critique

ΔV Différence des courants volumiques V₁ et V₂

q₅₀ kB Courant de fuite sur la pièce critique |



Figure 22: Porte à enroulement mesurée

Clapets d'évacuation de fumée dans la tête de la cage de l'ascenseur :

Objet				Dépression				Surpression			
N°	V _T	A _E	A _E kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB	V ₁	V ₂	ΔV	q ₅₀ kB
	[m ³]	[m ²]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]
1	4'535	1'777	0,54	1'224	1'087	137	254	1'337	1'222	115	213

Tableau 18 : Évaluation des clapets électriques RWA en tête de la cage d'ascenseur

Légende :

- V_T Volume interne de la chambre de mesure
- A_E Surface de l'enveloppe de l'espace
- A_E kB Surface de la composante critique
- V₁ Courant volumique sans colmatage des composants critiques
- V₂ Courant volumique avec colmatage du composant critique
- ΔV Différence du courant volumique V₁ et V₂
- q₅₀ kB Courant de fuite sur le composant critique



Figure 23 : Clapet d'évacuation des fumées mesurée

Normatives selon Minergie sur les portes et fenêtres :

Pour les modules de Minergie "fenêtres et portes-fenêtres", des exigences ont été établies qui correspondent à un essai de type dans le laboratoire. Les exigences suivantes sont définies :

Élément constructif	Prémisses du module MINERGIE concernant l'étanchéité à l'air
Fenêtre MINERGIE®	selon Norme SN EN 12207 min. Classe 3
MINERGIE® - Fenêtre de toit plate	---
MINERGIE® - portes coulissantes à levage et portes coulissantes	selon Norme SN EN 12207 min. Classe 4

Tableau 19 : Exigences pour les fenêtres de modules Minergie et portes-fenêtres

Élément constructif	MINERGIE-P Modul- Spécification concernant l'étanchéité à l'air
MINERGIE® -P Fenêtres	selon Norme SN EN 12207 min. Classe 4
MINERGIE® -P Fenêtres de toit plates	---
MINERGIE® -P Portes coulissantes à levage et portes coulissantes	---

Tableau 20 : Exigences pour les fenêtres de module Minergie-P

Classification des portes et fenêtres selon SN EN 12207 :

Classe	Référence perméabilité à l'air à 50 Pa (m ³ / hm ²)
1	31,5
2	17,0
3	5,7
4	1,9

Tableau 21 : Exigences relatives aux portes conformément à la norme EN 12207

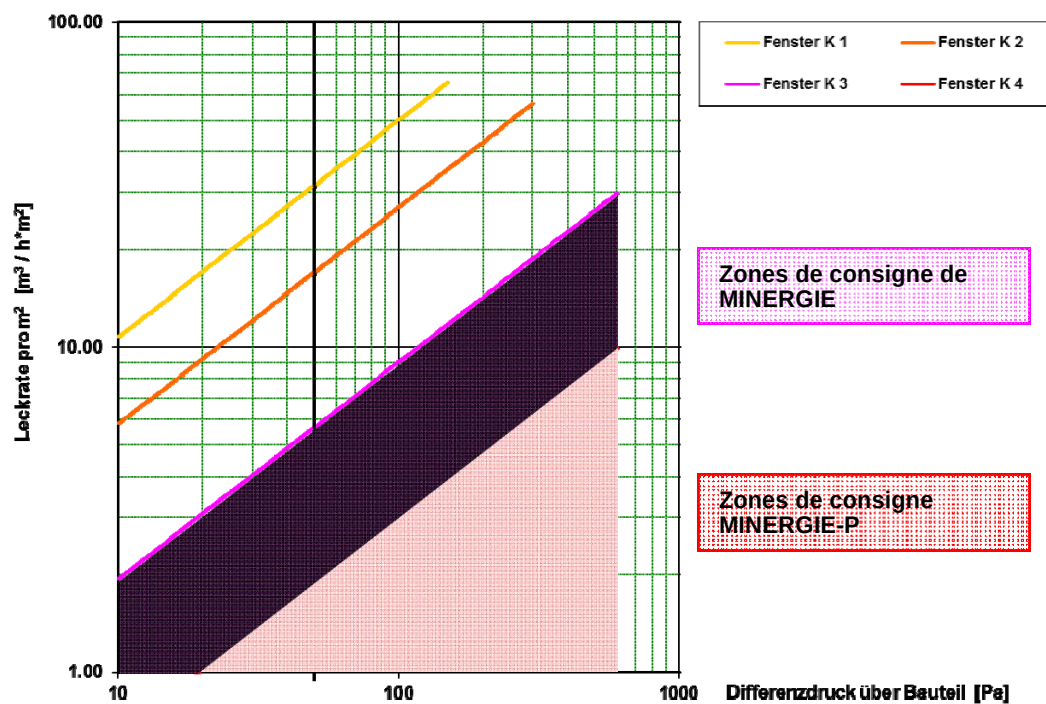


Figure 24 : Représentation graphique des exigences en conformité avec SN EN 12207

Portails :

L'EN 12426 spécifie les classifications et les limites pour les portes qui sont intéressantes pour la présente étude :

Classe	Limite à 50 Pa	
0	-	
1	24,0	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
2	12,0	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
3	6,0	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
4	3,0	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
5	1,5	$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$
6		

Tableau 22 : Exigences selon EN 12426 Buts

Dans la norme EN 12427, sont décrites les procédures d'essai, lesquelles sont réalisées de manière analogue aux fenêtres dans le laboratoire et qui constituent un essai de type. La méthode d'essai n'est pas applicable en état construit sur le chantier. Par conséquent, seulement des conclusions limitées sur l'impact peuvent être tirées dans un état monté.

Norme SIA 343; Portes et fenêtres

Dans le point 2.15, les portes et portails automatiques sont énumérés. Ici, des portes automatiques (par exemple des portes tournantes, coulissantes et tournantes) et des portes automatiques (par exemple, des portes à enroulement, etc.) sont distinguées.

Pour le classement de perméabilité à l'air des portes automatiques, on renvoie à la norme SN EN 12 426. Dans les portes automatiques, il faut se référer aux normes DIN 18650-1 et 18650-2. Dans des normes DIN, aucune exigence concernant l'étanchéité n'est définie. Une enquête a été menée chez trois fabricants suisses de systèmes de portes automatiques qui a révélé qu'il y a une tendance à ce que les exigences pour l'étanchéité à l'air soient définies selon la norme SN EN 12207, classe 2.

Conclusion :

Les mesures des composants critiques montrent que l'étanchéité à l'air peut être, en fonction de la qualité du composant et de son installation, très différente.

Une porte coulissante répond aux exigences pour la classe 2 selon SN EN 12207. Le reste des portes coulissantes et portes tournantes ne répondent pas aux exigences de l'étanchéité à l'air selon la norme SN EN 12207

Parmi les portes à roulement mesurées, les portes de la mesure 1 remplissent la classe 0, celles de la mesure 2, la classe 1 et les portes de la mesure 3, la classe 2 en conformité avec la norme SN EN 12426.

Dans tous les systèmes de porte, il existe des différences dans l'étanchéité à l'air entre les différents fournisseurs.

Actuellement, pour la mesure d'acceptation conformément au label Minergie-P, les composants critiques dans la détermination du courant de fuite $n_{50, st}$ ont été colmatés provisoirement. En outre, le courant de fuite qui passe par dessus de la pièce critique doit être déterminé et déclaré.

2.6. Méthodes de mesure gérables pour les grands bâtiments

Aperçu des grands bâtiments mesurés en Suisse

À l'aide du tableau ci-dessous, les séries sont affichées, lorsque dans les grands bâtiments n_{50} à la place de q_{50} est déterminée : À travers la référence au volume (avec la valeur n_{50}), les surfaces des façades de grands bâtiments peuvent être jusqu'à 8 fois moins étanches que dans une habitat individuel comparable, et vont donc toujours atteindre la limite.

Du fait que les maisons passives (et aussi les limites DIN en Allemagne) se basent sur la valeur n_{50} , les évaluations de grands bâtiments n'ont, évidemment, que peu de sens. Cette constatation n'est pas nouvelle et il y a une demande accrue de changer cela aussi en Allemagne [P. Simons 10]

Volume V_T	Surface A_E	V_{50} dépression	V_{50}	q_{50}	n_{50}
[m ³]	[m ²]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /(m ² *h)]	[h ⁻¹]
5'45	2'35	698	960	0,35	0,15
6'39	3'23	1'024	1'038	0,32	0,16
8'86	2'87	779	793	0,27	0,09
11'86	4'23	3'063	2'995	0,72	0,26
11'89	5'23	1'918	1'908	0,37	0,16
13'18	4'72	1'084	1'233	0,25	0,09
19'35	5'50	2'025	3'195	0,47	0,13
20'39	6'48	1'850	2'138	0,31	0,10
20'39	6'48	1'850	2'138	0,31	0,10
22'02	8'26	5'152	5'544	0,65	0,24
24'22	6'25	2'558	2'840	0,43	0,11
39'18	9'64	6'377	7'291	0,71	0,17
117'13	11'30	7'193	7'790	0,66	0,06
Consigne Minergie-P				≤ 0.75	
Consigne Maison Passive					≤ 0,6

Tableau 23: Compilation des valeurs caractéristiques des bâtiments plus grands mesurés en Suisse

Méthodes de mesure possibles pour de grands bâtiments

Chaque fois plus, des constructions avec le standard Minergie P sont réalisées, qui sont structurées très grandes (surface de référence énergétique supérieure à 20 000 m²) et / ou de manière complexe. Dans de tels bâtiments, des mesures de toute l'enveloppe du bâtiment et ainsi des résultats, qui soient comparables avec les bâtiments résidentiels / habitat individuel pour diverses raisons très problématiques, voire impossibles. À partir de considérations fondamentales, il faut se poser ici aussi la question, car les grands bâtiments n'ont à peine en haute priorité le fait de tenir compte des problèmes qui surgissent en raison de pertes de chaleur de ventilation. Les mesures correctes de grands bâtiments sont problématiques, entre autres aspects, parce qu'on a besoin de beaucoup de temps pour les réaliser. Un temps pendant lequel on n'a pas le droit d'entrer dans le bâtiment. Cela aussi dans la phase de montage, pendant laquelle la plupart des phases critiques de la planification des dates convergent.

Pour une telle mesure, on a besoin de jours pour la préparation et peut-être plusieurs jours pour la mesure. La norme EN 13829 [4] nécessite par exemple dans le chap. 5.3.1 d'un contrôle de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment dans un état de pression différentielle, ce qui peut être très complexe et coûteux.

Les variantes suivantes sont une compilation d'expériences et de la discussion à l'atelier (voir 2.4).

- **Variante 1 (actuellement appliquée à deux objets)**

Mesures de perméabilité à l'air sur une façade d'échantillon / dans un bâtiment d'échantillon

Mesures de perméabilité à l'air dans différentes zones de la façade dans la phase de construction

Mesures de perméabilité à l'air des compartiments coupe-feu

Mesures de perméabilité à l'air des zones d'utilisation

Mesures spéciales comme : - Inspections thermographiques

- Mesures de pression différentielle en hiver

- éventuellement des mesures de confort

Questions ouvertes :

Quelles limites sont exigées pour les zones de façade ?

Quels critères de dimensionnement devraient être définis ?

Quel pourcentage de l'étanchéité à l'air de la surface d'enveloppe du bâtiment doit être mesuré ?

- **Variante 2 : Exigences de composants**

Les mesures et les références aux normes ou spécifications de composants de modules Minergie. Cependant, cela serait en contradiction avec les spécifications du module:

"Un bâtiment n'a pas besoin nécessairement, pour répondre aux standards de Minergie pour l'ensemble du bâtiment, d'être équipé de composants (par exemple fenêtres) qui remplissent les exigences du module MINERGIE® (par exemple des fenêtres) ".

Questions ouvertes :

Quelles limites sont exigées pour les composants ?

- **Variante 3 : Direction de projet et supervision de la construction**

Supervision du projet par un praticien de mesures expérimenté lors de la phase de planification et la phase d'exécution.

Questions ouvertes :

Très grande individualité !

Définir de la portée de la supervision !

- **Variante 4 : Plus aucune mesure**

Dans les grands bâtiments, plus aucune mesure d'étanchéité à l'air ne doit être effectuée.

Questions ouvertes :

A partir de quelle taille de bâtiment ?

Est-il exact que les habitats individuels et bâtiments résidentiels doivent dépenser beaucoup plus pour avoir un contrôle de qualité du bâtiment ?

Quelles catégories de bâtiments ne doivent plus être mesurées ?

- **Variante 5: Mesure volontaire**

Les mesures de l'étanchéité à l'air peuvent être effectuées sur une base volontaire afin de réaliser un contrôle de la qualité de l'enveloppe du bâtiment. Tous les standards de Minergie seraient ainsi dans la variante de base de "labels de planification".

Questions ouvertes: Quelle doit être l'apparence du label pour bâtiments qui remplissent une mesure de l'étanchéité à l'air et certifier ainsi que l'enveloppe du bâtiment est pratiquement complètement étanche à l'air ?

- **Variante 6 : Mesure avec le système de ventilation interne dans la maison**

À travers le système de ventilation interne de la maison, les courants volumiques doivent être définis avec différentes pressions différentielles.

Questions ouvertes : Avec ces variantes, les exigences selon la norme SN EN 13829 peuvent, sous certaines circonstances, ne pas être respectées.

Aussi «critique» par rapport au Règlement Minergie

«MINERGIE® Module de ventilation de confort ". Extrait :
"Pour la mesure de courant volumique, il faut utiliser seulement des appareils de mesure qui ont une mesure fiable pour de faibles débits d'air (par exemple Flowfinder). Pour l'acceptation, les mesures de courant volumiques avec anémomètres ne sont pas admissibles".

- **Variante 7 : Contrôle de l'étanchéité du système de ventilation et des canaux de distribution.**

Il existe diverses indications et résultats de mesure [7], qui montrent que les systèmes de canaux présentent en partie des fuites importantes. Des preuves de tests d'acceptation conformément aux normes [6b, 6c, 6d] ne sont presque pas disponibles.

Conclusion :

Sur la base des expériences obtenues jusqu'à présent, on a encore besoin de réaliser de nouvelles discussions entre les professionnels sur quelle / quelles procédure(s) d'acceptation au sens de MINERGIE-P et Minergie-A dans de tels constructions majeurs ont du sens. Il n'a pas de doutes sur le fait qu'un contrôle, indépendamment de quel ce soit, est absolument nécessaire. Comme connaissance à tirer de la discussion sur l'atelier, il faut utiliser la variante 1.

Il est souhaitable, de manière analogue au RILUMI [1], d'avoir une ligne directrice qui décrive des mesures dans des bâtiments non résidentiels.

Idéalement, un tel document devrait être discuté et élaboré par/avec les intervenants suivants :

- Organisme de certification Minergie-P
- Association Minergie
- Groupe BlowerDoor de l'Association de thermographie
- Commission SIA 180
- Formateurs dans le domaine des mesures de BlowerDoor

2.7. Évaluation des valeurs secondaires

Le terme «valeurs secondaires» est utilisé dans le cadre de l'étanchéité à l'air de thème uniquement depuis environ 1 an. Il définit (mesure) des valeurs, qui doivent être observées conformément aux exigences d'une norme, qui ne supposent eux mêmes aucune limite pour l'évaluation elle-même.

Ainsi, par exemple, la norme SN EN 13829 [4], décrit que la courbe de mesure doit contenir au moins 5 points de mesure, et l'écart entre les points de mesure ne doit pas dépasser les 10 Pascal. Dans la pratique, il semble que ces exigences ne sont souvent pas respectées, en dépit du fait que les mesures soient tout à fait compréhensibles et que les seuils soient atteints. Il est donc en discussion comme il faut apprendre à gérer la situation avec toutes les différentes prémisses plus ou moins importantes.

Dans les rapports d'audit de la mesure de l'étanchéité à l'air qui ont été déposés dans l'organisme de certification Minergie-P, afin d'obtenir le certificat définitif, on a constaté que ces valeurs secondaires, dont aussi «l'exposant n de courant» et le «coefficient de corrélation r» font partie, sont souvent en dehors des valeurs de consigne.

En raison des points cités ci-dessous, il devient clair que pour l'examen et l'assurance qualité des mesures, différentes conditions techniques doivent être remplies.

- **Débit exposant "n"**

L'exposant de courant "n" décrit la courbure de la courbe de mesure. La valeur doit être située entre 0,5 (courant turbulent) et 1,0 (courant laminaire). Si ces valeurs ne sont pas correctes, alors une mesure sans justification n'est pas compréhensible. En règle générale, si l'exposant de courant se situe entre 0,55 et 0,8 (voir la norme SIA 180 [6]).

Souvent, des rapports sont fournis dans lesquels, soit lors de la mesure de surpression, soit lors de la dépression ou même lors de deux mesures, les mesures de l'exposant de courant sont au-dessus ou au-dessous des valeurs précitées. Ceci indique que pendant la mesure dans le niveau d'étanchéité à l'air, des changements ont eu lieu. Ceux-ci peuvent être des rubans adhésifs déchirés, des vannes, etc.

- **Coefficient de corrélation "r"**

Le coefficient de corrélation "r" est une mesure de la façon dont les valeurs mesurées sur la courbe de mesure calculée idéale. Si tous les points du nuage de points sont situés précisément sur cette courbe de mesure, dans ce cas $R = 1,00$.

Selon la littérature pertinente, le coefficient de corrélation "r" devrait être supérieur à 0,98 dans les mesures d'étanchéité à l'air. Les valeurs situées au-dessous montrent que les points de mesure sont soumis à de grandes fluctuations. Les causes possibles peuvent être des vents excessifs Vent, des changements dans l'étanchéification, etc.

- Types d'appareils et leur champ d'application :

		
Minneapolis BlowerDoor	Wöhler BC 21	Blowtest 3000
environ 19 - 7200 m ³	environ 100 - 3'000 m ³	environ 150 - 3'000 m ³
		
Infiltec	Blow-Tec ICodata	WINCON
env. 10 - 9'265 m ³	env. 65 - 9'500 m ³	jusqu'à 9'800 m ³ pas pour la mesure du courant volumique ! seulement pour la détection de fuites avec dépression

Tableau 24 : Résumé des types d'appareils et plage de mesure (courant volumique)

Source: La compilation de données et d'images sont les informations du fabricant que l'on trouve à l'Internet

À l'aide des types d'appareils et leurs domaines d'application, il est clair que différents systèmes de mesure de l'étanchéité à l'air dans des bâtiments très étanches (et ceux-ci doivent être des bâtiments Minergie-P) ne peuvent plus travailler à l'intérieur de la plage de mesure calibrée.

Ceci a pour conséquence que, avec des courants volumiques très faibles, les valeurs mesurées deviennent inexactes et qu'ainsi aussi les courbes de mesure ont des valeurs caractéristiques irrégulières ou en partie inutilisables (mauvaise corrélation, valeurs n au-dessus de 1,0 ou en dessous de 0,5).

2.8. Propositions de modification de la directive pour les mesures d'étanchéité à l'air

Ajustements liés aux normes :

	EN 13829	Entwurf ISO 9972 (2006)	RILUMI 2007	Neuvorschlge
Strmungsexponent n	---	zw. 0.5 und 1.0 Ist auch in SIA 180	nach EN13829	RILUMI 2011
Korrelation r	---	> 0.98 (r^2 besser > 0.96)	nach EN13829	zw. 0.5 und 1.0
kleinster Messwert,	10 Pa oder 5 x Δp natürl.	10 Pa oder 5 x Δp natürl.	nach EN13829	> 0.98
grösser Messwert, min.	50 Pa (besser bis 100 Pa)	50 Pa (besser bis 100 Pa)	nach EN13829	Spannweite der Messreihe: min. 40 Pa. Der 50 Pa-Wert muss min. 5 Pa innerhalb der Messreihe liegen. 3)
grosse Gebäude (> 4000 m ³)	max. Druck 25 Pa ist zulässig !	max. Druck 25 Pa ist zulässig !	nach EN13829	↙
Abstand der Messpunkte	max. 10 Pa	max. 10 Pa	nach EN13829	max. 15 Pa (wegen ± vom Wind)
Anzahl Messpunkte	min. 5	min. 5	nach EN13829	min. 5, erwünscht sind 8
Unter- und berdr.-Kennlinie	nicht zwingend	nicht zwingend	↙	↙
natürliche Druckdifferenzen	Dauer Min. 30 Sek. Max. Abweichung: 5 Pa	Dauer Min. 30 Sek. Max. Abweichung: 5 Pa	nach EN13829	↙
Verfahren A Verfahren B Verfahren C	A = Geb. im Nutzungszustand B = Nur Gebäudehülle ---	A = Geb. im Nutzungszustand B = Nur Gebäudehülle C = A und spez. Abdichtungen	anzuwenden ist Verfahren B = Nur Gebäudehülle	↙
Wetterbedingungen: Messzonenhhe x Temp. Diff.	max. 500 m-K	max. 250 m-K	nach EN13829	max. 250 m-K
Windstärke bei Messung	bis Beaufort 3 / max. 6 m/s	bis Beaufort 3 / max. 6 m/s	nach EN13829	↙
Zustand der Nachbarzonen	---	---	Fenster müssen offen sein	↙
Messunsicherheit	- für Messkurve auszuweisen - Gesamtunsicherheit: nein ! (informativ: mit Wind bis ± 40 %)	- für Messkurve auszuweisen - Gesamtunsicherheit: nein ! (informativ: mit Wind bis ± 20 %)	- max. Messunsicherheit ± 20 %	↙

3) 10 Pa ist oft schwierig zu messen! Deshalb Vorschlag für leicht gelockerte Definition. Auch im Hinblick auf die neuen Probleme mit Messungen in sehr grossen Gebäuden.

Tableau 25 : Suggestions pour adapter la directive pour des mesures d'étanchéité à l'air

Ajustements liés aux types d'appareils

Pour ne pas exclure du marché à cet égard différents instruments de mesure, MINERGIE fixe temporairement cette approche pragmatique énoncée ci-dessous :

Si les valeurs mesurées $n_{50, st}$ de la mesure de surpression et / ou dépression sont au-dessous de $0,3 \text{ h}^{-1}$, dans ce cas, dans les courbes de mesure avec des courants volumiques au-dessous de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, les exigences pour les exposants de courant n et en matière de corrélation r ne devront pas être obligatoirement respectées.

Pour des raisons de sécurité, on exige cependant, qu'une seconde mesure (dépression et surpression) soit réalisée. Celle-ci devrait avoir lieu au moins une demi-heure plus tard et doit être déclarée au même titre que lors de la première mesure.

3. Conclusions

L'étude collaborative interlaboratoire a démontré que pour les petits bâtiments, les écarts dans les calculs et dans les mesures se trouvent dans une plage acceptable. Une évaluation définitive sur l'influence de l'équipement utilisé ne peut pas être effectuée. Une seule mesure a été réalisée avec l'appareil Blowtest 3000, les 7 mesures restantes avec les appareils Minneapolis BlowerDoor.

Pour les bâtiments résidentiels, du point de vue actuel, dans la directive pour les mesures d'étanchéité à l'air dans les bâtiments Minergie, Minergie-P et Minergie-A (RILUMI) [1] (RILUMI) seulement des petites adaptations sont nécessaires.

Dans les bâtiments non résidentiels, sept variantes de méthodes de mesure possibles ont été développées. Dans toutes les variantes, il y a des questions encore ouvertes à clarifier, ceci aussi par rapport à la norme SIA 180 [6, 6a] existante au moment du traitement. Ici, les résultats des autres enquêtes doivent être inclus.

Une porte coulissante mesurée répond aux exigences de la classe 2 selon la norme SN EN 12207, les deux autres sont situées au-dessus de la plage de classification. Les portes à roulement mesurées affichent un courant de fuite moyen lié à la surface (moyenne de la dépression et surpression), qui, par rapport à l'exigence pour la classe 2 de la norme SN EN 12426, est 1 à 20 fois plus élevé.

Dans les valeurs secondaires "exposant de courant n " et "coefficient de corrélation r ", les prémisses pour une mesure acceptée par Minergie doivent être respectées. Dans les appareils de mesure dans lesquels la plage de mesure la plus basse du courant volumique est situé au-dessus de $100 \text{ m}^3/\text{h}$, on peut accepter, dans des courants mesurés clairement inférieurs, une déviation des valeurs si celles-ci sont situées de plus d'une moitié ($n_{50, st} < 0,3 \text{ h}^{-1}$) au-dessous de la limite requise. Cependant $\frac{1}{2}$ heure plus tard, une nouvelle mesure doit être effectuée de façon à obtenir l'assurance que la première mesure n'est pas invalide.

4. Références

4.1. Documents MINERGIE

- [1] Directive pour les mesures de perméabilité à l'air dans les bâtiments MINERGIE-A[®]-, MINERGIE-P[®] et bâtiments MINERGIE[®], Association Minergie; État mars 2011
- [2] Aide à l'utilisation MINERGIE-P. Association Minergie; état mars 2011
- [3] Règlement pour les fenêtres modulaires, portes modulaires, portes coulissantes à levage ; État 01/09/2011

4.2. Normes

- [4] SN EN 13829 (SIA 180 206) : Comportement technique thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de surpression différentielle (ISO 9972: 1996, modifiée); État novembre 2000
- [5] ISO 9972 „Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (second edition, 2006)
- [6] SIA 180, "Protection contre la chaleur et l'humidité dans les bâtiments" (1999)
- [6a] SIA 180, "Protection contre la chaleur et l'humidité dans les bâtiments" (consultation 2010)
- [6b] SN EN 14134, (SIA 382 202) 2004; "Ventilation des bâtiments - Essais de performance et contrôles de montage des systèmes de ventilation d'appartements"
- [6c] SN EN 1507 (SIA 382 303) 2006; "Ventilation des bâtiments - Conduites d'air rectangulaires en tôle d'acier - Exigences concernant la résistance et l'étanchéité "
- [6d] Fiche technique SIA 2023 "Ventilation dans les bâtiments résidentiels", valable à partir du 01.06.2008 Pour d'autres normes de composants voir l'annexe A

4.3. Références supplémentaires

- [7] OFEN projet «Mesure et évaluation de l'étanchéité à l'air des bâtiments à basse consommation» (MEBLUN), Empa Bauphysik, Ch. Tanner, 2004
- [8] Association Suisse de Thermographie, Information à propos des mesures Blower Door <http://www.thech.ch/de/blowerdoor>, 2,011
- [9] W. Rein: "Assurance de la qualité dans la construction avec mesure BlowerDoor, assistance au travail pour les chefs de chantier"; sans date
- [5] Service „Mesure des courants volumiques dans des grands bâtiments – Discussion sur les données de référence“; Paul Simons; 6. Buildair-Symposium 6.5.2011 Berlin
- [11] Passivhaus-Institut „Qu'est-ce une maison passive“ <http://www.passiv.de>
- [12] Association des propriétaires fonciers APF "l'étanchéité à l'air est obligatoire Ch. Tanner, 2011
- [13] Supplément de l'Association de l'étanchéité à l'air dans la construction (FLIB); Édition 3, avril 2008
- [14] Service "Essais interlaboratoire pour les mesures de perméabilité à l'air de l'étanchéité à l'air de l'association "Fachverband Luftdichtheit im Bauwesen e.V."; Stefan Rolfsmeier; 6ème Buildair Symposium 06/05/2011 Berlin
- [15] Service "Mesure de comparaison interlaboratoire du fournisseur tchèque des tests d'étanchéité à l'air"; Jiri Novak; 6ème Buildair Symposium 06/05/2011 Berlin

5. Annexes

5.1. Annexe A

Comme le projet final du projet de la BFE MEBLUN [7] n'a pas été entièrement publié, une liste de littérature complétée a été reproduite dans son intégralité.

Publications

N°	Auteur	où publié	Date	Titre	Pages
1	Tanner Christoph	EMPA Bauphysik	1993 03	La mesure des fuites d'air dans les enveloppes des bâtiments	8
2	Steinemann Urs	NEFF Projekt 226 Phase 2	1994 12	Classification du parc immobilier suisse et mesures de perméabilité à l'air d'habitats collectifs, bâtiments de bureaux et bâtiments administratifs	47
3	Dorer Viktor	SIA Heft 50/1994	1994 12	La ventilation naturelle dans les bâtiments : comment planifier, Comment mesurer?	4
4	Borsch-Laaks Robert	ISBN 3-927846-68-6	1995 08	Perméabilité à l'air des bâtiments Mesures de perméabilité à l'air avec BlowerDoor dans les maisons à basse consommation d'énergie et	221
5	Steinemann Urs	NEFF Projekt 226	1995 09	Des études sur la perméabilité à l'air des bâtiments suisses	24
6	Walter Wilfried Dorschky Sigrid	Centre de l'énergie et de l'environnement à Deister (EIJZ)	1995 09	Bon air ...ventiler moins Étanchéité à l'air et ventilation dans les bâtiments résidentiels	200
7	Büchli Roland	EMPA, dommages dans les bâtiments	1995 10	Étanchéité à l'air des bâtiments résidentiels canadiens	70
8	Gerd Hauser Geissler Achim	Édition spéciale WKSB	1995 12	Valeurs caractéristiques pour décrire l'étanchéité à l'air des bâtiments	5
9	Walther Wilfried	Bau + Energie + Umwelt GmbH	1996 03	Minneapolis Blower Door (Modell 3)	90
10	Walther Wilfried	Bau + Energie + Umwelt GmbH	2000 07	Minneapolis Blower Door (Modell 4)	105
11	Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	1996 03	Enquête de l'étanchéité à l'air des maisons en bois Projet de recherche n ° 9579 AiF	46
12	Geissler Achim Hauser Gerd	construire avec du bois 7/96	1996 07	Étanchéité à l'air des maisons en bois	7
13	Zeller Joachim, eböck	RWE Energie Aktiengesellschaft, Essen	1996 11	Étanchéité à l'air des bâtiments résidentiels Mesure et évaluation, les détails d'implémentation	67
14	Zeller Joachim, eböck	RWE Energie Aktiengesellschaft, Essen	1998 08	Étanchéité à l'air des bâtiments résidentiels Mesure et évaluation, les détails d'implémentation	67
15	Geissler Achim	pas publique	1997	Spécification de mesure pour les mesures BlowerDoor	24
16	Maas Anton Geissler Achim	sbz 1997/22	1997	Étanchéité est obligatoire	5
17	Geissler Achim	UNI Kassel	1998	Résultats de mesure pour l'étanchéité à l'air des bâtiments et détermination théorique de la précision de mesure réalisable dans la pratique.	118
18	Geissler Achim	VIP 98 VED-Verlag GmbH, Berlin	1998	Mesures d'étanchéité à l'air des bâtiments automatisées	7
19	Geissler Achim	wksb 43 H42	1998	Reproductibilité de la mesure de l'étanchéité	9

N°	Auteur	où publié	Date	Titre	Pages
20	Richter Wolfgang Reichel Dirk	Ingénierie de la santé H5	1998	Enquêtes sur l'étanchéité des maisons multifamiliales en construction massive	3
21	Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	1998 04	Reproductibilité des mesures d'étanchéité à l'air de bâtiments Projet de recherche n ° 10650 AiF	183
22	Ampack Team	Ampack Documentation sur les formations	1999 09	«Fondements et théorie" pour la diffusion de la vapeur, de l'étanchéité à l'air , l'étanchéité au vent,	47
23	Geissler Achim	Compte rendu de ce symposium 4ème EUZ	1999 10	Précision des mesures d'étanchéité à l'air	7
24	Architos	www. architos.ch/kleindok.pdf	2000	Standards de construction de RENGGLI AG, Documentation technique	11
25	Weier Hubert	Chauffage Ventilation Domotique (HLH) H4	2000	Précision de la mesure BlowerDoor	6
26	Hall Monika	Physique de construction H6	2000	Application des méthodes étendues Blower Door	3
27	Geissler Achim	Physique de la construction H5	2000'	Étanchéité à l'air	3
28	Tanner Christoph	Manuscrit sur la conférence ETHZ	2000 01	Questions spéciales de la Conférence de physique de la construction WS 1999 / 2000 Perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment Certificats en conformité	20
29	Keller Bruno	Manuscrit sur la conférence ETHZ	2000 01	Questions spéciales de la Conférence de physique de la construction WS 1999 / 2000 Expériences avec la nouvelle méthode de mesure avec aérosols	11
30	Hall Monika Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	2000 04	Quantification des fuites individuelles et chemins de fuite pour les bâtiments dans une conception en bois, rapport final AiF Projets de recherche,	80
31	Hall Monika Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	2000 04	Quantification des fuites individuelles et chemins de fuite pour les bâtiments dans une conception en bois, rapport final partie 2 Manuel pour la réalisation des mesures Blower Door	52
32	Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	2000 05	Détection de fuites dans les bâtiments	103
33	Tanner Christoph	Le propriétaire de maison suisse	2000 10	L'enveloppe de bâtiment étanche à l'air Partie 1	2
34a	Tanner Christoph	Le propriétaire de maison suisse	2000 11	L'enveloppe de bâtiment étanche à l'air Partie 2	3
35	The Energy Conser- vatory Minneapolis	The Energy Conservatory	2000 11	Automated Performance Testing System (APT)	83
36a	The Energy Conser- vatory Minneapolis	The Energy Conservatory	2000 11	Automated Performance Testing System (APT)	11
37	Hall Monika Geissler Achim	wksb Heft 46	2000 12	Mesure BlowerDoor - À la recherche de la distribution des fuites	5

N°	Auteur	où publié	Date	Titre	Pages
38	Geissler Achim	Ingénierie Santé H1	2001	Évaluation des résultats de mesure pour l'étanchéité de bâtiments	7
39	Geissler Achim	Physique de la construction H4	2001	Détermination théorique de la précision des mesures réalisable dans la pratique de l'étanchéité à l'air	7
40	Geissler Achim	Physique de la construction H5	2001	Détermination théorique de la précision des mesures réalisable dans la pratique de l'étanchéité à l'air	7
41	-	Physique de la construction H5	2001	27 « Aachener Bausachverständigentage 2001 »	1
42	Tanner Christoph	Habitat	2001 01	Étanche à l'air ne signifie pas irrespirable	3
43	Amrhein S. Tanner Christoph		2001 11	Rapport final CEPHEUS Chapitre 9.3 Résultats des tests d'étanchéité à l'air Chapitre 9.4 Résultats	4
44	Niedrig Energie Institut Dettmold (D)	www.nei-dt.de Ministère de la recherche	1998	Pratique de la construction de maisons à basse énergie Chapitre 6 : Étanchéité à l'air	34
45	Rosenthal Bernd	EUZ	2001 10	Blower Door Symposium de l'euz BlowerDoor et thermographie IR pour la construction diagnostic	112
46	Bolender Torsten	EB Construction efficace énergétiquement	2001.11	"Testeur étanchéité à l'air" certifié à partir de mars 2002	1
47	Sören Peper	Compte rendu du 6ème symposium européen sur les	2002.01	Service : "Maisons passives étanches à l'air" Expériences, problèmes, solutions et résistance	11
48	Hall Monika Köhnke E. U. Hauser Gerd	UNI Kassel Rapport 2397 F / FVU 46/97 Fraunhofer IRB	2001.03	Catalogue de construction et recommandations pour l'amélioration de l'étanchéité à l'air dans la construction en bois	73
49	Geissler Achim Bolender Torsten FLiB	BDB AIXtract (Association allemande de maître d'ouvrage)	2002.03	Étanchéité à l'air	4
50	Hall Monika Geissler Achim	Physique de la construction H24	2002	Exigences pour l'étanchéité du bâtiment et détection de fuites dans le contexte de l'EnEV	3
51	Rainer Bolle	Physique de la construction H 4	2003	Lettre de lecteur	1
52	Feist Wolfgang	Institut des maisons passives	1999 10	Volume de protocoles n° 17 Dimensionnement des systèmes de ventilation dans les maisons passives	>50
53	Feist Wolfgang	Institut des maisons passives	1999 12	Volume de protocoles n° 18 Assurance de la qualité dans la construction de maisons passives	116
54	Feist Wolfgang	Institut des maisons passives	2001	Lotissements de maisons passives-maisons mitoyennes climatiquement neutres Hannover - Kronsberg (Information de projet CEPHEUS n° 18)	6

N°	Auteur	où publié	Date	Titre	Pages
55	Feist Wolfgang	Institut des maisons passives	2001 03	Quelle est la précision des mesures Blower-Door dans la maison passive ? (comme n° 48 !)	6
56	EMPA ZHW et.al	BFE	2002 06	Systèmes d'échappement efficaces énergétiquement et orientés envers les besoins avec une récupération de la chaleur d'échappement (ENABEL)	>100
57	Feist Wolfgang	Institut des maisons passives	2000 01	Forfait de planification des maisons passives 99 Exigences pour les maisons passives avec une	en v.
58	Hässig Werner Basler & Hofmann	Internet www.bhz.ch/publikationen	2001 07	Aspects sanitaires et écologiques des ventilations de confort Rapport final la première étape de travail	27
59	Hässig Werner Basler & Hofmann	Service et séminaire pratique d'énergie 1/03	2003	Les aspects sanitaires de la ventilation de confort (films du service)	20
60	Specht Rüdiger	Thèse du diplôme, FH Darmstadt	2002	Dimensionnement de systèmes d'essai Blower-Door, Précision et calibrage	130
61	Energie Schweiz MINERGIE	BBL Berne n° 805.282.1d	2003 07	Construisez vous-même votre château d'air Kit pour des	20
62	Ch. Zürcher / Th. Frank	vdf Hochschulverlag ETHZ	1997	Physique de la construction, construction et énergie (Volume 2, chap. 4.5)	2
63	Tanner Christoph	Livre technique de l'énergie 2004	2004	Étanchéité à l'air : Le dilemme lors de l'évaluation	4
64	Tanner Christoph	Internet (BFE): www.empa-ren.ch/ren/Geb-Huelle.htm	2004	BFE Projekt 82467 Mesure et évaluation de l'étanchéité à l'air de Maisons à basse consommation d'énergie	9
65	A. Binz, K. Viriden, M. Zimmermann	facteur	2004 04	Pression assez haute	6
66	Bolender Torsten	Physique de la construction	Cahier 2004 1	Mesure de la perméabilité à l'air de grands bâtiments la	2
67	Tanner Christoph Mühlebach Hans	Physique de la construction	Cahier 2004 2	Mesures BlowerDoor: Malgré des normes encore pas clair	7
68	FLiB	Internet: www.flib.de Espace membres	Stand 2004	Bibliographie	15
69	Tanner Christoph	Compte rendu du Status Seminar 2004	09/09/2004	Mesures d'étanchéité à l'air: S'il vous plaît mieux ...	11
70		AWEL		Rapport final	
71		FHS		Rapport final	
72	Rein W.		Non daté	Étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, assurance qualité dans la construction avec mesure BlowerDoor, assistance de travail pour le chef de	109
73	Geissler Achim Hauser Gerd	UNI Kassel	1994 05	Essai d'étanchéité du parement en bois Projet de recherche n° 8795 AiF	113
74	Geissler Achim Hauser Gerd	Reproduction dans la construction avec bois	1996	Étanchéité à l'air des maisons en bois	10

N°	Auteur	où publié	Date	Titre	Pages
75	Gerd Hauser Geissler Achim	journal de construction, 51, cahier 3	1997	Mesure et marquage de l'étanchéité de bâtiments	8
76	Geissler Achim, Bo- lender Torsten, Hauser Gerd	HLH Volume 48	1997	Mesures BlowerDoor - Méthodes de mesure avancées	10
77	Geissler Achim	EUZ	2001 10	BlowerDoor et thermographie, possibilités et pièges	8
78	Hall Monika	Reproduction : Bandes de symposiums 2ème journée des experts PDZ	2001	Problèmes d'étanchéité à l'air en bois	7
79	Geissler Achim	gi, ingénieur de santé	2001	Évaluation des résultats de mesure pour l'étanchéité de bâtiments	7
80	Hall Monika	Mikado	2002 08	Couche par couche - complètement étanche	5
81	Marco Ragonesi, Urs- Peter Menti, Adrian Tschui, Benno Zurfluh	Faktor Verlag	2010	Buch Minergie-P, 3.Édition	
82	Urs-Peter Menti	Faktor Verlag, Faktor Cahier 16	2007-05	Mesurer correctement	
83		Faktor Verlag, Heft Faktor Cahier 26		Plan d'étanchéité à l'air!	
84	Association Minergie	Aide à l'utilisation	2011	Examen étanchéité à l'air	

Normes / lignes directrices / standards

N°	Auteur	où publié	Date	Normes / lignes directrices / standards	Pages
1	Winkler U.E. et al	SIA	1988	Norme SIA 180, isolation thermique dans les bâtiments	40
2	Claude-Alain Roulet et al	SIA	1999	Norme SIA 180, protection hygrothermique dans les bâtiments	63
3	Eggenberger, Frank; Hartmann, Keller; Lenzlinger et al	SIA	2001	Documentation D 0166 sur la norme SIA 180 (1999) Protection contre la chaleur et l'humidité des bâtiments	111
4	Kt. ZH / Ch. Gmür	Kt. Zurich	2003 03	Classeur d'exécution "Énergie" Partie 2 :	40
5	Association Minergie	www.minergie.ch	1998 12	Règlement MINERGIE	16
6	Binz Armin Haas Anne Viriden Karl	F+E Programm des BFE	2001 10	MINERGIE-PLUS Proposition de définition	13
7	Feist Wolfgang	www.passivhaus-info.de	2000 01	Standard de la maison passive	6
8	DIN Norm	DIN Norm	2001 08	DIN 4108-7 Protection thermique et économies d'énergie dans les bâtiments Partie 7 : Étanchéité à l'air des composants et connexions, recommandations de planification et exécution ainsi que des exemples	24
9	Gouvernement allemand	Allemagne	1994 08	WSVO (Ordonnance sur l'isolation thermique)	5
10	Gouvernement allemand	Allemagne	2001 11 16	Règlement sur l'isolation thermique d'économie d'énergie et l'ingénierie des systèmes d'économie d'énergie pour les bâtiments (Règlement	32
11	CEN	CEN	1996 10	prEN ISO 9972 (version finale) Isolation thermique - Détermination de l'étanchéité à l'air des bâtiments - Méthode de pression différentielle	19
12	CEN	CEN	2000 11	EN 13829 Comportement thermique des bâtiments Détermination de la perméabilité à l'air de bâtiments - Méthode différentielle de pression (ISO 9972:	28
13		CEN	2001 03	Supplément à l'EN 13829 (projet) <u>Définitive : voir n°</u>	13
14	FLIB	www.flib.de	2001 01	Différences EN 13829 - ISO 9972	1
15	CEN	CEN	1999 09	prEN 12599 Ventilation des bâtiments - Méthode d'essai et de mesure pur la remise des installations de climatisation montées	59
16	CEN	CEN	2001 03	prEN 14134 (projet) Ventilation des bâtiments - Examen des prestations et contrôles de montage des systèmes de ventilation dans des appartements	21
17	SIA	SIA	1992	Norme SIA V 382/1 (en révision !) Exigences techniques pour les installations de ventilation	37
18	SIA	SIA	1992	Norme SIA 382/3 V (en révision !) Évaluation des besoins pour les systèmes techniques de	37

N°	Auteur	où publié	Date	Normes / lignes directrices / standards	Pages
19	CEN	CEN	1997 05	EN ISO 12114 (projet final) Comportement thermique technique des bâtiments - Perméabilité à l'air des éléments de construction - Méthodes	6
20	CEN	CEN / SIA	1998 09	EN 832 = SIA 380.101 (1999) Performance thermique des bâtiments, Calcul de la demande d'énergie de chauffage.	48
21	Steinemann Urs	Domotique 5 1 00	2000 05	Normes pour les systèmes de ventilation	2
22	CEN	CEN	2001 10	prEN 13779 (projet) Ventilation pour des bâtiments non résidentiels - Performance requirements for ventilation and room conditioning systems	
23	CEN	CEN	1999 11	prEN 13779 (projet) Ventilation des bâtiments - Exigences de performance pour les systèmes de climatisation	57
24	Luginbühl Urs	VGQ Reglement	2001 03	Règlement pour l'assurance de la qualité de VGQ Association suisse pour des maisons de qualité testées	11
25	Adriaans Richard	GHB	1997 08	Réglementation sur la qualité et les essais Garantiegemeinschaft Holzhausbau (GHB)	8
26	FliB e.V.	FliB e.V.	2001 11	Supplément à la norme DIN EN 13829 1ère édition	10
27	FliB e.V.	FliB e.V.	2002 11	Supplément à la norme DIN EN 13829 2.. Édition	15
28	Working Group ILAC Committee 3	ILAC Resolution No. 17/96 (International Laboratory Accreditation Cooperation)	1996	Guidelines on Assessment and Reporting of Compliance with Specification (based on measurements and tests in a laboratory) (In Order to EN 45000 and ISO/IEC Guide 25)	11
29	CEN	CEN	1999 11	EN 12207 Perméabilité à l'air de fenêtres et portes	5
30	IEA / AIVC Limb Marc J.	AIVC	2001	A Review of International Ventilation, Airtightness, Thermal Insulation and Indoor Air Quality Criteria	200
31	EnergieSchweiz MINERGIE	BBL Berne n° 805.282.1d	2003 07	Ventilations de confort Suppléments techniques pour les planificateurs de ventilation	6
32	CEN	CEN	2003 07	prEN 13465 Ventilation des bâtiments - Méthodes de calcul pour la détermination des courants volumiques dans les	33
33				Minergie-P Définition	
34	SIA Hartmann, Huber, Dorer	SIA	2004 06	Ventilation dans les bâtiments résidentiels SIA Fiche 2023	40
35	ISO / TC 163	ISO	2004 01	ISO 9972 (version anglaise) Thermal performance of buildings – Determination of air permeability of buildings – Fan pressurization method	22

N°	Auteur	où publié	Date	Normes / lignes directrices / standards	Pages
36	CEN	CEN	1999 05	ENV 13005 (GUM) Guide pour la détermination de l'inexactitude des mesures	
37	CEN	CEN	2003 03	EN 12831 équivaut à SIA 384 201 Systèmes de chauffage dans les bâtiments - Méthode de calcul de la charge thermique selon la	
38	Kt. ZH, AWEL	classeur d'exécution "Énergie", Kt. ZH (Section	2009 07	Entrées du bâtiment avec une grande affluence publique	
39	BFE	Fiche technique	1998 11	Entrées du bâtiment avec une grande affluence publique	
40	Energie Schweiz	Fiche technique	2004 03	Prévenir la perte de chaleur dans les systèmes s'ascenseur	4
41	SIA		2002	SN EN 12152 (SIA 329.001) Mur-rideau - Perméabilité à l'air - Classement	
42	SIA		2000	SN EN 12153 (SIA 329.002) Mur-rideau - Perméabilité à l'air – Méthode d'examen	
43	SIA		2000	SE EN 1026 (SIA 331.055) Méthode d'examen de la perméabilité à l'air de fenêtres et portes	
44	SIA		1999	SN EN 12207 (SIA 331.301) Fenêtres et portes - perméabilité à l'air Classification-	
45	SIA		2000	SN EN 12424 (SIA 343.101) Classification charge due au vent portails	
46	SIA		2000	SN EN 12425 (SIA 343.102) Classification eau portails	
47	SIA		2000	SN EN 12426 (SIA 343.103) Classification perméabilité à l'air portails	
48	SIA		2000	SN EN 12427 (SIA 343.104) Méthodes d'essai de perméabilité à l'air portails	
49	SIA		2000	SN EN 12428 (SIA 343.105) Portails Calcul coefficient de transfert de chaleur	
50	SIA		2000	SN EN 12444 (SIA 343.108) Examen Résistance Charges due au vent portails	
51	SIA		2000	SN EN 12489 (SIA 343.111) Méthodes d'essai eau portails	
52	SIA		2000	SN EN 12835 (SIA 342.008) Méthodes d'essai connexions étanches à l'air	
53	SIA		2001	SN EN 13125 (SIA 342.011) Classification connexions étanches à l'air	
54	SIA		2009-03	ISO 9972 AMD1_Beiblatt	
55	DIBt, Commission spécialisée	Internet	2009 12 17	Dimensionnements ENEC	

N°	Auteur	où publié	Date	Normes / lignes directrices / standards	Pages
56	Christoph Tanner et al	Association MINERGIE	2007 01	Directive pour les mesures de perméabilité à l'air MINERGIE-P® et MINERGIE® Bâtiments (RI LU MI)	
57	DIN Norm	DIN Norm	2011-01	DIN 4108-7 Isolation thermique et économies d'énergie dans les bâtiments Partie 7 : Étanchéité à l'air des bâtiments, exigences, Recommandations et exemples de planification et de réalisation	
58	Diverss	6. Buildair-Symposium Berlin	2011-05	Divers exposés sur l'étanchéité à l'air	
59	DIN Norm	DIN Norm	En cours de traitement	DIN 4108-7 Isolation thermique et économies d'énergie dans les bâtiments Partie 11: Exigences minimales pour la durabilité des joints adhésifs avec des rubans adhésifs et colles	
60	SIA	SIA	1.3.2010	Norme SIA 343, portes et portails	

5.2. Annexe B

Liste de contrôle de l'étanchéité à l'air

Avant de procéder aux essais BlowerDoor (infiltrométrie), il faudra tester complètement le niveau de l'étanchéité sur l'ensemble du bâtiment sans laisser des lacunes. Pour un contrôle planifié préalable et inspection visuelle, la liste suivante peut être consultée :

		Exécuté	à réaliser encore
Élément constructive /			
Sol			
Sol non chauffé			
Etage à l'air extérieur			
Plafond au sol			
Plafond non chauffé			
Plafond à l'air extérieur			
Toit à l'air extérieur			
Mur au sol			
Mur à non chauffé	Couche de base appliquée		
Mur à l'air extérieur	Couche de base appliquée intérieure		
Fenêtre	Étanchéité bâti dormant - d'autres composants à l'intérieur et		
	Joint utilisés dans la fenêtre et cadre bâti dormant		
	Correctement ajusté et réglé		
Lucarne	Étanchéité cadre - autres composants		
	Joint utilisés dans le cadre		
	Correctement ajusté et réglé		
Portes extérieures	Étanchéité cadre - autres composants		
	Joint utilisés dans le cadre		
	Correctement ajusté et réglé		
Portes à non chauffé	Étanchéité cadre - autres composants		
	Joint utilisés dans le cadre		
	Correctement ajusté et réglé Joint à abaissement (Planet) montés et correctement réglés		
Etage - mur	Niveau d'étanchéité à l'air raccordé et sécurisé mécaniquement		
Mur - Toit	Niveau d'étanchéité à l'air raccordé et sécurisé mécaniquement dans toutes la surface avec p. ex. des lattes d'installation		
Jonctions éléments	Colmatage dans des composants préfabriqués		
Jonctions	Collé proprement		
Évidements	Tubes enveloppés avec matériau élastique, percées bétonnée dans l'épaisseur du plafond.		
	Cloisonnements coupe-feu terminés.		
Transitions de construction (changement)	Colmaté, étanche, etc.		
Têtes de dalles dans des charpentes apparentes	Niveau d'étanchéité à l'air proprement raccordés et sécurisés mécaniquement		
	Dans les nouveaux bâtiments, les têtes de poutres ne doivent pas		

		Exécuté	à réaliser encore
Pénétrations / domotique, etc.			
Canalisation	Étanchéification extérieure		
	Étanchéité intérieure lorsque l'équipement n'est pas installé		
Conduites principales tubes électriques	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification intérieure		
Tubes électrique autres lignes	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification intérieure		
El.- Tubes dans la protection solaire extérieure	Étanchéification extérieure		
Événements de plomberie	Étanchéité à l'extérieur, en l'absence de clapets de		
Conduites de plomberie	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification intérieure		
	Étanchéification dans les cages de montée / d'installation		
Conduites du chauffage	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification dans les cages de montée / d'installation		
Conduites solaires	Étanchéification extérieure Conduites solaires perméables à l'air, en forme de chaussettes, avec enrobage de tuyau en plastique à travers l'enveloppe du bâtiment et jusqu'au		
Conduites de ventilation air d'impulsion / air rejeté	Étanchéification extérieure Passage de tuyaux avec manchette de tuyau montée de manière durablement étanche à l'air		
	Étanchéification intérieure, colmatée manuellement temporairement		
Conduite de ventilation air frais fournaise	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification intérieure, clapet d'air frais montée ?		
Cheminée	Étanchéification extérieure		
	Étanchéification intérieure, clapet cheminée monté ?		
	Raccordement au plafond avec des cheminées isolées avec un		
Installations suivantes	Qui pénètrent le niveau d'étanchéification à l'air, colmatées proprement		
Manivelle / courroie	Pénétrations étanchéifiées		
Dispositif d'évacuation de vapeur	S'il y a de l'air d'échappement, commande des clapets anti-		
Ventilateurs d'extraction bloc-eau	Contrôle des clapets anti-retour		
Chute à linge	Dans la pénétration du niveau de chauffage / étanchéité à		
Système d'aspirateur centralisé	Tubes enveloppés avec matériau élastique, percées dans l'épaisseur du plafond bétonné.		
Chatière	Utiliser clapet étanche, étanchéifier pour la mesure		
Unité de ventilation dans la zone	Étanchéifier		

Concept de mesure / Réunions			
Concept de mesure	Concept préparé et présenté		
	Concept approuvé par l'organisme de certification		
Rencontre avec tous les entrepreneurs participants	Rencontre avec les entrepreneurs participants et la société de mesure avant de commencer niveau d'étanchéité de l'installation effectuée.		

