

Praxistest Luftdichtigkeits-Messungen bei Minergie-P®-Bauten

Gregor Notter¹, Beda Bossard¹, Urs-Peter Menti¹, Christoph Tanner²

*1 Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Zentrum für Integrale Gebäudetechnik,
Technikumstrasse 12, CH-6048 Horw; gregor.notter@hslu.ch*

*2 Ingenieurbüro Bauchek-Tanner, Irchelstrasse 28, CH-8400 Winterthur;
bct@bauchek-tanner.ch*

KURZFASSUNG

Verschiedene europäische Energielabels schreiben, vor Ausstellung der definitiven Zertifikate, die Messung der Luftdichtheit der zu zertifizierenden Nutzungseinheit vor. Beim Start von Minergie-P (2003) wurden vornehmlich Wohnbauten und kleinere Verwaltungsbauten zertifiziert. In der Zwischenzeit sind weitere Gebäudekategorien wie Industrie, Lager, Spitäler, etc. dazugekommen. Auch werden immer grössere und komplexere Bauten nach Minergie-P zertifiziert. Dies hat zu verschiedenen zusätzlichen Fragestellungen geführt. Im Rahmen eines vom schweizerischen Bundesamt für Energie (BFE) finanzierten Forschungsprojektes konnten einige der Fragestellungen analysiert werden. Eine Frage betrifft den Umgang mit „kritischen Bauteilen“ wie Industrietoren, Schiebetüren, etc., eine andere die Entwicklung eines handhabbaren Messverfahrens für grosse Bauten. Diese beiden Fragen werden im Folgenden detailliert beschrieben. Die beiden erwähnten sowie die weiteren Fragestellungen sind im BFE-Schlussbericht „Praxistest Luftdichtigkeits-Messungen bei Minergie-P®-Bauten“ ausführlich dokumentiert.

SCHLÜSSELWÖRTER

Luftdichtigkeit, Passivhaus, Minergie-P, BlowerDoor, SIA-Norm 180, EN 13829

EINLEITUNG

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Praxistest Luftdichtigkeits-Messungen bei Minergie-P®-Bauten; Luftdichtigkeits-Messungen bei Minergie-P®-Wirtschaftsbauten (Dienstleistungs- und Gewerbebauten), Industrie- und Lagergebäuden“ für das Schweizerische Bundesamt für Energie (BFE) sind verschiedene Untersuchungen zur Luftdichtigkeit gemacht worden.

Für die Label „Minergie-P“, „Minergie-A“ und „Passivhaus“ wird eine sehr hohe Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gefordert. Bevor das Zertifikat vergeben wird, ist die Luftdichtigkeit mit einem Luftdichtigkeitstest (auch bekannt als Blower-Door-Messung) nachzuweisen und es sind zwingend Grenzwerte zu erfüllen. Auch für den „Minergie“ Standard gibt es Grenzwerte. Diese sind aber weniger streng und für das Label nicht zwingend nachzuweisen. Die Festsetzung aller Minergie-Grenzwerte und die Definitionen für die Messmethodik sind 2007 in der vom Verein Minergie herausgegeben Messrichtlinie „Luftdurchlässigkeitsmessungen bei MINERGIE-P® und MINERGIE®-Bauten“ (RILUMI) [1] beschrieben worden. Diese Richtlinie orientiert sich primär an den Vorgaben der EN 13829 [3] und lehnt sich bezüglich Grenzwerte an die Vorgaben des Passivhaus-Standards [11] an (Minergie-P Neubau $n_{50, st} = 0.6 [h^{-1}]$). Der Hauptunterschied zum Passivhaus-Grenzwert ist dabei die Bezugsgrösse zum gemessenen Leckstrom. Minergie setzt primär auf den

Flächenbezug (q_{50}), während beim Passivhaus der Volumenbezug gilt (n_{50}). Der Unterschied wirkt sich bei Wohnbauten wenig aus, hat jedoch bei grossen Gebäuden (meist Nicht-Wohnbauten) enorme Bedeutung.

Auch Vergleiche mit den Definitionen und Grenzwerten in der SIA-Norm 180 ($v_{a,4}$ -Wert, 1999) [4, 4a] sind schwierig, da ohne konkrete Objektdaten keine zuverlässigen Umrechnungen und damit Resultatvergleiche möglich sind.

Beim Projektstart im Jahre 2009 wurden fast ausschliesslich Wohnbauten und kleinere Verwaltungsbauten nach den Anforderungen von Minergie-P ausgeführt. Erst vereinzelt wurden auch grössere Verwaltungs-, Industrie- und Lagerbauten nach Minergie-P erstellt. Für diese Bauten wurden die Anforderungen der Wohnbauten eins zu eins übernommen. Die Schlusskontrolle der Gebäudehülle erfolgte dabei immer mit der Messung der Luftdurchlässigkeit nach den Vorgaben der RILUMI [1].

Die folgenden Themen wurden innerhalb des Forschungsprojektes bearbeitet:

- Literaturrecherchen
- Ringversuch
- Erarbeitung Checkliste
- **Umgang mit „kritischen Bauteilen“ (Industrietore, Lifttüren, ...)**
- **Handhabbares Messverfahren für grosse Gebäude**
- Bewertung der Sekundär-Messwerte (Norm-Vorgaben)

Die beiden fett markierten Themen werden im Folgenden detailliert vorgestellt.

Der BFE-Schlussbericht kann unter „www.hslu.ch/t-fgz_aktuelles“ heruntergeladen werden.

UMGANG MIT „KRITISCHEN BAUTEILEN“

Ausgangslage:

Der Begriff „kritische Bauteile“ wird im Rahmen der Thematik Luftdichtigkeit erst seit ca. zwei Jahren verwendet. Er bezeichnet Bauteile, bei denen tendenziell eine hohe Luftdurchlässigkeit zu erwarten ist. Solche Bauteile sind normalerweise nur bei Nicht-Wohnbauten im Einsatz und es ist in Diskussion, wie sie bei Luftdichtigkeitsmessungen zu behandeln sind. So wird es aus heutiger Sicht vermehrt Fälle geben, bei denen eine Werkhalle die Minergie-P Grenzwerte nur dann erfüllt, wenn z.B. die Rolltore für die Anlieferung abgedichtet sind. Ohne deren Abdichtung besteht kaum eine Chance den Grenzwert einzuhalten und somit das Minergie-P Label zu erhalten. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Norm-Vorgaben der Einzelbauteile genauer anzusehen und in die Beurteilungen mit einzubeziehen.

Zu den „kritischen Bauteilen“ gehören z.B.:

- Doppellifttüren (in Aussenwänden)
- Eingänge für Publikumsverkehr (Schiebetüren, Drehtüren etc.)
- Rauchwärmeabzug (RWA)-Flügel / Fenster
- Rolltore / Sektionaltore
- Lüftungsanlagen, WRG Geräte
- wärmedämmte und gesteuerte Liftschachtentlüftungen, etc.

Prüfverfahren und Klassifizierung:

Die Prüfverfahren und Klassifizierungen von verschiedenen Bauteilen werden in Europäischen Normen beschrieben. In den nationalen Anhängen sind die

länderspezifischen Anforderungen definiert. In der nachfolgenden Tabelle sind die Normen aufgeführt, welche die „kritischen Bauteile“ betreffen.

TABELLE 1: Zusammenstellung von Prüf- und Klassierungsnormen luftdichter Bauteile

SN EN-Norm Nr.	SIA Nr.	Jahr	Titel
12153	329.002	2000	Vorhangfassaden – Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren
12152	329.001	2002	Vorhangfassaden – Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung
1026	331.055	2000	Fenster und Türen – Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren
12207	331.301	1999	Fenster und Türen – Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung
12427	343.104	2000	Tore – Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren
12426	343.103	2000	Tore – Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung
12835	342.008	2000	Luftdichte Abschlüsse – Luftdurchlässigkeit - Prüfverfahren
13125	342.011	2001	Luftdichte Abschlüsse – Luftdurchlässigkeit - Klassifizierung

Die obgenannten Normen schreiben Prüfverfahren im Labor vor. Die Einbausituation am Bau wird dabei nicht berücksichtigt. Deshalb können nur bedingt Rückschlüsse auf die Auswirkungen im eingebauten Zustand gezogen werden.

Ausgemessene „kritische Bauteile“

Vorgehen:

Bei allen nachfolgenden Bauteilen wurden an realen Objekten Messungen wie folgt durchgeführt:

- Messungen im Unter- und Überdruck
- Erste Messung mit abgeklebtem „kritischem Bauteil“. Hiermit wurde die Dichtheit der Hüllflächen ohne „kritisches Bauteil“ ermittelt.
- Zweite Messung mit „kritischem Bauteil“ in eingebautem Zustand.
- Aus der Differenz der ermittelten Volumenströme wurde der Verlust pro Quadratmeter „kritischer Bauteilflächen“ berechnet.

Schiebetüren:

TABELLE 2: Auswertung Schiebetüren (Legende siehe Seite 4)

Objekt				Unterdruck				Überdruck			
Nr.	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	300	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

Karusselltüren:

TABELLE 3: Auswertung Karusselltüren (Legende siehe Seite 4)

Objekt				Unterdruck				Überdruck			
Nr.	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	-	-	-	-

Rolltore:

TABELLE 4: Auswertung Rolltore (Legende siehe Seite 4)

Objekt				Unterdruck				Überdruck			
Nr.	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				

* Zwei Tore mit 17.0 m² und 16.0 m²; Total 33.0 m²

** Drei Tore mit 24.6 m², 21.7 m² und 20.7 m²; Total 67.0 m²

*** Je zwei Rolltore mit 12.8 m² und zwei mit 14.7 m²; Total 55.0 m²

Wärme gedämmte und gesteuerte Liftschachtentlüftung:

TABELLE 5: Auswertung wärme gedämmte und gesteuerte Liftschachtentlüftung

Objekt				Unterdruck				Überdruck			
Nr.	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

Legende zu den Tabellen 2 bis 5:

V_T Innenvolumen des Messraums

A_E Hüllfläche des Messraums

A_E kB Fläche des „kritischen Bauteils“

V₁ Volumenstrom ohne Abklebung des „kritischen Bauteils“

V₂ Volumenstrom mit Abklebung des „kritischen Bauteils“

ΔV Differenz der Volumenströme V₁ und V₂

q₅₀ kB Leckagestrom über das „kritische Bauteil“

Normatives seitens Minergie zu Fenster und Türen [2]:

Für die Minergie-Module „Fenster und Fenstertüren“ werden ebenfalls Anforderungen gestellt, welche einer Typenprüfung im Labor entsprechen. Folgende Anforderungen sind definiert:

TABELLE 6: Anforderungen an Minergie-Modul Fenster und Fenstertüren

Bauteil	MINERGIE Modul-Vorgabe bezüglich Luftdichtheit
MINERGIE® - Fenster	gem. Norm SN EN 12207 min. Klasse 3
MINERGIE® - Dachflächenfenster	---
MINERGIE® - Hebeschiebe- und Schiebetüren	gem. Norm SN EN 12207 min. Klasse 4

TABELLE 7: Anforderung an Minergie-P-Modul Fenster

Bauteil	MINERGIE-P Modul-Vorgabe bezüglich Luftdichtheit
MINERGIE®-P Fenster	gem. Norm SN EN 12207 min. Klasse 4
MINERGIE®-P Dachflächenfenster	---
MINERGIE®-P Hebeschiebe- und Schiebetüren	---

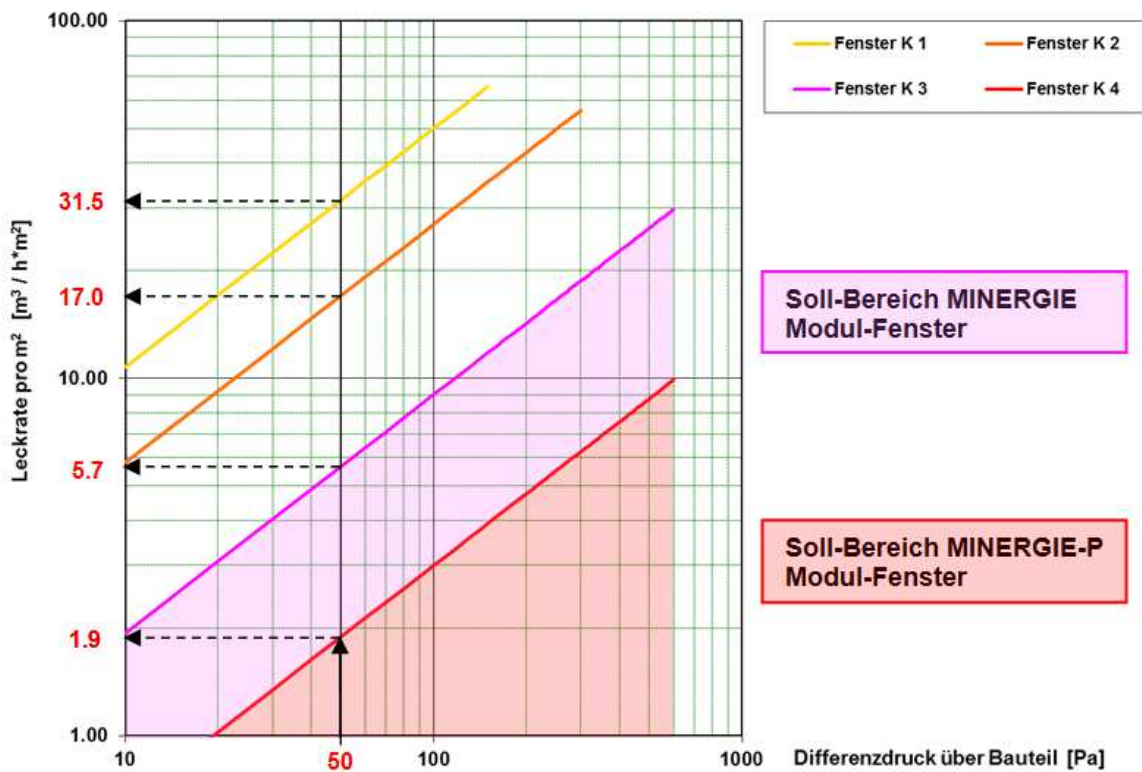
Klassifizierung von Fenstern und Türen nach SN EN 12207:

Die EN 12207 gibt Klassierungen und Referenzluftdurchlässigkeitswerte für Fenster und Türen an, die für die vorliegende Studie von Interesse sind. Aus Bild 1 können die Werte bei 50 Pa Druckdifferenz, entspricht dem q_{50} -Wert für das Bauteil, abgelesen werden.

TABELLE 8: Anforderungen Fenster und Türen nach EN 12207

Klasse	Referenzluftdurchlässigkeit bei 100 Pa bezogen auf die Gesamtfläche [(m ³ /hm ²)]
1	50
2	27
3	9
4	3

BILD 1: Graphische Darstellung der Anforderungen Fenster und Türen nach EN 12207



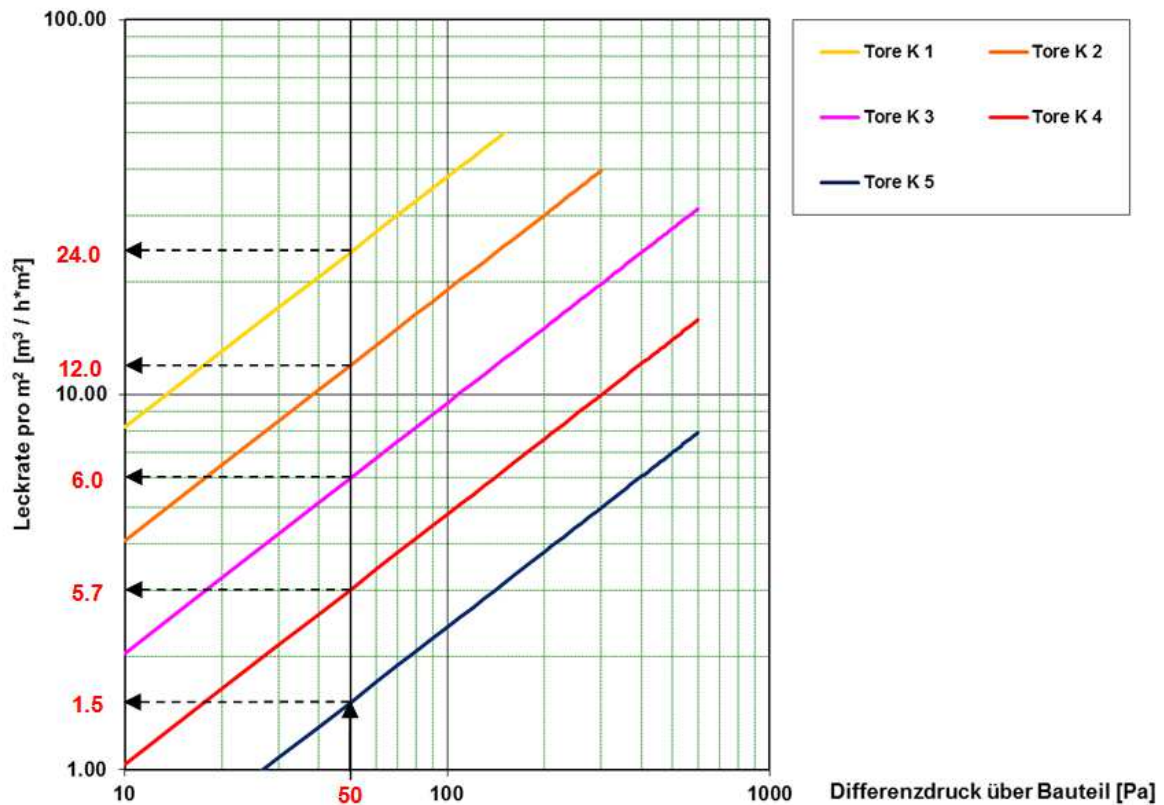
Klassifizierung von Toren nach SN EN 12426:

Die EN 12426 gibt Klassierungen und Grenzwerte für Tore an, die für die vorliegende Studie von Interesse sind. Aus Bild 2 können die Werte bei 50 Pa Druckdifferenz, entspricht dem q_{50} -Wert für das Bauteil, abgelesen werden.

TABELLE 9: Anforderungen Tore nach EN 12426

Klasse	Grenzwert bei 50 Pa [m ³ /hm ²]
0	-
1	24.0
2	12.0
3	6.0
4	3.0
5	1.5
6	

BILD 2: Graphische Darstellung der Anforderungen Tore nach EN 12426



In der EN 12427 wird das Prüfverfahren beschrieben, welches analog den Fenstern im Labor durchgeführt wird und eine Typenprüfung darstellt. Das Prüfverfahren ist also nicht im eingebauten Zustand am Bau anwendbar. Deshalb können nur bedingt Rückschlüsse auf die Auswirkungen im eingebauten Zustand gezogen werden.

SIA-Norm 343; Türen und Tore [5]

Unter Punkt 2.15 der SIA-Norm 343 werden die automatischen Türen und Tore aufgezählt. Dabei wird zwischen automatischen Türen (z.B. Drehflügel-, Schiebe-, Karusselltüren) und automatischen Toren (z.B. Rolltore, etc.) unterschieden.

Für die Klassifizierung der Luftdurchlässigkeit der automatischen Tore wird auf die SN EN Norm 12426, bei den automatischen Türen auf die DIN-Normen 18650-1 und 18650-2 verwiesen. In diesen DIN-Normen werden keine Anforderungen bezüglich der Luftdichtheit definiert. Eine Umfrage bei drei Schweizer Herstellern von automatischen Torsystemen hat ergeben, dass darauf tendiert wird, dass die Anforderungen an die Luftdichtheit nach der SN EN Norm 12207, Klasse 2, definiert wird.

HANDHABBARES MESSVERFAHREN FÜR GROSSE GEBÄUDE

Ausgangslage

Je grösser das Gebäude (bzw. je tiefer der Formfaktor $F = A_E / V_T$ der Messzone⁽¹⁾), desto einfacher ist es, einen guten n_{50} -Wert zu erreichen. Oder umgekehrt: Bei genau gleicher Bauqualität der Gebäudehülle ist der n_{50} -Wert umso besser, je grösser das Gebäude, bzw. die Messzone ist.

Das „durchschnittliche Einfamilienhaus (EFH)“, mit einem Formfaktor von 0.8, stand in der Entstehungsgeschichte der Luftdurchlässigkeitsmessungen latent bei jeder n_{50} -Grenzwert-Festsetzung als Model im Hintergrund. Wenn die Anforderungen an die Qualität der Gebäudehüllen-Dichtigkeit bei verschiedenen Gebäudetypen aber immer gleich sein soll, so ist es nicht mehr möglich, Messwerte auf das Volumen (n_{50} -Wert) zu beziehen.

Wird jedoch ein q_{50} -Wert mit einem standardisierten Formfaktor (0.8) umgerechnet ($q_{50} \times 0.8 = n_{50, \text{st}}$), so lassen sich diese neuen $n_{50, \text{st}}$ -Werte quantitativ doch wieder mit den ursprünglichen n_{50} -Werten und damit mit den nach wie vor gültigen Passivhaus-Werten vergleichen.

Mit dem $n_{50, \text{st}}$ -Wert⁽²⁾ wird der Charakter und das Grössenverständnis des „alten“ n_{50} -Werts beibehalten. Das Thema der unterschiedlichen Objektgrössen wird aber eliminiert, da im Hintergrund der Flächenbezug steht. Für einen „gerechten“ Vergleich von Luftwechselzahlen ist ein Flächenbezug notwendig, weil Leckstellen nur in der Hüllfläche liegen können. Ob auf der andern Seite der Leckstellen ein Aussenraum, ein Keller oder eine Nachbarwohnung liegt, spielt im vorgängig definierten qualitativen Sinn keine Rolle. Jede Leckstelle interessiert und soll gemessen und bewertet werden.

$$^{(1)} F = A_E / V_T$$

$(A_E = \text{innere Oberfläche der Messzone (EN 13829)})$

$(V_T = \text{inneres Volumen (Total, inkl. Innenwände und Zwischendecken)})$

$$^{(2)} n_{50, \text{st}} = q_{50} \cdot (A_E / V_T)_{\text{st}} = q_{50} \cdot 0.8 \rightarrow \text{fixer Formfaktor}$$

Überblick in der Schweiz gemessener Grossbauten

Anhand der untenstehenden Tabelle werden die Folgen aufgezeigt, wenn bei Grossbauten n_{50} statt q_{50} bestimmt wird: Durch den Volumenbezug (mit dem n_{50} -Wert) könnten Fassadenflächen von Grossbauten bis zu 8-mal undichter sein als ein vergleichbares EFH und würden den Grenzwert immer noch erreichen.

Passivhäuser (und auch DIN-Grenzwerte in Deutschland) basieren nach wie vor auf dem volumenbezogenen n_{50} -Wert, was wie gezeigt, bei grossen Gebäuden wenig sinnvoll ist. Diese Erkenntnis ist nicht neu und es gibt vermehrt Forderungen, dies auch in Deutschland zu ändern [P. Simons; 10]

TABELLE 10: Zusammenstellung Kennwerte grosser in der Schweiz gemessener Bauten

Volumen V_T [m ³]	Oberfläche A_E [m ²]	Formfaktor F [A_E / V_T]	V_{50} Unterdruck [m ³ /h]	V_{50} Überdruck [m ³ /h]	q_{50} [m ³ /(m ² ·h)]	n_{50} [h ⁻¹]	$n_{50, st}$ [m ³ /(m ² ·h)]
5'452	2'353	0.43	698	960	0.35	0.15	0.28
6'391	3'232	0.51	1'024	1'038	0.32	0.16	0.26
8'867	2'871	0.32	779	793	0.27	0.09	0.22
11'862	4'233	0.36	3'063	2'995	0.72	0.26	0.57
11'895	5'235	0.44	1'918	1'908	0.37	0.16	0.29
13'182	4'727	0.36	1'084	1'233	0.25	0.09	0.20
19'357	5'504	0.28	2'025	3'195	0.47	0.13	0.38
20'391	6'487	0.32	1'850	2'138	0.31	0.10	0.25
20'391	6'487	0.32	1'850	2'138	0.31	0.10	0.25
22'025	8'268	0.38	5'152	5'544	0.65	0.24	0.52
24'223	6'258	0.26	2'558	2'840	0.43	0.11	0.35
39'186	9'645	0.25	6'377	7'291	0.71	0.17	0.57
117'133	11'303	0.10	7'193	7'790	0.66	0.06	0.53
Sollwert Minergie-P					≤ 0.75		≤ 0.6
Sollwert Passivhaus						≤ 0.6	

Mögliche Messverfahren für grosse Gebäude

Immer öfter werden Gebäude im Minergie-P Standard erstellt, die sehr gross (Energiebezugsfläche grösser als 20'000 m²) und / oder komplex strukturiert sind. Bei solchen Gebäuden sind Messungen der ganzen Gebäudehülle und damit Resultate, die mit Wohngebäuden / EFH vergleichbar sind, aus verschiedenen Gründen höchst problematisch bis unmöglich. Aus Grundsatzüberlegungen ist hier auch die Sinnfrage zu stellen, denn grosse Gebäude haben kaum in hoher Priorität ein Problem infolge von Lüftungswärmeverlusten.

Problematisch sind korrekte Messungen von Grossbauten u.a. darum, weil es viel Zeit dafür braucht. Zeit, in der das ganze Gebäude nicht betreten werden darf. Dies auch noch in der Endausbauphase, wo sowieso meist kritische Terminphasen zusammenlaufen.

Für eine solche Messung braucht es u.U. Tage für die Vorbereitung und evtl. mehrere Tage für die Messung. Die Norm EN 13829 [3] verlangt z.B. im Kap. 5.3.1 eine Kontrolle der gesamten Gebäudehülle im Differenzdruck-Zustand, was sehr aufwendig werden kann.

Am 28. Juni 2011 wurde in Luzern durch den Thermografie Verband Schweiz (theCH), Gruppe BlowerDoor, und die Hochschule Luzern – Technik & Architektur im Rahmen des BFE-Projektes ein Workshop zum Thema „Wie sollen Grossbauten gemessen werden“ durchgeführt. Die folgenden Varianten sind eine Zusammenstellung aus Erfahrungen und der Diskussion anlässlich des Workshops.

- **Variante 1 (wird aktuell bei zwei Objekten angewendet)**

Luftdurchlässigkeitsmessung an einer Musterfassade / am Mustergebäude
Luftdurchlässigkeitsmessungen an verschiedenen Fassadenbereichen in der Bauphase

Luftdurchlässigkeitsmessungen von Brandabschnitten
 Luftdurchlässigkeitsmessungen von Nutzungszonen
 Spezialmessungen wie : - Thermografische Kontrolle (ausser und innen)
 - Druckdifferenzmessungen im Winter
 - evtl. Komfortmessungen

Offene Fragen: Welche Grenzwerte für Fassadenbereiche werden verlangt?
 Welche Bezugsgrössen werden definiert?
 Wieviel Prozent der luftdichtigkeitsrelevanten Gebäudehüllfläche muss gemessen werden?

- **Variante 2: Bauteilanforderungen**

Teilmessungen und Bezüge zu Bauteilnormen bzw. Minergie Modulvorgaben.
 Allerdings wäre das fallweise im Widerspruch zum Reglement mit den Modulvorgaben:
 „Ein Gebäude braucht zum Erfüllen des Minergie- Standards für das Gesamtgebäude nicht zwingend mit Bauteilen (z.B. Fenster) ausgerüstet zu sein, die die Anforderungen an das MINERGIE®- Modul (z.B. Fenster) erfüllen“.

Offene Fragen: Welche Grenzwerte für Bauteile werden verlangt?

- **Variante 3: Projekt- und Baubegleitung**

Begleitung des Projektes durch einen erfahrenen Messpraktiker während der Planungs- und Ausführungsphase.

Offene Fragen: Sehr grosse Individualität!
 Definition des Umfangs der Begleitung!

- **Variante 4: Keine Messung mehr**

Bei grossen Gebäuden sollen keine Luftdichtheitsmessungen mehr durchgeführt werden.

Offene Fragen: Ab welcher Grösse des Gebäude?
 Ist es richtig, dass EFH und Wohnbauten prozentual viel mehr ausgeben müssen für die Qualitätsüberprüfung des Bauwerkes?
 Welche Gebäudekategorien müssen nicht mehr gemessen werden?
 Durch welche anderen Massnahmen werden die Dichtheitsmessungen ersetzt? (vgl. Spezialmessungen Var.1)

- **Variante 5: Messung freiwillig**

Die Luftdichtheitsmessungen können auf freiwilliger Basis durchgeführt werden, um eine Qualitätskontrolle der Gebäudehülle zu erhalten. Alle Minergie-Standards wären somit in der Basisvariante reine „Planungslabells“.

Offene Fragen: Wie soll das Label für Gebäude aussehen, die eine Luftdichtheitsmessung ausführen und damit nachweisen, dass die Gebäudehülle die Grenzwertanforderungen erfüllt?

- **Variante 6: Messung mit der hausinternen Lüftungsanlage**

Über die hausinterne Lüftungsanlage sollen die Volumenströme bei verschiedenen Druckdifferenzen bestimmt werden.

Offene Fragen: Mit dieser Variante können nicht alle Anforderungen nach der SN EN 13829 eingehalten werden.
Auch „kritisch“ bezüglich dem Minergie Reglement „MINERGIE®-Modul Komfortlüftung“. Auszug: „Für die Volumenstrommessung sind nur Messgeräte einzusetzen, die für eine zuverlässige Messung kleiner Luftvolumenströme geeignet sind (z.B. Flowfinder). Für die Abnahme sind Luftvolumenstrommessungen mit Anemometern nicht zulässig“.

- **Variante 7: Kontrolle der Dichtigkeit der Lüftungsanlage und der Verteilungskanäle.**

Es liegen verschiedene Hinweise und Messresultate vor [9], die zeigen, dass Kanalsysteme zum Teil erhebliche Leckstellen aufweisen. Belege von Abnahmemessungen nach den Normen [6, 7, 8] liegen kaum je vor.

ZUSAMMENFASSENDE ERKENNTNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

Eine ausgemessene Schiebetüre erfüllt die Anforderung der Klasse 2 nach der SN EN Norm 12207, die übrigen beiden liegen oberhalb des Klassifizierungsbereichs. Die ausgemessenen Rolltore wiesen einen mittleren flächenbezogenen Leckagestrom (Mittelwert aus Unter- und Überdruck) auf, der gegenüber der Anforderung für Klasse 2 der SN EN Norm 12426 um die Faktoren 1 bis 20 mal höher liegt.

Zur Zeit dürfen für die Abnahmemessungen nach Minergie-P die kritischen Bauteile bei der Bestimmung des Leckagestroms $n_{50, st}$ provisorisch abgedichtet werden. Zusätzlich muss aber der Leckagestrom über das kritische Bauteil (die kritischen Bauteile) bestimmt und deklariert werden.

Für die Messung von Nichtwohnbauten / Grossbauten sind sieben Varianten für mögliche Messverfahren erarbeitet worden. Bei allen Varianten bestehen noch offene Fragen, welche vertiefter geklärt werden müssen. Dies auch im Hinblick auf die sich im Moment in Überarbeitung befindlichen SIA-Norm 180 [4, 4a]. Hier sollen die Resultate der weiteren Abklärungen einfließen.

Als Erkenntnis aus der Diskussion anlässlich des Workshops ist die Variante 1 anzuwenden.

Es ist notwendig, baldmöglichst analog der RILUMI [1] eine Richtlinie zu erstellen, welche Messungen von Nicht-Wohngebäuden beschreibt.

Generell soll als Bezugsgrösse für alle Messungen die Hüllfläche A_E verwendet werden, bzw. die Luftdichtigkeit q_{50} ermittelt werden. Nur so kann für alle Gebäude, egal ob gross oder klein, die Dichtigkeit der Gebäudehülle auf „faire“ Art verglichen und definiert werden.

REFERENZEN

- [1] Verein Minergie (Stand März 2011) Richtlinie für Luftdurchlässigkeitsmessungen bei Minergie-A®, MINERGIE-P® und MINERGIE®-Bauten
- [2] Verein Minergie (Stand 01.09.2011) Reglement für Modul-Fenster, -Türen, Hebeschiebetüren
- [3] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Stand November 2000) SN EN 13829 (SIA 180.206): Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren (ISO 9972:1996, modifiziert)
- [4] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (1999) Norm SIA 180, „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“
- [4a] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (Vernehmlassung 2010) Norm SIA 180, „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“
- [5] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (2010) Norm SIA 343, „Türen und Tore“
- [6] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (2004) SN EN 14134, (SIA 382.202) „Lüftung von Gebäuden - Leistungsprüfung und Einbaukontrollen von Lüftungsanlagen von Wohnungen“
- [7] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (2006) SN EN 1507, (SIA 382.303) „Lüftung von Gebäuden - Rechteckige Luftleitungen aus Blech – Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit“
- [8] Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (1.6.2008) Merkblatt SIA 2023, „Lüftung in Wohnbauten“
- [9] Empa Bauphysik, Ch. Tanner (2004) BFE-Projekt „Messung und Beurteilung der Luftdichtigkeit von Niedrigenergiehäusern“ (MEBLUN)
- [10] Paul Simons (6. Buildair-Symposium 6.5.2011 Berlin) Referat „Bemessung zu fördernder Volumenströme bei großen Gebäuden – Diskussion der Bezugsgrößen“
- [11] Passivhaus-Institut „Was ist ein Passivhaus“ <http://www.passiv.de>