

# **MINERGIE – Muster - Messbericht**

Forschung & Entwicklung  
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

**Beda Bossard**

Senior Wissenschaftlicher Mitarbeiter

T direkt +41 41 349 34 57  
beda.bossard@hslu.ch

# Entwurf!

## Grundlagen

### Messanleitung

Stand: März 2011

### Richtlinie für Luftdurchlässigkeitsmessungen bei MINERGIE-A<sup>®</sup>-, MINERGIE-P<sup>®</sup>- und MINERGIE<sup>®</sup>-Bauten

### Normen

**EN 13829 (2000)** neu FprEN ISO 9972 (Schlussentwurf März 2015)  
Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luft-  
durchlässigkeit von Gebäuden – Druckdifferenzverfahren.

**SIA 180 (2014)** Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in  
Gebäuden.



# Titelblatt Messbericht

**MFH Muster, Musterwohnung 1.OG, Musterstr. 5, 9999 Musterhausen**

Ev. mit Objektfoto



Impressum / Inhaltsverzeichnis / Übersicht etc.

# Deckblätter Prüfbericht E1 und E2

Verein MINERGIE® (AMI)  
Association MINERGIE

Messanleitung  
MINERGIE-A®, MINERGIE-P® und MINERGIE®

zu verwenden bis max. 31. Dez. 2015

Zusammenfassung für die Berichterstattung

Anhang E1

(gelbe Felder ausfüllen)



## Luftdurchlässigkeitsmessung

MINERGIE-A® MINERGIE-P® MINERGIE®



Objekt / Gebäude

MFH Muster  
Musterstrasse 5  
0000 Musterhausen

*Diese 2 Seiten zeigen eine Zusammenfassung der wesentlichen Daten und sind als Deckblätter für den Prüfbericht zu verwenden.*

Messzone

5 ½ Zimmer Wohnung (Whg. Nr. 7)  
Dachgeschoss (3. OG)  
Eckwohnung Südost

Energie-Standard

- MINERGIE-A®
- MINERGIE-P®
- MINERGIE®

# Deckblätter Prüfbericht E1 und E2

**Auftraggeber** Muster-Immobilien AG  
Gebäudeweg 23  
0000 Beispielhausen

**Auftragnehmer** Team BlowerDoor GmbH  
Musterweg 25  
0000 Musterbach

**Prüfdatum** 10.12.2012

Anforderungen			auf 1 Dezimale gerundet:	Anforderung
<input type="checkbox"/> MINERGIE-A®	n <sub>50,st</sub>	Grenzwert: ≤ 0.6 [h <sup>-1</sup> ]	Messwert: 0.6 [h <sup>-1</sup> ]	<input type="checkbox"/> erfüllt
<input type="checkbox"/> MINERGIE-P®	n <sub>50,st</sub>	Grenzwert: ≤ 0.6 [h <sup>-1</sup> ]	Messwert: 0.6 [h <sup>-1</sup> ]	<input type="checkbox"/> erfüllt
<input type="checkbox"/> MINERGIE®	n <sub>50,st</sub>	Grenzwert: ≤ 1.0 [h <sup>-1</sup> ]	Messwert: ---- [h <sup>-1</sup> ]	<input type="checkbox"/> erfüllt

**Signatur** Ort, Datum der Berichterstattung Prüfperson:

.....  
.....  
Anton Muster

# Deckblätter Prüfbericht E1 und E2

Verein MINERGIE® (AMI)  
Association MINERGIE

Messanleitung  
MINERGIE-A®, MINERGIE-P® und MINERGIE®

zu verwenden bis max. 31. Dez. 2015

**Zusammenfassung für die Berichterstattung**

**Anhang E2**

## Gebäudedaten / Randbedingungen:

(zutreffendes ankreuzen)

### Messzeitpunkt

- vorgezogene Messung
- Abnahmemessung, (Um)Bauarbeiten abgeschlossen
- Messung in bestehendem Bauobjekt

### Baufortschritt Gebäudezustand:

- Rohbau mit Luftdichtheitsebene erstellt
- Haustechnikinstallationen durch Luftdichtheitsebene fertig erstellt
- Fenster und Türen mit Dichtungen montiert und justiert.
- x** Hauseingangstür mit Seitenflügel fehlt noch (hier BlowerDoor eingesetzt).
- .....

### Messverfahren

- B (Gebäudehülle)
- .....

### Zustand der Nachbar- zonen

- Treppenhaus: Fenster und Türen geöffnet
- Wohnung 6: Fenster und Türen geöffnet
- Wohnung 5: Zustand nicht bekannt, da nicht zugänglich

### Lüftungsanlage

- Wohnungslüftung mit Zu- und Abluft
- .....

# Deckblätter Prüfbericht E1 und E2

## Messdaten / Ergebnisse

(gelbe Felder ausfüllen)

Hüllfläche $A_E$	... [m <sup>2</sup> ]	Lufttemperatur innen	... [°C]
Volumen $V_T$	- [m <sup>3</sup> ]	Lufttemperatur aussen	... [°C]
max. Höhe Messzone	... [m]	Windstärke	... Beaufort

Prüfdatum: xx.xx.20xx	Unterdruck ( - )	Überdruck ( + )	Mittelwert
Leckagestrom $V_{50}$	... [m <sup>3</sup> /h]	... [m <sup>3</sup> /h]	
Leckagekoeffizient $C_L$	... [m <sup>3</sup> /(h Pa <sup>n</sup> )]	... [m <sup>3</sup> /(h Pa <sup>n</sup> )]	
Korrelationskoeffizient $r$ <i>r muss &gt; 0.980</i>	... [-]	... [-]	
Exponent $n$ <i>n muss &gt; 0.5 und &lt; 1.0</i>	... [-]	... [-]	
Luftdurchlässigkeit $q_{50}$ <i><math>q_{50} = V_{50} / A_E</math></i>	... [m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )]	... [m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )]	... [m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )]
Luftwechselrate $n_{50,st}$ <i><math>n_{50,st} = q_{50} \times 0.80</math></i>	... [h <sup>-1</sup> ]	... [h <sup>-1</sup> ]	... [h <sup>-1</sup> ]
Messunsicherheit total	± ... %	± ... %	± ... %



<b>Bemerkungen</b>	<p>Grundlage für diese Messung: Richtlinie für Luftdurchlässigkeitsmessungen bei MINERGIE-A®, MINERGIE-P®- und MINERGIE®-Bauten, Ausgabe 2011</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Messergebnis schliesst (verdeckte) Mängel in der Konstruktion nicht aus.</li> <li>- Die Luftdurchlässigkeit kann sich im Verlauf der Zeit verändern.</li> </ul>
--------------------	--

# Diverse allg. Informationen zur Messung

- Grundlagen für die Messung: z.B. Messkonzept vom ....., Ausführungspläne vom ....., Offerte / Auftragsbestätigung / Vertrag vom .....
- An der Messung beteiligte Personen: .....
- Eingesetzte Messgeräte: .....
- Einbau des Messgerätes: genauer Standort, Einbauqualität, Einbaufoto etc.

## Beispiel

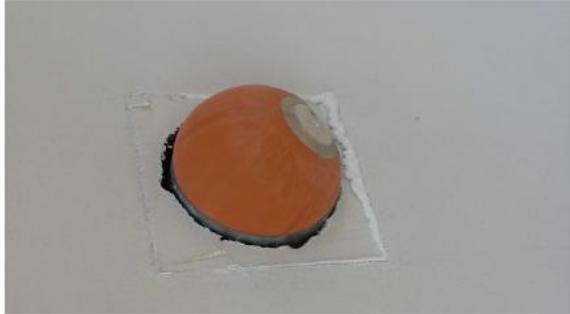
Einbau Messgerät:

Das Gerät wurde bei der Wohnungseingangstüre im Erdgeschoss eingebaut. BlowerDoor-Tuch/Rahmen wurden sauber eingespannt und zusätzlich abgeklebt.



# Vollständige Auflistung der temporär abgedichteten Öffnungen

## Beispiel

<p>Provisorische Abdichtungen</p>	
<p>Lüftungsanlage (Aussenluft- und Fortluft-Anschlüsse) an Kellerdecke geschlossen und abgeklebt</p>  A photograph showing the interior of a basement. The ceiling is covered with white insulation. Several ventilation ducts are visible, some of which are sealed with black tape. A ladder is leaning against the wall on the right.	<p>Kamin Cheminée-Anlage über Dach</p>  A photograph of a chimney on a roof. The chimney is made of metal and has a large, circular opening at the top. The opening is sealed with a large, orange, circular temporary seal. The roof is covered with gravel, and a building is visible in the background.
<p>Zufuhr Verbrennungsluft Cheminée an Fassade</p>  A photograph of a light-colored wall. There are three circular openings in the wall, each with a red, circular temporary seal. A vertical pipe is visible on the right side of the wall.	<p>Anschluss Dampfabzug Fassade</p>  A photograph of a light-colored wall. There is a circular opening in the wall, which is sealed with a red, circular temporary seal. The seal is surrounded by a square piece of white tape.

# oder mittels Checkliste D1 und D2 „Abdichtungen für Messverfahren A und B“

Verein MINERGIE® (AMI)  
Association MINERGIE

Messanleitung  
MINERGIE-A®, MINERGIE-P® und MINERGIE®

zu verwenden bis max. 31. Dez. 2015

## Abdichtungen für Messverfahren A und B

## Anhang D1

als Checkliste: vorhanden und befolgt

Abdichtungen	Verfahren A (Nutzungszustand)	X	Verfahren B (Gebäudehülle)	X
Aussentüren *)	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u>	
Innentüren	offen		offen	
Türen zu beheizten Nebenräumen *) (z.B. Keller)	offen		offen	
Türen zu unbeheizten Gebäudebereichen (Abstellräumen, Keller, Garage) *)	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u>	
Tür zu Lift / Schacht (= andere Zone)	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Schlüssellöcher *)	nichts		nichts	
Luken und Klappen zu Abseiten im DG wenn Luftdichtigkeitsperimeter <u>aussen</u>	öffnen		öffnen	
Luken und Klappen zu Abseiten im DG wenn Luftdichtigkeitsperimeter bei Luke *)	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u>	
Fenster / Fenstertüren / Dachfenster / *) Hebeschiebetüren / Festverglasungen etc.	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u>	

# oder mittels Checkliste D1 und D2 „Abdichtungen für Messverfahren A und B“

Lüftungsschlitze in Fenstern (Rahmen)	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Lüftungsklappen der Dachfenster	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> , <b>evtl. abdichten</b>	
Rollladengurten / <u>Storenkurbeln</u> *)	nichts	nichts	
Lüftungsaggregat oder Einzelraum-Lüftungsgerät	wo möglich: <b>Im Gerät abdichten</b>	wo möglich: <b>Im Gerät abdichten</b>	
Zuluft der Wohnungslüftung in Räumen	evtl. zusätzlich <b>abdichten</b>	evtl. zusätzlich <b>abdichten</b>	
Abluft der Wohnungslüftung in Räumen	evtl. zusätzlich <b>abdichten</b>	evtl. zusätzlich <b>abdichten</b>	
Dampfabzug der Küche / <u>Umluftsystem</u>	nichts	nichts	
Dampfabzug der Küche / <b>Fortluftsystem</b>	nichts	<b>abdichten</b>	
<u>Fortluftventilator</u> (Bad / Du / WC)	nichts	<b>abdichten</b>	
Wäschetrockner in beheizter Zone mit Abluft nach <u>ausser</u>	Trockner <u>schliessen</u>	Trockner <u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Ofen / <u>Cheminée</u> etc.	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Zuluft zu Ofen	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Kamin vom Ofen	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Wäscheabwurf zu unbeheizter Zone	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Katzenklappen	<u>schliessen</u>	<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Schachtdeckel in beheizten Zonen	<u>schliessen</u>	<b>abdichten</b>	
Abgehängte Decke	nichts	nichts	

# oder mittels Checkliste D1 und D2 „Abdichtungen für Messverfahren A und B“

Verein MINERGIE® (AMI)  
Association MINERGIE

Messanleitung  
MINERGIE-A®, MINERGIE-P® und MINERGIE®

zu verwenden bis max. 31. Dez. 2015

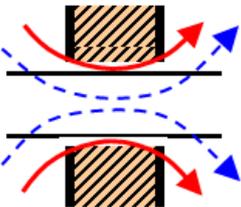
Abdichtungen für Messverfahren A und B

Anhang D2

als Checkliste: vorhanden und befolgt

Abdichtungen	Verfahren A (Nutzungszustand)	↓ X	Verfahren B (Gebäudehülle)	↓ X
Haustechnik: - <u>El.kasten</u> , Sicherungen *)	nichts		nichts	
- Steckdosen *)	nichts		nichts	
- Einbaulampen *)	nichts		nichts	
- Heizungs-Verteilkasten *)	nichts		nichts	
- Sanitär Spülkasten WC *)	nichts		nichts	
- weitere Sanitär Anschlüsse und Durchbrüche *)	nichts		nichts	
<u>Kanalentlüft. ventile</u> in beheizten Zonen	nichts		abdichten	
Zentrale Staubsaugeranlage	<u>schliessen</u>		<u>schliessen</u> und <b>abdichten</b>	
Leerrohre zu unbeheizten Zonen	<b>abdichten</b>		<b>abdichten</b>	

# oder mittels Checkliste D1 und D2 „Abdichtungen für Messverfahren A und B“

<p>generell bei Rohrdurchbrüchen</p> 	<p><b>rot:</b> nichts *) (= Gebäudehülle)</p> <p><b>blau:</b> <u>schliessen</u>, <u>bzw. abdichten</u> (Haustechnik, vgl. Kap.4)</p>	<p><b>rot:</b> nichts *) (= Gebäudehülle)</p> <p><b>blau:</b> <u>abdichten</u> (= Haustechnik, vgl. Kap.4)</p>	
<p>weiteres:</p>			
<p>*) Sind hier deutliche Luftleckagen spürbar, so kann deren Anteil durch abdichten mit einer <u>Variationsmessung</u> (vgl. Kap. 5) abgeschätzt werden. Für eine MINERGIE-P® und MINERGIE® Beurteilung mit dem Messverfahren B ist eine provisorische Abdichtung jedoch nicht zulässig.</p>			
<p><b>Hinweis:</b> Durch das Entfernen der zulässigen, <u>provisorischen Abdichtungen</u> z.B. bei Ofen, <u>Wäscheabwurf</u> etc., kann mittels einer Punktmessung (bei <math>\Delta P</math> 50 Pa) sehr schnell die Differenz der beiden Messverfahren (A / B) abgeschätzt werden. Damit werden die <u>Leckströme</u> quantifiziert, die nicht der Gebäudehülle zugeordnet werden dürfen.</p>			

# Detaillierte, nachvollziehbare Messdaten aus verwendeter Software 1

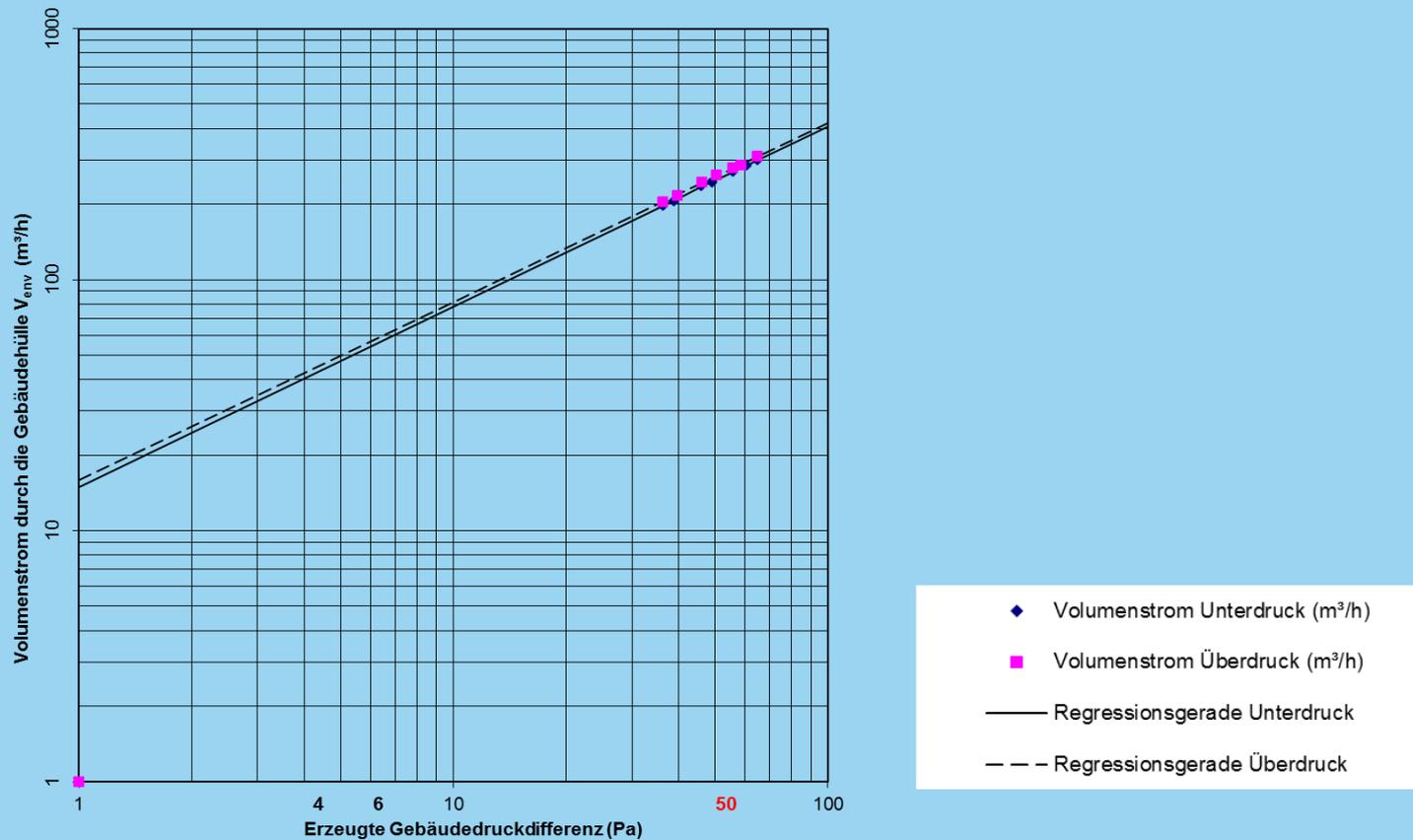
BlowerDoor-Prüfbericht									
Berechnungsgrundlage DIN EN 13829 Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0									
Objekt : EFH Muster					Prüfer/in: Team BlowerDoor GmbH				
					Datum: 11.05.2015 FLiB-Nr:				
<b>Klimadaten</b>									
Innentemperatur: 20 °C		Außentemperatur: 15 °C		Windstärke: 1		Gebäuedruckdifferenz: 1 Außenmessstelle		Gebäudestandort: B (teilweise exponiert)	
Luftdruck (Standard): 101325 Pa						Messunsicherheit Wind: 0 %			
<b>Unterdruck</b>					<b>Überdruck</b>				
Natürl. Druckdiff.	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$	Natürl. Druckdiff.	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
	0.1 Pa	-	-	-0.4 Pa		0.0 Pa	-0.1 Pa	0.2 Pa	-
<b>Messreihen</b>									
Reduzierblende	Gebäuedruck $\Delta p_m$	Gebläsedruck	Gebäuedruck $\Delta p$	Volumenstrom $V_r$	Reduzierblende	Gebäuedruck $\Delta p_m$	Gebläsedruck	Gebäuedruck $\Delta p$	Volumenstrom $V_r$
O ABCDE	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m³/h)	O ABCDE	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m³/h)
$\Delta p_{01}$	0.1	-----	-----	-----	$\Delta p_{01}$	-0.1	-----	-----	-----
C	-65	209	-65	304	C	65	214	65	307
C	-61	192	-61	291	C	59	181	59	281
C	-56	171	-56	273	C	56	172	56	275
C	-49	142	-49	249	C	50	153	50	258
C	-46	132	-46	240	C	46	134	46	241
C	-39	102	-39	209	C	40	106	40	214
C	-36	93	-36	200	C	36	95	36	202

# Detaillierte, nachvollziehbare Messdaten aus verwendeter Software 2

$\Delta p_{02}$	-0.4	-----	-----	-----	$\Delta p_{02}$	0.2	-----	-----	-----
Korrelationskoef. r:	1.000	Vertrauensintervall (95%)			Korrelationskoef. r:	0.999	Vertrauensintervall (95%)		
$C_{env}$ ( $m^3/(h \cdot m^2)$ )	1.8	max. 16	min. 14		$C_{env}$ ( $m^3/(h \cdot m^2)$ )	1.8	max. 19	min. 14	
$C_L$ ( $m^3/(h \cdot m^2)$ )	1.5	max. 17	min. 14		$C_L$ ( $m^3/(h \cdot m^2)$ )	1.6	max. 19	min. 14	
n (-)	0.72	max. 0.74	min. 0.69		n (-)	0.71	max. 0.75	min. 0.67	
<b>Ergebnis, Kenngrößen</b>				V =	579 m <sup>3</sup>	A <sub>F</sub> =	86 m <sup>2</sup>	A <sub>E</sub> =	416 m <sup>2</sup>
	<b>V<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>n<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>w<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	<b>q<sub>50</sub></b>	Unsicherheit	
	m <sup>3</sup> /h	%	1/h	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	%	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	%	
Unterdruck	<b>249</b>	+/- 7 %	0.43	+/- 9 %	2.9	+/- 9 %	0.60	+/- 9 %	
Überdruck	<b>256</b>	+/- 7 %	0.44	+/- 9 %	3.0	+/- 9 %	0.62	+/- 9 %	
Mittelwert	<b>253</b>	+/- 7 %	<b>0.44</b>	+/- 9 %	<b>2.9</b>	+/- 9 %	<b>0.61</b>	+/- 9 %	
<b>Anforderungen nach:</b>				<b>MINERGIE-P</b>					
				***	***	<b>0.75</b>	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h		
<b>wählen</b>									
<b>Bemerkung:</b> Das Messergebnis schließt (verdeckte) Mängel in der Konstruktion nicht aus.									
<b>Auftragnehmer :</b> Team BlowerDoor GmbH									
***									
***									
Datum, Unterschrift				Stempel					

# Leckagenkurve (Diagramm)

BlowerDoor-Leckagekurve  
Objekt: EFH Muster



## BlowerDoor-Prüfbericht

### Berechnungsgrundlage DIN EN 13829 Natürliche Druckdifferenzen und Fehlerbetrachtung

Objekt : EFH Muster	Prüfer/in: Team BlowerDoor GmbH
	Datum: 11.05.2015 FLIB-Nr:

Unterdruck			Überdruck		
Protokoll			Protokoll		
Messwert	Natürliche Druckdifferenz		Messwert	Natürliche Druckdifferenz	
	Vor der Messung	Nach der Messung		Vor der Messung	Nach der Messung
1	0.0	-0.5	1	-0.2	0.1
2	0.0	-0.5	2	-0.2	0.1
3	0.0	-0.6	3	-0.2	0.1
4	0.1	-0.6	4	-0.2	0.2
5	0.0	-0.7	5	-0.2	0.2
6	0.0	0.0	6	0.0	0.0
30	0.0	0.0	30	-0.3	0.2

#### Positive und negative Mittelwerte der natürlichen Druckdifferenzen

Mittelwert	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$	Mittelwert	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
	0.1	-	-	-0.4		0.0	-0.1	0.2	-

#### Gesamtmittelwerte der natürlichen Druckdifferenzen

Nat.	$\Delta p_{01}$ (Pa)	$\Delta p_{02}$ (Pa)	Nat.	$\Delta p_{01}$ (Pa)	$\Delta p_{02}$ (Pa)
Druckdiff.	0.1	-0.4	Druckdiff.	-0.1	0.2

#### Bemerkungen

#### Fehlerbetrachtung

Bezeichn.	Unsicherheiten nach dem FLIB-Beiblatt 11/2002	Unterdruck	Überdruck
a	Volumenstrommesseinrichtung	+/- 4 %	+/- 4 %
b	Gebäudedruckdifferenzmessung	+/- 3 %	+/- 3 %
c	Windeinfluss	+/- 0 %	+/- 0 %
d	Dichtekorrektur (Luftdruck)	+/- 5 %	+/- 5 %
e	Auslassen der Unter- oder Überdruckmessung	+/- 0 %	+/- 0 %
g	Bezugsgrößen	+/- 5 %	+/- 5 %
informativ	Statistischer Fehler des Leakagestromes	+/- 1 %	+/- 1 %

## Prüfbericht zur Bestimmung der Luftdurchlässigkeit gem. EN 13829

Objekt : ██████████ Auftraggeber : ██████████  
 PLZ / Ort : 4800 Sursee Straße : ██████████

Datum / Zeit : 23.07.2015 / 16:14 und 23.07.2015 / 16:04

Messgerät : blowtest 3000

### Angaben zum Objekt

Meßort / Raum : Eingang EG Gebäudehöhe : 6 m  
 Einbauort : Eingangstür Art der Heizung : FBH  
 Netto-Grundfläche  $A_F$  : 208 m<sup>2</sup> und Lüftungsanlage : kontr. Lüftung  
 Raumvolumen V : 550 m<sup>3</sup> Meßverfahren : b  
 Hüllflächen  $A_F$  : 433 m<sup>2</sup>

### Messwerte (Unterdruck)

Druckdifferenz	59	53	44	36	28	20	12	0	0	0	Pa
Volumenstrom	296	269	246	231	191	165	124	0	0	0	m <sup>3</sup> /h

Strömungskoeffizient  $C_{env}$  = 35.30 m<sup>3</sup>/(h Pa<sup>n</sup>)  $VB_{env}$  = 31,3 bis 39,9  
 Strömungsexponent n = 0.52  $VB_n$  = 0,48 bis 0,55  
 Leckagekoeffizient  $C_L$  = 34.20 m<sup>3</sup>/(h Pa<sup>n</sup>)  $VB_L$  = 30,3 bis 38,6  
 Leckagestrom  $V_{50}$  = 258 m<sup>3</sup>/h  
 Luftdurchlässigkeit  $q_{50}$  = 0.60 m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>)  
 Volumenstrom  $V_{a,4}$  = 8.18 m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>)

### Messbedingungen (Unterdruck)

Windstärke = 0 Beaufort natürliche Druckdifferenz:  
 Außentemperatur = 27.0 °C  $\Delta p_{0,1} = -0.23$  Pa  $\Delta p_{0,2} = -0.28$  Pa  
 Innentemperatur = 28.9 °C  $\Delta p_{0,1+} = 0.44$  Pa  $\Delta p_{0,2+} = 0.09$  Pa  
 Luftdruck = 977.00 mbar  $\Delta p_{0,1-} = -0.55$  Pa  $\Delta p_{0,2-} = -0.51$  Pa

### Messwerte (Überdruck)

Druckdifferenz	60	52	44	36	28	20	12	0	0	0	Pa
Volumenstrom	307	297	260	231	206	170	131	0	0	0	m <sup>3</sup> /h

Strömungskoeffizient  $C_{env}$  = 33.60 m<sup>3</sup>/(h Pa<sup>n</sup>)  $VB_{env}$  = 29,7 bis 38,1  
 Strömungsexponent n = 0.54  $VB_n$  = 0,51 bis 0,58  
 Leckagekoeffizient  $C_L$  = 34.10 m<sup>3</sup>/(h Pa<sup>n</sup>)  $VB_L$  = 30,1 bis 38,7  
 Leckagestrom  $V_{50}$  = 285 m<sup>3</sup>/h  
 Luftdurchlässigkeit  $q_{50}$  = 0.66 m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>)  
 Volumenstrom  $V_{a,4}$  = 0.17 m<sup>3</sup>/(h m<sup>2</sup>)

Ermittlung Korrelation

Druck-differenz	Volumen-strom			
x	y	xy	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>

59	296	17464	3481	87616
53	269	14257	2809	72361
44	246	10824	1936	60516
36	231	8316	1296	53361
28	191	5348	784	36481
20	165	3300	400	27225
12	124	1488	144	15376

Summe 252 1522 60997 10850 352936

n 7

0,992

60	307	18420	3600	94249
52	297	15444	2704	88209
44	260	11440	1936	67600
36	231	8316	1296	53361
28	206	5768	784	42436
20	170	3400	400	28900
12	131	1572	144	17161

252 1602 64360 10864 391916

n 7

0,994

Ergebnis Korrelation:

0,993

Anf. Korrelation:

>0.980

maximale  
Druck-  
differenz

6

9

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

maximale

Druckdiff.

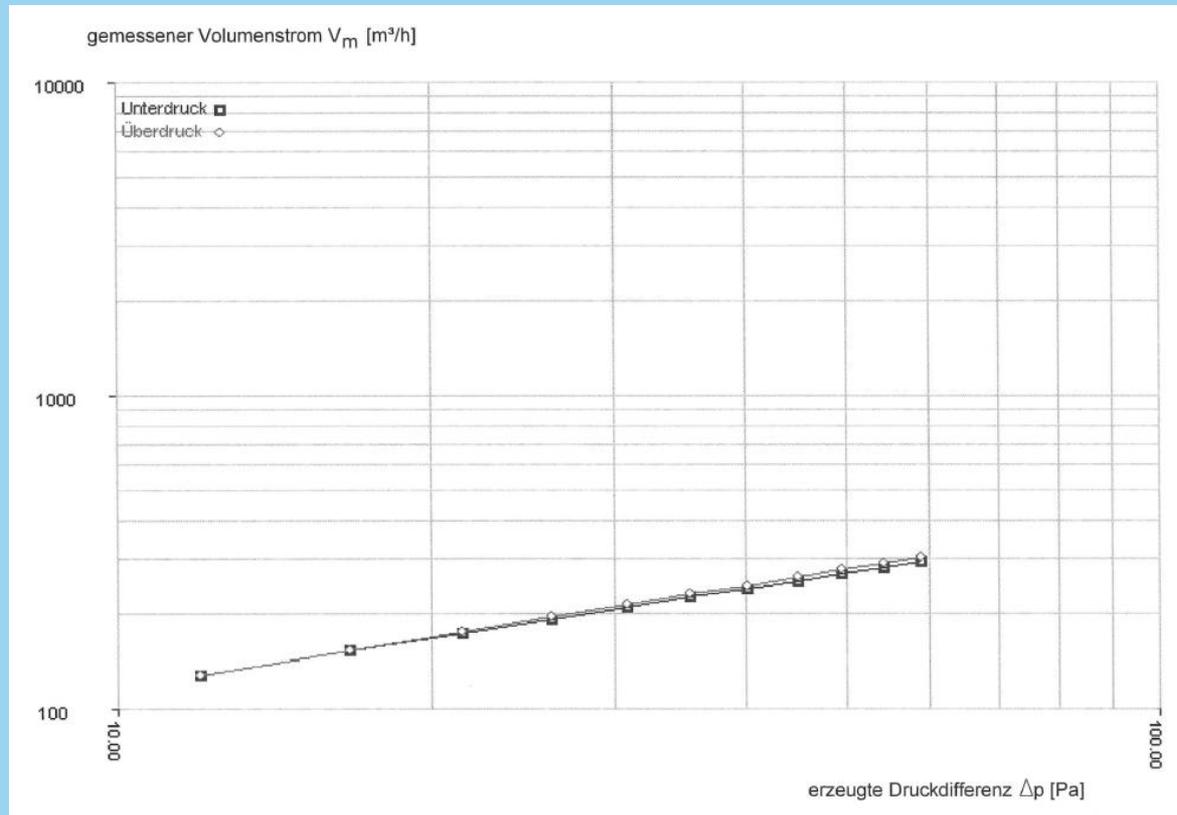
9

Anf. Max.

zul.

≤10

# Leckagenkurve (Diagramm)



# Messunsicherheit

## Ermittlung Gesamtunsicherheit

a	7	Fehler der <b>Volumenstrommessung</b> nach Herstellerrangaben; Fehlerbereich 4% bis 7%
b	1	Fehler bei Bestimmung des <b>Gebäudedruckes</b> (1 bis 5%); 1% bei elektronischen Druckmessgeräten, 3% bei analogen Messgeräten
c	0	Fehler aufgrund <b>Windeinflüsse</b> , siehe Tabelle Flib
d	2	Fehler aufgrund <b>barometrischer Druck</b> ; 2%, wenn barometrischer Druck eingegeben; 5% wenn Standardbedingung
e	0	Fehler wenn <b>keine Mittelwertbildung</b> ; 0% wenn Mittelwert einer Unter- und Überdruckmessung herangezogen; 7% wenn nur eine Messung herangezogen

f		<b>7,3</b>
---	--	------------

g	3	Fehler aus <b>Fläche/Volumen</b> ; 3% bei genauer Bestimmung; 6% bei stichprobenhafter Prüfung; 12% bei Abschätzung Innenvolumens über Bruttovolumen
---	---	--

h		<b>8</b>
---	--	----------

# Bericht / Dokumentation der Leckagesuche / Undichtheiten 1

Mittlere, gut spürbare Leckage

E-05 Wohnen, Heizungsrohre-Bodendurchdringungen



Massnahme:

Leitungen / Leitungsdurchführungen, die den Wärmedämmperimeter durchdringen sollten beidseitig mit geeigneten Mitteln (z.B. dauerelastischer Kitt) abgedichtet werden (Luftzug, Kondensat).

# Bericht / Dokumentation der Leckagesuche / Undichtheiten 2

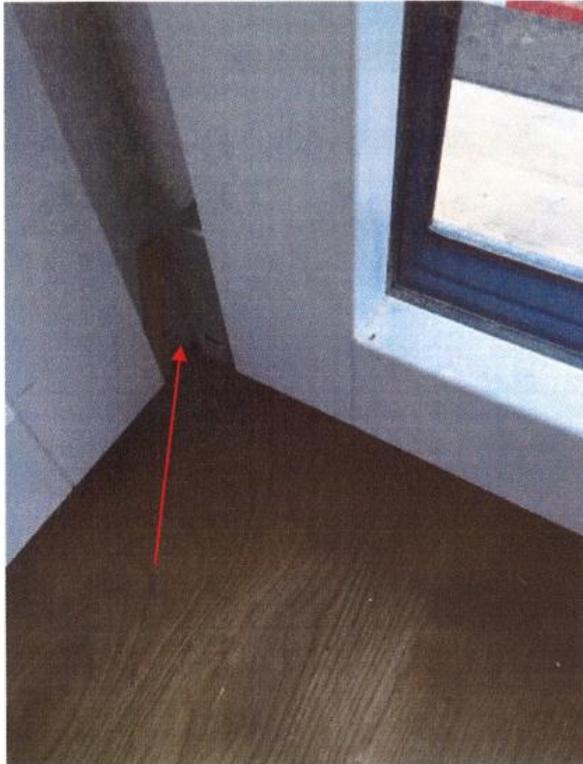


Bild 3: EG, Erker  
Wenig Lufteintritt in den Ecken links **und**  
rechts in den Ecken des Erkers.



Bild 4: EG, Wohnzimmer  
Wenig Lufteintritt unten **und** oben bei  
Vertikalstoss der Flügel.

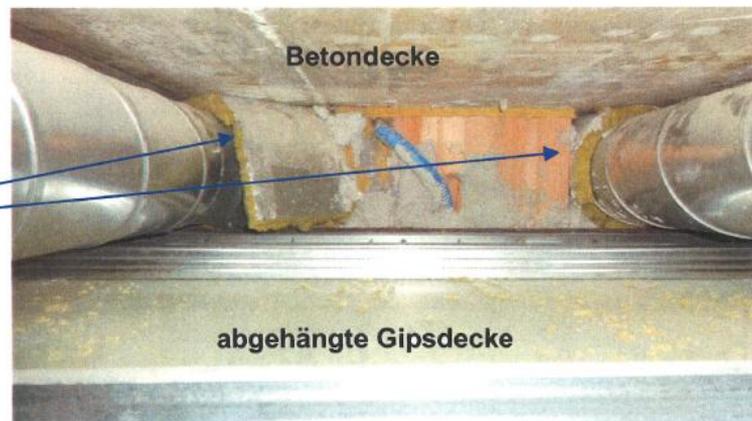
# Bericht / Dokumentation der Leckagesuche / Undichtheiten 3

## **Wohnung A1-1**

*Blick in die fertig montierte, abgehängte Decke. Und zwar da, wo die zentralen Zu- und Abluftrohre die Wohnungstrennwand verlassen und zum Steigleitungsschacht führen.*

*Die Abdichtungen dieser Rohrdurchführungen sind undicht.*

*Hinweis zu Trennwänden Wohnung-Leitungsschächte: Unverputztes Mauerwerk ist grundsätzlich undicht! Vgl. Info: [www.luftdicht.de/hgf.htm#offene%20wand](http://www.luftdicht.de/hgf.htm#offene%20wand)*

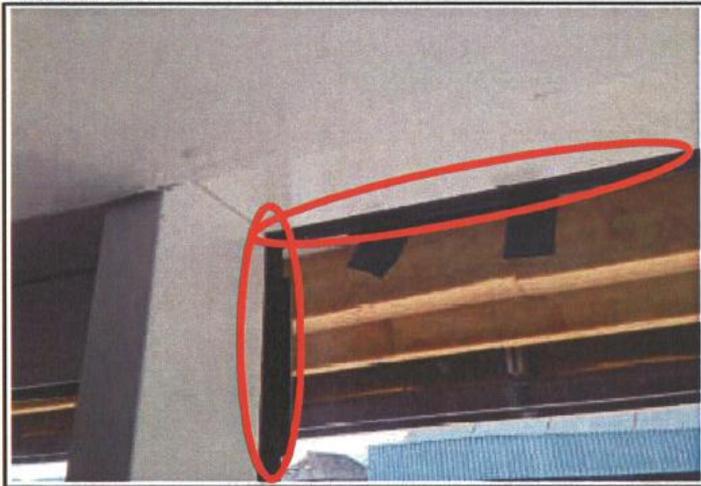


## **Beurteilung der aufgefundenen Leckstellen**

1. Die Hauptleckstellen sind bei den Rohrdurchdringungen (Lüftung, Sanitär, Elektro etc.) zu den Leitungsschächten. Für die 2. Bauetappe müssen diese Stellen unbedingt verbessert werden.
2. Hinweis zu Trennwänden zu Schächten: Unverputztes Mauerwerk ist undicht! Damit kann bei Druckdifferenzen (infolge Wind, Betrieb der Lüftungsanlagen) ein Luftaustausch zwischen Nachbarwohnungen entstehen, was immer öfters zu Klagen führt.

# Bericht / Dokumentation der Leckagesuche / Undichtheiten 4

Foto-No. 15



Undichtheiten rechts neben Radialschiebetür.

Massnahme:  
Fachgerechte Glasversiegelung anbringen

# Berechnung Bezugsgrössen 1

**nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).**

## 2.4 Messzonenhüllenflächen

Die Messzonenhüllenflächen wurden anhand der Ausführungspläne bestimmt:

### 2.4.1 5½ Zi-Wohnung 1. Obergeschoss

Boden:	19,57 m x 12,07 m - 9,73 m x 1,72 m - 7,63 m x 0,60 m - 6,82 m x 3,27 m	= 192,60 m <sup>2</sup>
Decke:	19,57 m x 12,07 m - 9,73 m x 1,72 m - 7,63 m x 0,60 m - 6,82 m x 3,27 m	= 192,60 m <sup>2</sup>
<u>Wände:</u>	<u>(19,57 m + 12,07 m + 1,72 m) x 2,40 m x 2 Stk.</u>	<u>= 160,13 m<sup>2</sup></u>
TOTAL $A_E$ :		= <u>545,33 m<sup>2</sup></u>
Volumen $V_T$ :		= 462,24 m <sup>3</sup>

### 2.4.2 4½ Zi-Wohnung Dachgeschoss

Boden:	15,87 m x 8,62 m - 4,85 m x 1,50 m - 3,44 m x 0,16 m	= 128,98 m <sup>2</sup>
Decke:	15,87 m x 8,62 m - 4,85 m x 1,50 m - 3,44 m x 0,16 m	= 128,98 m <sup>2</sup>
<u>Wände:</u>	<u>(15,87 m + 8,62 m) x 2,40 m x 2 Stk.</u>	<u>= 117,55 m<sup>2</sup></u>
TOTAL $A_E$ :		= <u>375,52 m<sup>2</sup></u>
Volumen $V_T$ :		= 309,56 m <sup>3</sup>

# Berechnung Bezugsgrößen 2a

nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).

## Ermittlung der Bezugsgrößen

Mit Excel, nach EN 13829  
und RILUMI

Wandabwicklung (Umfang) und Bodenfläche werden mittels Software "PDF XChangeViewer, Version 2.5" aus den pdf Plänen ermittelt.

Ebene 0	n	Länge	Breite	Höhe	Summe 1 Flä / Vol.	Fläche od. Volumen
A0-1, 2.5 Zi. Whg						
Wände Hüllen-Umfang				2.50	41.63	104.08
Boden Decke					79.26	79.26
<b>Summe = Hüllfläche <math>A_E</math></b>						<b>262.60</b>
Raumhöhe x Bodenfläche				2.50	79.26	198.15
<b>Summe = Volumen <math>V_T</math></b>						<b>198.15</b>
Formfaktor $A_E / V_T$						1.33

**Flächen-Info**

Entfernung: 0.83 m

Umfang: 41.63 m

Fläche: 79.26 m<sup>2</sup>

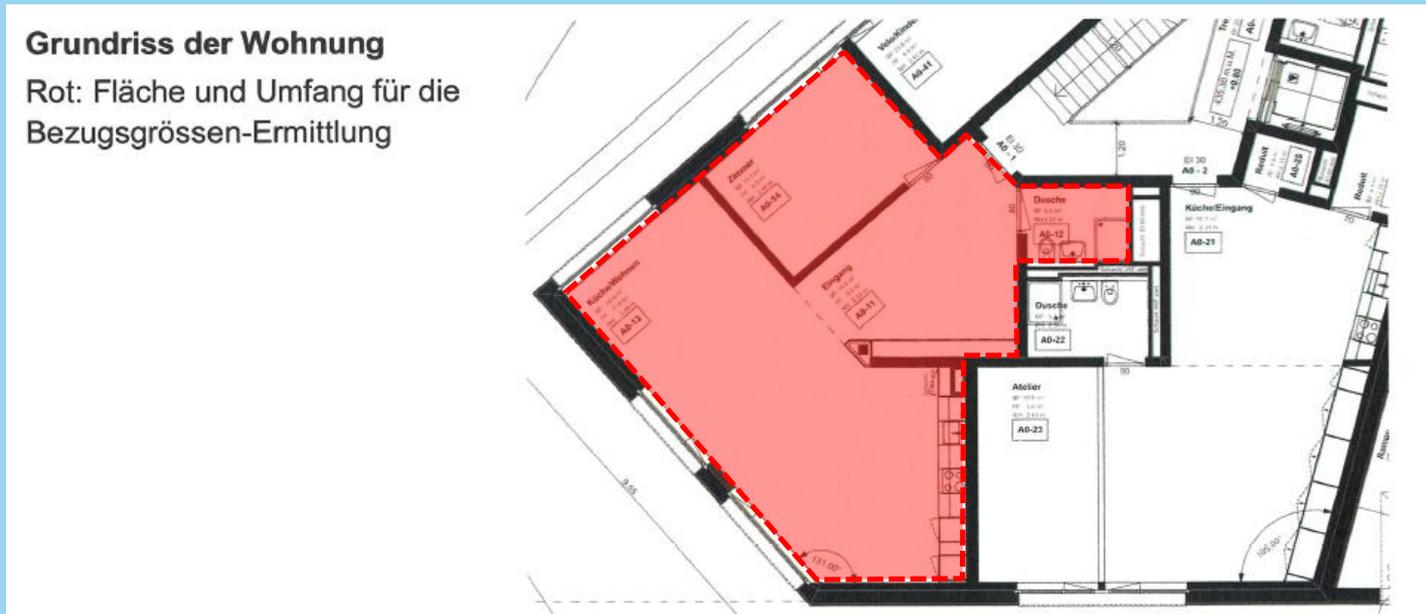
Winkel: 42.43

$\Delta X$ : 0.61 cm    $\Delta Y$ : 0.56 cm

Maßstab: 1 cm = 1 m

# Berechnung Bezugsgrößen 2b

nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).



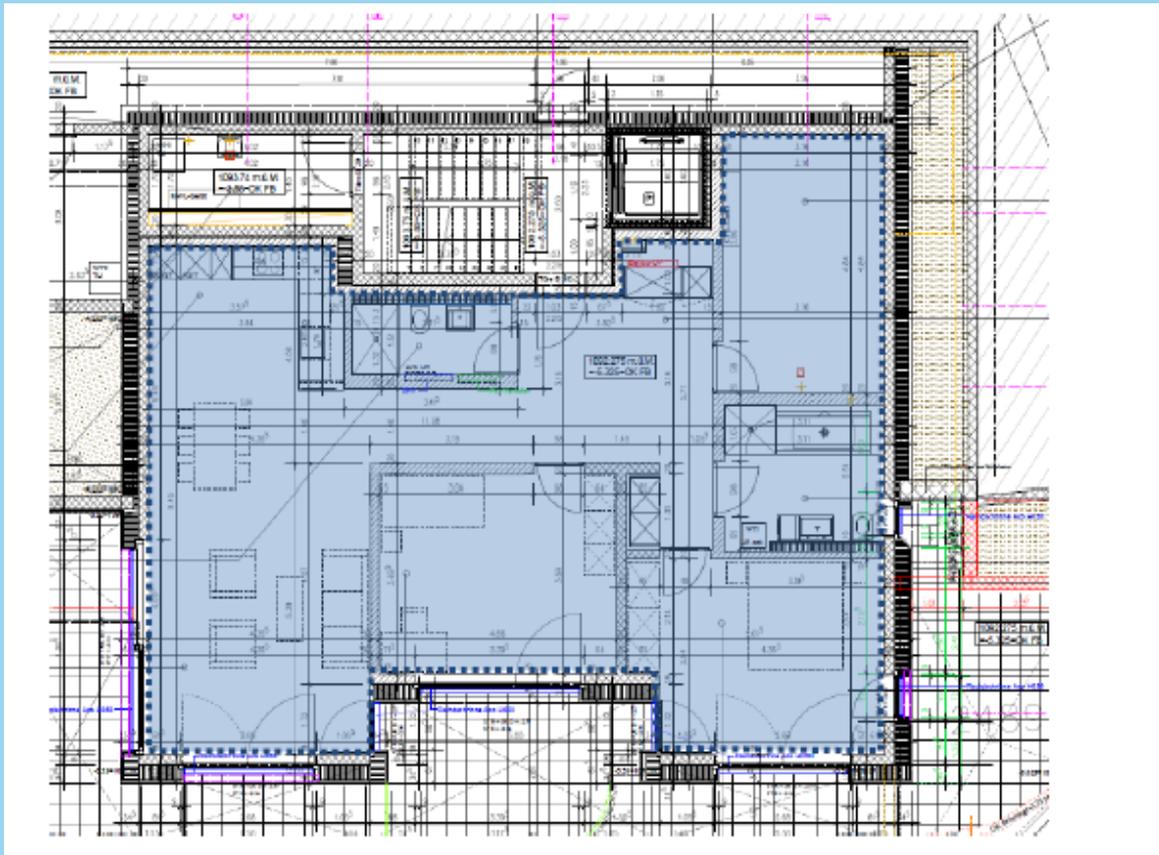
# Berechnung Bezugsgrössen 3a

nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).

BlowerDoor-Prüfbericht										
Berechnungsgrundlage DIN EN 13829										
Flächen- und Volumenberechnung										
Objekt:		[REDACTED]						Stand		18.10.2012
Nr.	Beschreibung	a	b	Faktor	Netto- grundfl. Ja = j	Fläche	h1	h2	Volumen	
		m	m	-		m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>3</sup>	
	Bodenflächen	3.58	0.90			3.22	2.56		8.23	
		5.11	1.00			5.11	2.56		13.06	
		3.16	1.98			6.26	2.56		15.99	
		14.39	7.05			101.45	2.56		259.20	
		4.37	1.50	2		13.11	2.56		33.50	
	Grundfläche Boden					129.15				
	Grundfläche Decke					129.15				
	Wände	14.39	2.56	2		73.53				
		11.53	2.56	2		58.92				
		0.90	2.56	2		4.60				
		1.50	2.56	2		7.67				
	V max =	403.01	0.80	322.41	m3/h					
	Formfaktor AE / VT	403.01	/	329.97	1.22					
<b>Summe</b>						<b>403.01</b>			<b>329.97</b>	

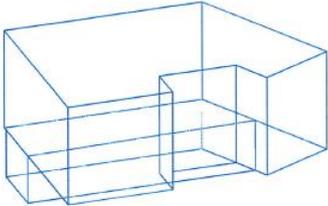
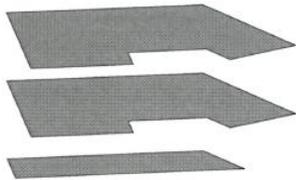
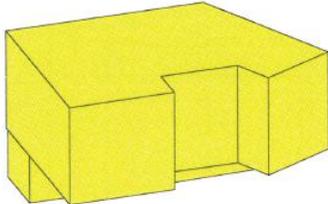
# Berechnung Bezugsgrößen 3b

nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).



# Berechnung Bezugsgrößen 4

nachvollziehbare Berechnung  $A_E$  (innere Oberfläche der Messzone, Gebäudehüllfläche) und  $V_T$  (inneres Volumen).

Innenvolumen	1164 m <sup>3</sup> (1556 m <sup>2</sup> brutto)	
Nettogrundfläche	354 m <sup>2</sup> (435 m <sup>2</sup> brutto)	
Hüllfläche	778 m <sup>2</sup> (920 m <sup>2</sup> brutto)	

# **Alles klar?**

## **Ich bedanke mich für Ihre Aufmerksamkeit!**