



EnergiePraxis-Seminar, 2/2013

Abluftanlagen mit Aussenluftdurchlässen – Richtig gemacht!

Ivo Peter, Energieberatung

 Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie


1. Ausgangslage

Abluftanlagen mit Aussenluftdurchlässen (ALD) sind:

- kostengünstig, raumsparend und energieeffizient betreffend Luftförderung

ABER:

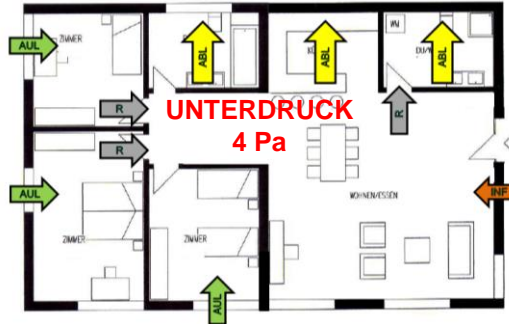
- die strömungstechnische und akustische Auslegung ist anspruchsvoll und erfordert Spezialwissen!

 Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – einfache Abluftanlage



ALD-Luftvolumenstrom	$q_{v,OTD}$	=	3 x 30 m ³ /h
Infiltration ($q_{v,OTD} \times 1.3$)	Inf.	≈	3 x 10 m ³ /h
ABL-Luftvolumenstrom	$q_{v,ETA}$	=	3 x 40 m ³ /h

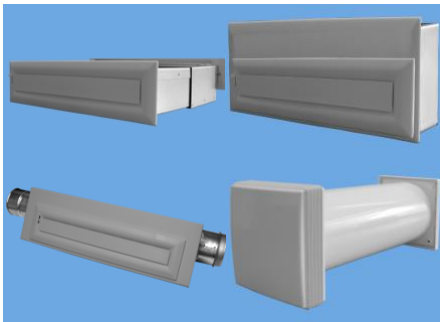
Baudirektion
 Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung - ALD

- ALD müssen für Inspektion und Wartung zugänglich sein



ALD-Typen, lo: Wandeinbau, ro: Fenstereinbau, lu: Deckeneinbau,
 ru: Renovation [Quelle: www.trivent.com]



1 = Verschlussrichtung (1a = Innenabdeckung, 1b = Filter MLL-Z-Line
 1c = Frontblende), 2 = Schalldämpfer, 3 = Einbaukasten (2-teilig)
 Zubehör: 4 = Mauerkastenverlängerung, 5 = Wetterschutzgitter

ALD Aufbau [Quelle: www.trivent.com]

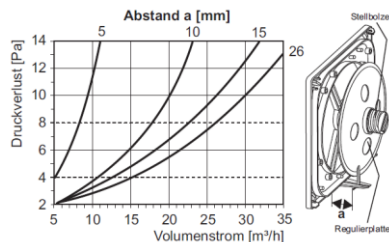
Baudirektion
 Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung - ALD

- Filterklasse und/oder Regulierplatte bestimmen Druckverlust der einfachen Abluftanlage und die Anzahl benötigter ALDs



ALD mit Regulierplatte [Quelle: www.limot.de]

Baudirektion
Kanton Zürich

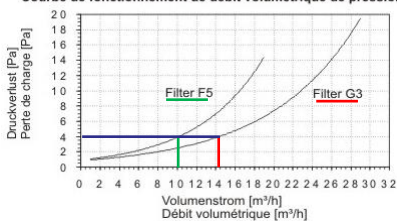
20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung - ALD

- der Volumenstrom durch die ALD bei 4 Pa Unterdruck wird anhand Druck-Volumenstrom-Kennlinie oder Hersteller-Angaben bestimmt

Druck-Volumenstrom Kennlinie
Courbe de fonctionnement de débit volumétrique de pression



Druck-Volumenstrom-Kennlinie der ALD [Quelle: www.limot.de]

$$q_{V,OTD,N} = q_{V,OTD,m} \cdot \left(\frac{\Delta p_N}{\Delta p_m} \right)^n$$

Dabei sind:

$q_{V,OTD,N}$ Aussenvolumenstrom beim Ausle-

gepunkt nach SIA 2023, in m^3/h

$q_{V,OTD,m}$ Aussenvolumenstrom beim Mess-

punkt nach Herstellerangaben, in

m^3/h

Δp_N Druckabfall über dem ALD nach

SIA 2023, in Pa

Δp_m Druckabfall über dem ALD beim

Messpunkt nach Herstelleranga-

ben, in Pa

n Exponent, falls keine Herstelleran-

gabe vorhanden ist, soll $n = 0,55$

eingesetzt werden.

Beispiel

$$q_{V,OTD,m} = 15 \text{ m}^3/h$$

$$\Delta p_m = 9 \text{ Pa}$$

$$\Delta p_N = 4 \text{ Pa}$$

$$q_{V,OTD,n} = ? \quad \rightarrow 10 \text{ m}^3/h$$

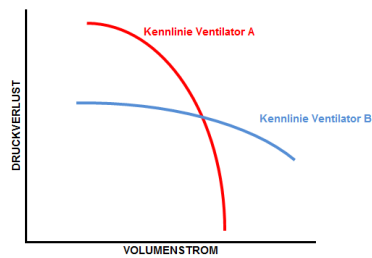
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – ABL-Ventilator

- Aussenluftvolumenstrom ($q_{v,ODA} \times 1.3$) ist meistens massgebend für die Dimensionierung der Abluftventilatoren (ABL-Volumenströme gemäss SIA 2023 beachten)
- Kennlinie der ABL-Ventilatoren bestimmen Anzahl Ventilatoren und Energiebedarf der Anlage



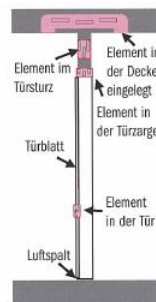
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Überströmung

- Druckabfall bei Überström-Durchlass zwischen Zimmer/Korridor, Korridor/Bad ≤ 1 Pa.



Varianten von Überström-Durchlässen [Quelle: Faktor Verlag, Wohnungslüftung]

Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Überströmung

- Luftspalthöhe einer Türe

Überströmung Türe	Luftvolumenstrom	Höhe [mm]
Standard	-	7
Zimmer/Korridor	30 m ³ /h	min. 9 *
Korridor/Bad	40 m ³ /h	min. 12 *

- * Schalldämmung der Türe ist geschwächt

$$\Delta p = 0,071 \left(\frac{\dot{V}}{h \cdot l} \right)^{1,92}$$

Δp	Druckverlust in Pa
\dot{V}	Luftvolumenstrom in m ³ /h
h	Spalthöhe in mm
l	Fugenlänge (hier Türbreite) in m

Druckverlust bei Überströmung [Quelle: Faktor Verlag, Wohnungslüftung]

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – einfache Abluftanlage

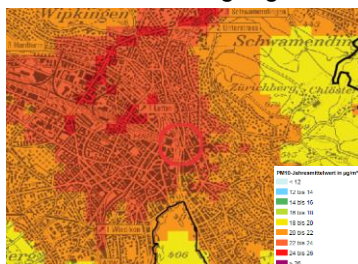
3 ALDs pro Raum	3 x 10 m ³ /h bei 4 Pa
Überströmung	9 bzw. 12 mm bei 1 Pa
ABL-Ventilator	3 ABL-Ventilatoren



AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Filter

- Die Feinstoffbelastung (PM10) stellt Anforderungen an die Filter:
 - PM10 Jahresmittelwert $\geq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - quantitative Anforderung: F7 Filter
 - PM10 Jahresmittelwert $\leq 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 - qualitative Anforderungen: Abweichungen möglich wenn ALD zugänglich und Verschmutzung erkennbar



Feinstaub PM10 –Immission
[Quelle: www.maps.zh.ch]

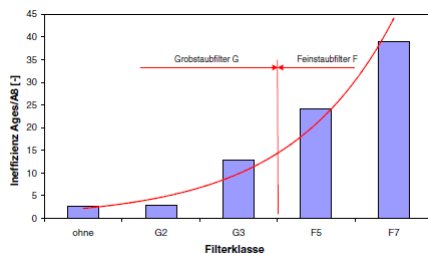
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Filter

- Luftvolumenstrom durch ALD ist abhängig von Filterklasse



Ineffizienz durch ALD pro Filterklasse [Quelle: ENABEL, EMPA]

Venureinigung	Filtermethode	Filterart	Filterklasse	Anwendung
Gasförmig	Adsorption	Aktivkohlefilter		Gerüche, Dämpfe, AKW
Feste Stoffe	unterschiedliche physikalische Effekte	Fasertfilter	G1 - G4	Grobstaubfilter
			F5 - F9	Feinstaubfilter
	Belektrostatisch / Schwerkraft	Belektrostatische-Filter / Zyklonabscheider	H10 - U17	Schwabstoff-Filter
				Reinräume, AKW
				Örnebei, Industrie
				Industrie

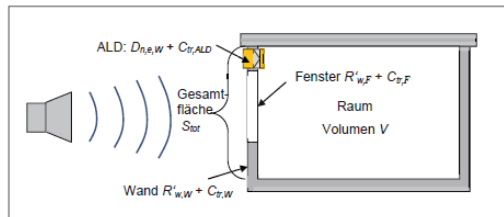
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Schall

- ALD schwächt Schalldämmung der Aussenwand
- Anforderungen gem. SIA 181 müssen eingehalten werden
→ Kritisch an lärmbelasteten Standorten wie z.B. Flughafenregion



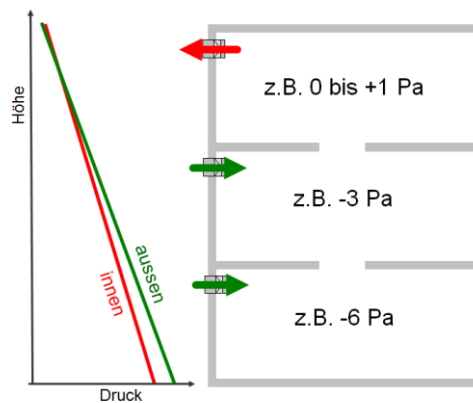
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Druck

- Kamineffekt → nicht mehr als zwei Geschosse luftseitig verbinden



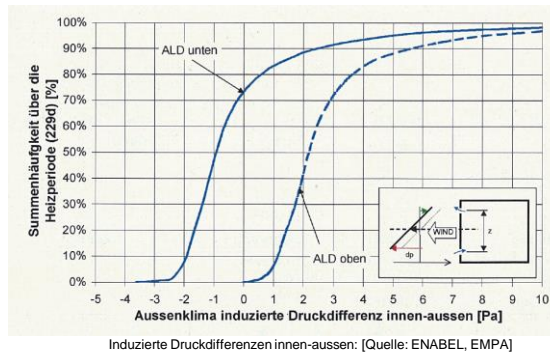
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Druck

- Summenhäufigkeit der klimainduzierten Druckdifferenzen (Kamin- und Windeffekte) für den Standort Zürich



Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

2. Dimensionierung – Feuerung

- **SIA MB 2023:** raumluftabhängige Feuerung nicht erlaubt, raumluftunabhängige nicht empfohlen
- Nur geprüfte raumluftunabhängige Anlagen können akzeptiert werden.



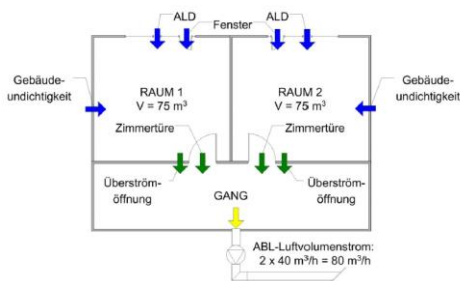
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

3. Nutzerverhalten – Fenster/Türen

- Unterdruck 4 Pa, Überströmung 1 Pa, $n_{L50} = 1h^{-1}$
- Luft geht Weg des geringsten Widerstands
- Öffnen von Fenster/internen Türen hat Einfluss auf Luftführung



Luftführung in der Wohnung [Quelle: ENABEL, EMPA]

Baudirektion
Kanton Zürich

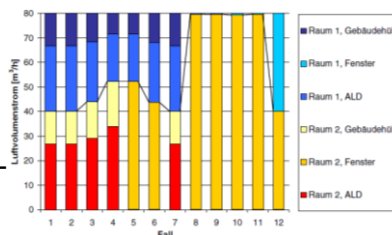
20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

3. Nutzerverhalten – Fenster/Türen

Fall	Konfiguration				Volumenstrom		Druckdifferenz	
	Raum 1		Raum 2		Raum 1	Raum 2	Raum 1	Raum 2
	Fenster	Tür	Fenster	Tür	[m³/h]	[m³/h]	[Pa]	[Pa]
1	zu	zu	zu	zu	40.0	40.0	3.9	3.9
8	zu	zu	offen	offen	0.3	79.7	3.9	3.9
9	zu	offen	offen	offen	0.4	79.7	0.0	0.0
10	offen	zu	offen	offen	0.7	79.3	0.0	0.0
12	offen	offen	offen	offen	40.0	40.0	0.0	0.0

- Ausserdem: Dunstabzughauben in der Küche (ca. 600 bis 800 m³/h) berücksichtigen z.B. Fensterkontaktschalter etc.



Luftführung in der Wohnung [Quelle: ENABEL, EMPA]

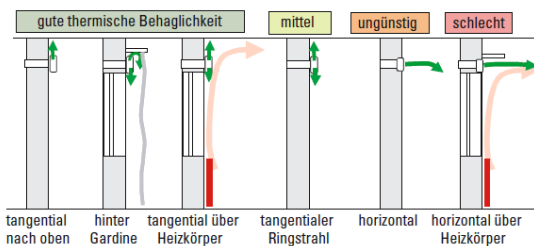
Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

3. Nutzerverhalten – Komfort

- Diskomfortzone hängt von folgenden Faktoren ab:
 - Durchlaststyp (Freistrah/Wandstrahl)
 - Einbau (oben/unten)
 - Wärmequelle (Heizkörper/FBH)
 - Fenstersturz/Gardinen/Aussentemperatur



Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

3. Betrieb – Energiebedarf

- Beispiel: 3 Zimmer mit ZUL
2 Räume mit ABL
Erdsonden-Wärmepumpe mit $JAZ_{\text{Heizung}} = 3.1$
Gewichtung Energiebedarf gem. Minergie

Baudirektion
Kanton Zürich

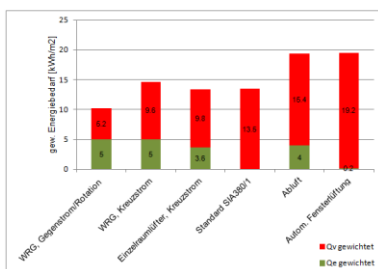
20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

3. Betrieb – Energiebedarf

Lüftung	Vol. [m3/h]	η_{WRG}	V/A ₀	Q _e [kWh/m2] ⁽¹⁾		Q _v [kWh/m2] ⁽¹⁾		
				Strombed.	gew.En.	Wärmebed.	Strombed.	gew.En.
WRG, Gegenstrom/Rotation	90	80%	0,31	2,5	5	8,1	2,6	5,2
WRG, Kreuzstrom	90	60%	0,5	2,5	5	14,9	4,8	9,6
Einzelraumlüfter, Kreuzstrom	90	-	0,51	1,8	3,6	15,2	4,9	9,8
Standard SIA380/1	-	-	0,7	0	0	20,9	6,7	13,5
Abluft	120	-	0,8	2	4	23,9	7,7	15,4
Autom. Fensterlüftung	150	-	1	0,1	0,2	29,8	9,6	19,2

⁽¹⁾ gem. Minergie-Nachweis-Tool, JAZ Erdsonden-WP 3.1



Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013

AWEL, Abteilung Energie

4. FAZIT – Einsatzgrenzen SIA MB 2023

- gute Luftdichtigkeit des Gebäudes ($n_{50} \leq 1.0 \text{ h}^{-1}$)
- keine raumluftabhängige Feuerung in Wohnungen
- keine starke Windexposition
- nicht mehr als 2 luftseitig verbundene Etagen
- Anforderungen an Raumluft und Schall müssen eingehalten werden

Baudirektion
Kanton Zürich

20. November 2013