



"Alle wollen gute Luft" - Wohnungslüftung als Lösung

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE

Prof. Heinrich Huber

Leiter Prüfstelle Gebäudetechnik

T direkt +41 41 349 32 75

heinrich.huber@hslu.ch

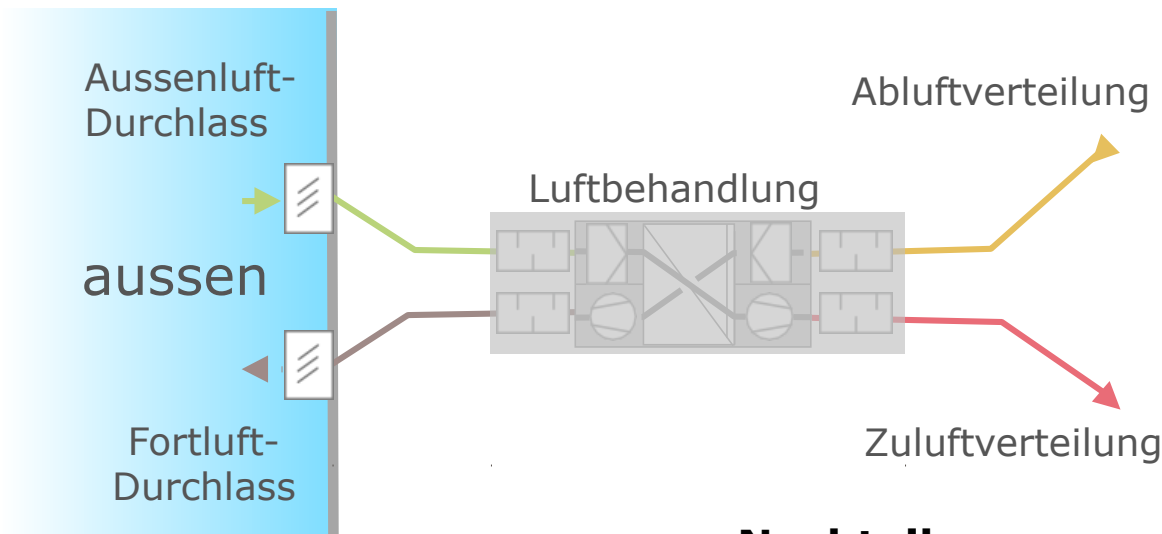
Schaffhausen, 10.04.2019

Inhalt

- 1. Überblick Wohnungslüftungssysteme**
- 2. Praxisuntersuchung zu Abluftanlagen und Einzelraumlüftungsgeräte**
- 3. Informationen aus dem Normenwesen**

1. Überblick Wohnungslüftungssysteme

Komfortlüftung



Vorteile

- Effiziente Wärmerückgewinnung
- Hohe Filterstufen möglich
- Guter Schallschutz möglich
- Feuchtrückgewinnung möglich
- Zuverlässiger Betrieb auch bei tiefen Temperaturen und starkem Wind
- Zentrale Wartung

Nachteile

- Muss in einer frühen Planungsphase berücksichtigt werden
- Erfordert Fachwissen und Erfahrung
- Aufwändig bei bestehenden Gebäuden

Abluftanlage mit ALD

Anforderungen und Auslegung nach SIA 2023

Aussenluft-Durchlass (ALD)

Aussenluft-
Volumenstrom
durch ALD

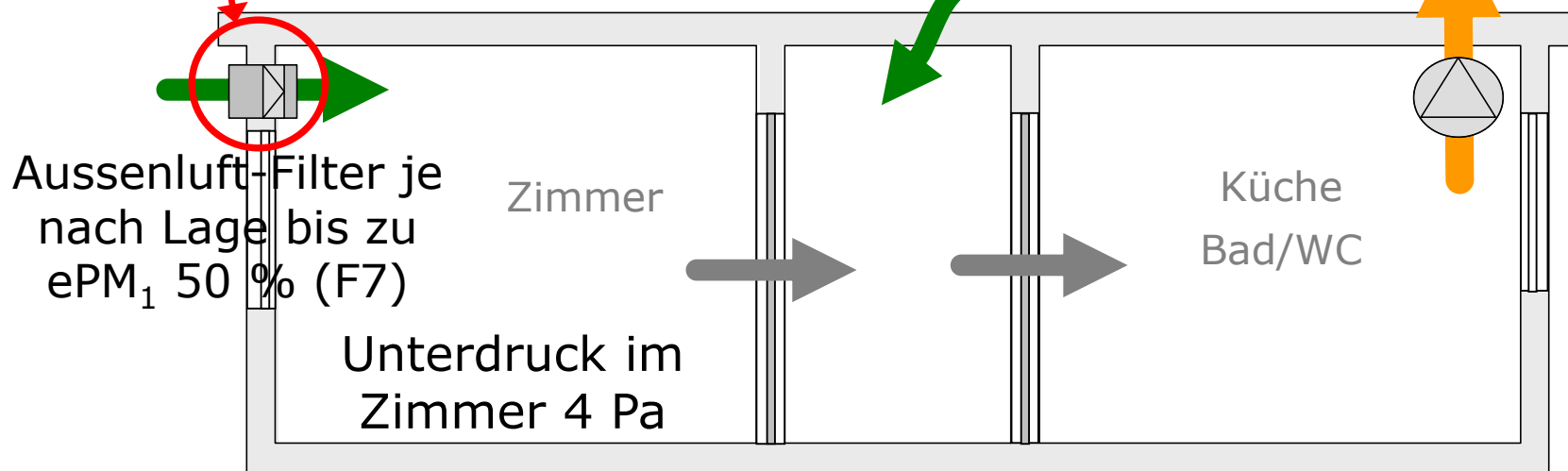
$q_{v,ALD}$
pro Zimmer
30 m³/h

Infiltration

$q_{v,INF}$
(30 % von $q_{v,ALD}$)

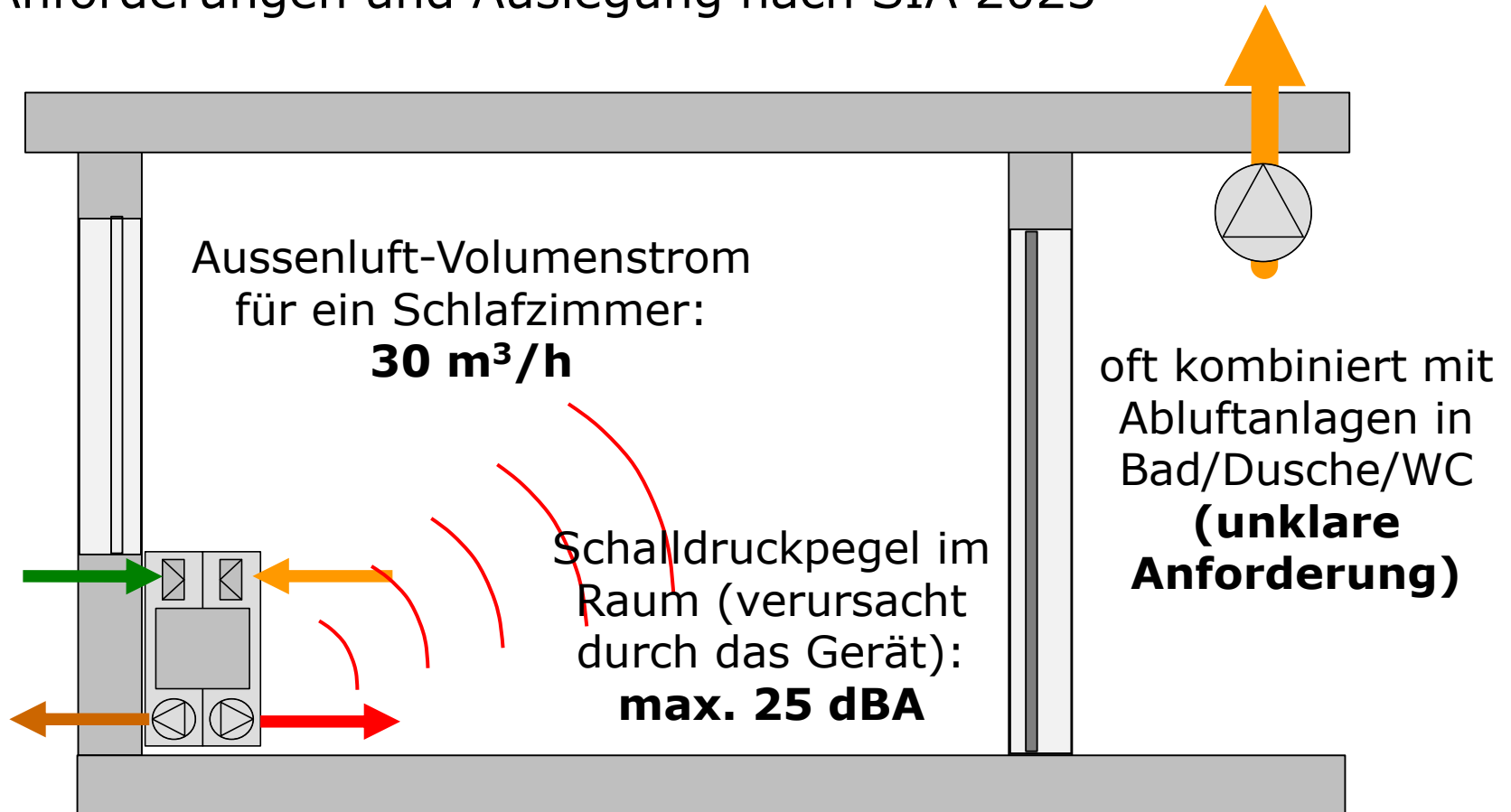
Abluft-
Volumenstrom

$q_{v,ABL}$
(130 % von $q_{v,ALD}$)



Einzelraum-Lüftungsgeräte

Anforderungen und Auslegung nach SIA 2023



Aussenluft-Filter mindestens **ePM₁ 50 % (F7)**

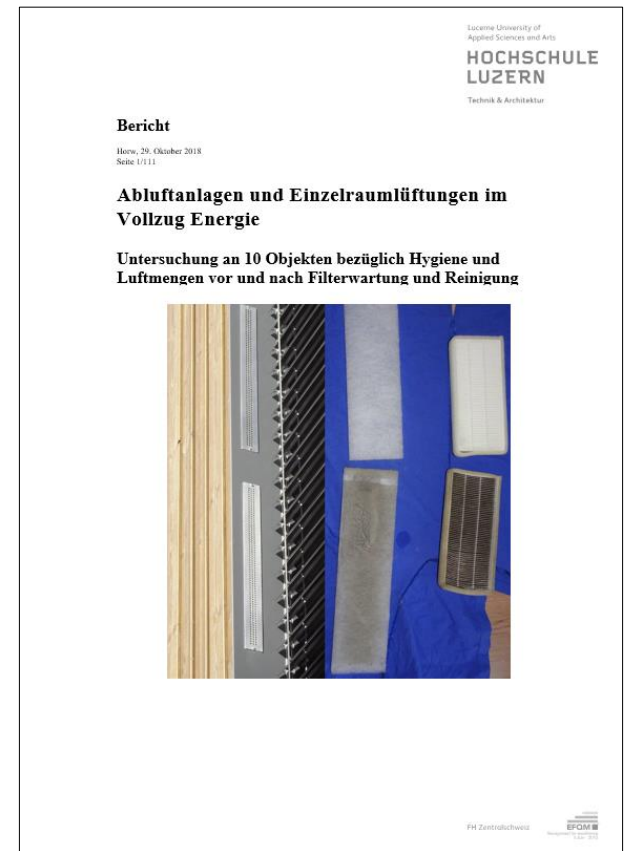
2. Praxisuntersuchung Abluftanlagen und Einzelraumlüftungen

im Auftrag der EnFK Regionalkonferenz
Ostschweiz:

- Wie funktionieren diese Systeme in der Praxis?
- Wieweit werden die Anforderungen (Normen) eingehalten?
- Stimmen die Leistungskenngrößen mit den Werten überein, die in Energienachweisen verwendet werden?

Abgrenzung

- Wohnungen von Mehrfamilienhäusern
- Einzelraum-Lüftungsgeräte mit kontinuierlichem Betrieb



Untersuchte Objekte:

Abluftanlagen mit ALD

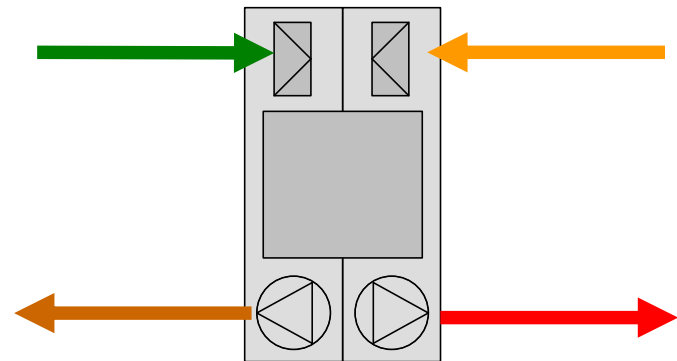
13 Wohnungen in 5 Siedlungen



Total 59 ALD,
31 Abluft-Durchlässe

Anlagen mit Einzelraum- Lüftungsgeräten

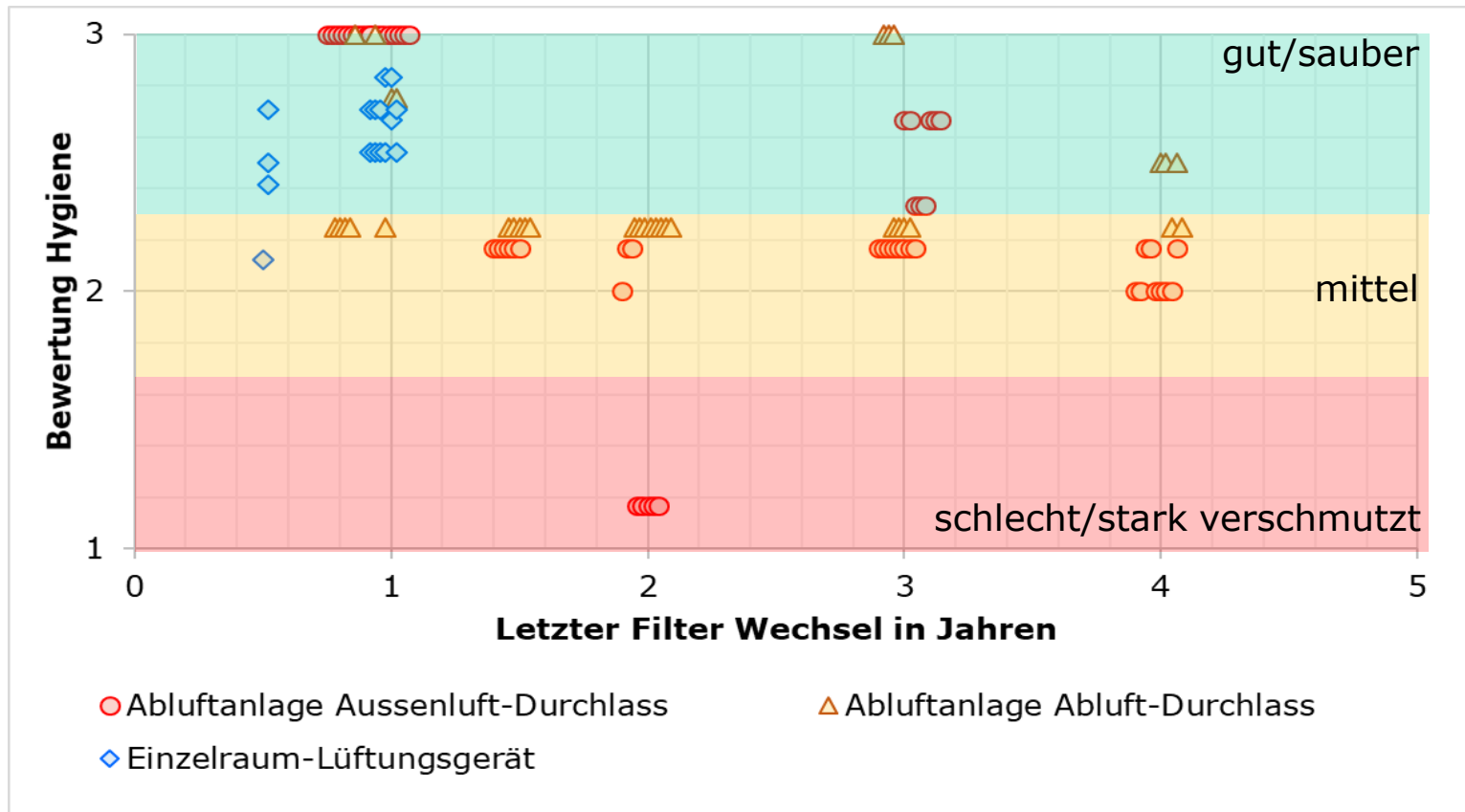
9 Wohnungen in 5 Siedlungen



16 untersuchte Geräte

zusätzlich waren in den Wohnungen
19 Abluftstellen vorhanden

Zustand der Anlagen

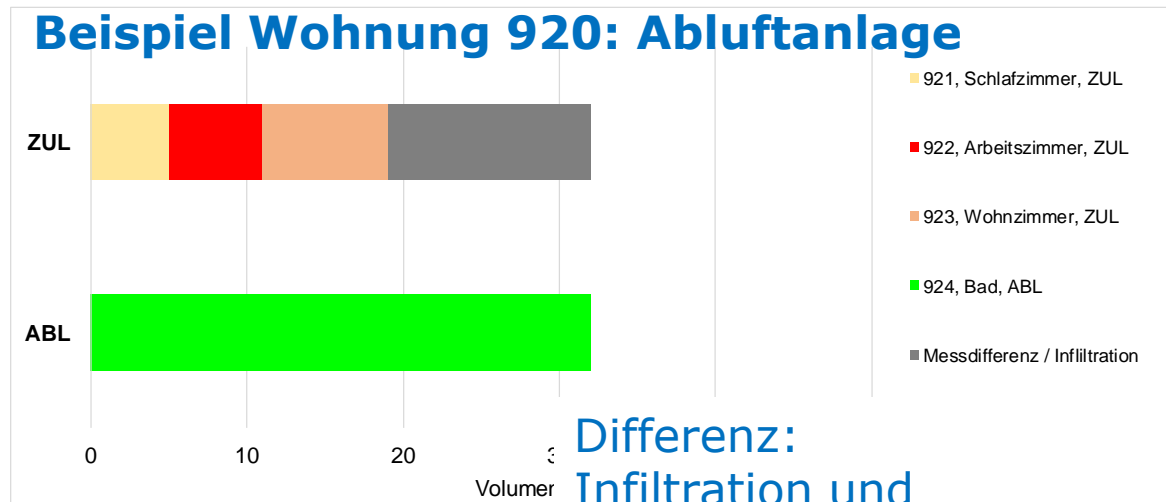


Bei der Hälfte der Wohnungen wurden die Filter vor 1 Jahr (oder weniger) gewechselt

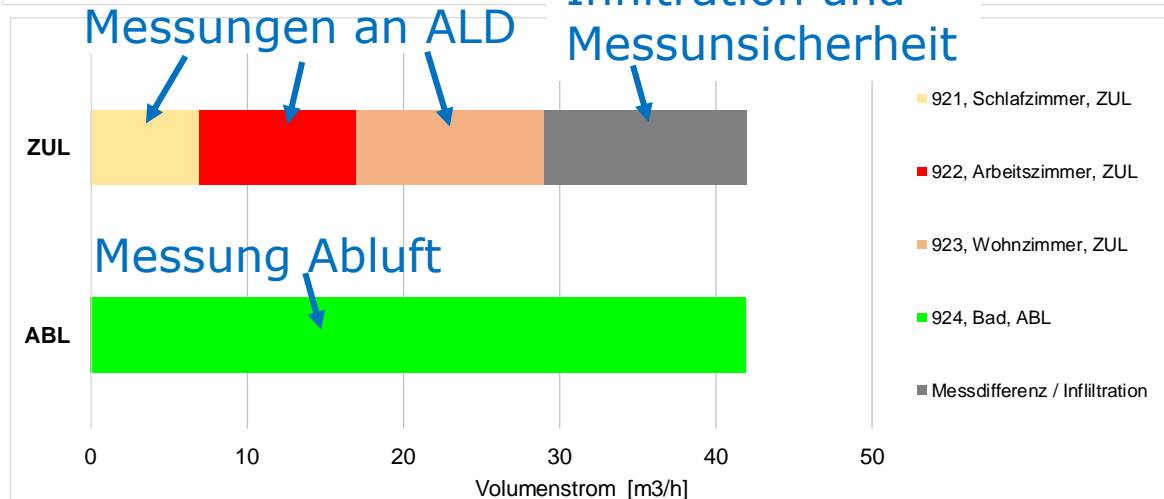
Nach visueller Beurteilung war der hygienische Zustand der Anlagen mehrheitlich zufriedenstellend bis gut

Messung der Luftvolumenströme

Die Luftvolumenströme wurden im angetroffenen und im gereinigten Zustand gemessen.



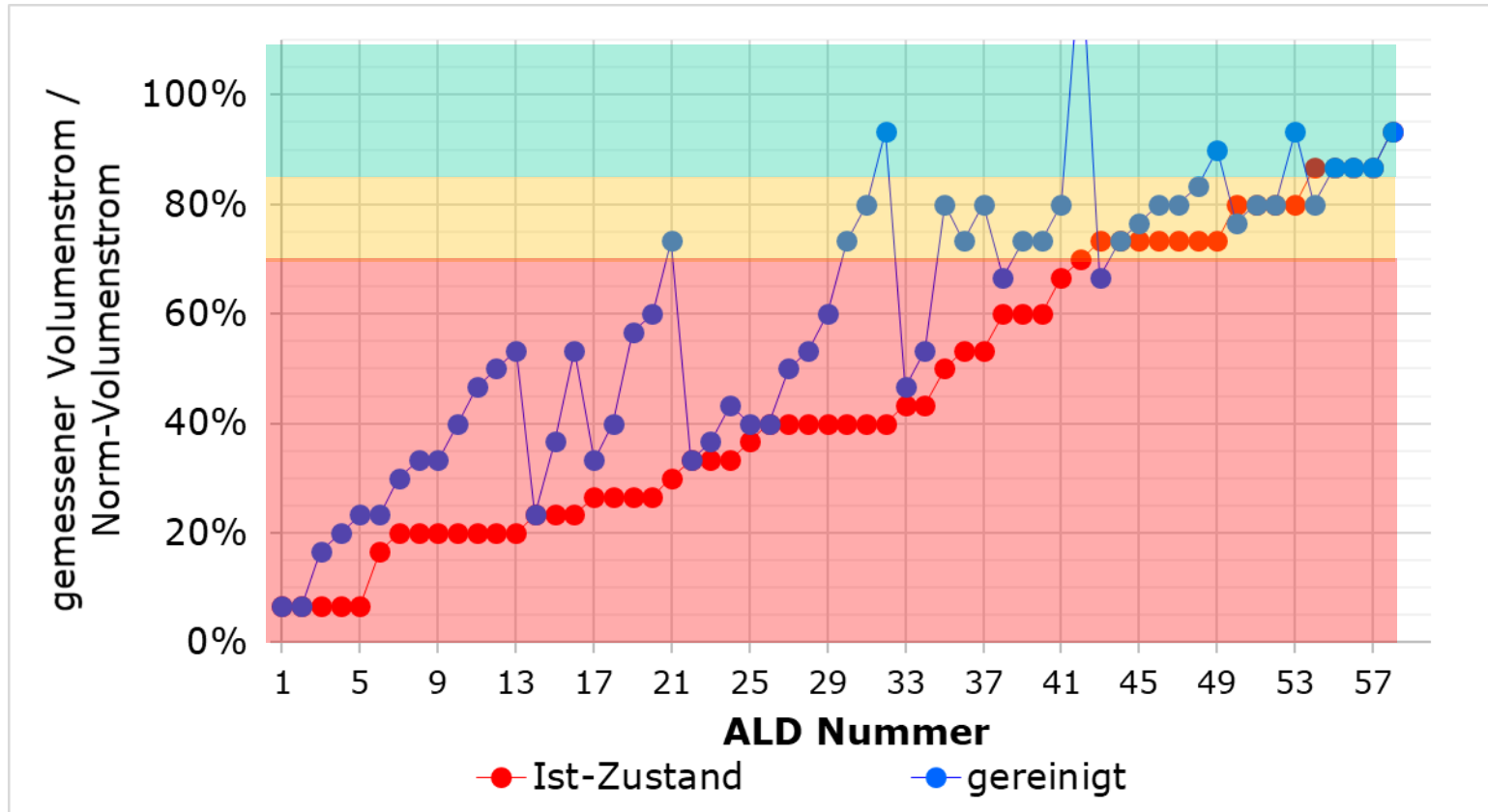
Angetroffener Zustand



Gereinigter Zustand

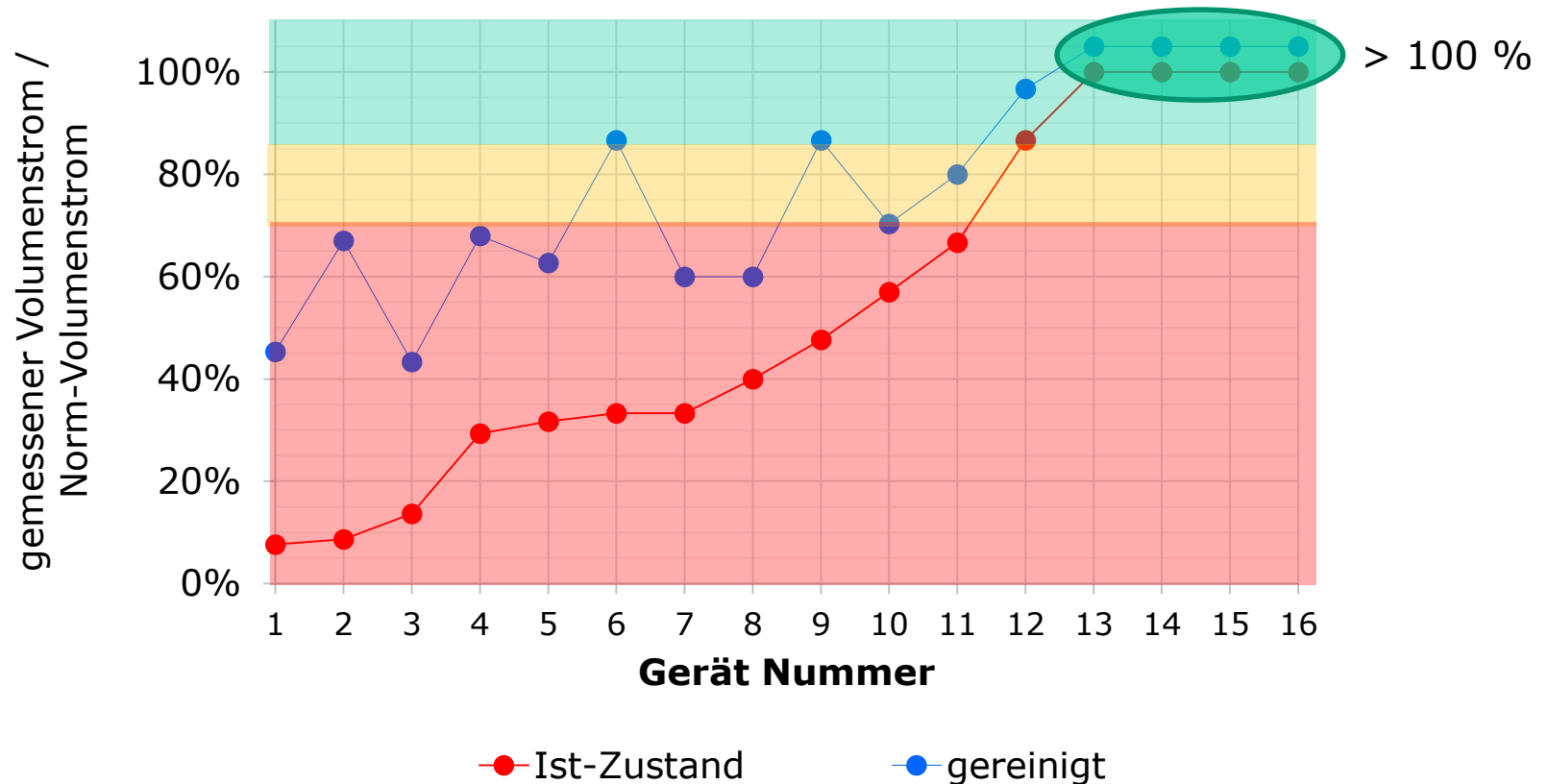
Im Beispiel nahmen die Luftvolumenströme um ca. 1/3 zu. Sie lagen aber immer noch deutlich unter den Normwerten.

Luftvolumenströme durch die Aussenluft-Durchlässe (ALD) im Vergleich zum Sollwert nach SIA 2023



Bei 90 % der ALD lag der Volumenstrom im angetroffenen Zustand um mehr als 15 % unter dem Sollwert. Nach der Reinigung waren es immer noch 85 %. Vor der Reinigung war der Volumenstrom im Mittel ca. 25 % oder 4 m³/h tiefer (bei ALD mit < 85 % des Sollwertes).

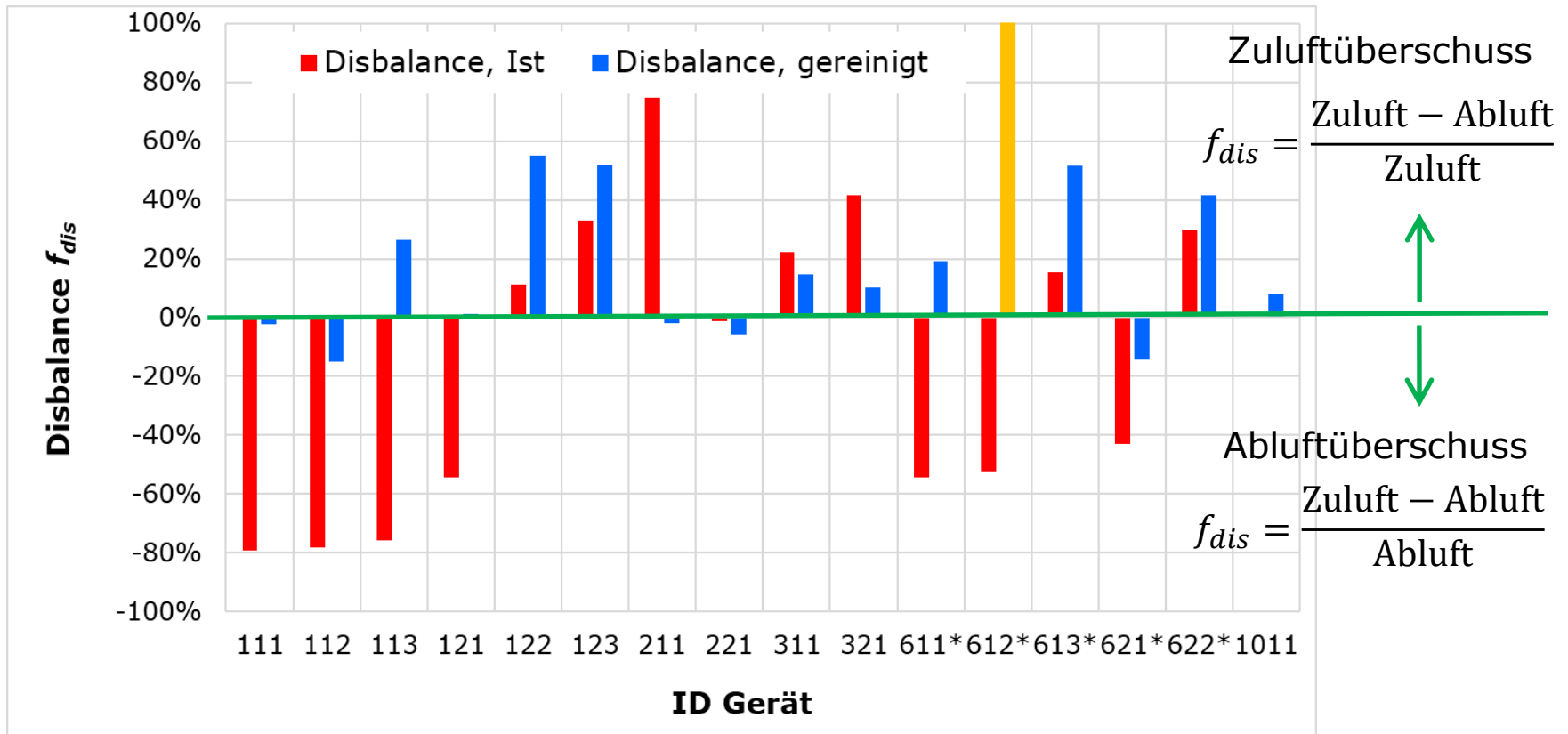
Zuluft-Volumenströme der Einzelraum-Lüftungsgeräte im Vergleich zum Sollwert nach SIA 2023



Bei 70 % der Geräte lag der Luftvolumenstrom im angetroffenen Zustand um mehr als 15 % unter dem Sollwert. Nach der Reinigung waren es 55 %.

Vor der Reinigung war der Volumenstrom im Mittel ca. 45 % oder 9 m³/h tiefer (bei Geräten mit < 85 % des Sollwertes).

Disbalance der Luftvolumenströme der Einzelraum-Lüftungsgeräte



* Beeinflussung durch nicht abschaltbare Abluftanlage.
Bei Gerät 612 strömte im gereinigten Zustand auf der Abluftseite Aussenluft nach.

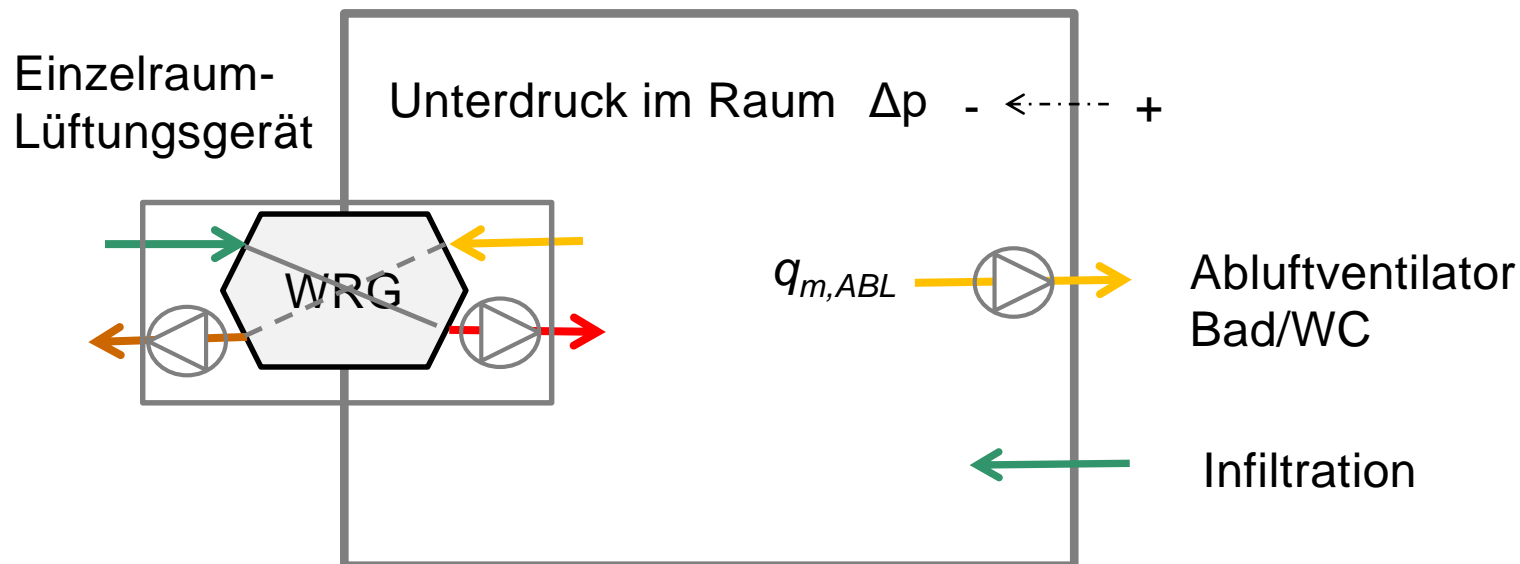
Die Disbalance war kleiner als 10% bei:

- 6 (von 16) der gereinigten Geräte (38 %)
- 2 Geräten im angetroffenen und gereinigten Zustand (13 %)

Fazit der Untersuchung

Was bedeuten die Resultate der Untersuchung bezüglich Energieeffizienz, Komfort, Schall und Betrieb?

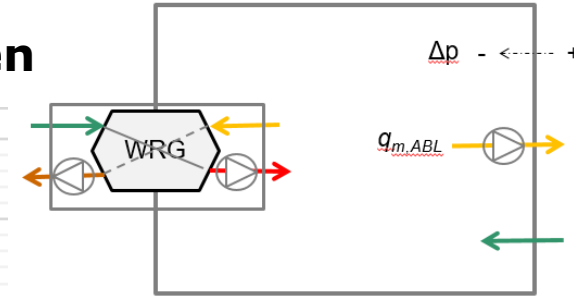
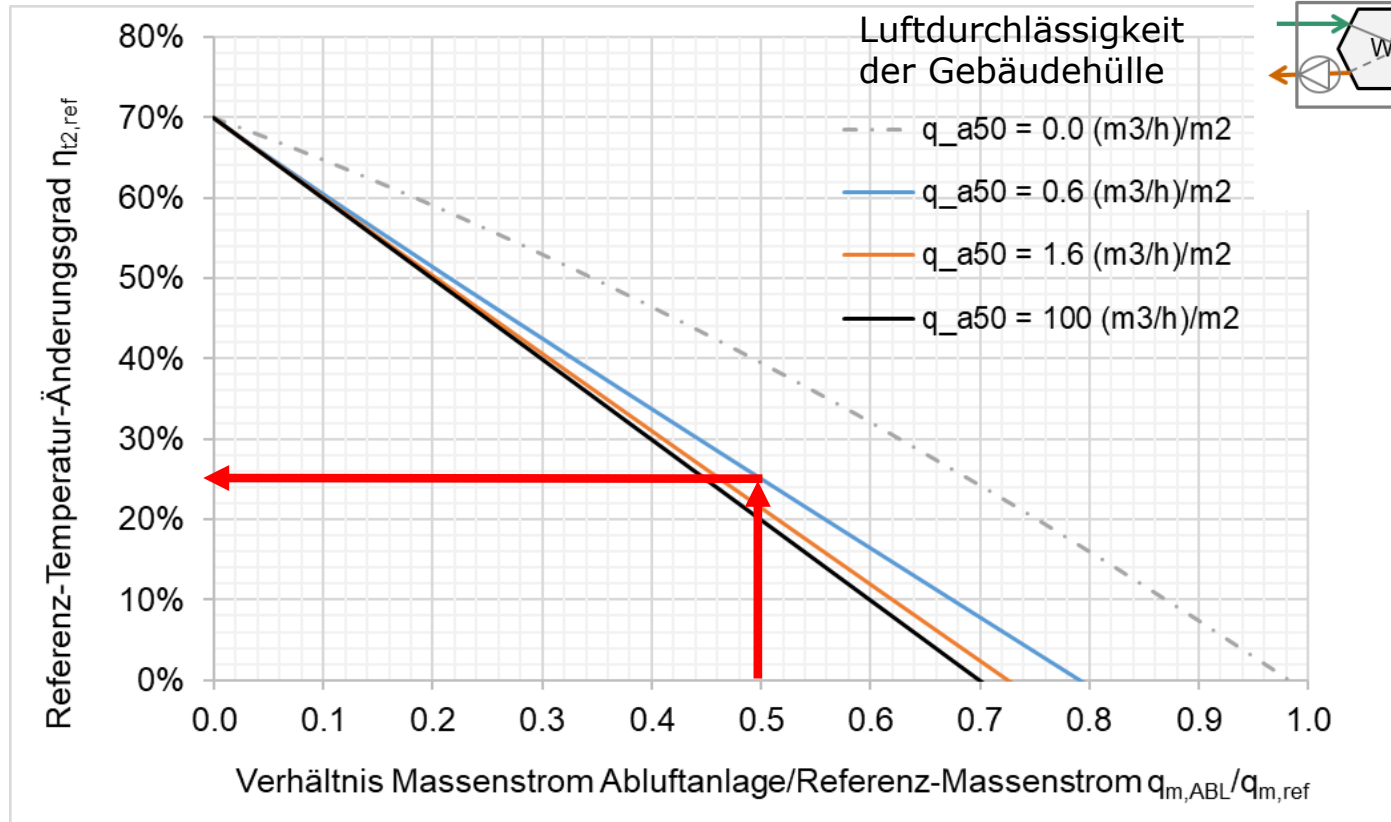
Einfluss der Disbalance auf den Nutzen der Wärmerückgewinnung bei einer Kombination mit einer Abluftanlage



«Referenz-Temperatur-Änderungsgrad» (Nutzen der WRG):
Wärmeleistung der WRG im Verhältnis zu den Lüftungswärme-
verlusten (ohne WRG) beim Referenzmassenstrom.

Referenzmassenstrom $q_{m,ref}$ = Massenstrom des Einzelraum-Lüftungs-
gerätes bei einem Differenzdruck von 0 Pa (Zu- und Abluft gleich gross)

Einfluss der Disbalance auf den Nutzen der WRG bei einer Kombination mit Abluftanlagen



Beispiel Neubauwohnung, Luftdichtheit der Gebäudehülle $q_{a50} = 0.6 \text{ (m}^3/\text{h)/m}^2$
Zuluftvolumenstrom aller Einzelraumlüftungsgeräte $90 \text{ m}^3/\text{h}$
Luftvolumenstrom der Abluft in Bad/Dusche/WC $45 \text{ m}^3/\text{h}$
Der Nutzen der WRG sinkt von 70 % auf 25 %
(Bei bedarfsgesteuerter Abluft im Tagesmittel auf ca. 60 bis 65 %)

Energieeffizienz von Einzelraum-Lüftungsgeräten

Das Temperatur-Verhältnis («Wirkungsgrad der WRG») gemäss Lieferantenangaben wird reduziert durch:

- Wind, Stackeffekt (thermischer Auftrieb) und Verschmutzung (zus. Druckverlust) um ca. 5 bis 20 % ¹⁾
- Disbalance bei Kombination mit Abluftanlage um 5 bis 50 % ²⁾
- Vereisungsschutz der WRG um 0 bis 35 % ³⁾

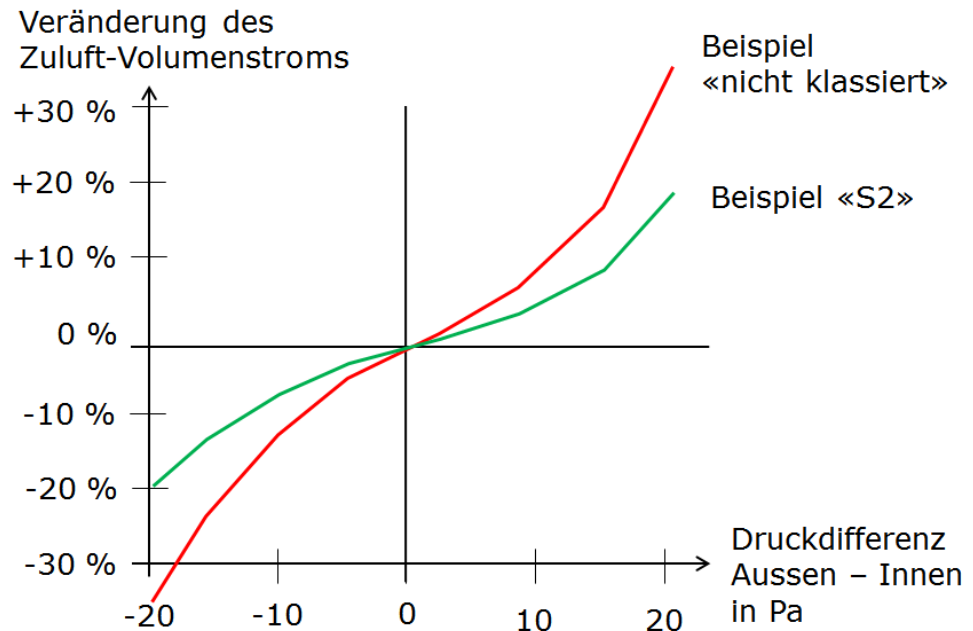
Der **Nettonutzen der WRG** liegt im schweizerischen Mittelland typischerweise im Bereich von **40 bis 60 %** und im alpinen Raum bei 20 bis 50 %.

- 1) Wesentlicher Kennwert: Empfindlichkeit des Luftstroms, s. prEN 13142:2018
- 2) Abhängig von Betriebszeit und Luftvolumenstrom der Abluftanlage
- 3) Abhängig von Klimastation und Art des Vereisungsschutzes

Einzelraum-Lüftungsgeräte: Beeinflussung durch Wind, Stackeffekt und Verschmutzung

Die **Empfindlichkeit des Luftstroms** wird bei einem Differenzdruck von +20 Pa und -20 Pa gemessen und klassiert.

Klasse	Abweichung des Luftstroms im Vergleich zum maximalen Luftvolumenstrom	
	+ 20 Pa	- 20 Pa
S1	≤ 10 %	≤ 10 %
S2	≤ 20 %	≤ 20 %
S3	≤ 30 %	≤ 30 %
nicht klassifiziert	> 30 %	> 30 %

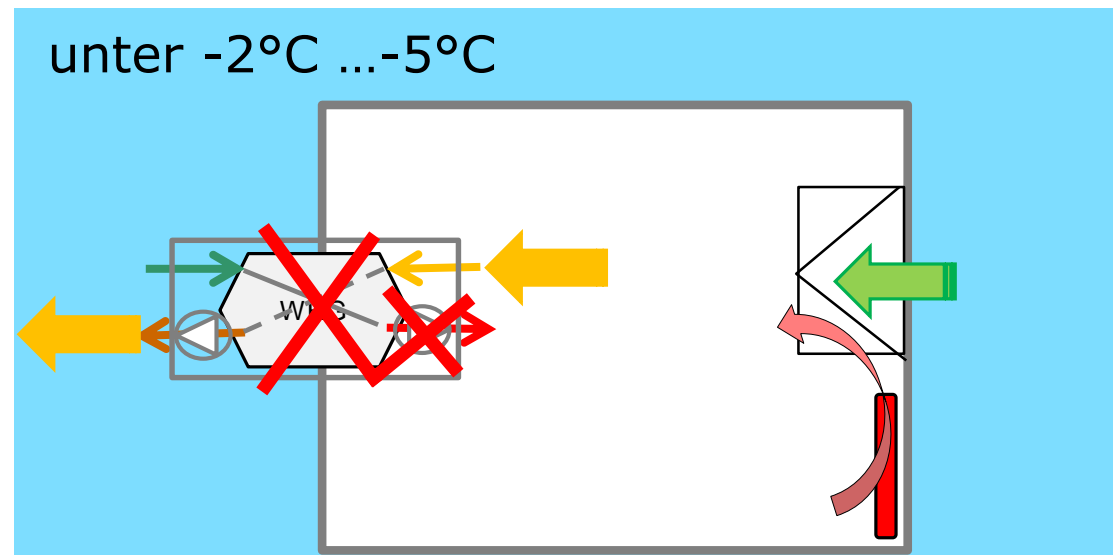


Gemäss prEN 13142:2018

Heizleistung bei Einzelraum-Lüftungsgeräten

Bei den typischen Vereisungsschutzstrategien werden die Geräte zwischen -2 °C und -5 °C ganz oder teilweise ausgeschaltet.

Geräte mit Enthalpietauschern sind allenfalls bei tieferen Temperaturen noch in Betrieb (Lieferantenangaben beachten).



Schall

Zu laute Geräte bringen energetisch keinen Nutzen, da sie von den Nutzern ausgeschaltet werden.

Der Nutzen der WRG soll im Energienachweis nur angerechnet werden, wenn der Schallpegel bei Auslegebedingungen (meist 30 m³/h) folgende Werte nicht übersteigt:

Bodenfläche des Zimmers	Schalleistungspegel L_{wA} ²⁾	Schalldruckpegel L_{pA} in einem Abstand ¹⁾ ²⁾ von	
		1 m	3 m
bis zu 10 m ²	25 dB(A)	17 dB(A)	7 dB(A)
von >10 m ² bis 20 m ²	26 dB(A)	18 dB(A)	8 dB(A)
> 20 m ²	28 dB(A)	20 dB(A)	10 dB(A)

1) Bei einer Freifeldmessung

2) Bei zwei Geräten in einem Raum muss der Pegel jedes Geräts 3 dB tiefer sein

Schall

Reale Beispiele aus Lieferantenunterlagen (anonymisiert)

Hersteller A

<i>Luftvolumenstrom</i>	<i>30 m³/h</i>
<i>Schalldruckpegel in 3 m Abstand</i>	<i>22 dB(A)</i>

d.h. Schalleistungspegel ca. 39 dB(A)

Schalldruckpegel in einem Schlafzimmer ca. 37 bis 38 dB(A) !

Hersteller B

<i>Luftvolumenstrom</i>	<i>31 m³/h</i>
<i>Standard-Schalldruckpegel $L_{aeq,nT}$</i>	<i>49 dB</i>

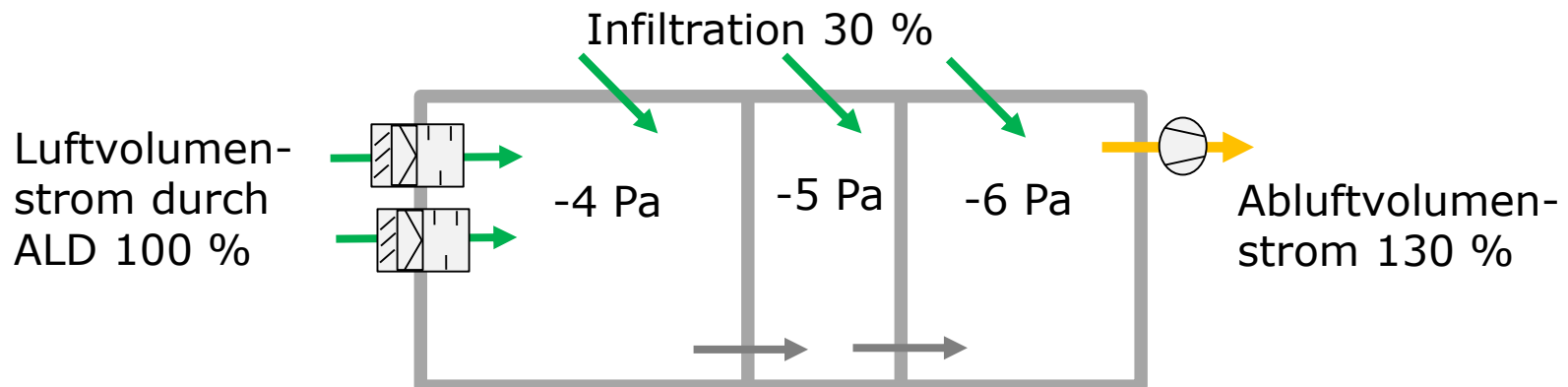
Kann ohne Prüfbericht nicht def. beurteilt werden, aber zu laut.

Abluftanlagen mit Aussenluft-Durchlässe (ALD)

Die Auslegung nach Schweizer Norm ist angemessen:

- Druckabfall ALD 4 Pa (bei sauberem Filter)
- Im Standardfall ist der Abluftvolumenstrom 30% grösser als gesamte Luftvolumenstrom durch die ALD
- Bei einer sehr guten Luftdichtheit (z.B. Minergie-P) kann mit einer Infiltration von 15 bis 20 % dimensioniert werden.

Für ein Schlafzimmer sind bei typischen Produkten zwei ALD erforderlich.



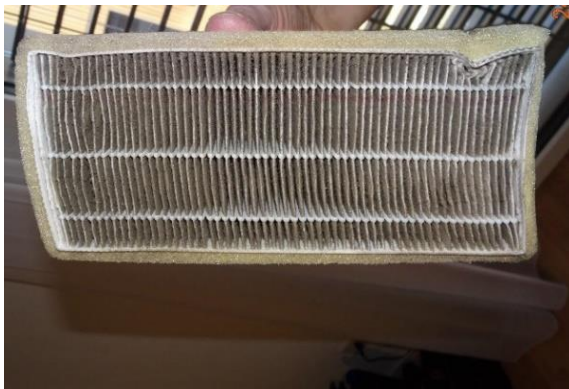
Betrieb

Abluftanlagen mit ALD und Einzelraum-Lüftungsgeräte reagieren empfindlich auf Verschmutzungen.

Die Wartungsintervalle sollen kürzer gewählt werden als bei Komfortlüftungen.

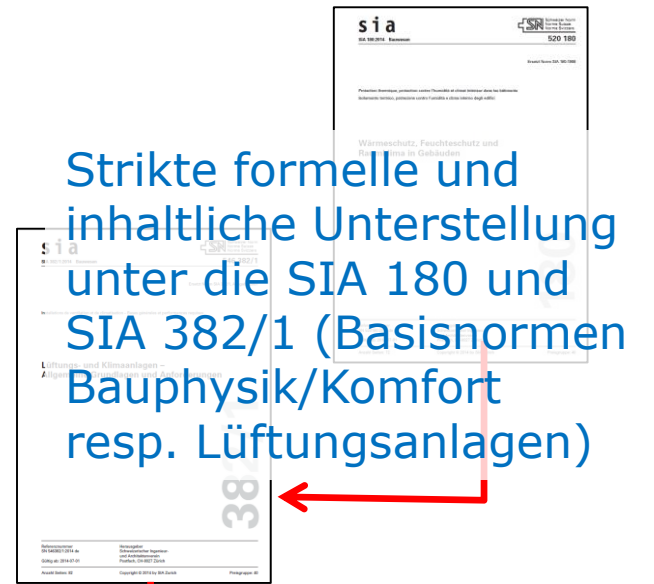
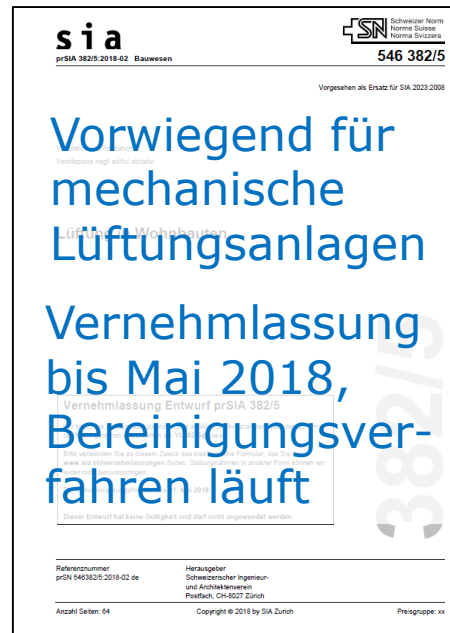
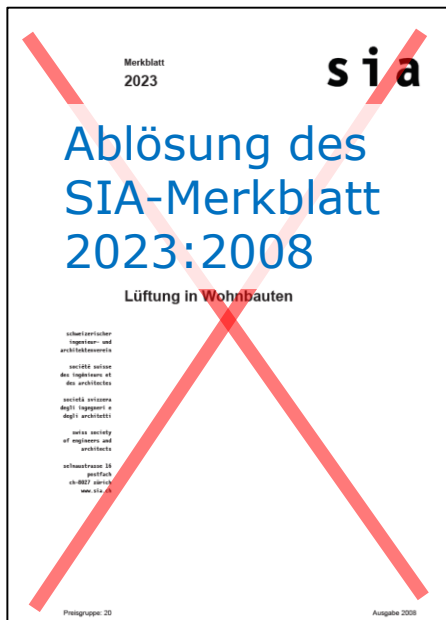
Es wird empfohlen Wartungsverträge abzuschliessen mit:

- Mindestens 2 Filterwechseln pro Jahr
(je nach Aussenluft- und Filterqualität)
- 1 bis 2 jährliche Inspektion und Reinigung
(z.B. Insektenschutzgitter)



3. Informationen aus Normenwesen

Die geplante Wohnungslüftungsnorm



Strikte formelle und
inhaltliche Unterstellung
unter die SIA 180 und
SIA 382/1 (Basisnormen
Bauphysik/Komfort
resp. Lüftungsanlagen)

weitere Bezüge,
z.B. zu Prüfnormen
der Reihe EN 13141

Struktur der prSIA 382/5

Inhalt

Vorwort

0 Geltungsbereich

1 Verständigung

2 Projektierung – Anforderungen

3 Projektierung -
Auslegungskriterien

4 Projektierung – Systemwahl

5 Berechnung, Bemessung und
technische Anforderungen

6 Prüfungen

7 Betrieb und Instandhaltung

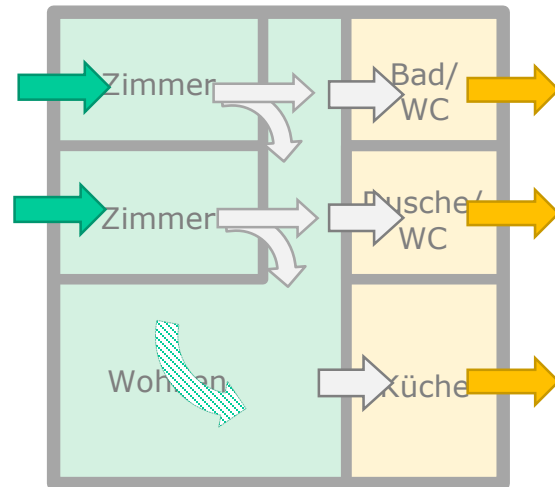
8 Rückbau und Entsorgung

A Anhang

*Die Struktur und die
Formulierungen haben
an Klarheit gewonnen.
Die Sprache ist normativ.
(Vorwiegend Anforderungen
und kaum Empfehlungen)*

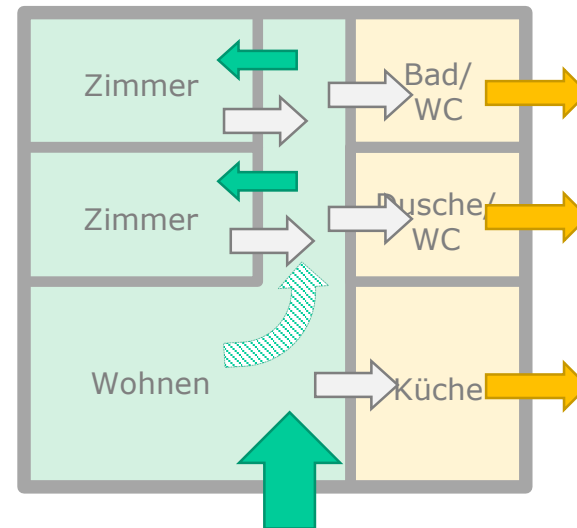
Neue Themen in der prSIA 382/5

Kaskadenlüftung



Bereits in SIA 2023:
Keine Zuluft im
Durchströmbereich
erforderlich.

Verbundlüftung

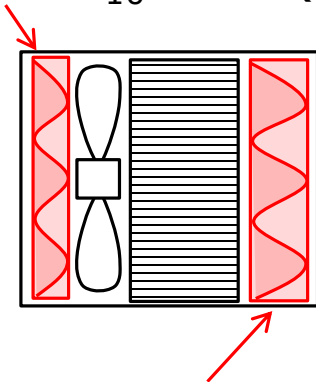


Zuluft an einer Stelle,
aktive Überströmer für
die Zimmer.

Reversierend arbeitende Lüftungsgeräte (Pendellüfter)

Filter

vor Eintritt in WRG
ISO ePM₁₀ 50% (M5)



Zuluft ISO ePM₁ 50% (F7)

Druckschwankungsempfindlichkeit

je nach Einbauort Klasse S1 bis S3
(für alle dezentralen Geräte)

Dimensionierung

- Gleich hoher Luftaustausch wie bei anderen Lüftungssystemen
- Paarweiser Betrieb
- Gleiche Anforderungen an Schallschutz und Behaglichkeit

4. Schlussbemerkungen

Bei Wohnungslüftungssystemen müssen Energieeffizienz, Komfort, Schall und Wartung künftig differenzierter beurteilt werden.

Abluftanlagen mit ALD und Einzelraum-Lüftungsgeräte bieten einen geringeren Nutzen als die Komfortlüftung. Zudem sind sie im Betrieb heikler.

Bei Modernisierungen haben diese Systeme ihre Berechtigung.

Allerdings lassen sich auch kostengünstige zentrale Lösungen realisieren (z. B. Verbundlüftung).

Bildquelle: <https://blog.zhaw.ch/humancapital/2016/05/21/externe-lohnvergleiche-teure-aepfel-und-birnen/>

Danke für die Aufmerksamkeit.

Disclaimer

- Aus Platzgründen werden Anforderungen und Resultate teilweise vereinfacht und in gekürzter Form wiedergegeben.
- Massgebend sind die Originaltexte der Quellen.

Fragen?