



Strategien zum Balanceabgleich von Lüftungssystemen

Problemstellung – Technische Lösungen - Innovationen

Rainer Pfluger, Christoph Speer

**Bundesministerium
Verkehr, Innovation
und Technologie**

Danksagung

Stadt der Zukunft ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Es wird im Auftrag des BMVIT von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft gemeinsam mit der Austria Wirtschaftsservice Gesellschaft mbH und der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik ÖGUT abgewickelt.

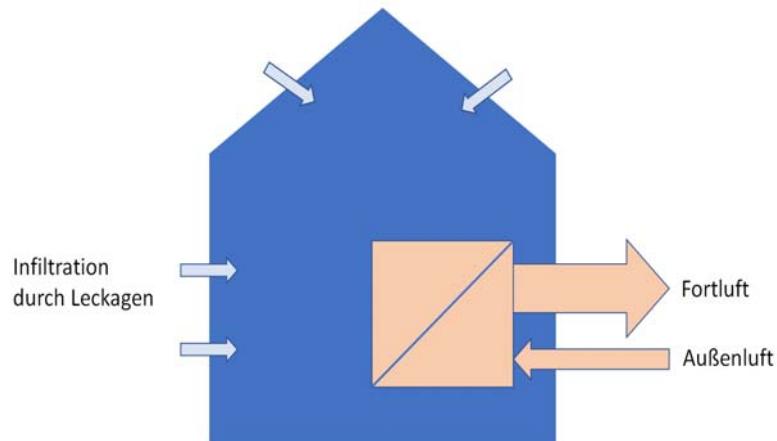
Was bedeutet „Balanceabgleich“

- » Die Massenbilanz der Lüftung eines Gebäudes ist immer ausgeglichen (Ausgleich über In- bzw. Exfiltration durch Restleckagen der Gebäudehülle)
- » **Die Massenströme (näherungsweise Volumenströme) der Außen-/Fortluft (bei Innenaufstellung der Lüftungsanlage) sollten möglichst auf gleichen Wert gebracht werden (Balanceabgleich)**
- » Dies kann entweder manuell (bei der Einregulierung) oder automatisch (Volumenstromregelung) erfolgen.
- » Ein **möglichst vollautomatischer** Balanceabgleich ist anzustreben (Wartungskosten, Effizienz, Bauschäden)

Balanceabgleich – wozu?

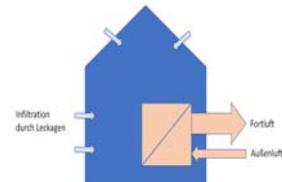
- » Vermeidung von Bauschäden (Feuchteschäden durch Kondensation in Leckagen)
- » Steigerung der Energieeffizienz (Höhere Wärmerückgewinnung)
- » Behaglichkeit (Vermeidung von Zugluft)

Was passiert bei Fortluftüberschuss?

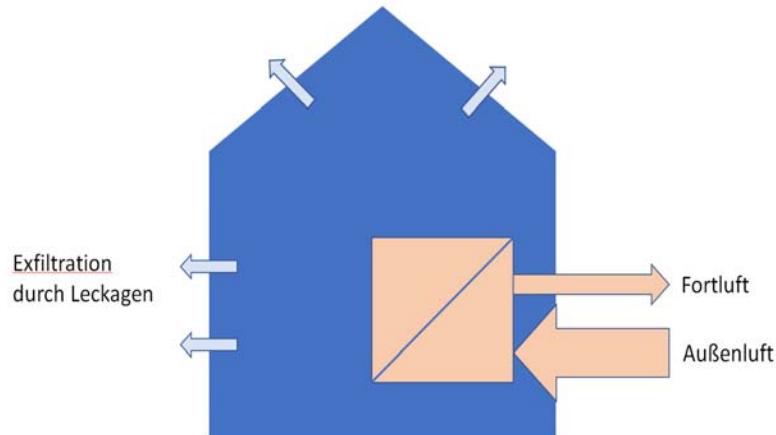


Was passiert bei Fortluftüberschuss?

- » Leckagen werden von außen nach innen durchströmt (kein Kondensationsproblem)
- » Behaglichkeitsproblem (Zugluft)
- » Geringere Effizienz der Wärmerückgewinnung

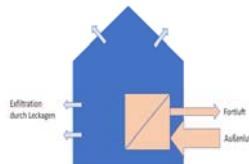


Was passiert bei Außenluftüberschuss



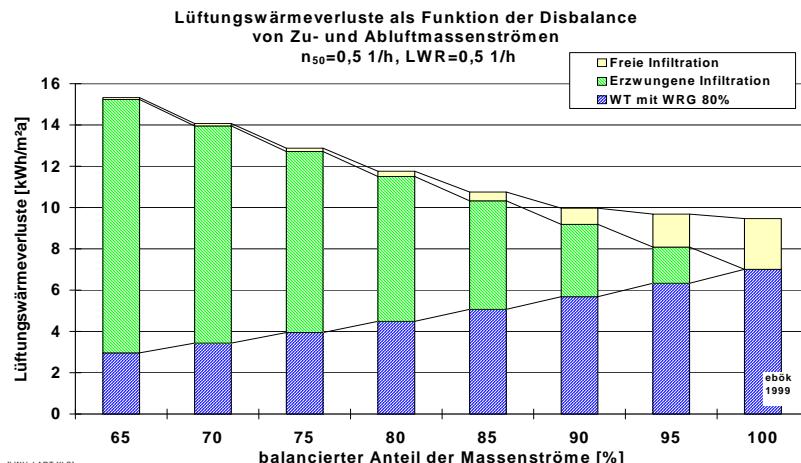
Was passiert bei Außenluftüberschuss

- » Bauschäden durch Kondensat
(Kondensat durch ausströmende feuchte Raumluft)



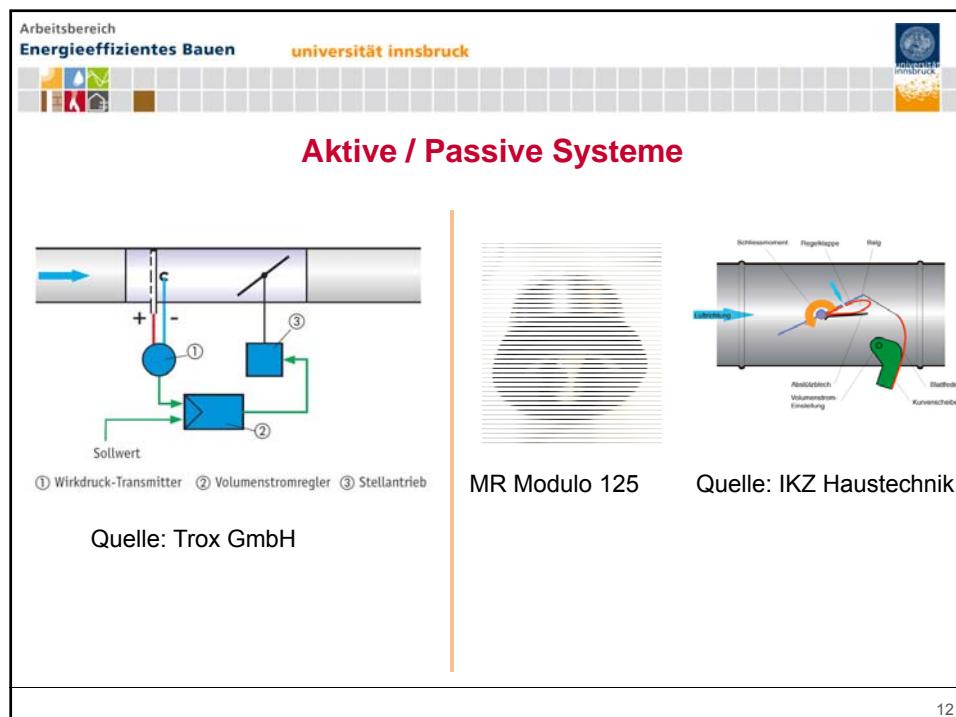
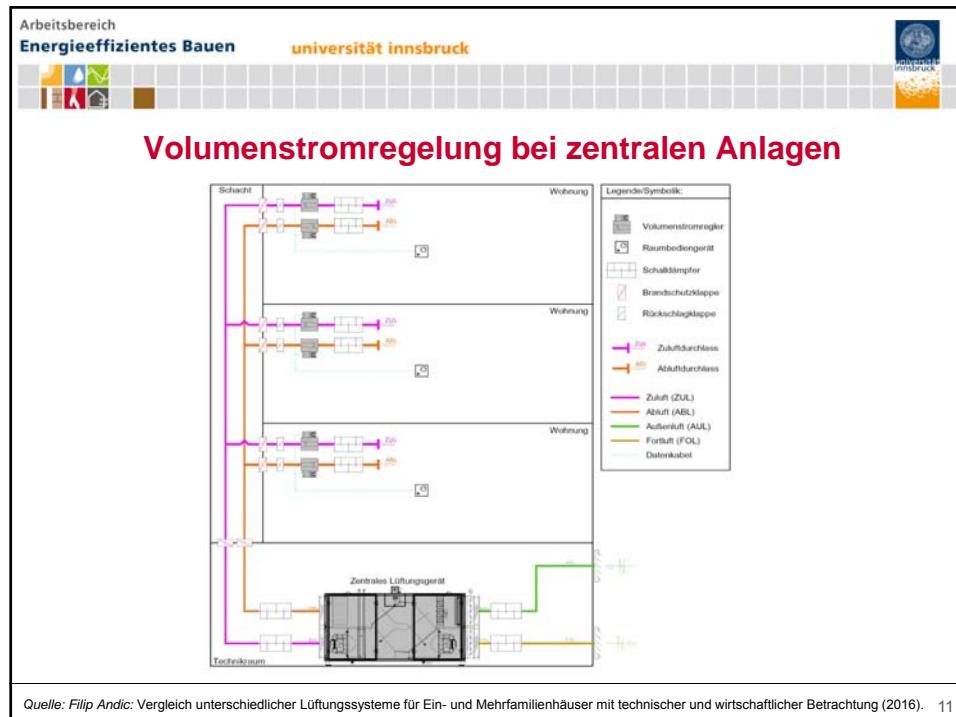
- » Geringere Effizienz der Wärmerückgewinnung

Ab wann wird Disbalance energetisch relevant?



Wie genau sollte die Balance eingehalten werden?

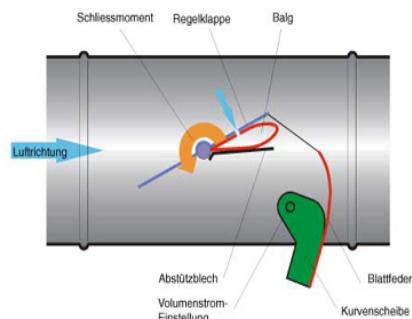
- » **+/- 10% Disbalance** sind energetisch gesehen tolerabel
- » Natürliche In- bzw. Exfiltration wird durch erzwungene Konvektion durch die Disbalance ersetzt
- » Dennoch sollte auf Nulldruck abgezielt werden, damit diese Grenzen durch Toleranzen und Drift etc. nicht überschritten werden!
- » Bezuglich Bauschäden: eher Unterdruck
- » Bezuglich CO – Rückströmung bei Verbrennungsluft: eher Überdruck



Passiver Volumenstromregler



MR Modulo 125



Quelle: IKZ Haustechnik

Messung Balanceabgleich am Zentralgerät

= 0 Pa !

Stützventilator zur Druckverlustkompensation

Ergebnis: Von 25 Zentralgeräten lagen alle Disbalance <10% mit nur zwei Ausreißern die bei 15% bzw. 18% lagen

Arbeitsbereich
Energieeffizientes Bauen universität innsbruck



Stichproben-Messung Balance in der Wohneinheit bei einer Anlage mit passiven Volumenstromreglern ohne Einregulierung

Nr.	gemessene Luftmengen [m³/h]				gemessene Luftmengen [m³/h]		
	Zuluft	Ab WC	Ab Bad	Ab Küche	Summe ZU	Summe AB	Dis-balance
1	52	24	18	24	52	66	-27%
9	36	21	21	29	36	71	-97%
18	34	21	17	20	34	58	-71%
26	41	12	12	11	41	35	15%
42	40	10	10	5	40	25	38%
58	51	21	24	22	51	67	-31%
59	37	12	12	12	37	36	3%

So nicht !!!

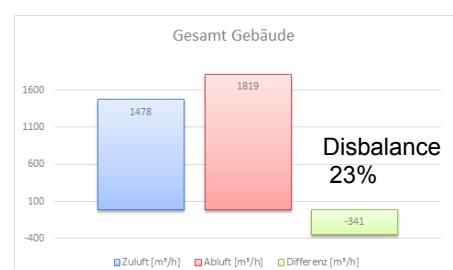
15



Am Rehgrund 17, Graz

Riesenflowfinder

Gesamt Gebäude



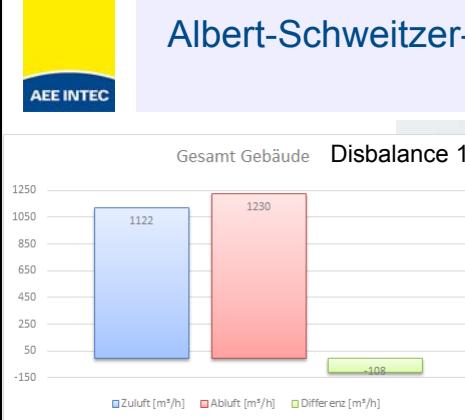
Kategorie	Wert [m³/h]
Zuluft [m³/h]	1478
Abluft [m³/h]	1819
Differenz [m³/h]	-341

Passivhausobjekt – Graz, Am Rehgrund 17

- Eckdaten: 17 Wohneinheiten in Miete, Übergabe 10/2014, 970 m² Wohnnutzfläche gesamt
- klimaaktiv „silber“ zertifiziert
- Zentrale Heizungsanlage mit Gas-Brennwertkessel, Pufferspeicher, thermische Solaranlage 20 m²
- WW-Bereitstellung über Fernwärmespeicher in den Wohnungen
- Zentrales Wohnraumlüftungsgerät (Innenauflistung im EG) mit einer Nennluftmenge von 1.650 m³/h
- PV-Anlage mit 3,0 kWp, auch für die Versorgung des Lüftungsgerätes

www.aee-intec.at AEE – INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN E.Vent | 20.09.2019

Albert-Schweitzer-Gasse 14, Graz



The chart displays the air flow balance for the entire building. The Y-axis represents air flow in m^3/h , ranging from -150 to 1250. The X-axis categories are Zuluft (m^3/h), Abluft (m^3/h), and Differenz (m^3/h). The Zuluft bar is blue and labeled 1122. The Abluft bar is red and labeled 1230. The Differenz bar is green and labeled ~108. The overall balance is labeled "Disbalance 10%".



Gesamt Gebäude Disbalance 10%

Kategorie	Wert (m^3/h)
Zuluft	1122
Abluft	1230
Differenz	~108

Passivhausobjekt – Graz, Albert-Schweitzer-Gasse 14

- Eckdaten: 16 Wohneinheiten in Miete, Übergabe 10/2016, 1070 m² Bruttogrundfläche
- Klimaaktiv „gold“ zertifiziert
- Zentrale Heizungsanlage mit Fernwärmeanschluss, Pufferspeicher, thermische Solaranlage 34 m²
- WW-Bereitung über dezentrale Speicher in den Wohnungen
- Zentrales Wohnraumlüftungsgerät (Dachaufstellung) mit einer Nennluftmenge von 1.490 m³/h

www.aee-intec.at AEE – INSTITUT FÜR NACHHALTIGE TECHNOLOGIEN E.Vent | 20.09.2019

Wie kann die Balance eingestellt werden?

- » Manuell bei der Inbetriebnahme
- » Nachjustierung im Rahmen der Wartungsarbeiten
- » Besser: Automatischer Balanceabgleich!

Möglichkeiten des automatischen Balanceabgleichs (Stand der Technik)

- » Volumenstromgeregelte Ventilatoren (Master/Slave)
- » Passive Volumenstromregler
- » Volumenstromregler mit Staukreuz/Messblende
- » Messung Druckdifferenz zwischen Raum- u. Außenluft

Masterarbeit 2020

Markus Innerhofer

Volumenstromregler für Balanceausgleich von Wohnungslüftungsanlagen auf Basis einer Differenzdruckmessung

Markus Innerhofer, BSc

Innsbruck, 26. Februar 2020

Masterarbeit

verfasst im Rahmen eines gemeinsamen Masterstudienprogramms von LFUI und UMIT – Joint Degree Programme

eingereicht an der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Fakultät für
Technische Wissenschaften zur Erlangung des akademischen Grades

Diplomingenieur

Beurteiler:

Assoz. Prof. Dr.-Ing. Rainer Pfluger

Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften

Arbeitsbereich Energieeffizientes Bauen

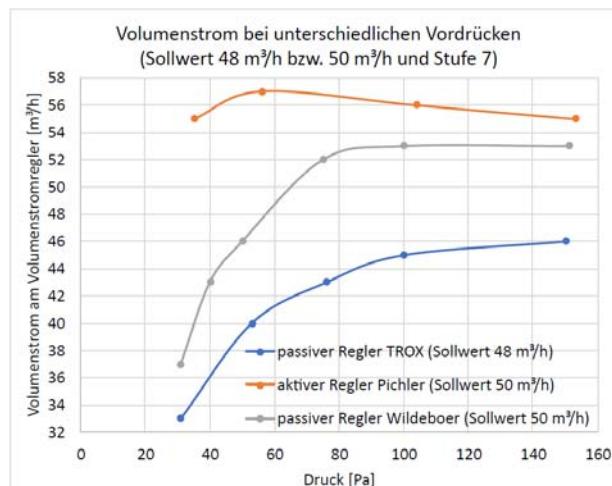
Aktiver Volumenstromregler (Quelle: Fa. Pichler)



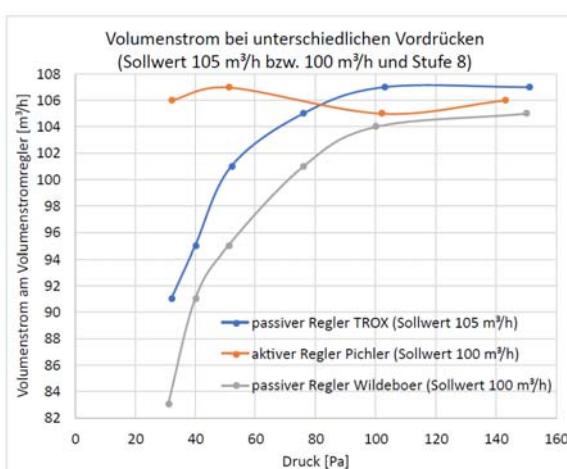
Passiver Volumenstromregler (ohne Fremdenergie) (Besser: Volumenstrombegrenzer), Quelle: Fa. Wildeboer



Messergebnisse bei unterschiedlichen Vordräcken mit Sollwert 50 m³/h (Quelle: M. Innerhofer, 2020)



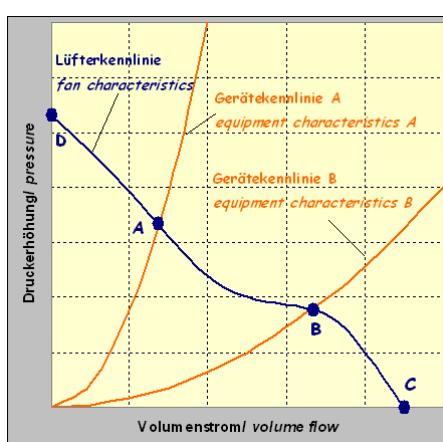
Messergebnisse bei unterschiedlichen Vordräcken mit Sollwert 100 m³/h (Quelle: M. Innerhofer, 2020)



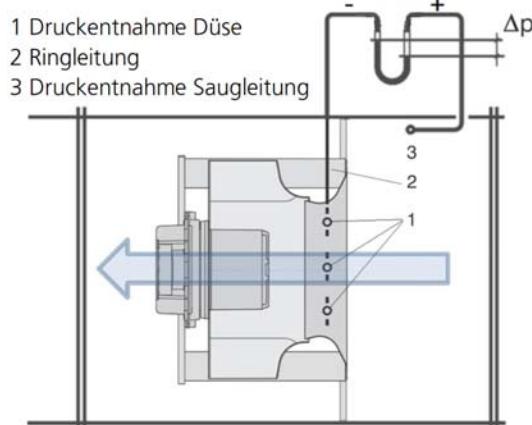
Fazit zu Genauigkeit und Vordrücken

- » Geringe Genauigkeit bei geringen Volumenströmen
- » Passive Volumenstromregler: Volumenstromkonstanz erst ab etwa 90 Pa !
- » Aktive Volumenstromregler: Relativ lange Ansprechzeit (Sprungantwort) von etwa 2 min.

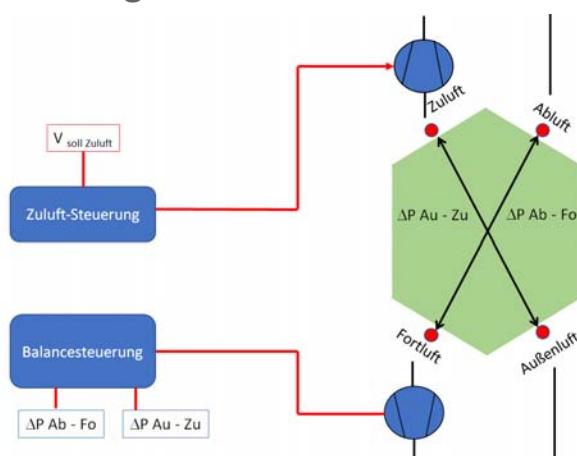
Ventilatorkennlinie und Betriebspunkte



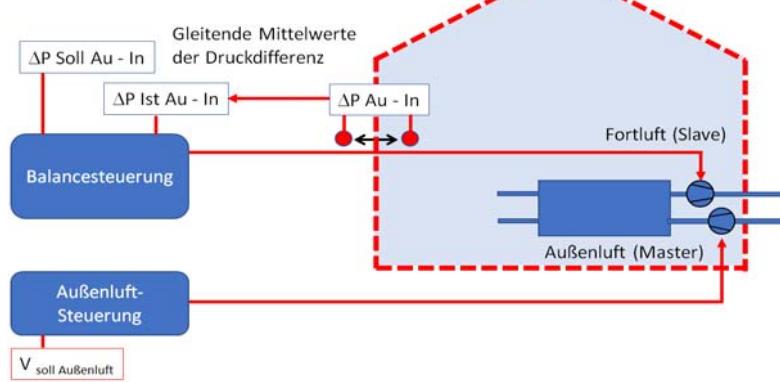
Druckdifferenzmessung an Einlaufdüse des Ventilators



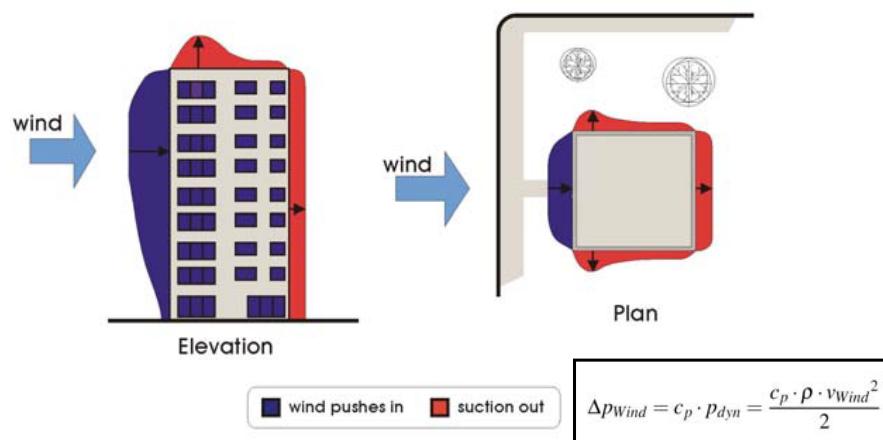
Volumenstrommessung über Druckabfall am Wärmeübertrager



Balanceabgleich mit Differenzdruckmessung



Über- und Unterdrücke am Gebäude



CFD-Simulation zum Außendruck am Container

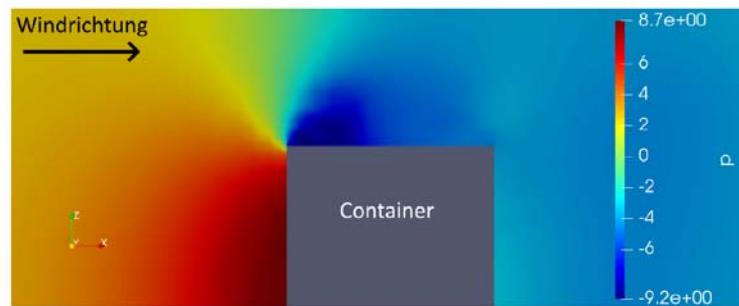


Abbildung 4.12: Druckverlauf als Schnittdarstellung parallel zur Windrichtung

Testgebäude am Campus der UIBK



Problem: Turbulenzen und Starkwindereignisse

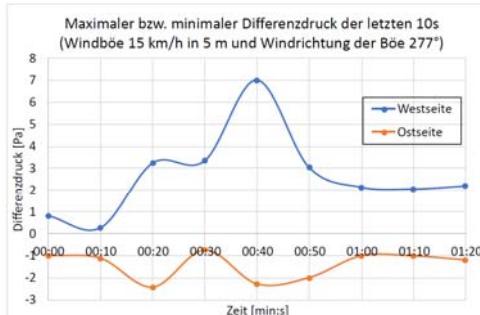
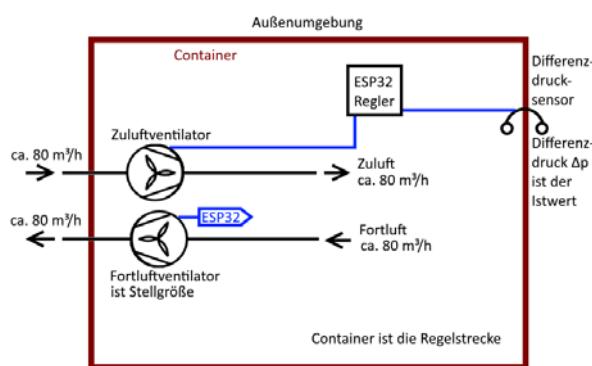


Abbildung 4.10: Maximaler bzw. minimaler Differenzdruck an der Westseite und an der Ostseite bei einer Böe mit $15 \frac{\text{km}}{\text{h}}$



Aufbau der Testmessung im Testgebäude der UIBK



Anmerkung: Der Sollwert beträgt 0 Pa, also kein Druckunterschied zwischen innen und außen

Legende:
 — Daten- bzw. Steuerleitung ESP32 Leitung zu ESP32-Modul — Luftrohr

Messung des statischen Drucks (Luftdruck Außen)



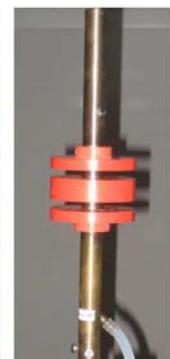
R.M. Young
Model 61002



Vaisala
SPH-20

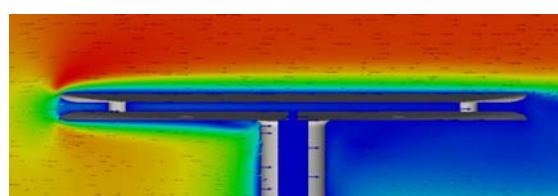


Paroscientific
DigiPort

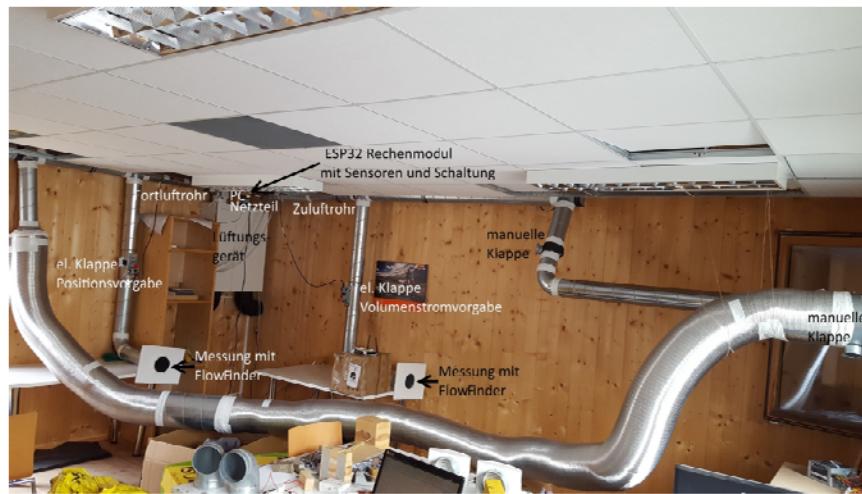


DWD
pressure port

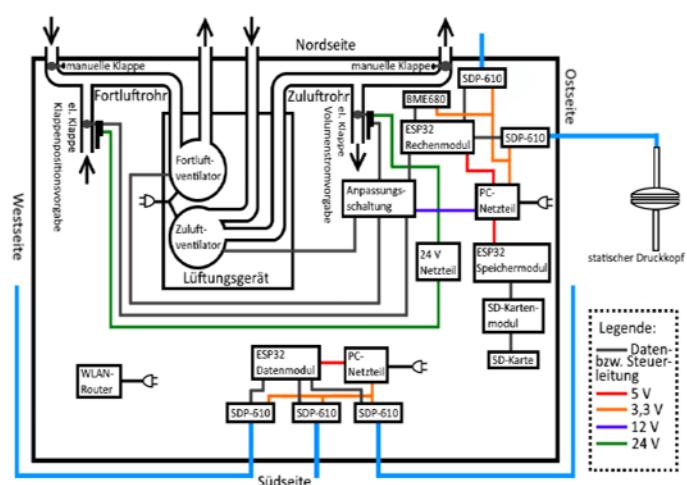
Drucksensor mit Windschutz



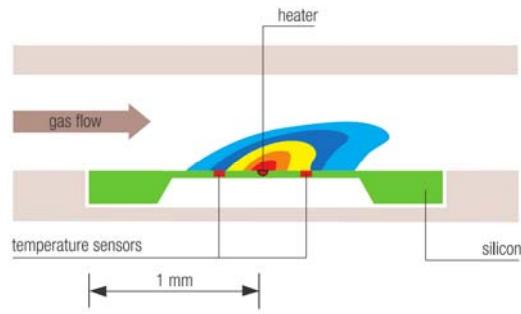
Versuchsausbau im Testgebäude der UIBK



Blockschaltbild des Aufbaus für den Balanceabgleich mit Drosselklappen und Ventilatoren



Hochgenauer kostengünstiger Druckdifferenz-Sensor von Sensirion (Gas-flow)



Ergebnis: Balanceabgleich selbst bei hohen Windgeschwindigkeiten hochgenau!

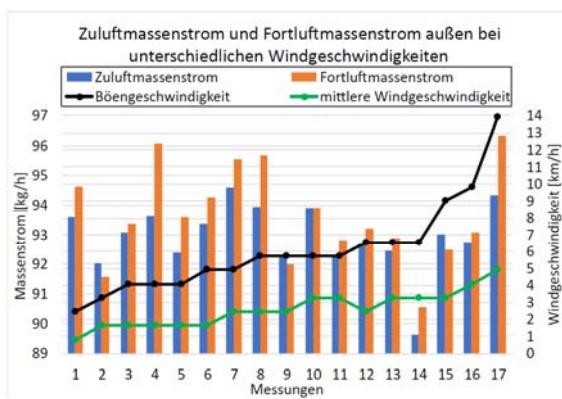


Abbildung 10.4: Zuluft- und Fortluftmassenstrom an der Außenfassade bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten und einem verbundenen Druckkopf Vaisala SPH10

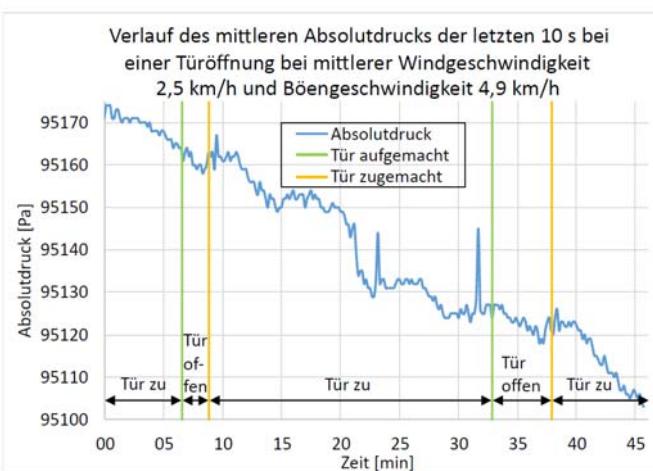
**Balanceabweichung im Mittel 0,9 %
Maximale Abweichung 2,6 %**

Alternatives Steuerkonzept mit Absolutdruckmessung

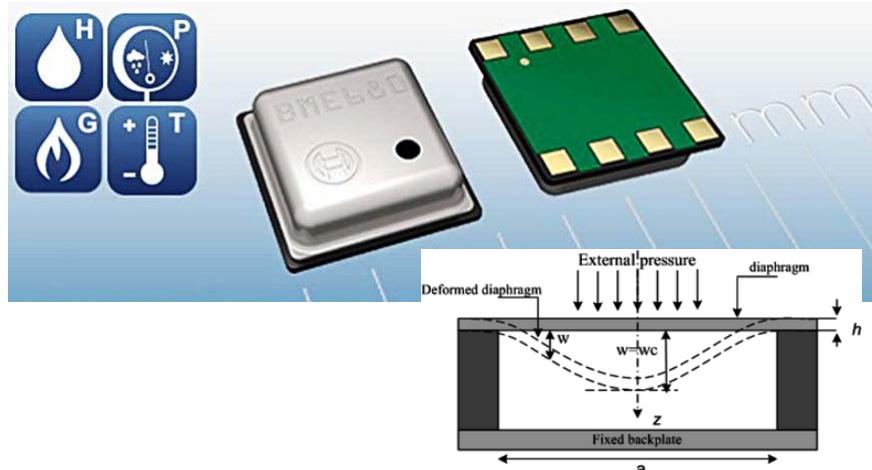
- » Absolutdruckmessung im Innenraum
- » Regelmäßige Abschaltung des Lüftungsgerätes
- » In dieser Zeit: Innendruck = Außendruck, Abspeichern des Umgebungsluftdrucks, Abgleich der Druckdifferenz auf 0 Pa
- » Volumenstrom des Fortluftventilator so lange anpassen, bis Innendruck wieder gleich Außendruck

Dieser Vorgang muss innerhalb einer Minute erfolgen!!!

Absolutdruckmessung mit BME 680



Absolutdruckmessung mit miniaturisiertem Absolutdrucksensor (Fa. Bosch, BME 680)



Innovativer Volumenstromregler – Entwicklung im Rahmen der Prototypenförderung der UIBK

- » Hohe Messgenauigkeit
- » Als passiver Regler einsetzbar
- » Geringe Herstellungskosten
- » Wartungsarm

- » -> Geheimhaltung aus patentrechtlichen Gründen

Zusammenfassung

- » Balanceabgleich wesentlich zur Vermeidung von Bauschäden und für die Wärmerückgewinnungs-Effizienz
- » Verfügbare passive Volumenstromregler untauglich
- » Klassische Volumenstromregler teuer und mäßig genau

Neuentwicklungen:

- » Differenzdruckmessung
- » Absolutdruckmessung
- » UIBK-Volumenstromregler-Entwicklung (Prototyp)



Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Stadt der Zukunft
im Rahmen von superMindesten
IEA Forschungskooperation
im Rahmen von superMindesten



Online-Webinar

Neues zum Thema Lüftung: Planung, Balance, Betrieb und Brandschutz

Vorstellung und Diskussion der Ergebnisse aus den Projekten „E.Vent“ und „IEA EBC Annex 68“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit