Bewertung von Lowtech Gebäuden

MONITORING VON WOHNHÄUSERN MIT UNTERSCHIEDLICHEN HEIZSYSTEMEN

02.10.2019

Interreg IT-AU Projekt Lowtech

Daniel Herrera, Franziska Haas (Eurac research), Benjamin Portugaller (FH Salzburg)

DIE BEWERTUNG VON „LOWTECH" - KONZEPTEN

- Was wollen wir über Lowtech-Konzepte wissen?
  - Kann ich mit Lowtech energieffiziente Gebäude betreiben?
  - Wirken sich Lowtech-Konzepte positiv auf den Wohnkomfort aus?
  - Welchen Einfluss hat der Nutzer?

- Wie kann eine Bewertung von Lowtech-Konzepten erfolgen?
  - Simulation von möglichen Konzepten
  - Monitoring von bestehenden Lösungen
  - Befragung von Nutzern

Monitoring im LowTech Projekt

Neubau: 2-Familienwohnhaus in bei Salzburg

Bewertung bestehender Lowtech Konzepte durch Monitoring

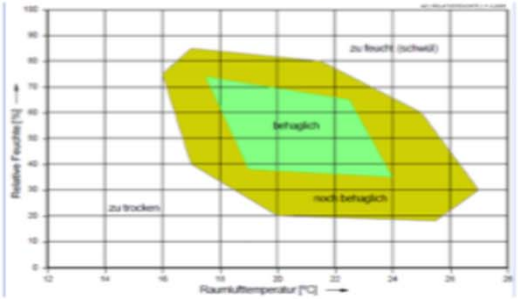
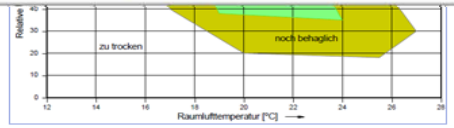
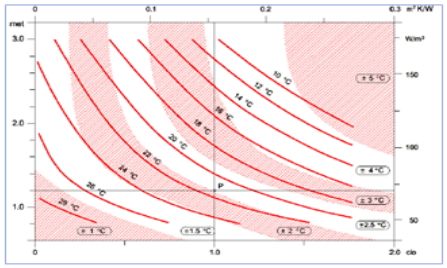
- Sanierung
- Neubau
- Test innovativer Lösung

Neubau: 2-Familienwohnhaus bei Bozen

Sanierung: 2 Wohnungen im MFH im Pustertal

Innovation: LINA Haus, Prüfung eines innovativen Massivholzkonstruktion

Behaglichkeitskriterien Lowtech

Kriterien & Wechselwirkungen	Einheit	Bemerkungen	von	ideal bzw. normal	bis	Empfindlich-keitsschwelle	Beurteilung
Lufttemperatur [1,2]	[°C]	Angaben für Wohnräume	20 °C [1] (Winter)		21 °C (Winter) [1] 20-24 °C (Sommer) [1]	23 [1] (24) [2] °C (Winter)	±0,5 °C [1]	sehr empfindlich [1]
Abweichung Luft- zur durchschn. Oberflächentemperatur [1]	[°C] oder [K]	es gilt der Temperatur-Mittelwert aller umschließenden Oberflächen	-	-	2-3 K [1]	2 K [1]	sehr empfindlich [1]
Asymmetrie der	[°C] oder [K]	Symmetrie wird angestrebt;	-	-	3-4 [1] (5) [3,5] K (warme Decken)[3]	k.A.	k.A.
Relative Luftfeuchte Behaglichkeitsfeld: Raumluftfeuchte-Raumlufttemperatur [1,2]	[%]		~(30) [1,2] 35%		40-45% [1]	~65 [2] (70) [2] %	±15 % [1]	wenig empfindlich [1,5]
Raumlufttemperatur [1,2]							[1,5]
Bekleidung (Wärmedurchlasswiderstand) [1,2,5]	1 [clo] ≡ 0,16 $[\frac{m^2K}{W}]$ [1]		0 clo (nackt) [1]	0,5 – 1,5 clo (leichte bis normale Kleidung) [1,5] 0,0 – 0,15 clo (Sitzflächen) [5]	> 3,0 clo (Polarkleidung) [1]	k.A.	k.A.
Aktivität (Energieumsatz des Menschen) Diagramm: Optimale Raumtemperatur in Abhängigkeit v. Aktivität und Bekleidung [1,2,5]	1 [met] ≡ 58 $[\frac{W}{m^2}]$ [1]		0,7 met (schlafen) [1]	1,0 met (sitzen, entspannt) [5] 1,2 met (sitz. Bürotätigkeit) [5]	3,0 met (wandern) [1]	k.A.	k.A.

Komfortempfehlungen bei leichter, vorrangig sitzender Tätigkeit in Wohnräumen (bei PPDmax ~10-15% (Kat. C 5) (Daten aus: (1): Zürcher; Frank 2014, S. 13-21 sowie (2): Dentel; Dietrich 2012, S. 6-13 und (3): Recknagl S.119-120 und (4): ÖN EN 15251:2007 S. 26-29 als auch (5): ÖN EN 7730:2006 S.7-24, 47)

2- Familienwohnhaus (BZ)

Neubau mit Lowtech Technologien:

- Nachhaltiger/ökologischer Ansatz
- Natürliche Baumaterialien
- Ohne mechanische Lüftung
- solares Bauen
- einfache Handhabung

Ziel des Monitorings:

- Vergleich von zwei Wohneinheiten hinsichtlich des Innenraum-Komforts und des Energieverbrauchs bei verschiedenen Nutzeransprüchen
- Vergleich der Wohneinheiten mit unterschiedlichen Heizsystemen.

MONITORINGKONZEPT

Wohnung A - 5 Personen-Haushalt:

zentrale Heizung über Pelletofen,

Beheizung des gesamten Hauses

Wohnung B - 3 Personen-Haushalt:

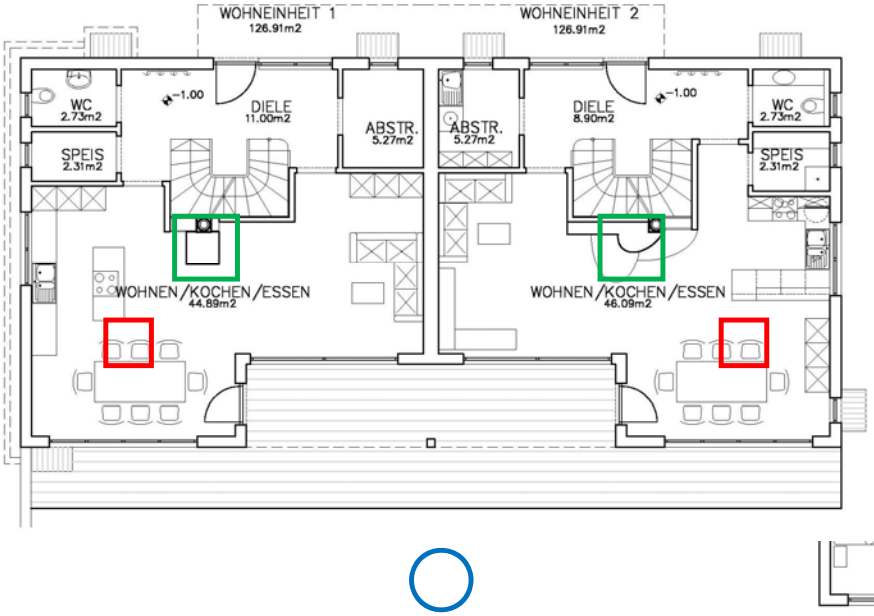
vorwiegend Beheizung des Wohnraumes über Holzofen,

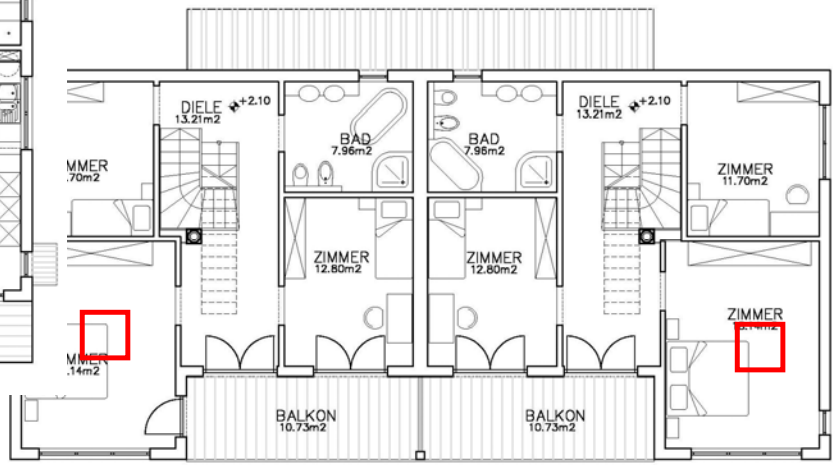
Temperierung der anderen Räume über Solar+ Holzofen möglich

External T/RH

Internal T/RH/CO_2

Energy





MONITORINGKONZEPT

Messung der Randbedingungen + Innenraumkomfort

- Temperatur außen und innen
- relative Luftfeuchte außen und innen
- CO2 Gehalt innen

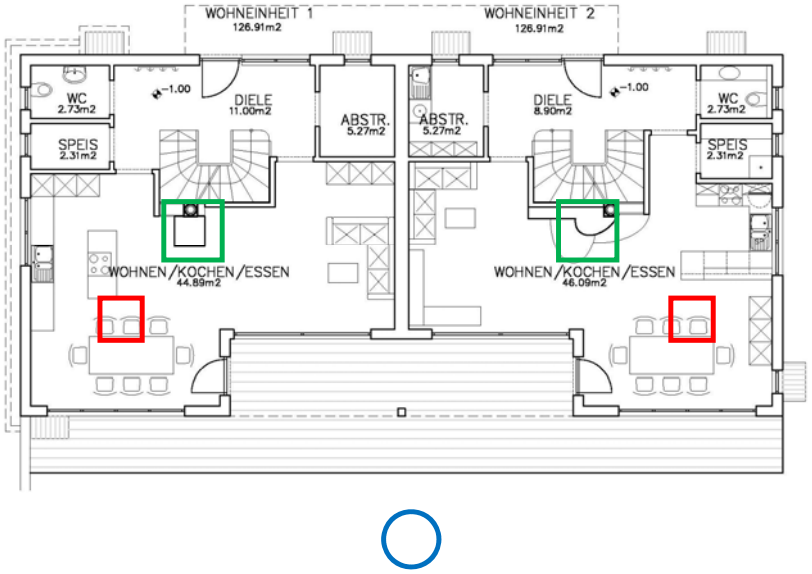
Ermittlung des Energieverbrauchs

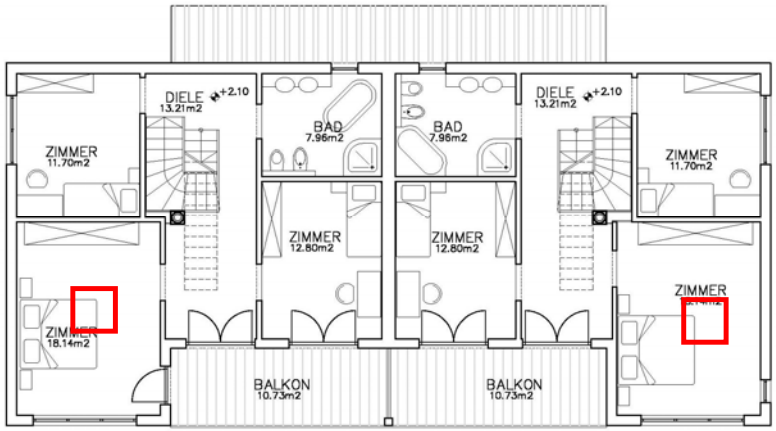
- für beide Wohneinheiten mittels Kalorimete
- Messung der Energiemenge des Holzofens, Pellet Boiler, Solarthermie für Heizung und Warmwasser

External T/RH

Internal T/RH/CO_2

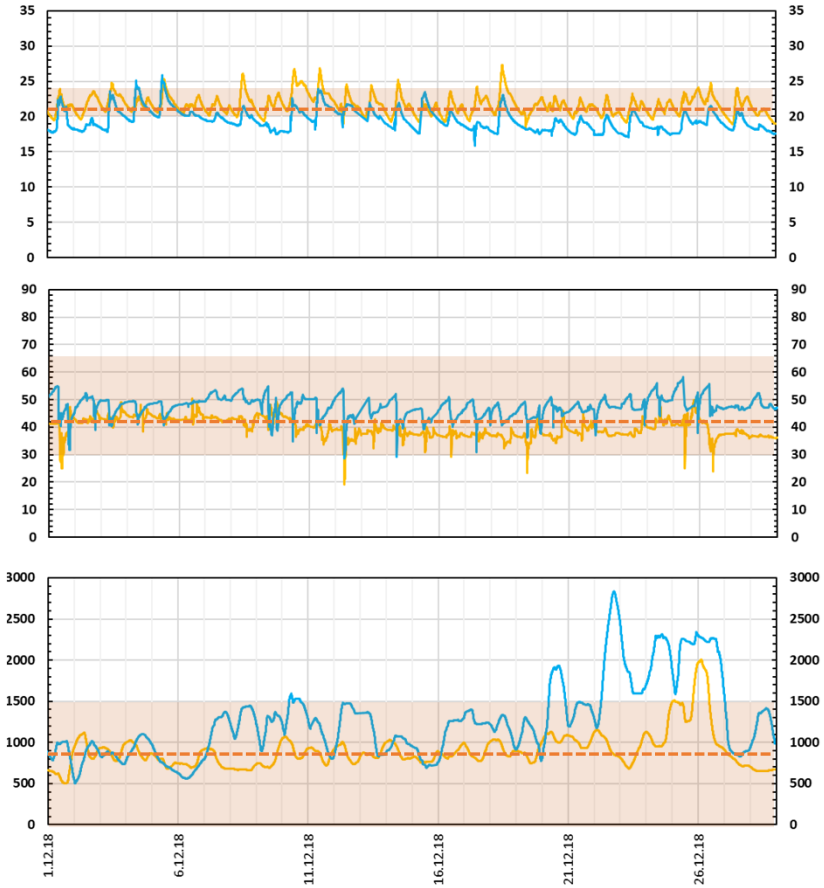
Energy





Innenraummessungen Dez. 2018

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets



TEMPERATUR (C°)

Wohnraum
Schlafzimmer

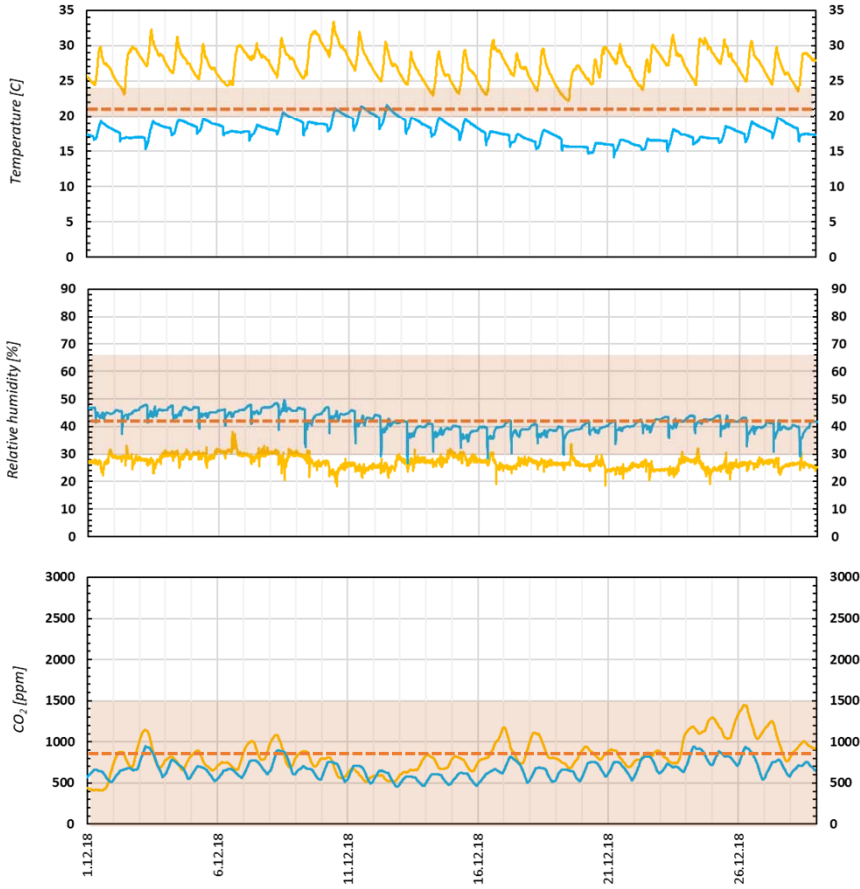
Relative Luftfeuchte (%)

Wohnraum
Schlafzimmer

CO_2 Konzentration (ppm)

Wohnraum
Schlafzimmer

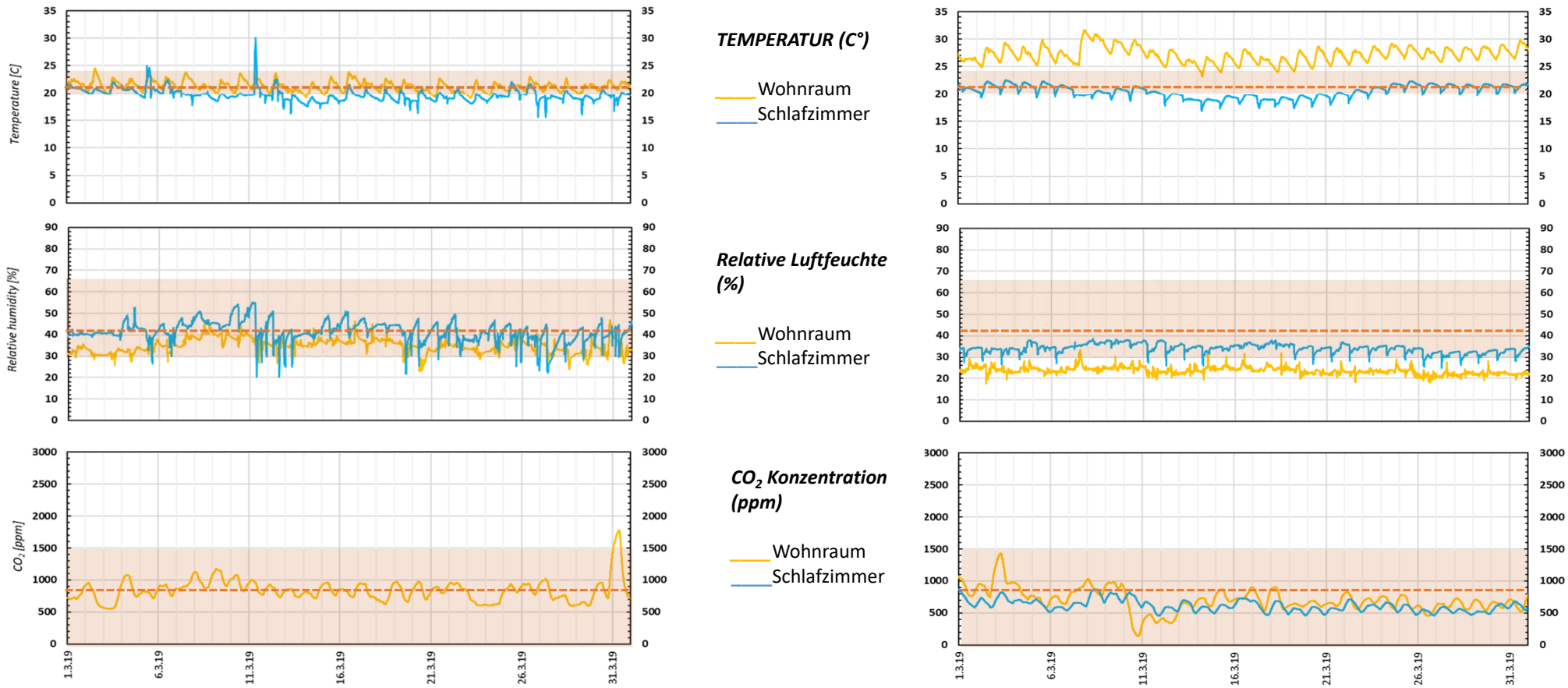
Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung



Innenraummessungen März 2019

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets

Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung



TEMPERATUR (C°)

Wohnraum
Schlafzimmer

Relative Luftfeuchte (%)

Wohnraum
Schlafzimmer

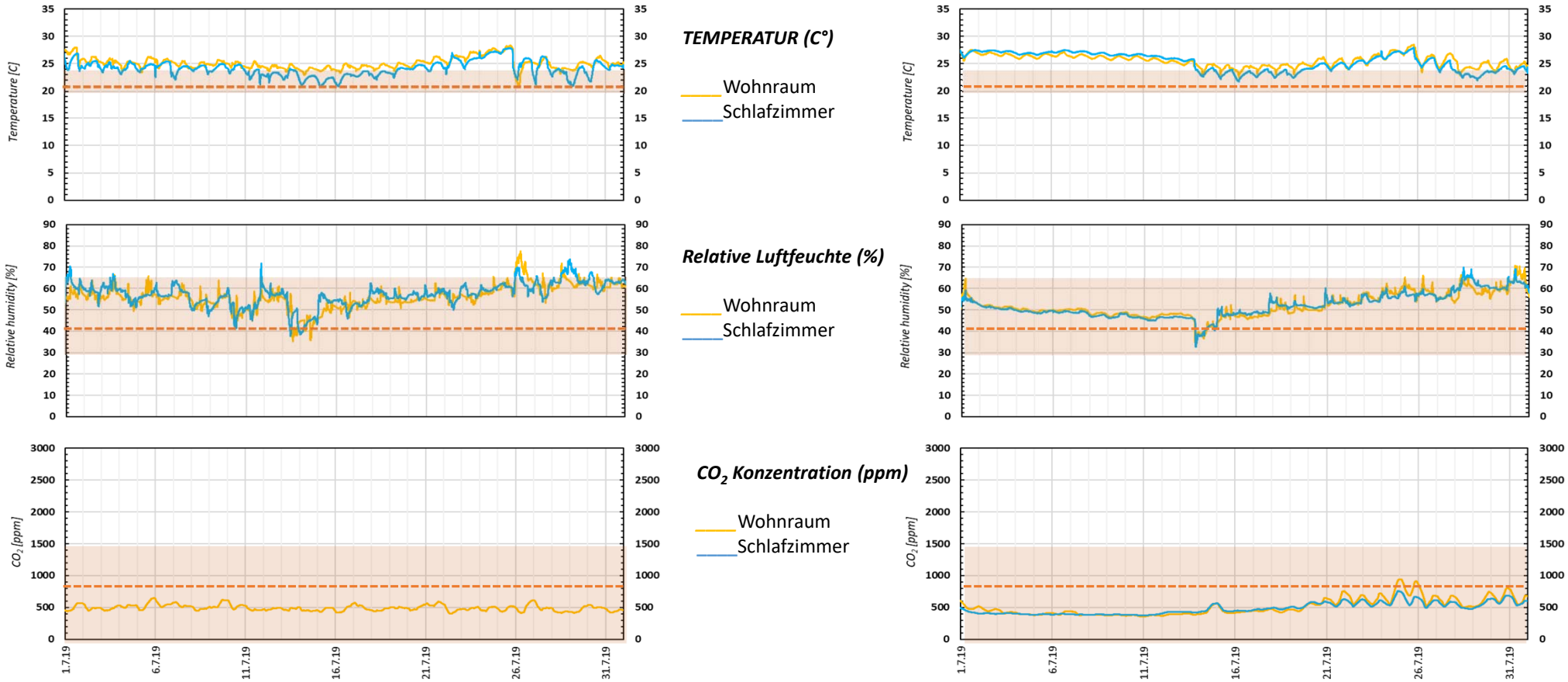
CO_2 Konzentration (ppm)

Wohnraum
Schlafzimmer

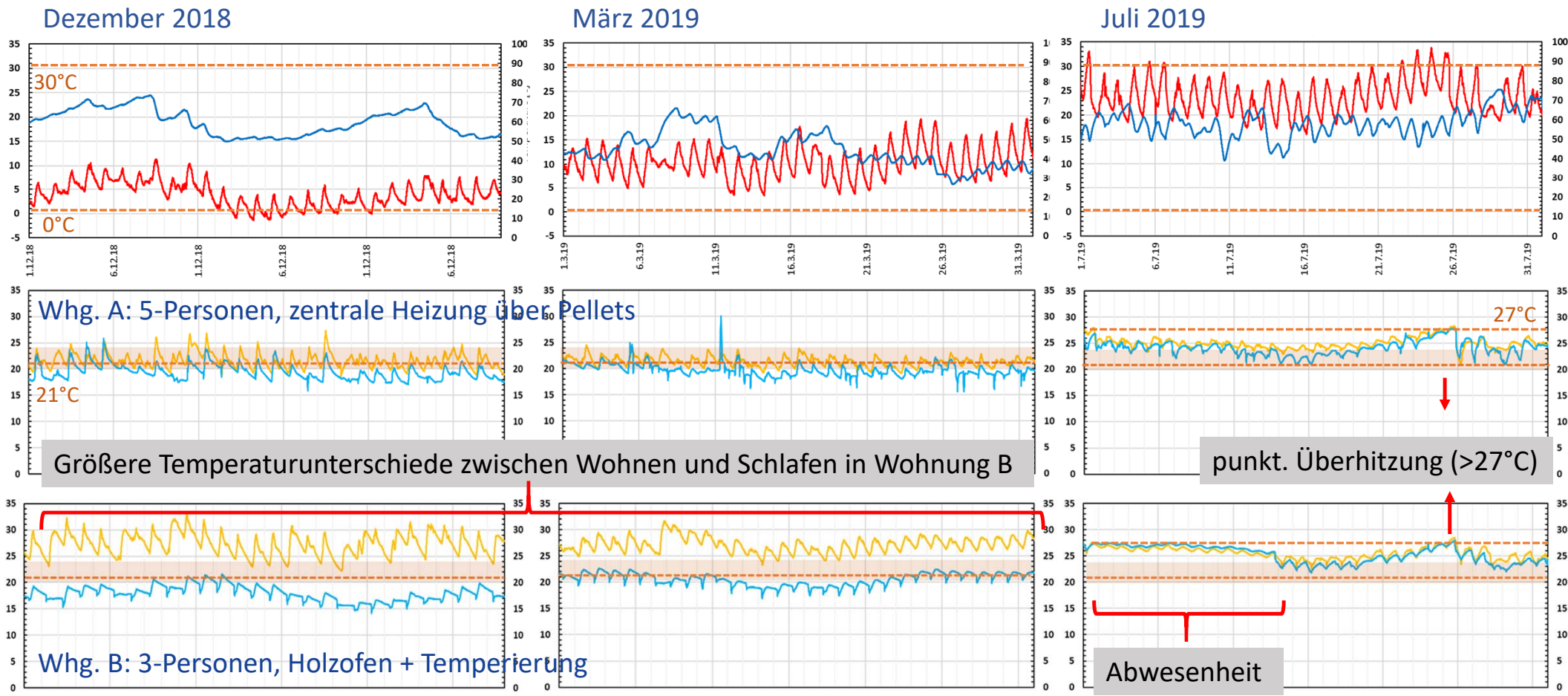
Innenraummessungen Juli 2019

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets

Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung

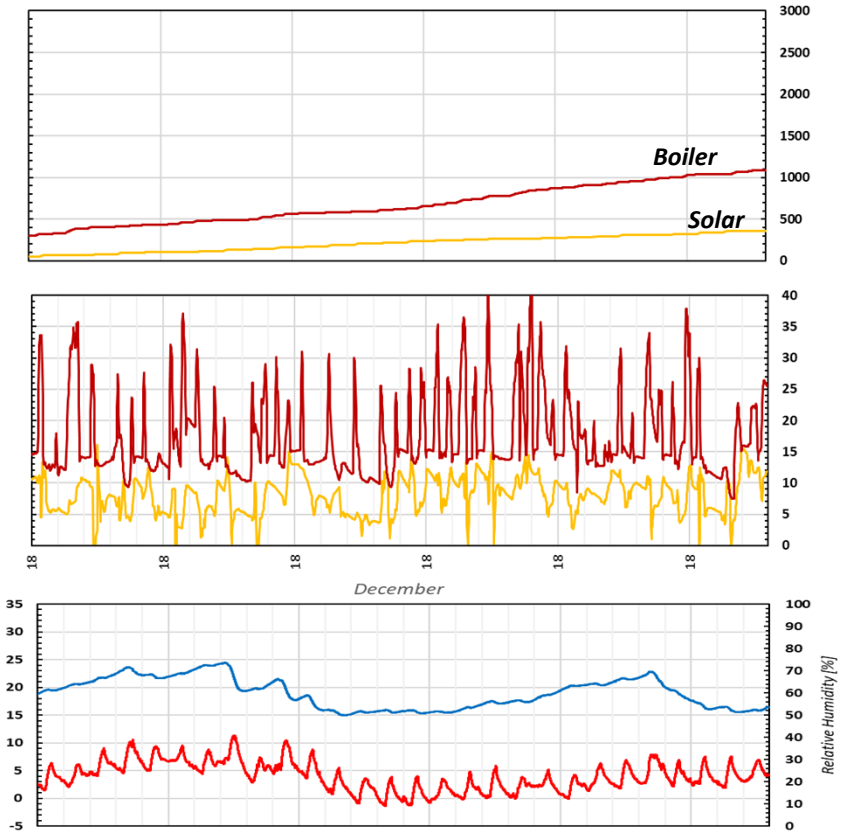


Vergleich von Außen- und Innen-Temperatur



Energieverbrauch Dezember 2018

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets



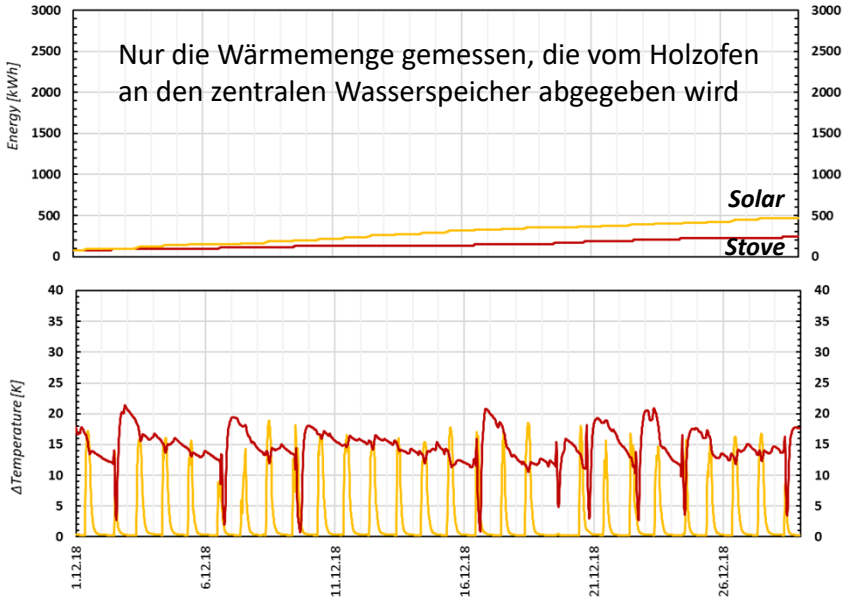
Energieverbrauch (aufaddiert)

Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

Wärmefluss (Temperaturunterschiede)

Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

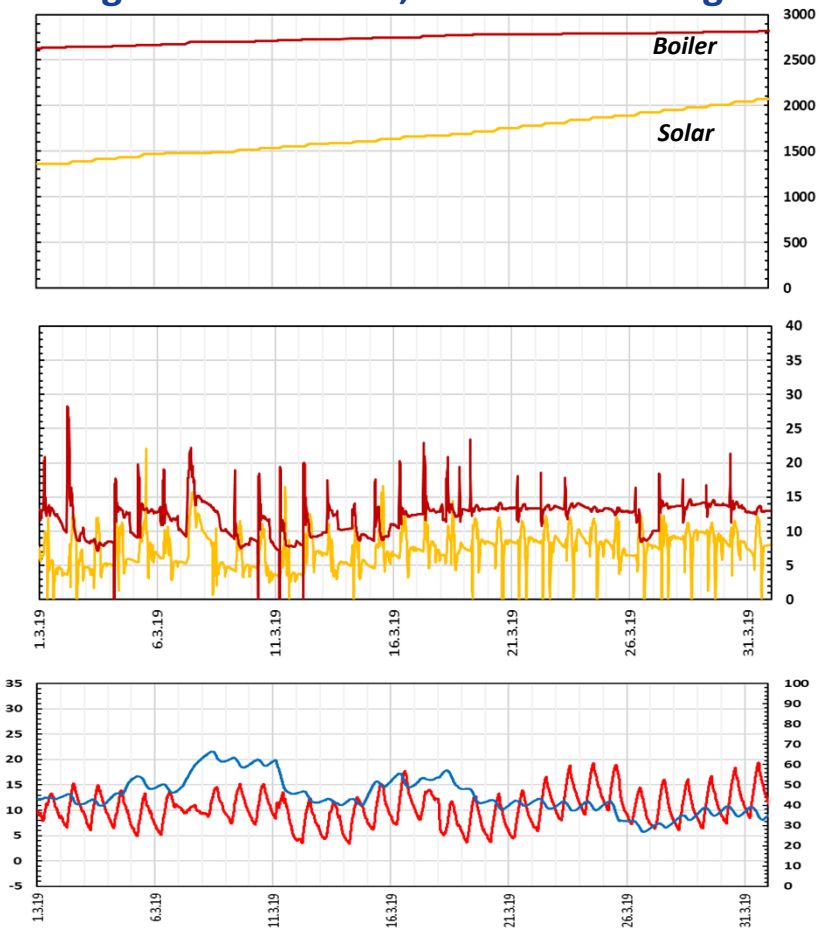
Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung



- Besser eingestellte Solaranlage in Whg. B (Holzofen) - mehr Strom aus der gleichen Anlage
- geringerer Energieverbrauch in Whg. B hat diverse Gründe: Personenzahl, Heizverhalten, Anlagentechnik

Energieverbrauch März 2019

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets



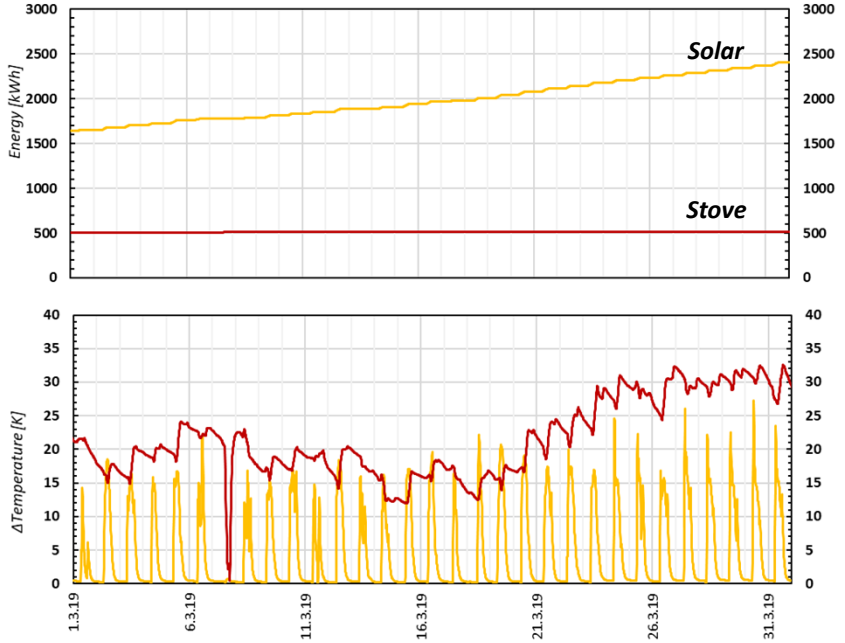
Energieverbrauch (aufaddiert)

Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

Wärmefluss (Temperaturunterschiede)

Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

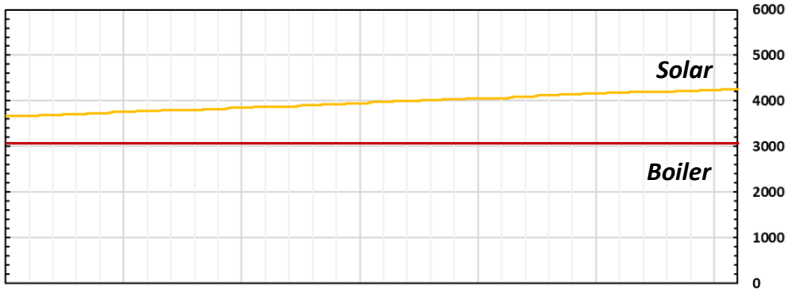
Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung

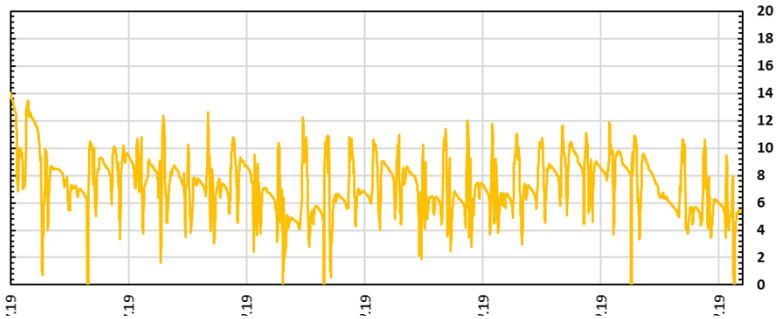


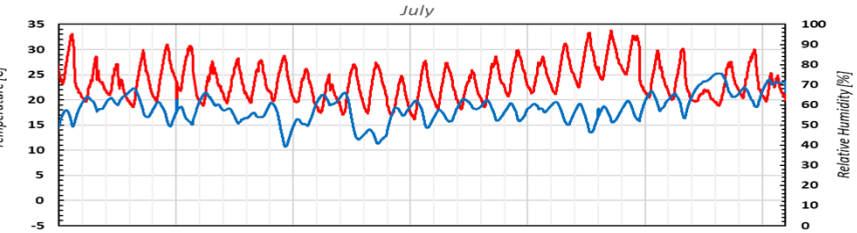
- Schon im März nur noch minimale Nutzung von Wärme aus dem Holzofen (Whg.B) für die Erhitzung des Wasserspeichers

Energieverbrauch Juli 2019

Whg. A: 5-Personen, zentrale Heizung über Pellets







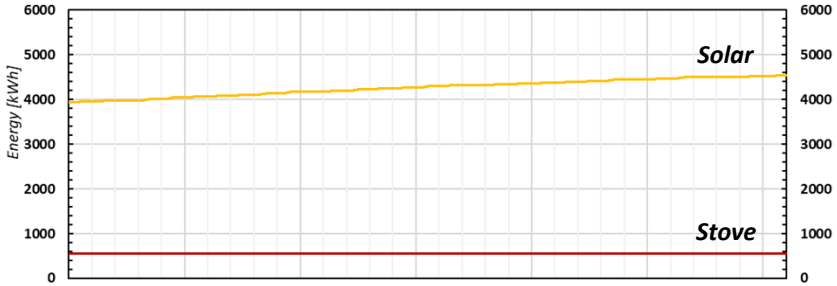
Energieverbrauch (aufaddiert)

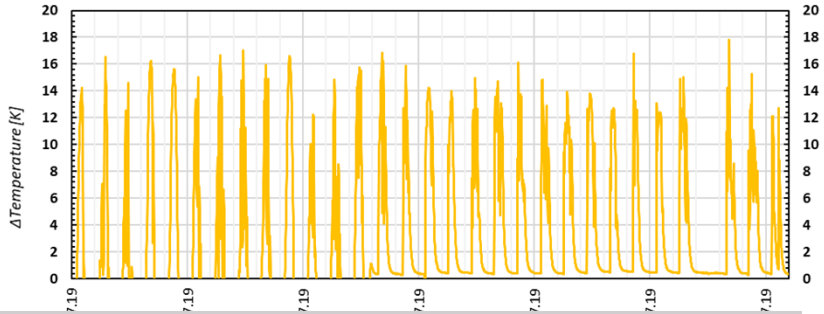
Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

Wärmefluss (Temperaturunterschiede)

Solaranlage
Boiler Pellet/Holzofen

Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung

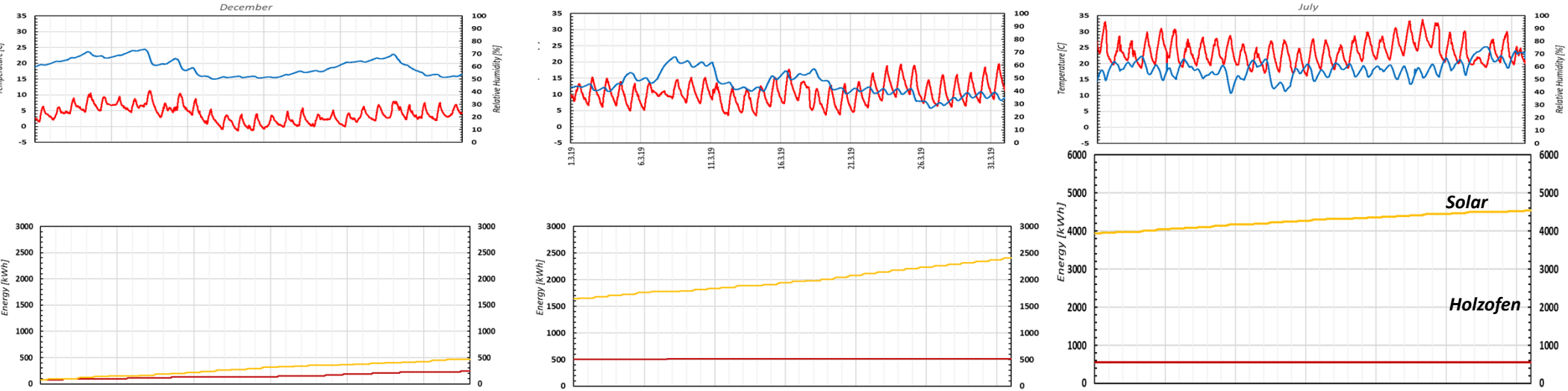


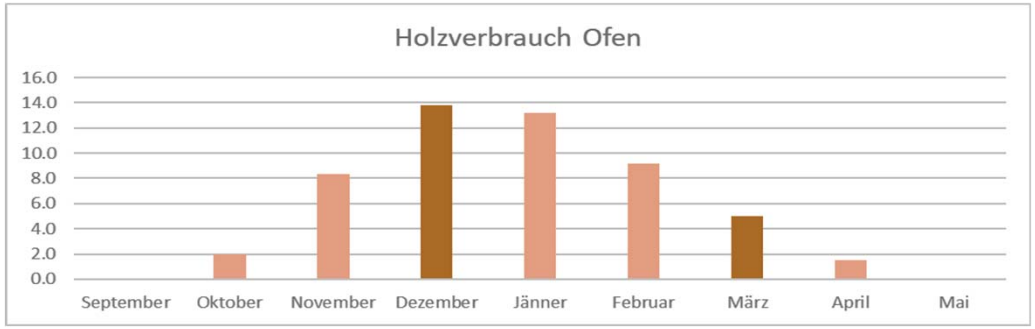


- Wärme (Warmwasser) im Juli ausschließlich über die Solaranlage etwa gleiche Gesamtstrommenge aus der Solaranlage
- Gesamtenergieverbrauch (Heizung, Warmwasser) bis Juli 2019
  in Whg. A ca. 7200 KWh
  in Whg. B ca. 5100 KWh

Energieverbrauch Juli 2019

Whg. B: 3-Personen, Holzofen + Temperierung





- Der Gesamtenergiebedarf für Heizung/Warmwasser wird in Whg. B mittels Holzmengenzählung ermittelt.
- Eine endgültige Auswertung liegt noch nicht vor.

Durchschnittlicher Verbrauch über die Jahre 2015 bis 2019

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Was wollen wir über Lowtech-Konzepte wissen?

- Kann ich mit Lowtech energieffiziente Gebäude betreiben?
  - ✓ Bisher liegen Monitoringdaten für November2018 bis September 2019 vor. Nach überschlägiger Rechnung ergibt sich ein Energieverbrauch von ca. 75 KWh/m²a, davon wird über die Hälfte aus Solarstrom gewonnen.
- Wirken sich Lowtech-Konzepte positiv auf den Wohnkomfort aus?
  - ✓ Trotz ausschließlich manueller Lüftung kann das Raumklima in beiden Wohnungen als gut bewertet werden.
  - ✓ In beiden Wohnungen treten keine Probleme mit zu hoher Luftfeuchte auf.
  - ✓ Im Dezember kann die Luft in Whg.B als zu trocken bewertet werden. Hier müssen die Nutzer ihr Lüftungsverhalten anpassen.
  - ✓ Im Dezember kommt es in Whg. A zu erhöhten CO_2 Konzentration bei intensiverer Nutzung. Anpassung des Lüftungsverhaltens.
- Welchen Einfluss hat der Nutzer?
  - ✓ Deutlich wird in den Wohnungen die unterschiedliche Nutzung der Heizsysteme. Während in Whg. A eine konstante Temperatur in beiden Zimmern angestrebt wird, gibt es in Whg. B Unterschiede zwischen Wohnen und Schlafen. Die genutzten Heizsysteme sind optimal darauf abgestimmt.
  - ✓ Eine manuelle Lüftung stellt in beiden Fällen ein gutes Innenraumklima sicher. In einzelnen Perioden müssen die Nutzer jedoch ihr Lüftungsverhalten besser anpassen

Zweifamilienwohnhaus (bei Salzburg)

Neubau mit Lowtech Technologien:

- Holzmassivbauweise + Holzfaserdämmplatten
- Heizung: Grundwasserwärmepumpe; Abgabe: Fußbodenheizung
- Lüftung: Abluftanlage, geregelt nach der betätigung des Lichtschalters in den Sanitäräumen; Zuluftöffnung in den Wohnräumen
- BGF: 255 m²
- HWB 37 kWh/m²a (bei 3780 HGT)

Ziel des Monitorings:

- Vergleich zweier baugleicher Wohneinheiten hinsichtlich des Innenraum-Komforts
- Unterschiedliche Nutzerbedürfnisse

CASE STUDY 2

Wohnung A – 4 Personenhaushalt

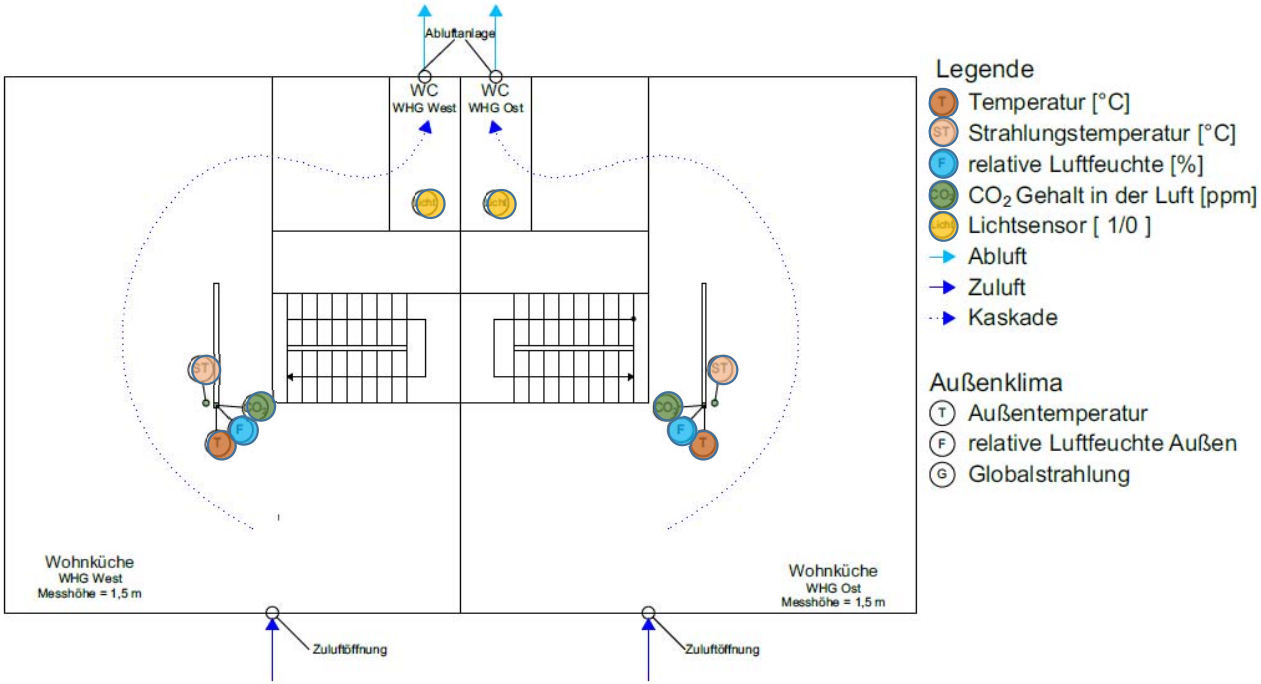
Ausrichtung Süd-Ost

Bewohnt von einer Familie (Eltern berufstätig, Kinder schulpflichtig)

Wohnung B – 2 Personenhaushalt

Ausrichtung Süd-West

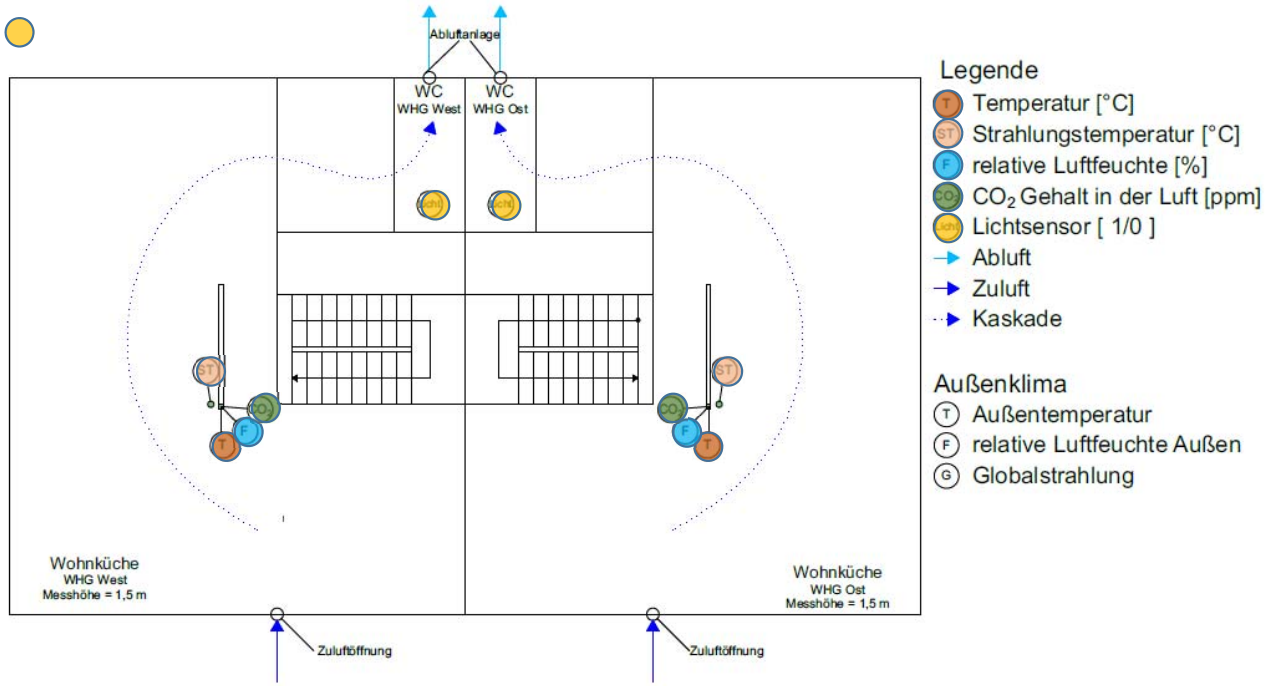
Bewohnt von einem Paar (beide berufstätig)



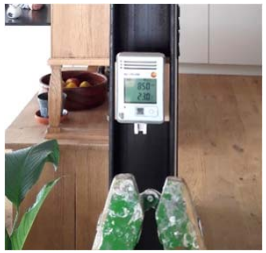
Messungen des Innenraumkomforts

- Funk-Datenlogger mit Sensor ⟶ Temperatur, Luftfeuchte, CO2-Werte
- Globe-Thermometer mit Datenlogger ⟶ Globalstrahlung
- Tür und Fenster Überwachung ⟶ Offen/Geschlossen
- Lichtsensor ⟶ Licht EIN/AUS (Ventilator)

Speicherung und Analyse der Daten



MONITORINGKONZEPT

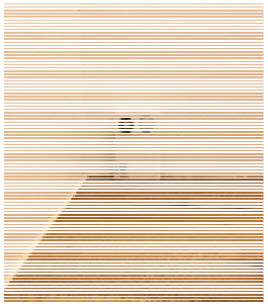


Funk-Datenlogger mit integriertem Sensor

- Lufttemperatur [C°]
- CO_2-Werte [ppm]

Globe-Thermometer mit Datenlogger

- Globalstrahlung [C°]

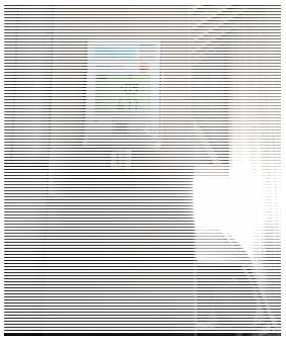


Funk-Datenlogger mit integriertem Sensor

- Licht Intervalle: AN/AUS
- Lufttemperatur [C°]
- CO2-Werte [ppm]

Tür und Fenster Überwachung

- Öffnungsintervalle
  Offen/ Geschlossen



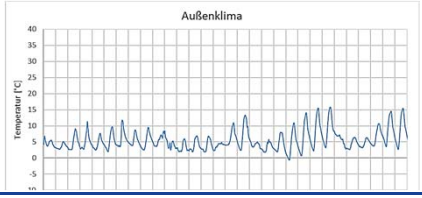
Monitoring Außenbereich

- Lufttemperatur [C°]
- Rel. Luftfeuchte [%]
- CO2-Werte [ppm]

Interreg Italia-Österreich Low Tech
European Regional Development Fund

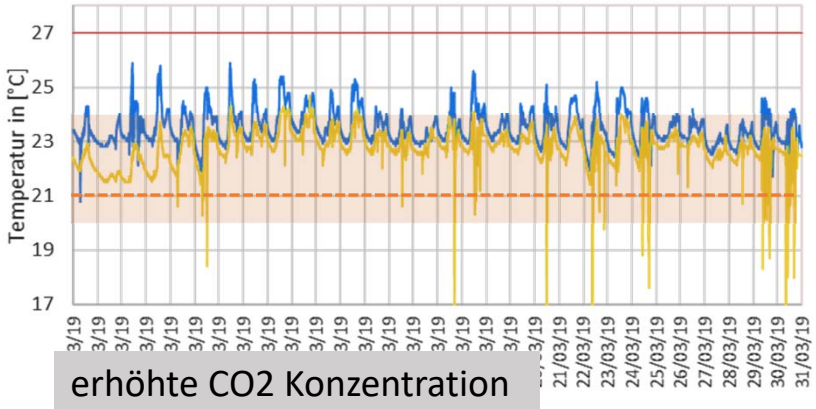
eurac research

FH Salzburg



März 2019

Wohnung A – 4 Personenhaushalt

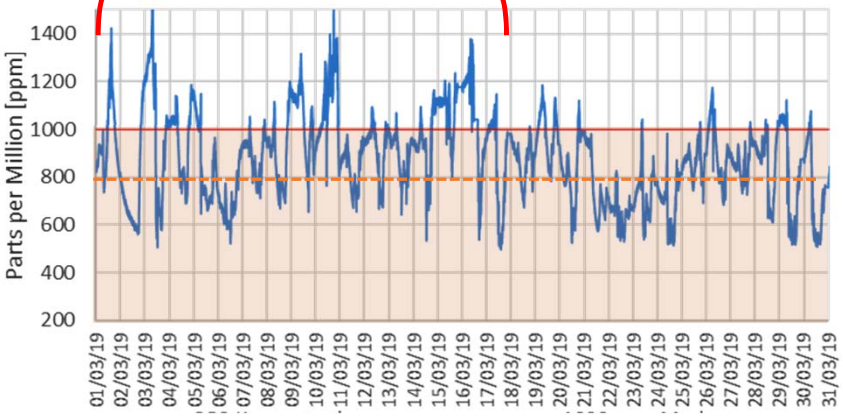


Strahlungs-temperatur

Lufttemperatur

27°C Marke

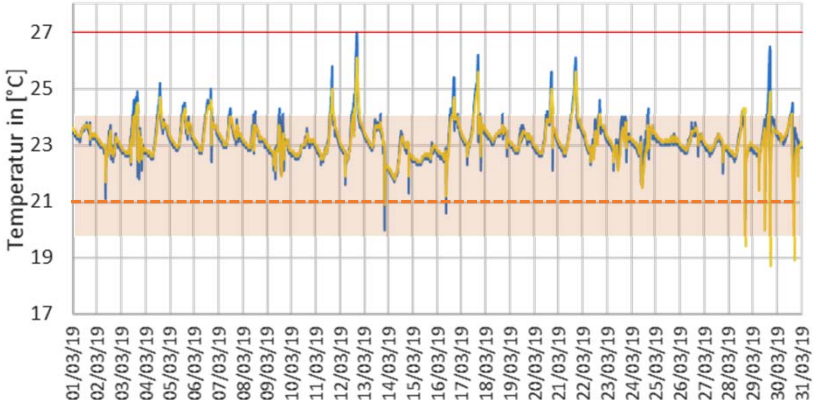
erhöhte CO2 Konzentration

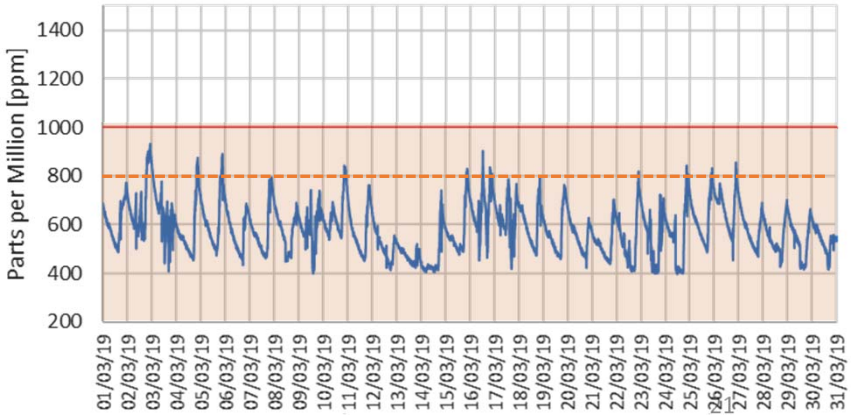


CO2 Konzentration

1000 ppm Marke

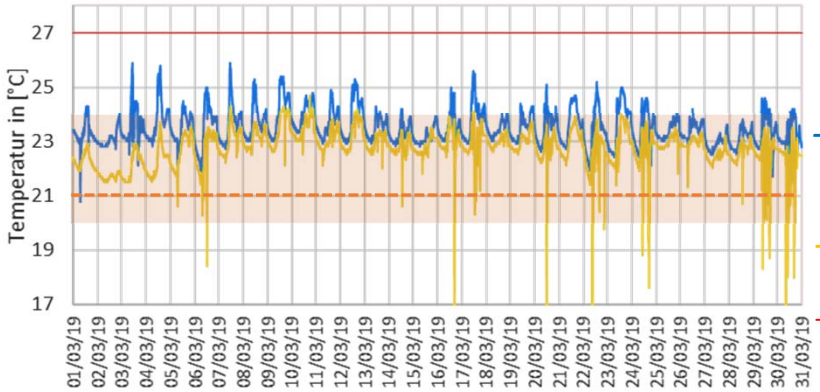
Wohnung B – 2 Personenhaushalt





März 2019

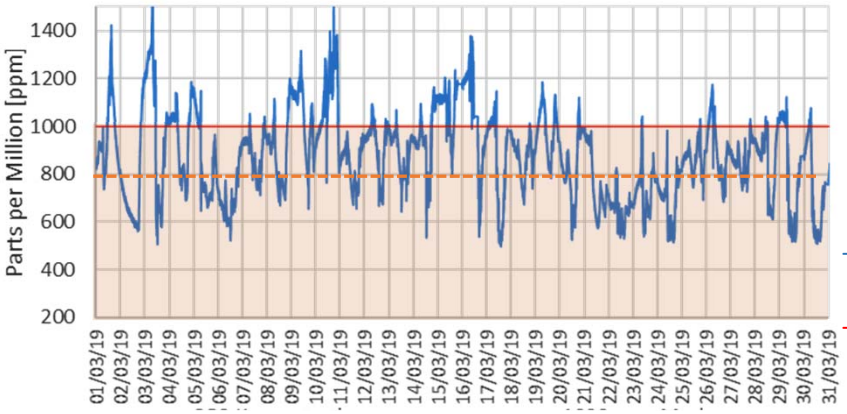
Wohnung A – 4 Personenhaushalt



Strahlungs-temperatur

Lufttemperatur

27°C Marke



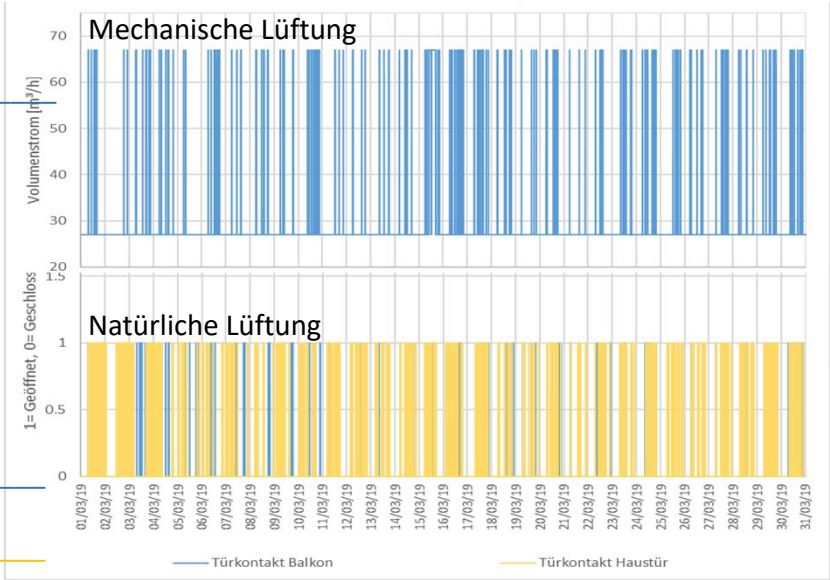
CO2 Konzentration

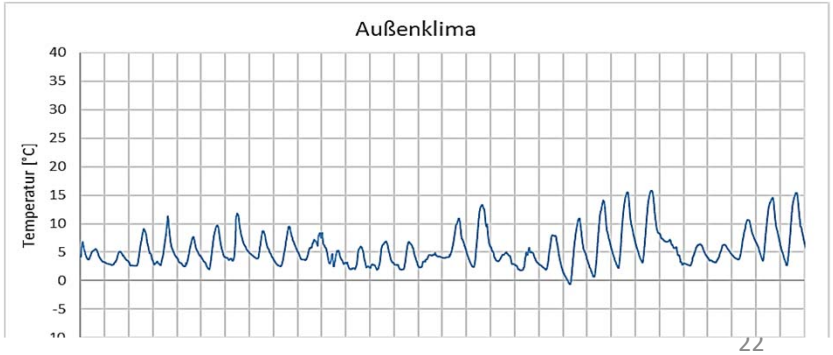
1000 ppm Marke

Volumenstrom Abluft

Türkontakte Haustür

Türkontakte Balkon

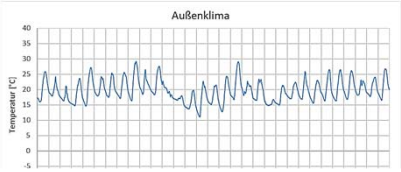




Interreg Italia-Österreich Low Tech
European Regional Development Fund

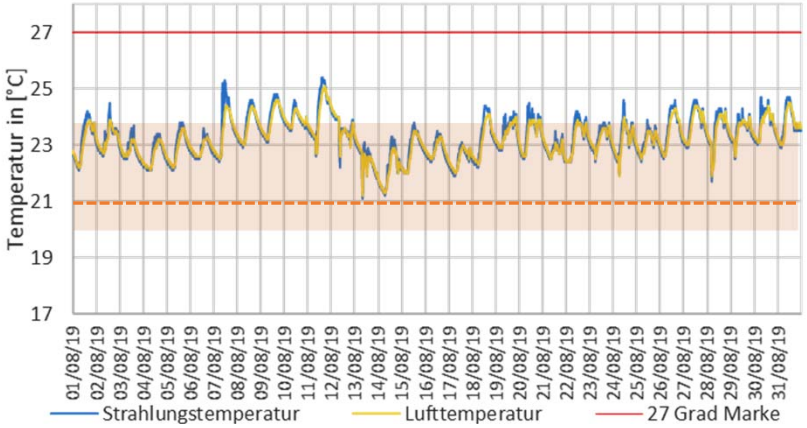
eurac research

FH Salzburg



AUGUST 2019

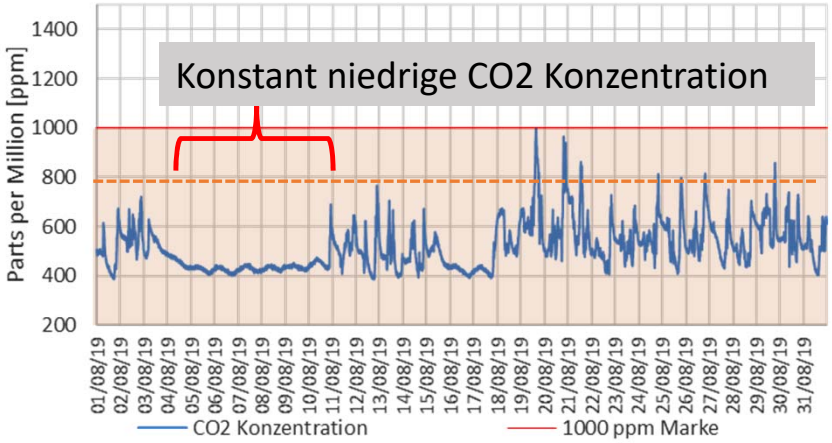
Wohnung A – 4 Personenhaushalt



Strahlungs-temperatur

Lufttemperatur

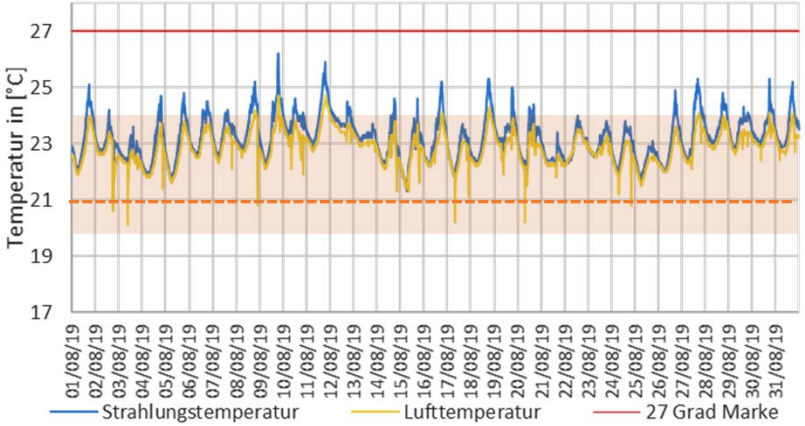
27°C Marke

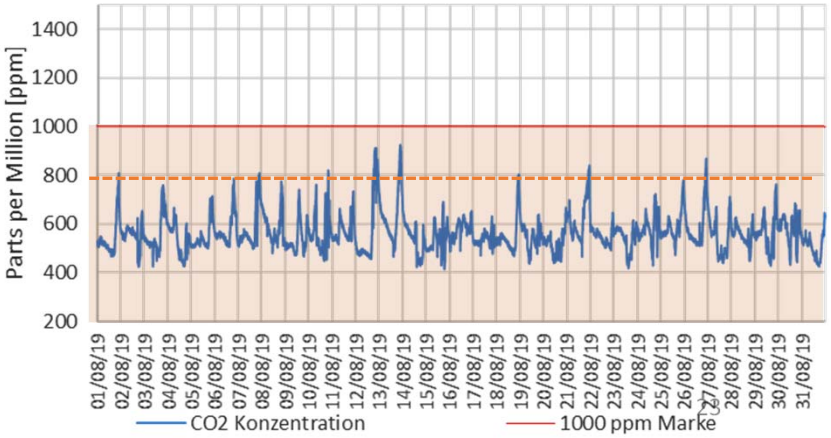


CO2 Konzentration

1000 ppm Marke

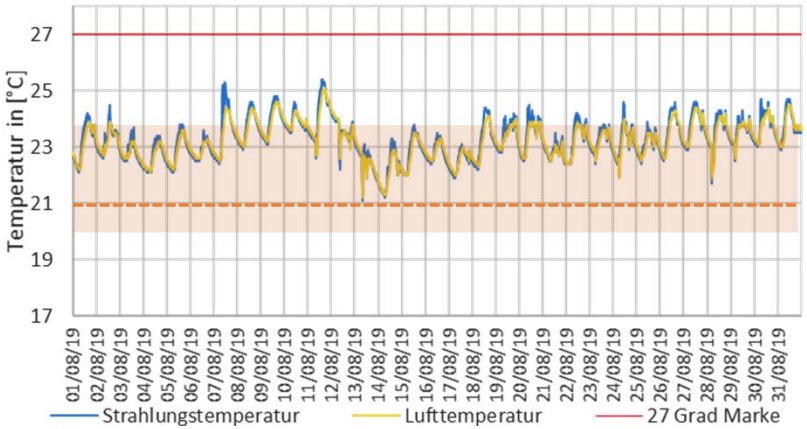
Wohnung B – 2 Personenhaushalt





AUGUST 2019

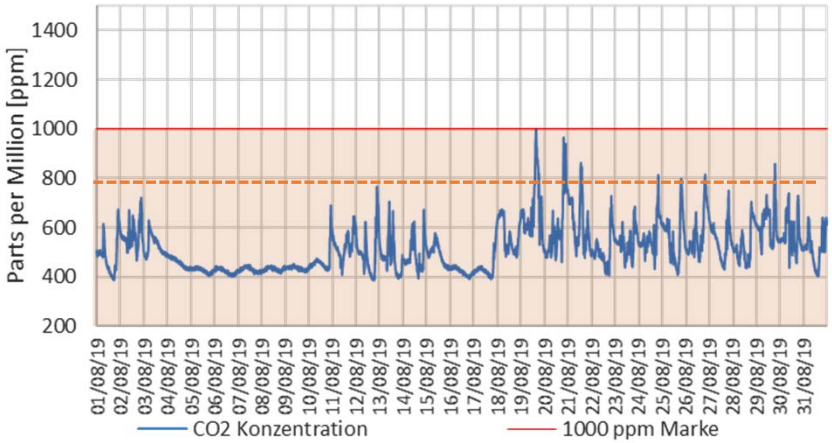
Wohnung A – 4 Personenhaushalt



Strahlungs-temperatur

Lufttemperatur

27°C Marke



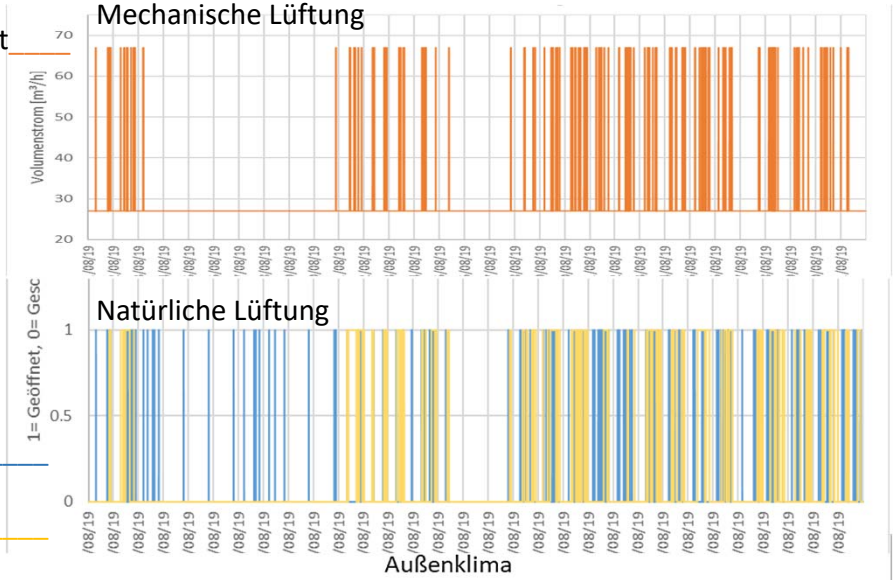
CO2 Konzentration

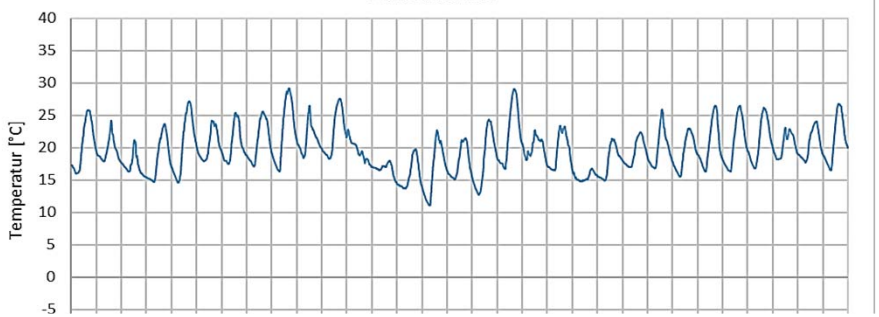
1000 ppm Marke

Volumenstrom Abluft

Türkontakte Balkon

Türkontakte Haustür





Was wollen wir über Lowtech-Konzepte wissen?

- Kann ich mit Lowtech energieffiziente Gebäude betreiben?
  - ✓ Bisher liegen zu wenig Daten für das Beispiel vor, um endgültige Aussagen über den Energieverbrauch treffen zu können.
- Wirken sich Lowtech-Konzepte positiv auf den Wohnkomfort aus?
  - ✓ Im Bezug auf die Überwärmungstemperatur in den Wohnräumen (EG) funktioniert das Gebäude sehr gut: Es kam zu keiner Überschreitung der 27 Grad Marke in beiden Wohnungen.
  - ✓ Im Bezug auf die CO_2 KOnzentration hat der 4-Personenhaushalt (A) mehr Schwierigkeiten als der 2-Personenhaushalt (B). Vor allem in den kühleren Monaten sind die Überschreitungen mäßig hoch mit 14h im März, 25h im April und 7h im Mai. Im den wärmeren Monaten, ist keine Überschreitung festzustellen.
- Welchen Einfluss hat der Nutzer?
  - ✓ Die erhöhten CO2 KOnzentration korrelieren mit der Dauer der Querlüftung, die in diesen Monaten niedriger als in den Sommermonaten ist. Dabei weist Haushälfte B keine Überschreitungen auf, obwohl die Querlüftungsdauer hier teilweise niedriger ist als in der Haushälfte A.
  - ✓ Die Anlagentechnik muss daher nicht nur auf die baulichen Gegebenheiten sondern insbesondere auf die Art der Nutzung und auf das Nutzerverhalten abgestimmt werden.

Exkurs Lowtech Sanierung

Sanierung mit Lowtech Lösungen:

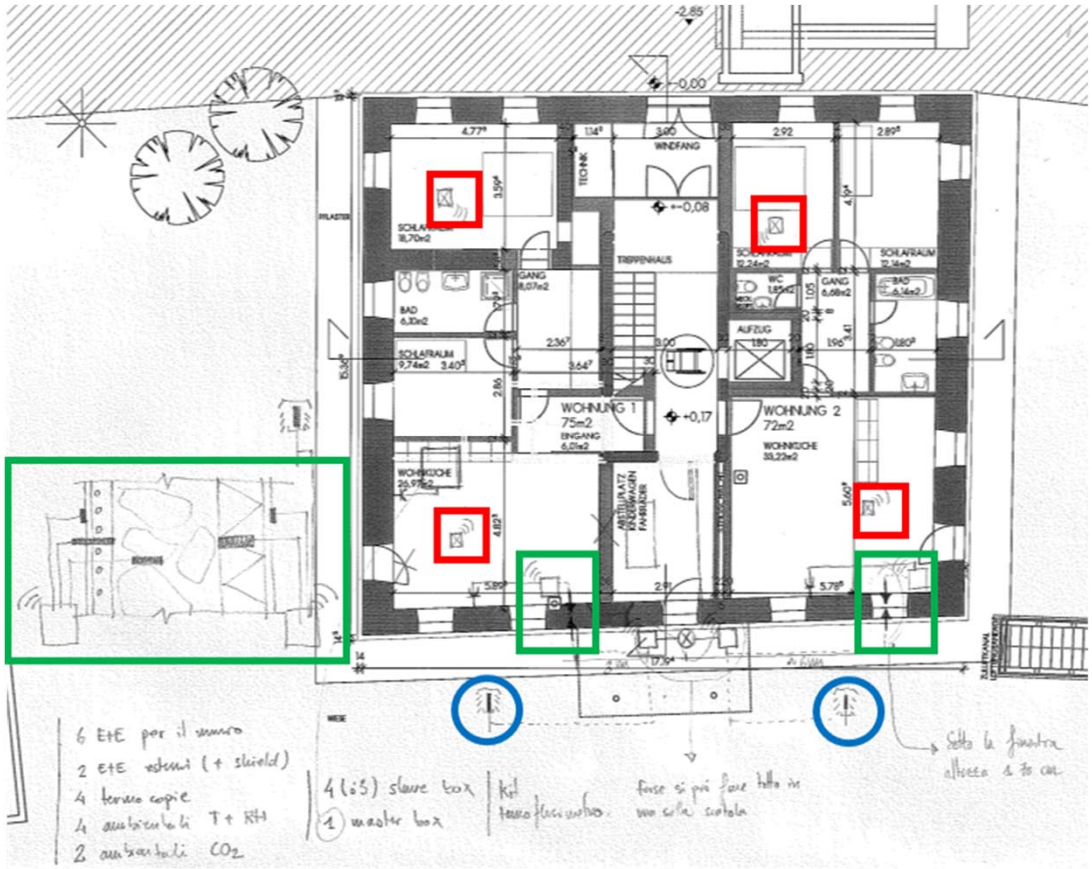
- Historische Natursteinkonstruktion
- Außen-/Innendämmung mit Strohmatten und Dämmputz
- Dezentrale mechanische Lüftung

Ziel des Monitorings:

Wie robust und nachhaltig sind die verschiedenen Heizsysteme und Dämmungsysteme im Rahmen Lowtech Gesamtlösungen?

Nur eine funtionierende Konstruktion kann ein gutes Innenraumklima und einen energieeffizienten Betrieb des Gebäudes garantieren.

Exkurs Lowtech Sanierung

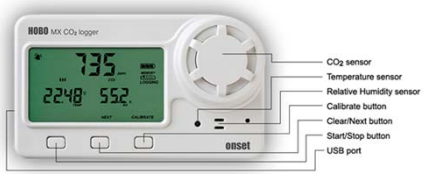


Vergleich zweier identischer Wohneinheiten im EG eines Mehrfamilienhauses mit unterschiedlichen Heizsystemen

Whg A - Wandheizung ←→ Whg. B - Zentraler Holzofen

- Betrachtung gleicher Wandkonstruktion unter unterschiedlichen Bedingungen

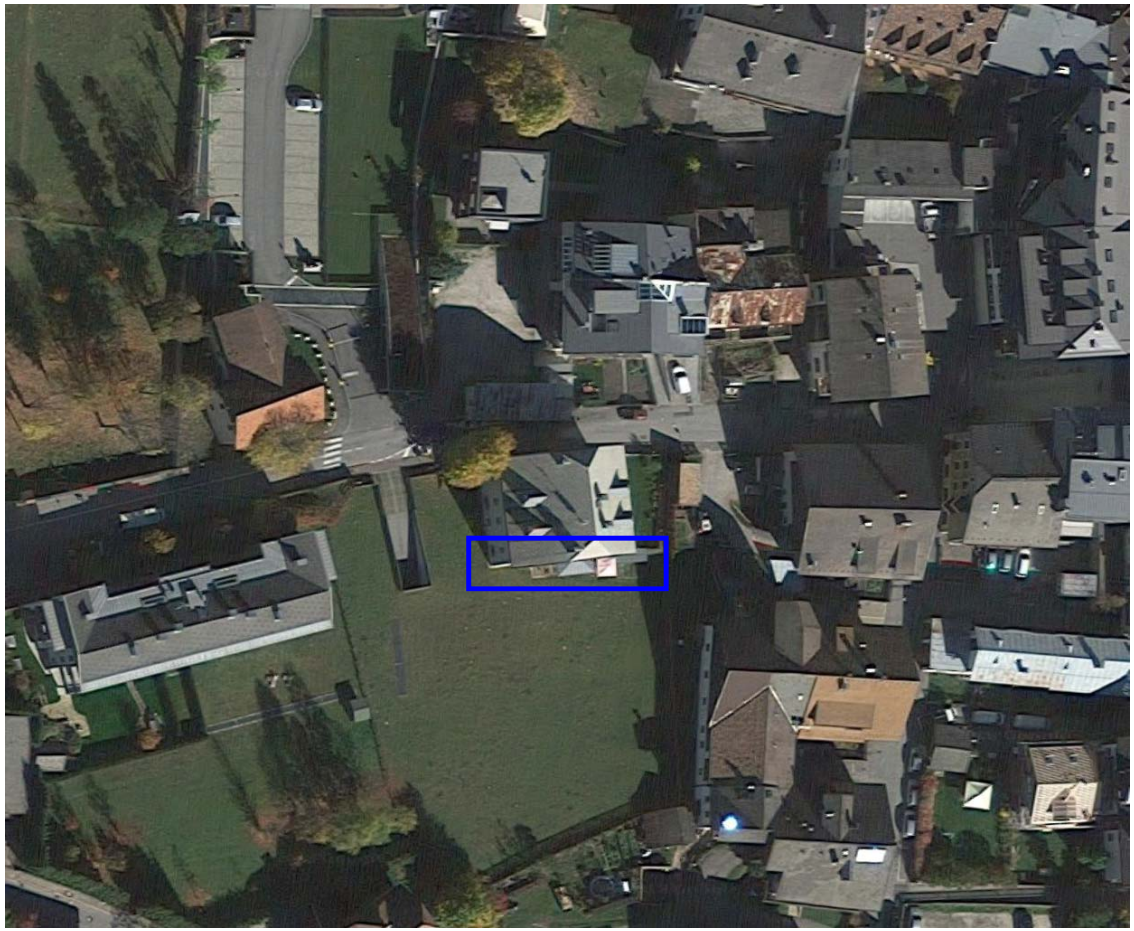
Exkurs Lowtech Sanierung

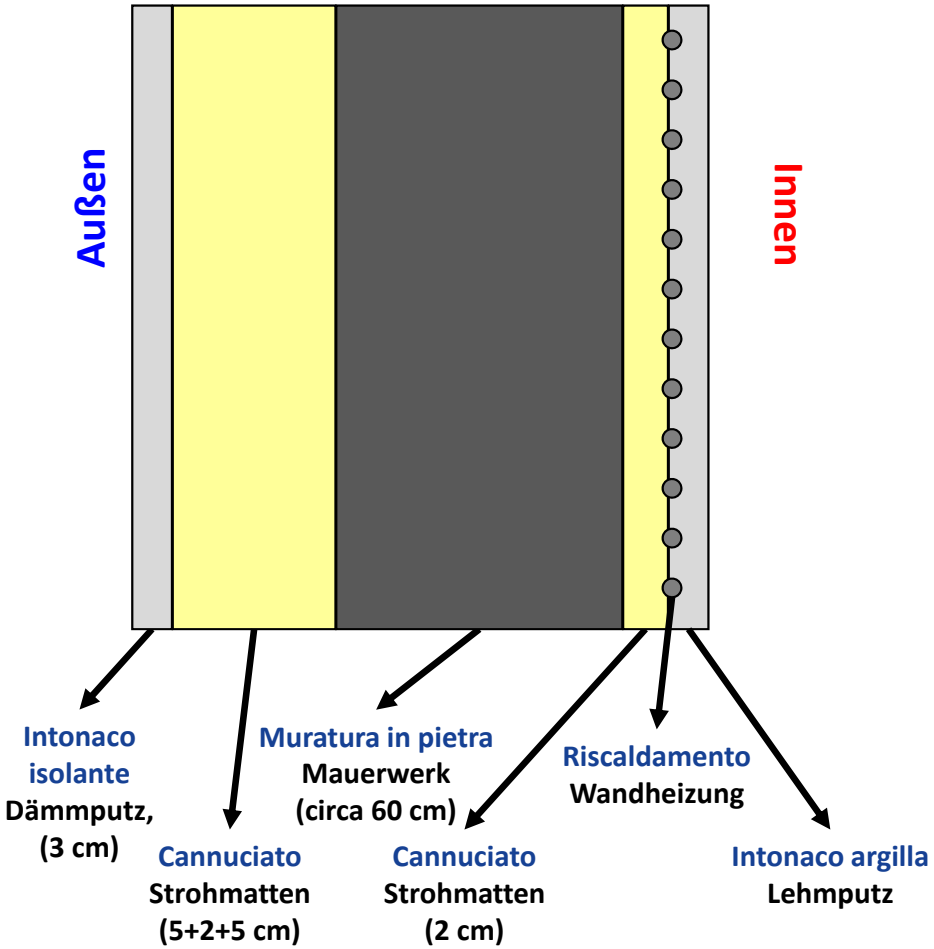


- Messung der Randbedingungen
  - Temperatur außen und innen
  - relative Luftfeuchte außen und innen
  - CO2 Gehalt innen
- Messung der Wandkonstruktion
  - Temperatur und relative Feuchte
  - Wärmedurchfluss (im Winter)
- Ermittlung des Energieverbrauchs
  - Fall 1- Wandheizung: Kalorimeter (Heizwertmesser)
  - Fall 2 – Ofenheizung: Abwiegen des verbrauchten Holzes

Source: Ma 2015

Exkurs Lowtech Sanierung

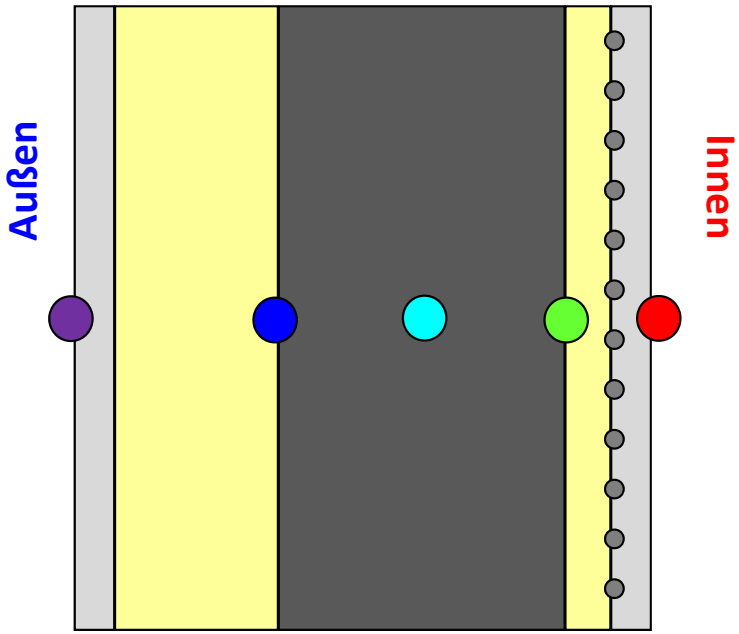


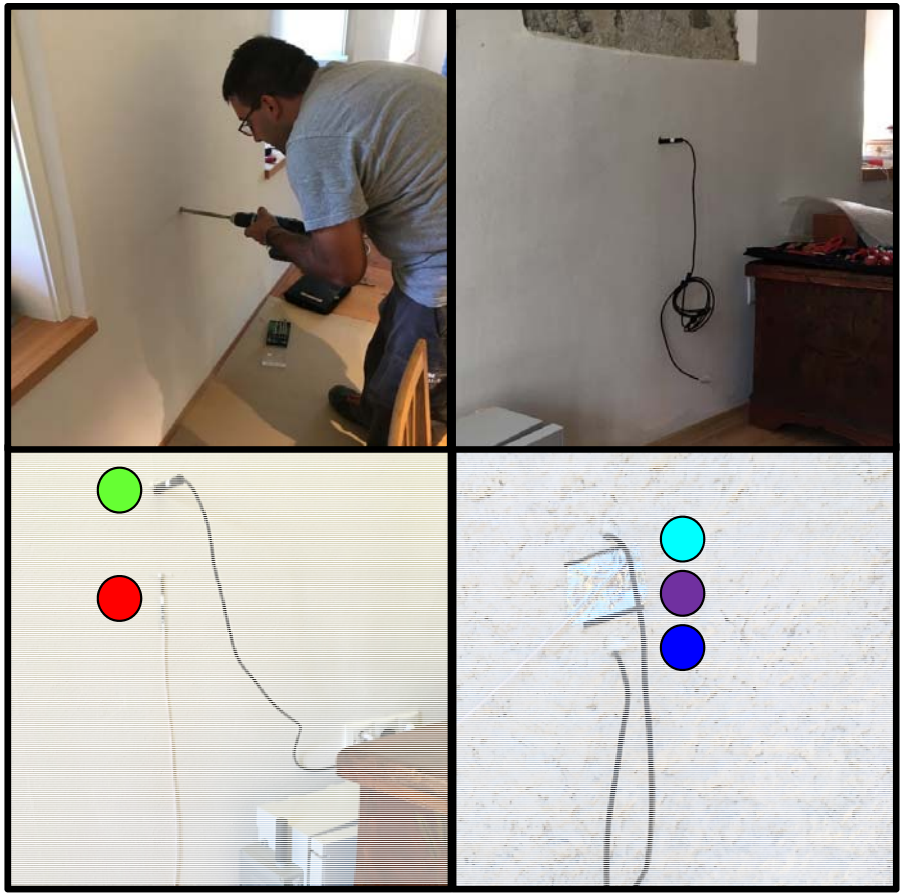


Exkurs Lowtech Sanierung

Das Monitoringkonzept

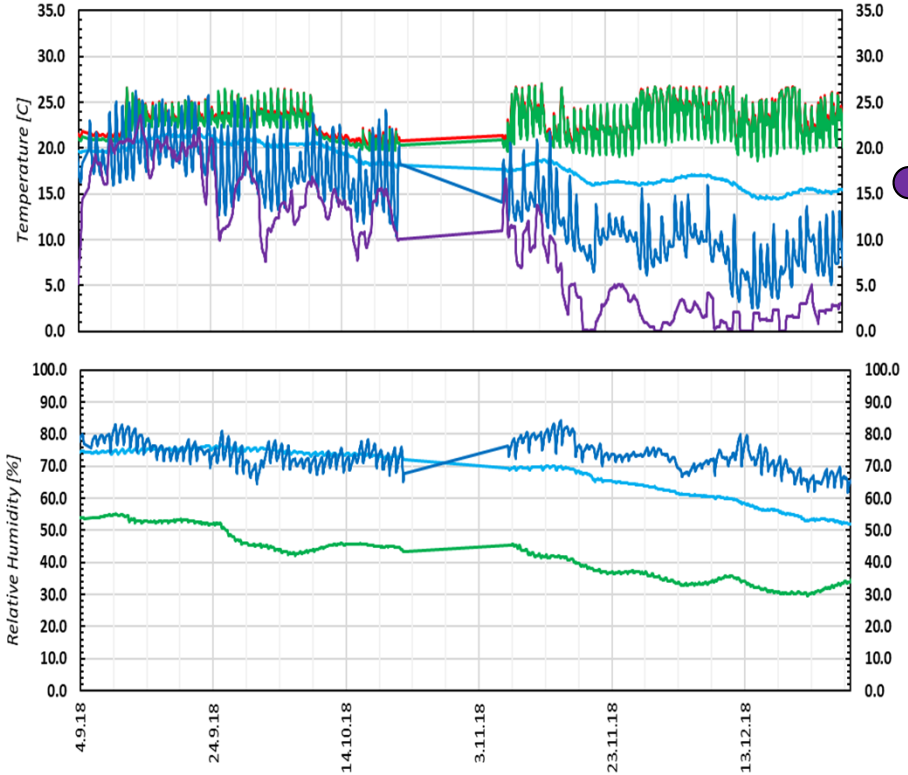
Kombinierte Sensoren für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit

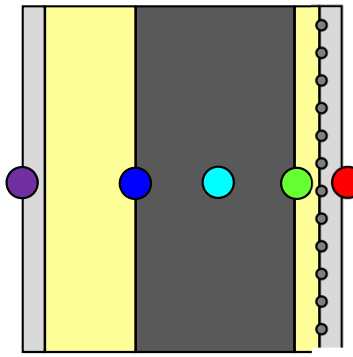




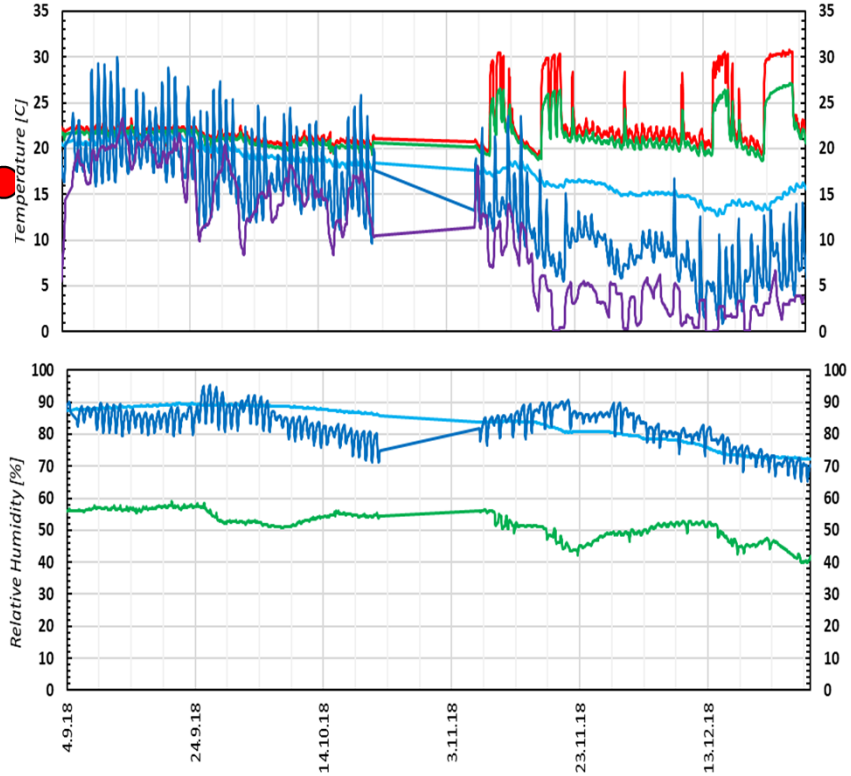
Vorläufige Ergebnisse Monitoring Wandaufbau

Whg A - Wandheizung





Whg. B - Zentraler Holzofen



Interreg Italia-Österreich Low Tech
European Regional Development Fund

eurac research

DANKE!

Franziska.haas@eurac.edu

02.10.2019