

# Q-Leak – Entwicklung eines kombinierten Verfahrens aus Akustik und Infrarotthermografie zur quantitativen Evaluation der Luftdichtheit von Gebäudefassaden und zur Ortung von Leckagen

## Motivation

- Gebäudesektor ist für signifikanten Teil der bundesweiten Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen verantwortlich
- **Unbeabsichtigter Luftaustausch** durch die Gebäudehülle macht ca. 30-50% der Heiz- und Kühlenergie von Gebäuden aus  
→ 32-54 Mio. t CO<sub>2</sub> pro Jahr in 19 Mio. deutschen Wohngebäuden
- **Leckagen** beeinträchtigen zudem Effizienz bestehender Lüftungssysteme, verringern thermischen Komfort und können Schimmelbildung anregen
- **Blower-Door Test** ist etabliertes und standardisiertes Verfahren, um Dichtheitsgrenzwerte zu bestimmen
- **Quantifizierung und Identifizierung** einzelner Leckagen mit diesem Verfahren ist allerdings anspruchsvoll, zeitaufwändig und hängt stark von der Erfahrung des jeweiligen Energieberaters ab.

→ Messsystemprototyp soll Auffinden und Bewerten von Leckagen in Gebäudehüllen stark vereinfachen

## Projektziele

- Aufbau eines **Prüfstandes** zur systematischen Untersuchungen von diversen Leckagen im Labor
- Untersuchung unterschiedlicher **Anregemechanismen** der Gebäudehülle
- Entwicklung eines **bildgebenden Messsystem-Prototyps**
  - Hardwareintegration der Infrarotkamera in eine akustische Kamera
  - Entwicklung Algorithmus zur Kombination akustischer und thermografischer Messergebnisse und zur Ergebnisvisualisierung
- Entwicklung eines geeigneten **Ultraschall-Senders**
- **Entwicklungsbegleitende Tests** an Baustellen der seriellen Sanierung
- **Validierung** gegenüber etablierten Messverfahren an Bürogebäude

## Vorteile des Messsystems

1. **Schnelle, großflächige und zuverlässige** Detektion von Leckagen in Gebäudehüllen
2. **Charakterisierung** der Leckagen (Größe und Art)
3. **Kartierung** der Leckagen auf der Fassadenoberfläche
4. **Priorisierung** der Leckagen, idealerweise automatisiert
5. Leicht interpretierbare Ergebnisse, **Skalierbarkeit**

## CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

- Durch Auffinden der Leckagen und Sanierung → Verlustreduktion um 75%  
→ **Einsparung:** 1,3-2,1 t CO<sub>2</sub>/Wohngebäude
- Bei zwei möglichen Audits pro Tag und Gerät \* 200 Einsatztagen pro Jahr  
→ 400 Gebäude pro Jahr und Gerät  
→ **Einsparung:** 520-840 t CO<sub>2</sub> pro Jahr und Gerät

## Voruntersuchungen



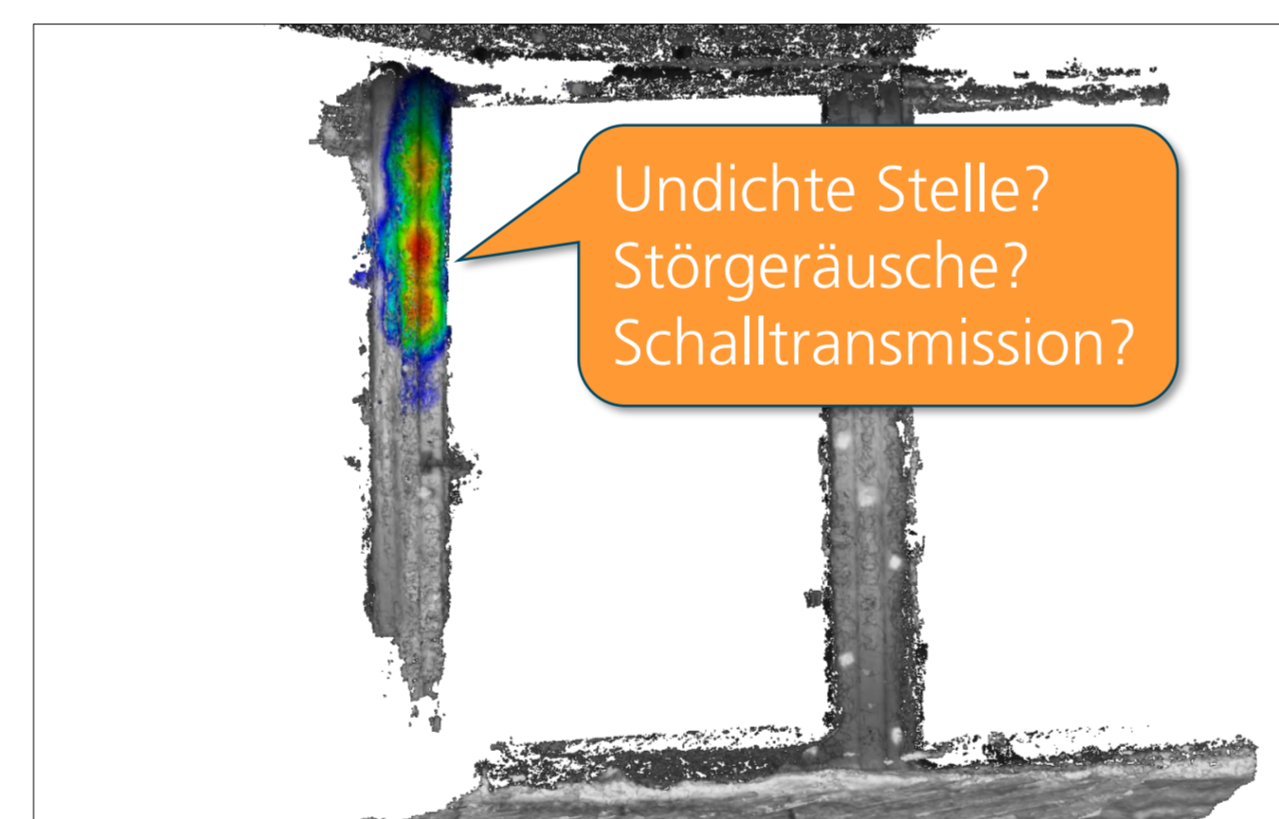
## Anwendungspotenzial

- **Neubau**
  - Prüfung der Ausführung vor Bauabnahme  
→ schnellere / günstigere Mängelbeseitigung möglich
  - Qualitätssicherung vorgefertigter Fassadenelemente (Fertigbau)
- **Altbau**
  - Bestandsaufnahme für den Sanierungsbedarf und Qualitätskontrolle der Sanierung
  - Priorisierung der Leckagen nach prognostiziertem energetischen Einfluss  
→ effiziente Sanierung
  - Qualitätssicherung Fassadenelemente nach Montage (serielle Sanierung)

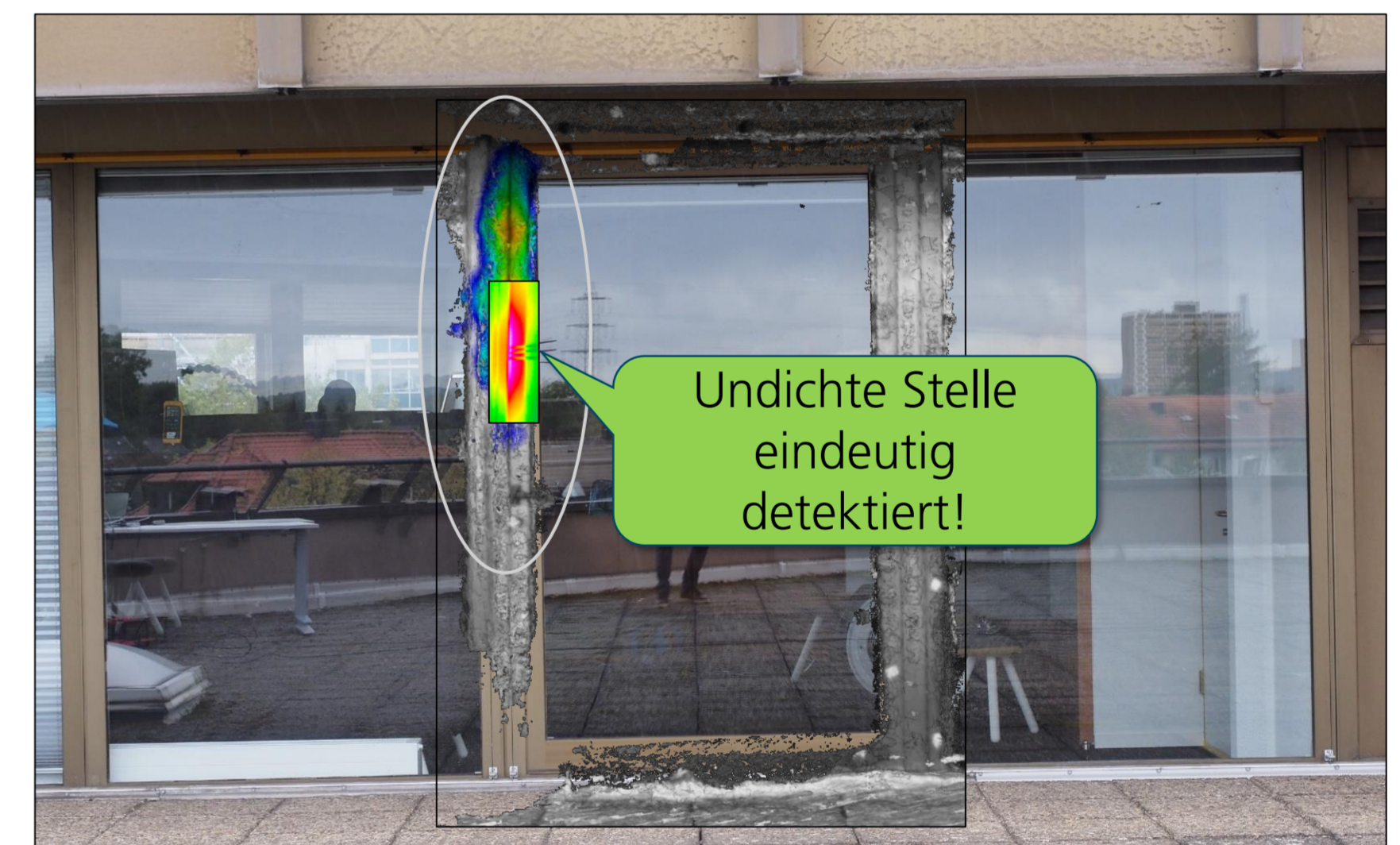
## Kombination von Infrarot- und akustischer Kamera



Thermalbild der Infrarot-Kamera



3D-Modell der akustischen Kamera mit Schall-Ortung



## Untersuchung unterschiedlicher Anregemechanismen

