

Projektskizze „MultiSense“

Die **Wechselwirkung zwischen Klimawandel und Gesundheit ist wissenschaftlich belegt**. Die Auswirkungen sind auf individueller Ebene ungleich verteilt.

Eine besondere Herausforderung stellt die Bewältigung des Alltags bei sommerlich heißen Bedingungen dar, unter denen viele Menschen zunehmend leiden. **Ältere Menschen sind besonders vulnerabel**, zumal wenn sie Vorerkrankungen wie zum Beispiel Herz-Kreislaufkrankungen, Diabetes oder psychische Erkrankungen aufweisen.¹

In Europa hat die Kombination aus der steigenden Zahl von Menschen über 65 Jahren und höheren Sommertemperaturen dazu geführt, dass ältere Menschen seit 1980 insgesamt mehr Hitzewellen ausgesetzt sind als früher.² Darüber hinaus ist die europäische Bevölkerung seit 1990 aufgrund von Alterung, Urbanisierung und Prävalenz von Krankheiten stetig anfälliger für Hitze geworden.³

In vielen europäischen Ländern leben einige **der anfälligeren Gemeinschaften tendenziell in dicht besiedelten städtischen Umgebungen** und können daher aufgrund von städtischen Wärmeinseleffekten höheren Temperaturen ausgesetzt sein.⁴ Darüber hinaus ergab eine Analyse der Verteilung von **Krankenhäusern** und Schulen in Bezug auf städtische Hitzeinseln in 100 europäischen Städten, dass fast die Hälfte der Krankenhäuser und Schulen in Gebieten liegt, die mindestens 2 °C wärmer sind als der regionale Durchschnitt.⁵ Dies kann erhöhte hitzebedingte Risiken in Schulen und Krankenhäusern darstellen.

Hier kommt insbesondere den **Gebäuden durch die Bereitstellung eines gesundheitsfördernden Innenraumklimas** eine besondere Bedeutung zu, da der Gebäudesektor einen wesentlichen Beitrag zum Voranschreiten des Klimawandels leistet. 36% aller THG-Emissionen in der EU kommen aus dem Gebäudesektor, wobei insbesondere die Einrichtungen im Gesundheitssektor durch die besonderen Qualitätsansprüche im Betrieb und Back-Up-Systeme vergleichsweise energieintensiv ist. **Im OECD-Schnitt ist das Gesundheitssystem der größte CO₂-Emittent unter allen Dienstleistungssektoren.**⁶ Die Dekarbonisierung des Gesundheitssektors unter Berücksichtigung der Bedürfnisse der PatientInnen und MitarbeiterInnen ist besonders herausfordernd.

Aus der Schnittmenge beider Aspekte (Gesundheit vs. Gebäude) lässt sich im Kampf gegen den Klimawandel eine zentrale Zielsetzung extrahieren: **Reduktion des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen im Healthcare-Sektor unter direkter Einbeziehung der Betroffenen.**

Technologische Fortschritte im Bereich der Sensorik und Messtechnik erlauben mittlerweile die **einfache Messung des Innenraumklimas** (Temperatur, Feuchte, CO₂-Gehalt, etc.) sowie in Kombination mit künstlicher Intelligenz eine rasche Ergebnisanalyse und Bereitstellung an das technische Facility Management. Damit ergeben sich aus technischer Sicht für den Betrieb von **Krankenhäusern, Pflegeheimen oder Altersresistenzen** gänzlich neue Möglichkeiten einer **effizienten Betriebsführung**, z.B. durch angepasstes Nutzerverhalten, bedarfsgerechte Raumklimatisierung, etc.

Im Vergleich dazu ist, dem Stand der Technik entsprechend, das **Vitalzeichenmonitoring (Herzfrequenz, Atemfrequenz, Herzfrequenzvariabilität HRV)** von PatientInnen, BewohnerInnen von Pflegeheimen etc. über EKGs **aufwandsintensiv und nicht in die Gebäudetechnik zur Herstellung eines angenehmen Innenraumklimas einzubinden**. Die EKG-Geräte benötigen außerdem permanenten Hautkontakt, notwendige Langzeitmessungen reduzieren Mobilität und Komfort und Fehlalarme der Elektroden können den Leidensdruck und damit die Symptomlast für die Betroffenen erhöhen.⁷ Dennoch sind die gemessenen Vitalwerte von erheblicher Bedeutung – insbesondere die **HRV gilt als**

¹ <https://www.eea.europa.eu/publications/just-resilience-leaving-no-one-behind/towards-just-resilience-leaving-no-one-behind#:~:text=Achieving%20a%20climate%20resilient%20society,opportunities%20and%20outcomes%20for%20all>

² <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/indicators/exposure-of-vulnerable-populations-to-heatwaves>

³ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/indicators/indicators>

⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/unequal-exposure-and-unequal-impacts>

⁵ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/observatory/evidence/projections-and-tools/exposure-of-vulnerable-groups-to-climate-risks>

⁶ <https://www.klimafonds.gv.at/pres/erstmal-erhoben-co2-fussabdruck-des-gesundheitssystem-betraechtlich/>

⁷ <https://www.nature.com/articles/s41598-021-81101-1>

vielversprechendster Biomarker zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem autonomen Nervensystem und kardiovaskulärer Sterblichkeit.⁸ Vor allem das individuelle thermische Komfortempfinden (Temperaturregulation, etc.) wird vom autonomen Nervensystem beeinflusst und reagiert unverzüglich auf **Umwelteinflüsse wie Umgebungsbedingungen (Raumtemperatur, Feuchte), starke Temperaturschwankungen (Hitze, Kälte), Luftverschmutzungen, Stress**, etc.⁹ Zudem reagiert die HRV beispielsweise auch auf soziale Interaktionen bzw. das subjektive Sicherheitsempfinden von PatientInnen.¹⁰ Damit kann über die **HRV i) unmittelbar auf den Gesundheitszustand und ii) auf die empfundene Behaglichkeit bzw. das aktuelle Stressempfinden** rückgeschlossen werden. Einen neuartigen, berührungslosen Ansatz zur Gewinnung dieser wertvollen Informationen bietet die Anwendung von Radarsystemen. Jüngste Forschungsergebnisse zeigen, dass mittels **Radartechnologie** eine unauffällige Möglichkeit zur **kontinuierlichen und kontaktlosen Überwachung der HRV** sowie weiteren Vitalfunktionen erstmals möglich gemacht werden kann. Erste Studien zeigten bereits eine hohe Genauigkeit hinsichtlich HRV-Erkennung durch Kleidung oder Gegenstände hindurch.¹¹ Die voranschreitende Digitalisierung im Gesundheits- und Gebäudesektor bietet erstmals die Chance, **eine holistische Sichtweise bei Planung und Betrieb von Gebäuden** zu implementieren, unterschiedliche Sensortechnologien miteinander zu kombinieren und damit **Co-Benefits zwischen Gesundheit** (gesteigerte Gesundheitskompetenz, angenehmere Umgebungsbedingungen) **und Klimaschutzmaßnahmen** (effizienterer Betrieb, Energieeinsparungen) umzusetzen. Es besteht allerdings noch auf mehreren Ebenen **Forschungsbedarf, sowohl in technologischer, als auch in organisatorischer und sozialer Hinsicht:**

- **HRV-Studien bei der Zielgruppe:**
 - Es gibt bisher noch keine großangelegten HRV-Studien (>70 Personen) in mitteleuropäischem Klima bzw. zu unterschiedlichen Jahreszeiten mit Fokus auf die ältere Bevölkerungsgruppe (>65 Jahre).
 - Besondere Schwierigkeit bei der korrekten HRV-Ermittlung und Interpretation aufgrund des Alters, etwaiger Vorerkrankungen, Medikamenteneinnahme, etc.
- **Informationsvermittlung:**
 - Inwiefern können die Informationen und Messungen zu HRV, Wetterprognosen, Innenraumklima zu klimafreundlichen Gesundheitstipps verschnitten und entsprechend aufbereitet an die Zielgruppe transportiert werden?
 - Wie kann die Technologieakzeptanz erhöht werden?
- **Effizienter Gebäudebetrieb:**
 - Inwiefern und wie können die Ergebnisse des Vitalzeichenmonitorings zur Optimierung des Gebäudebetriebs genutzt werden?
 - Welche Erkenntnisse könnten bereits in die Planungsphase von Sondernutzungsgebäuden (Krankenhaus, Pflegeheim, betreutes Wohnen, etc.) miteingebunden werden? Werden die aktuellen Planungskriterien für Heizung, Klimatisierung und Lüftung den Anforderungen von vulnerablen Gruppen gerecht?
- **Multiplikationspotential:**
 - Welche Anwendungen der Technologie außerhalb von Krankenhäusern oder Pflegeheimen, z.B. zur Unterstützung in der häuslichen Pflege sind denkbar?
 - Inwiefern können die Projektergebnisse für die Politik, Krankenhausbetreiber, etc. nutzbar gemacht werden?

⁸ <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/01.CIR.93.5.1043>

⁹ <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969717329273?via%3Dihub>

¹⁰ https://www.researchgate.net/publication/301826787_When_rumination_counts_Perceived_social_support_and_heart_rate_variability_in_daily_life_Perceived_social_support_and_HRV

¹¹ <https://www.nature.com/articles/s41598-021-81101-1>

Adressierte Problemstellungen:

- Demografischer Wandel, Überalterung der Gesellschaft, Bedarf an Pflegeheimplätzen, betreutem Wohnen etc. steigt; ältere Personen sind besonders vom Klimawandel, v.A. durch Hitzewellen betroffen.
- Allgemein großer Bedarf nach Wissen, Informationen und Tipps, wie man sich am besten verhält, welche Entscheidungen für die eigene Gesundheit zuträglich sind – gesteigerte Gesundheitskompetenz - und welche Auswirkungen die eigenen Entscheidungen auf die Umwelt haben.
- Entlastung des Pflegepersonals gewünscht, keine Zeit zur Erfüllung zusätzlicher Klimaschutzaufgaben, Bewusstseinsbildung für BewohnerInnen, Gesundheitstipps etc.
- Vitalzeichenmonitoring der PatientInnen/BewohnerInnen meist über verkabelte Elektroden und Sensoren, Einschränkung der Bewegungsfreiheit von Patienten und Personal
- Oftmals kein Monitoring des Innenraumklimas oder des Energieverbrauchs in Gebäuden, damit im Worst Case geringe Behaglichkeit und hoher Energieverbrauch, üblicherweise keine Feedbackmöglichkeit zum Innenraumklima, Behaglichkeit für PatientInnen/BewohnerInnen
- zahlreiche unterschiedliche Sensoren und Geräte zur Erfassung relevanter Messgrößen für die Gebäudetechnik und Patientenüberwachung notwendig. Teuer und aufwendig in der Installation

Zielsetzungen im Projekt

Im Projekt wollen wir Folgendes erforschen und entwickeln:

- Ziel 1: Durchführung einer repräsentativen, gesundheitspsychologischen Befragung der vulnerablen Bevölkerungsgruppe in Pflegeheimen, Krankenhäusern mit Fokus auf „Klimaschutz = Gesundheitsschutz“; Untersuchung von Healing Environment-Komponenten, thermische Behaglichkeit bei sommerlicher Überhitzung, psychologische und gesundheitliche Auswirkungen des Klimawandels und Effektivität von Maßnahmen. Zur Sicherstellung der empirischen Signifikanz sollen mindestens 100 PatientInnen/BewohnerInnen sowie 100 MitarbeiterInnen befragt werden.
- Ziel 2: Untersuchung der Auswirkungen der Indoor Environmental Quality (IEQ) und des Klimawandels auf die Vitalwerte bzw. Herzfrequenzvariabilität – dazu soll eine Studie mit zumindest 70 TeilnehmerInnen der Zielgruppe durchgeführt werden (Untersuchungszeitraum mehrere Tage bis eine Woche; derzeit im Rahmen einer Hitzeperiode inkl. Nachrüstung von Innenraumsensoren geplant)
- Ziel 3: aufbauend auf Ziel 1 und 2 soll ein zielgruppengerechtes Informationssystem mit Komfort- und Behaglichkeitsanalysen für BewohnerInnen und Pflegekräften inkl. Ableitung von Handlungsempfehlungen speziell für Gesundheitssektor für BewohnerInnen/MitarbeiterInnen sowie Feedbackmöglichkeit entwickelt werden
- Ziel 4: Entwicklung und kleinskalige Erprobung eines einfach nachrüstbaren Multisensors – Erweiterung um eines für die Gebäudetechnik notwendigen Innenraumsensors (Temperatur, Feuchte, CO₂) um Vitalzeichenmonitoring (Herzfrequenz/Herzfrequenzvariabilität, Atemfrequenz) basierend auf Radartechnologie. Gebäude werden immer vernetzter und intelligenter, neue Technologien bieten großes Energieeffizienzpotential. Dabei sollen bestehende Lösungen zu einem holistischen Ansatz ausgebaut werden und den Mensch in den Mittelpunkt stellen. Erarbeitung eines Vorschlags zur Integration des HRV-Multisensors ins Informationssystem bzw. die Gebäudetechnik (Ziel 3)
- Ziel 5: Untersuchung des Multiplikationspotentials der Projektergebnisse auf weitere Disziplinen, z.B. Stadtplanung bzw. Raumplanung, Klimawandelwissen in Ausbildungen, öffentliche Informationssysteme für vulnerable Gruppen, etc.

Die Definition weiterer Zielsetzungen bzw. Ableitung sonstiger relevanter Analysen ist im Rahmen der Möglichkeiten gemeinsam mit den Stakeholdern geplant.

Zum Projektkonsortium:

- Projektleitung: Mag. Dr. Gerald Schweiger, Institut für Softwaretechnologie, TU Graz
- Projektpartner
 - ✓ Universität Graz: Institut für Gesundheitspsychologie (*Univ.-Prof. Dipl.-Psych. Dr.phil. Andreas Schwerdtfeger*)
 - ✓ Technische Universität Graz: Institut für Elektrische Messtechnik und Sensorik (*Univ.-Prof. Mag.rer.nat. Dr.rer.nat. Alexander Bergmann*)
 - ✓ Technische Universität Graz: Institut für Softwaretechnologie
 - ✓ DiLT Analytics GmbH: Spin-Off der TU Graz im Bereich Edge-Computing und Smart Energy Services für Gebäude (*DI Theresa Kohl, MSc*)

Einbindung der LOI – Partner (FREIWILLIG, keine Verpflichtungen durch LOI) in die transdisziplinäre Studie:

- Freiwillige Teilnahme am Stakeholderworkshop, in dem wir die Rahmenbedingungen (rechtliche, ethische, Vorstellungen, Wünsche) diskutieren und definieren. Im Vordergrund steht dabei: Wie kann die Technologie (i) die Zielgruppe unterstützen und (ii) wie kann das Personal in Pflegeheimen, Krankenhäusern, etc. bei der täglichen Arbeit unterstützt werden, wie ist die aktuelle klimabedingte Gesundheitskompetenz, etc.
- TeilnehmerInnenakquise für die gesundheitspsychologische Befragung und HRV- Messungen
- Eventuell: temporäre Ausstattung von 3-5 Räumen mit Sensorik (Kosten werden von der TU Graz übernommen) mit enger Einbeziehung der BewohnerInnen.
- Ergebnisdiskussion und Verwertung der Projektergebnisse in weitergehende Themenbereiche z.B. Gesundheitskompetenz im Alltag, Raumplanung, öffentliche Informationssysteme für vulnerable Gruppen, Analyse von Folgeprojekten

Es entstehen für die LOI-Partner keinerlei Kosten durch die Teilnahme.