

# **DER WEG ZU EINEM KLIMAWANDELANGEPASSTEN GEBÄUDEBESTAND: VON DER WISSENSCHAFTLICHEN ERKENNTNIS ZUR PRAKTISCHEN UMSETZUNG**

H. Edtmayer, A. Kraußler

*Award Energy Research GmbH, Graz, Österreich*

A. Müller

*Karl-Franzens Universität Graz, Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Graz, Österreich*

## **ABSTRACT:**

The project *ClimaNET* is based on the current knowledge about possible future local climate change, with a regional focus on Styria (Gobiet et al., 2012). A consortium of scientific partners and companies in the building, energy supply and energy service sector addresses two main goals in climate change adaptation in the sector of "building and living" (BMLUFW, 2012). (A) the future requirements, that climate change sets in the building sector and (b) with which strategies scientists and companies can communicate these requirements to the users and owners of buildings. An intensive discussion process and knowledge transfer between scientific institutions and companies via customized upskilling measures was initiated in the project. During a total project time of two years, training programs were developed and held in which experts from the regarded subject area attended a wide range of adaptation and prevention requirements. Through this multi-year process of discussion and innovation an intensive bidirectional exchange of knowledge and experience was promoted. The current state of knowledge of top-down defined, long-term demands on preventive measures as well as the local climate changes was imparted to the participants of the companies. Based on this knowledge transfer, technical solutions and future service products were discussed. They should help to provide user requirements on buildings in a cost- and resource-efficient way, even in a changed climate and energy policy framework. In the following phase of the higher qualification process new strategies and opportunities were developed to transfer this innovative solution approaches to the existing business processes of the participating companies.

The course of the project shows that in the addressed SME sector relevant qualification requirements regarding the change of the local climate conditions as well as the adaptation of the long-term energy policy exist. This knowledge gap hinders companies in devoting themselves to the topic actively and independently. First such a lack of information must be reduced by a (time)intense, dialogue-oriented upskilling process. If this initial hurdle once is overcome, the companies are able to deliver diverse and creative approaches to the transformation of existing buildings towards a climate change adapted and sustainable system. Moreover, the results show that in the sector of "building and living" adaptation needs are characterized by long time constants and relatively large uncertainties. Unlike at the topic of climate change mitigation still little sensitivity with regard to climate change adaptation measures was built up at customers. Therefore viable business models require new communication and business strategies in order to convey the underlying themes to the future users.

---

## 1. KLIMAWANDEL TRIFFT GEBÄUDESEKTOR

Der Klimawandel hat vielfältige Auswirkungen auf die Art und Weise wie wir leben, wohnen und arbeiten werden (APCC, 2014). Diese lassen sich in direkte und indirekte Wirkungen einteilen. Die direkten Auswirkungen werden durch sich ändernde klimatologische Parameter verursacht, allen voran steigende Temperaturen, siehe dazu Abb. 1 und veränderte Niederschlagsverhältnisse. Indirekte Auswirkungen ergeben sich durch die weitreichenden Interaktionen mit unserem Energie-, Transport- und Wirtschaftssystem.

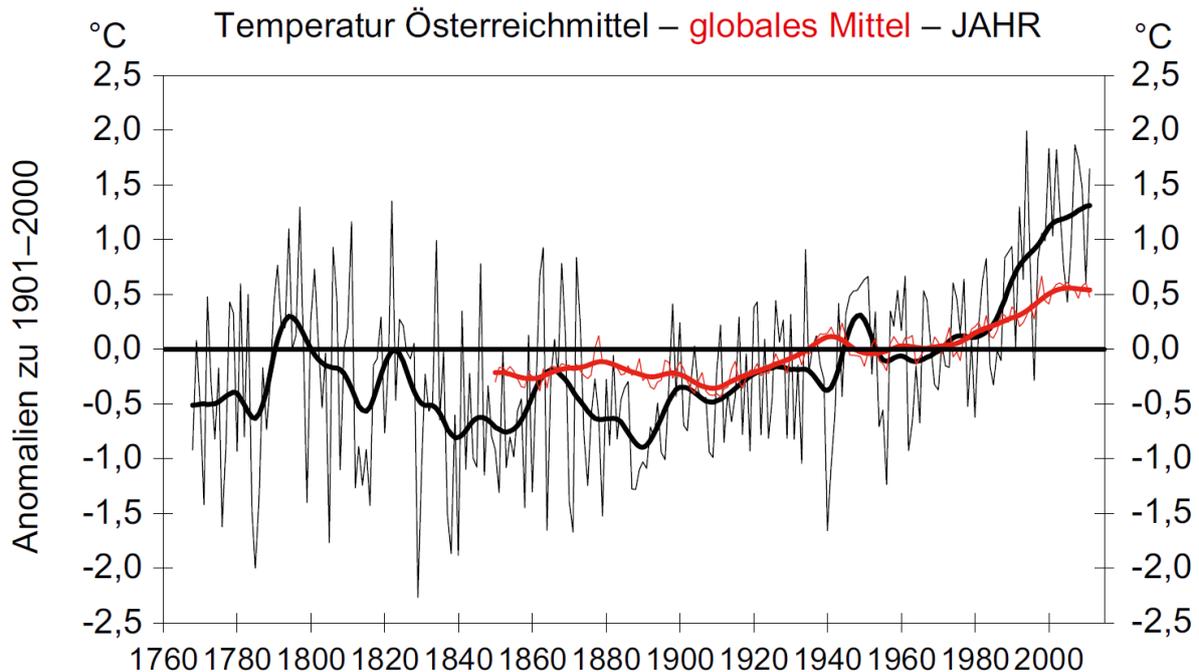


Abb. 1: Anomalien der Jahresmittel der Lufttemperatur zum Mittel des 20. Jahrhunderts für Österreich (schwarz, 1768 bis 2011) und für das globale Mittel (rot, 1850 bis 2011). Einzeljahre und 20-jährig geglättet (Gauß'scher Tiefpass). Quelle: APCC, 2014

Der vorliegende Beitrag widmet sich einem der Aktivitätsfelder der österreichische Klimawandel-Anpassungsstrategie (BMLUFW, 2012), nämlich dem Bereich „Bauen und Wohnen“. Den negativen Auswirkungen einer zukünftigen Klimaänderung sollte in diesem Bereich mit einer 2-Ebenen Strategie entgegnet werden, da die getrennte Betrachtung von Klimaschutz und Klimawandelanpassung hier nicht zweckmäßig erscheint. Zum einen sind Vermeidungsmaßnahmen notwendig, d.h. die Reduktion der vorrangigen Ursache des derzeitigen Klimawandels, nämlich dem menschenverursachten Ausstoß von atmosphärischen Treibhausgasen. Zum anderen sollten die Risiken der lokalen Klimaänderungen durch Adaptionsmaßnahmen reduziert werden, d.h. durch die Anpassung von bestehenden (anthropogenen) Strukturen (Prutsch et al, 2014).

Ausgehend vom derzeitigen Wissen zu möglichen zukünftigen lokalen Änderungen des Klimas, mit regionalem Schwerpunkt auf die Steiermark (Gobiet et al., 2012), adressiert ein Konsortium aus wissenschaftlichen Partnern und Unternehmen aus der Gebäude-, Energieversorgungs- und Energieberatungsbranche im Qualifizierungsprojekt ClimaNET, (a) die zukünftigen Anforderungen, welche der Klimawandel sowie dessen Vermeidung an den Gebäudesektor stellt und (b) mit welchen Strategien Wissenschaftler und Unternehmen diese Anforderungen den Nutzer/innen und Eigentümer/innen gegenüber kommuniziert können.

## 2. DAS PROJEKT CLIMANET

Das zugrunde liegende Forschungsprojekt *ClimaNET* wurde im Rahmen des Förderprogramms „Forschungskompetenzen für die Wirtschaft – Qualifizierungsnetze zur Kompetenzvertiefung“ umgesetzt. Dabei sollen Unternehmen im systematischen Aufbau und der Höherqualifizierung des vorhandenen Forschungs- und Innovationspersonals unterstützt werden. Weiters steht der Wissenstransfer zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen – in beide Richtungen – im Fokus (FFG, 2015).

Im Projekt wurde über maßgeschneiderte Höherqualifizierungsmaßnahmen ein intensiver Diskussionsprozess sowie Wissenstransfer zwischen Wissenschaft aus den Bereichen der Klimawandelforschung und Energie(politik)forschung einerseits und Unternehmen aus der Bau-, Gebäude- und Energieversorgungsbranche andererseits initiiert. Im Rahmen dieses, auf 2 Jahre ausgelegten Projektes wurden mit Teilnehmer/innen aus den Unternehmen in insgesamt zwei Semestern Qualifizierungsmaßnahmen abgehalten, in welchen mit Experten/innen aus dem Bereich „Bauen und Wohnen“ ein breites Spektrum von Adaption- und Vermeidungsanforderungen betrachtet und diskutiert wurden.

Durch diese intensive Dialog- und Innovationsarbeit wurde das Umfeld für einen bidirektionalen Wissens- und Erfahrungsaustausch geschaffen. Seitens der beteiligten wissenschaftlichen Institutionen wurde den Teilnehmer/innen der derzeitige Wissensstand zu den erwarteten lokalen Klimaänderungen und deren Auswirkungen vermittelt. Weiters wurde auf notwendige, langfristige Vermeidungsmaßnahmen sowie zukünftige Anforderungen an Gebäude eingegangen. Darauf aufbauend wurden in einem zweiten Schritt technische Lösungsmöglichkeiten und zukünftige Dienstleistungsprodukte betrachtet, um die diskutierten Anforderungen auch unter den geänderten klimatischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen möglichst kosten- und ressourcenschonend bereitzustellen. In der dritten Phase des Höherqualifizierungsprozesses wurden mit Experten/innen für Kommunikation und Innovation, Strategien und Möglichkeiten erarbeitet, wie diese innovativen Lösungsansätze in konkrete marktfähige Geschäftsmodelle übergeführt und in die bestehenden Geschäftsprozesse der beteiligten Unternehmen integriert werden können.

Die Inhalte von *ClimaNET*:

- Auf zwei Jahre begrenztes, in 30 Ganztagesworkshops maßgeschneidertes Qualifizierungsnetz zum Thema „Klimawandelanpassung im Bereich *Bauen & Wohnen*“
  - Höherqualifizierung über bidirektionalen Wissenstransfer und intensiven Diskussionsprozess zwischen beteiligter Wissenschaft und Wirtschaft
  - Bearbeitung langfristiger Anforderungen: Klimaschutzmaßnahmen, lokale Klimaänderungen und deren Auswirkungen, Adaptionmöglichkeiten
  - Definition von Barrieren und Hemmnisse aus dem Unternehmensalltag
  - Erarbeiten innovativer Lösungsansätze für einen klimawandelangepassten Gebäudesektor sowie konkreter, marktfähiger Produkte und Geschäftsmodelle
-

### **3. WISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE & PRAKTISCHE UMSETZUNG**

Der Projektverlauf zeigt, dass derzeit insbesondere im KMU-Bereich in der adressierten Branche ein relevanter Qualifizierungsbedarf hinsichtlich der wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Änderung der lokalen Klimabedingungen und der langfristigen energiepolitischen Anforderungen existiert. Diese Wissenslücke verhindert, dass sich Unternehmen selbständig und aktiv dem Themenfeld widmen können. Ein solches Informationsdefizit muss zunächst durch einen (zeit)intensiven, dialogorientierten Höherqualifizierungsprozess reduziert werden. Ist diese erste Hürde einmal überwunden, sind die Unternehmen in der Lage, vielfältige und kreative Ansätze zur Transformation des Gebäudebestandes in Richtung eines klimawandelangepassten und nachhaltigen Systems zu liefern.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass im Bereich „Bauen und Wohnen“ insbesondere die Anpassungsanforderungen durch lange Zeitkonstanten und vergleichsweise große Unsicherheiten charakterisiert sind. Zusätzlich wurde bislang, im Gegensatz zu Vermeidungsmaßnahmen, bei den Kunden/innen noch wenig Sensibilität hinsichtlich dieser Themenfelder aufgebaut. Tragfähige Geschäftsmodelle benötigen daher neue Kommunikations- und Unternehmensstrategien, um die zugrunde liegenden Themen an die Kunden/innen und zukünftigen Nutzer/innen vermitteln zu können.

#### **3.1 ANFORDERUNGEN AN KLIMAWANDELANGEPASSTE GEBÄUDE**

Durch die Auswirkungen des Klimawandels werden in Zukunft veränderte Anforderungen an Gebäude in Österreich gestellt. Dabei müssen, ähnlich den Prinzipien des nachhaltigen Bauens (Hegner, 2016), Ökologische, ökonomische sowie soziokulturelle Aspekte gleichermaßen beachtet werden. Zum einen soll die Erfüllung primärer Schutzbedürfnisse bei verstärkten Extremwetterereignissen in Zukunft weiterhin gewährleistet sein. Diese können aus lokalen Starkregenereignissen mit Hagelschlag, Überflutungen und Vermurungen, einer regional veränderten Hochwassergefährdung, vermehrten Windlasten oder überdurchschnittlich hohen Schneelasten bestehen. Zum anderen ist die Erfüllung primärer Gesundheitsaspekte durch die Gewährleistung einer hohen Innenraumluftqualität über eine niedrige Schadstoff- und Keimbelastung von Bedeutung. Die steigende Temperaturbelastung in Gebäuden stellt einen weiteren bedeutenden Gesundheitsaspekt dar. Hitzestress führt insbesondere bei vulnerablen Bevölkerungsgruppen zu hitzebedingter gesundheitlicher Belastung sowie erhöhter Morbidität und Mortalität (Blättner, 2009). Des Weiteren führt die Temperaturbelastung zu einer verminderten Erfüllung der primären Komfortbedürfnisse der Gebäudenutzer/innen. In Abb. 2 ist dazu die erwartete saisonale Änderung der Kühlgradtage bis 2050 in einer regionalen Auflösung auf Bezirksebene der Steiermark dargestellt. Aus ökonomischer Perspektive müssen die Minimierung der Lebenszykluskosten sowie der Erhalt von Kapital und Wert in die Betrachtungen mit einbezogen werden. Die Kompatibilität mit einem CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgungs- und CO<sub>2</sub>-armen Transport- und Wirtschaftssystem in der Nutzungsphase sollte durch die Reduktion des gebäudespezifischen Energiebedarfes und angepasste Siedlungsstrukturen erreicht werden. Des Weiteren ist ein CO<sub>2</sub>-armes Wirtschaftssystem in der Errichtungs- und Entsorgungsphase für das Bauwesen zwingend notwendig, um Klimaschutz und Klimawandelanpassung nachhaltig umzusetzen.

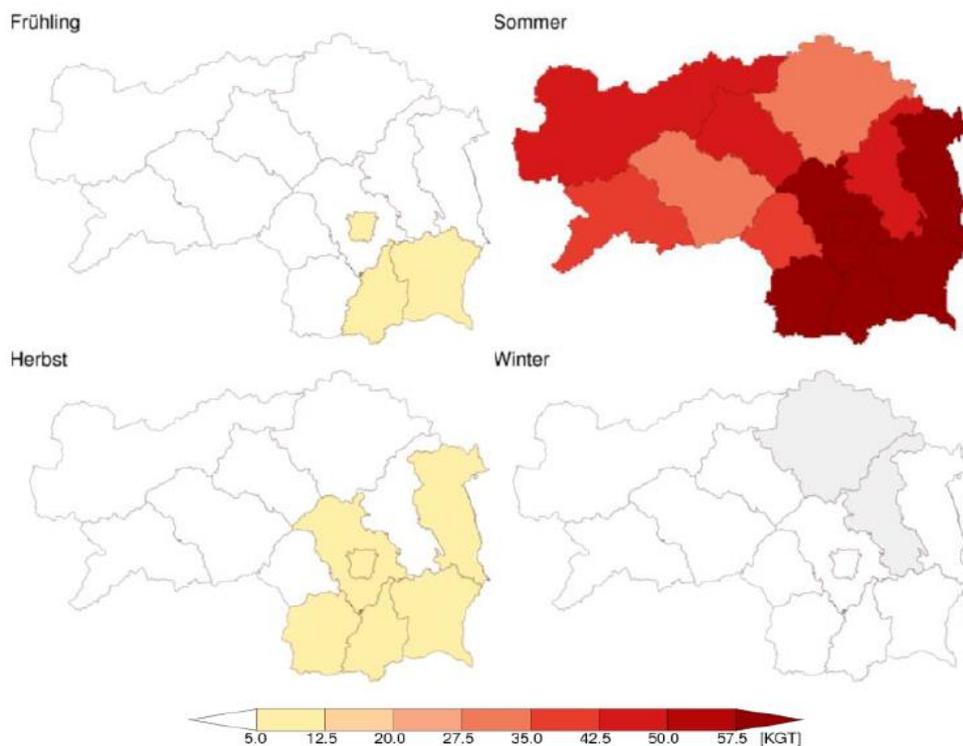


Abb. 2: Erwartete saisonale Änderung der Kühlgradtage (2021 – 2050 verglichen mit 1971 – 2000) in der Steiermark. Gebiete in denen die erwartete Änderung nicht signifikant ist (5% Signifikanzniveau), sind grau dargestellt. (Gobiet et al., 2012)

### 3.1.1 Handlungsfeld Sommertauglichkeit von Gebäuden

Wie in Abb. 2 gezeigt ist, wird ein deutlicher Anstieg der Anzahl der Tage mit hohen Innenraumtemperaturen erwartet. Insbesondere der Süden und Osten der Steiermark wird von einer signifikanten Veränderung der Kühlgradtage betroffen sein aber auch die restlichen steirischen Bezirke werden mit einer vermehrten Überhitzung von Gebäuden rechnen müssen. Zu erkennen ist auch, dass sich bereits im Frühling und bis in den Herbst hinein Notwendigkeiten zur Gebäudekühlung ergeben werden. Aus diesen Ergebnissen der Klimaszenarien errechnet sich ein Anstieg der Innenraumhitzesumme, welche für Komforteinbußen und eine Gesundheitsgefährdung der Gebäudenutzer/innen durch Überhitzung steht. Abb. 3 zeigt die mit unterschiedlichen Klimamodellen berechnete Vorhersage zur Änderung von Innenraumhitzetagen und Innenraum-Kühlgradtagen für das österreichische Durchschnittsklima. Die Balken zeigen die Anzahl der Tage, an denen die Innenraumtemperatur von Gebäuden Schwellwerte von 26, 28, 30 und 32 °C für mindestens zwei aufeinander folgenden Tage überschreiten. Die linken Balken skizzieren ein typisches Einfamilienwohngebäude in sehr schwerer Bauweise der Bauperiode vor 1919. Die rechten Balken stellen das Ergebnis für ein typisches Mehrfamilienwohngebäude mit 19 Wohneinheiten der Bauperiode 1990-2005 in mittelschwerer Bauweise. Auf der rechten Achse sind die Summe der Innenraum-Kühlgradtage aufgetragen. Dieser Indikator summiert die Anzahl der Grad-Tage gegenüber der Sollgrenze von 26 °C auf, an denen die Innenraumtemperaturen für zumindest zwei aufeinanderfolgende Tage 26 °C überschreiten. Dies unterstreicht die Annahme, dass im Zuge des Klimawandels eine Anpassung im Bereich der Gebäudekühlung zur Senkung der Innenraumtemperaturen notwendig werden wird. Klimawandelanpassung kann jedoch nicht zu Lasten des Klimaschutzes vorgenommen werden. Daher ist ein erhöhter Energieverbrauch der Gebäude über eine klassische Kühlung mit Kompressionskältemaschinen nach Möglichkeit zu vermeiden.

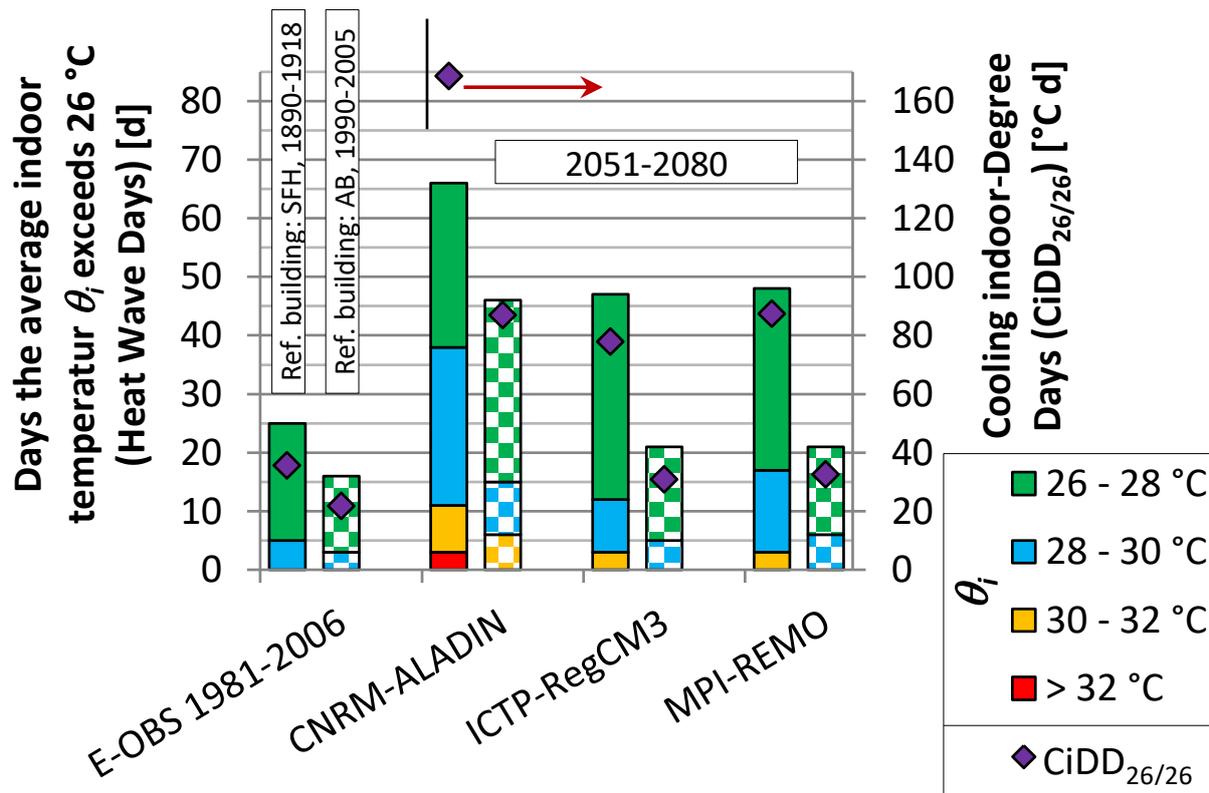


Abb. 3: Innenraum-Hitzetage und Innenraum-Kühlgradtage für das österreichische Durchschnittsklima

Um diesen Zielkonflikt zu lösen, können unterschiedliche aktive und passive Ansätze zur Kühlung gefunden werden. Ein wichtiger Einflussfaktor für die Überhitzung von Gebäuden sind solare Einträge über transparente Flächen, die Gebäudegeometrie, die Gebäudeausrichtung und die verwendeten Werkstoffe. Dazu sollten verglaste Flächen reduziert und die verbleibenden Flächen mit außenliegender aktiver oder passiver Verschattung versehen werden. Die Gebäudedämmung reduziert den Wärmeübergang über die Gebäudehülle und trägt somit zur Sommertauglichkeit aber auch zur Reduktion der Heizlast bei. Über die Gebäudegeometrie sowie die Gebäudeausrichtung kann ein wesentlicher Einfluss auf die Eigenverschattung und Durchlüftungsfähigkeit gewonnen werden. Die verfügbaren Speichermassen werden über die verwendeten Materialien und die Art der Bauweise bestimmt. Diese Speichermassen im Gebäude können über passive Kühlmaßnahmen aktiviert und genutzt werden. Beispiele dazu sind der Energieaustrag aus dem Gebäude über eine Nachtlüftung oder die Kühlung der Zuluft über verschiedene Arten von Erdwärmetauschern (Michael, 2000). Über das Verfahren der adiabaten Abluftkühlung oder Maßnahmen zur Gebäudebegrünung kann die Verdunstungsenthalpie von Wasser zur Kühlung genutzt werden. Des Weiteren besitzt eine Gebäudebegrünung neben beschattenden und wärmedämmenden Eigenschaften auch soziokulturelle Vorteile, welche das Wohlbefinden der Gebäudenutzer positiv beeinflussen können (Reichmann, 2010).

### 3.1.2 Handlungsfeld Extremereignisse

Als weiteres Ergebnis aus der aktuellen Klimaforschung geht hervor, dass in Österreich mit einem Anstieg der Häufigkeit und Stärke von Extremereignissen gerechnet werden muss (APCC, 2014). Aufgrund des beobachteten Trends wird mit einer Zunahme überregionaler und regionaler Schadensereignisse wie etwa Sturmschäden, Hagelschlag, Überflutungen oder Murgänge gerechnet. Weiters ergibt sich eine steigende Hochwassergefahr durch die Kombination dieser Wetterereignisse mit der zunehmenden Bodenversiegelung und somit reduzier-

ten Versickerungsmöglichkeiten. Daher sollten verschiedene Lösungsansätze zur Vorbeugung und Anpassung an diese Extremereignisse verfolgt werden (Gössinger-Wieser, 2015)(BMLUFW, 2012)(Abteilung 16, 2008).

Zum einen soll eine Überprüfung von bestehenden Bebauungsplänen hinsichtlich der Kriterien der Klimawandelanpassung durchgeführt und Hochwassergefährdungszonen unter veränderten Niederschlagsverhältnissen neu bewertet werden. Zum anderen sollte über effiziente Bebauungspläne und eine nachhaltige Flächennutzung Bodenversiegelung sowie Zersiedelung vermieden werden. Des Weiteren sind bauliche Anpassungen von Gebäuden im Neubau sowie nach Möglichkeit auch im Gebäudebestand zum Schutz vor Extremwetterereignissen durchzuführen (ÖWAV, 2013)(BMLUFW, 2010a) (BMLUFW, 2010b). Dazu zählt die konsequente Vermeidung von ungehemmten Wassereintritt bei kurzfristigem Oberflächenwasser in Untergeschoße aufgrund von Starkregenereignissen. In Abb. 4 sind verschiedene Eintrittswege von Wasser in Gebäude dargestellt.

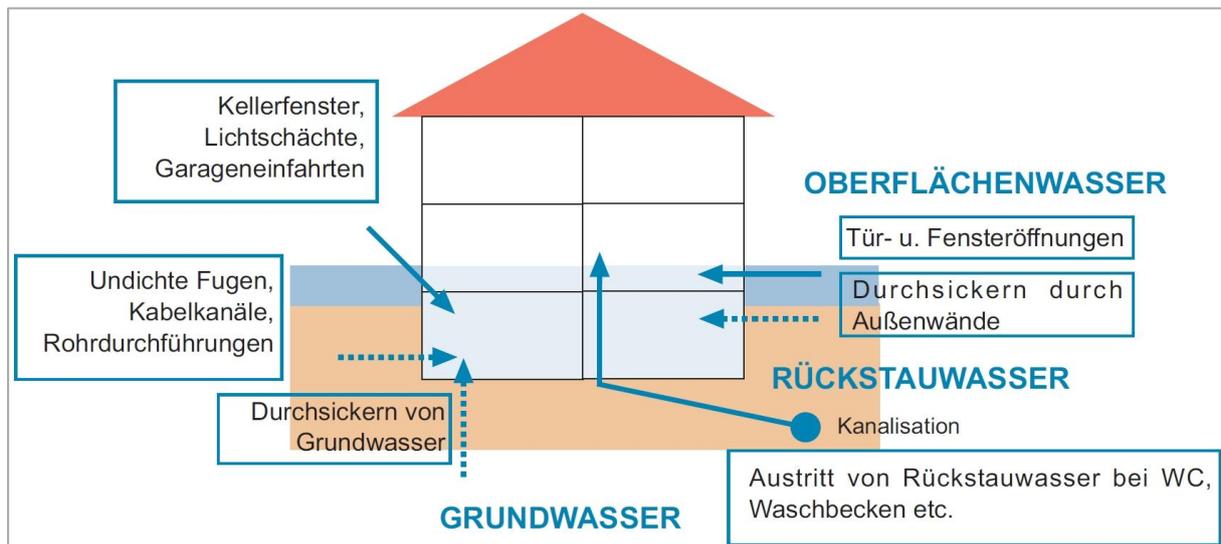


Abb. 4: Mögliche Eintrittswege des Hochwassers in das Gebäude (Magistrat Graz, 2006)

In Risikozonen sollten gefährdete Gebäudeteile möglichst wasserundurchlässig ausgeführt werden. Dazu sind alle Öffnungen wie Fenster, Lichtschächte, Luftschächte, Einfahrten, Fugen, Kabelkanäle, Durchführungen oder Abflüsse zu beachten. Auch eine wasserdichte Ausführung der Kellerwände über weiße oder schwarze Wannen sollte in Betracht gezogen werden. Um Öffnungen zu schützen können Rückstauklappen im Ablauf, Bodenschwellen bei Kellerabgängen und –schächten, wasserdichte und/oder selbstschließende Kellerfenster, wasserdichte Kellertüren, Stahlabdeckung mit Gummidichtung für Lichtschächte und ähnliche Maßnahmen zum Einsatz kommen. Es können aber auch bauliche Schutzmaßnahmen gegen umfangreichere Überflutungen getroffen werden. Dazu stehen zum Beispiel Dammbalkensysteme, Hochwassertore oder –schotte welche manuell oder automatisch schließbar sind zur Verfügung. Des Weiteren kann Schutz über Behältersysteme, welche mit Wasser befüllt werden oder klassische Sandsackbarrieren bereitgestellt werden. Vorbeugend sind bauliche Maßnahmen, um Kellerabgänge, Lichtschächte oder Luftschächte über das Hochwasserniveau zu legen empfehlenswert.

### 3.1.3 Handlungsfeld CO<sub>2</sub>-neutrale Energiebereitstellung und niedrige Heizlasten

Zur Erreichung der Klimaschutzziele, welche im kürzlich ratifizierten Pariser Übereinkommen zum Klimaschutz getroffen wurden (FCCC, 2015), ist eine nahezu CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmeversorgung von Gebäuden erforderlich. Dazu können mehrere Lösungsansätze zusammenge-

fasst werden (Wegener Zentrum, 2010). Die Energieeinsparung in Gebäuden gilt dabei als oberste Prämisse. Dazu wird zu einer Reduktion des Wärmebedarfs von Gebäuden über umfassende energetische Sanierungsmaßnahmen des Gebäudebestandes geraten. Die Verbesserung der Gebäudehülle und deren Wärmeübertragungseigenschaft ist eine der effektivsten Maßnahmen um die CO<sub>2</sub> Emissionen von Gebäuden zu senken. Dadurch wird der Energiebedarf für Heizung sowie Kühlung des Gebäudes reduziert. Des Weiteren sollte der Umstieg auf erneuerbare Energieträger sowie effiziente und klimaschonende Heizungen forciert werden. Eine verstärkte Nutzung von Solarthermie und Solaranlagen zur Heizungsunterstützung ist ein zusätzlicher Lösungsansatz.

Der Umsetzung dieser Lösungen stehen jedoch einige Herausforderungen gegenüber. Beispiele dazu sind die Bewahrung von Stadtbildern in der Bestandssanierung sowie der Umrüstung auf erneuerbare Energieversorgung oder die klimafreundliche Versorgung von urbanen Räumen mit großen Wärmemengen. In Luft-Immissionsschutzzonen wie zum Beispiel dem Grazer Becken ist zudem die Problematik der notwendigen Reduktion von Feinstaub sowie Kohlenmonoxid zu beachten.

Effiziente Gebäude erfordern des Weiteren nachhaltige Wärmebereitstellungskonzepte, die bei niedrigen Heizlasten energie- und kosteneffizient eingesetzt werden können. In Abb. 5 ist die Gegenüberstellung des Heizwärmebedarfs des österreichischen Gebäudebestandes dargestellt (EEG, 2015). Dabei wird die beheizte Grundfläche der Gebäude aus dem Jahr 2015 den erwarteten Gebäudeflächen im Jahr 2050 gegenüber gestellt. Die für den Klimaschutz notwendigen Sanierungsmaßnahmen werden den großen Block der unsanierten Gebäude mit hohem Heizwärmebedarf größtenteils auf einen signifikant geringeren Bedarf abändern. Zusätzlich wird der Bedarf der Neubauten auf rund die Hälfte der aktuellen Werte reduziert werden.

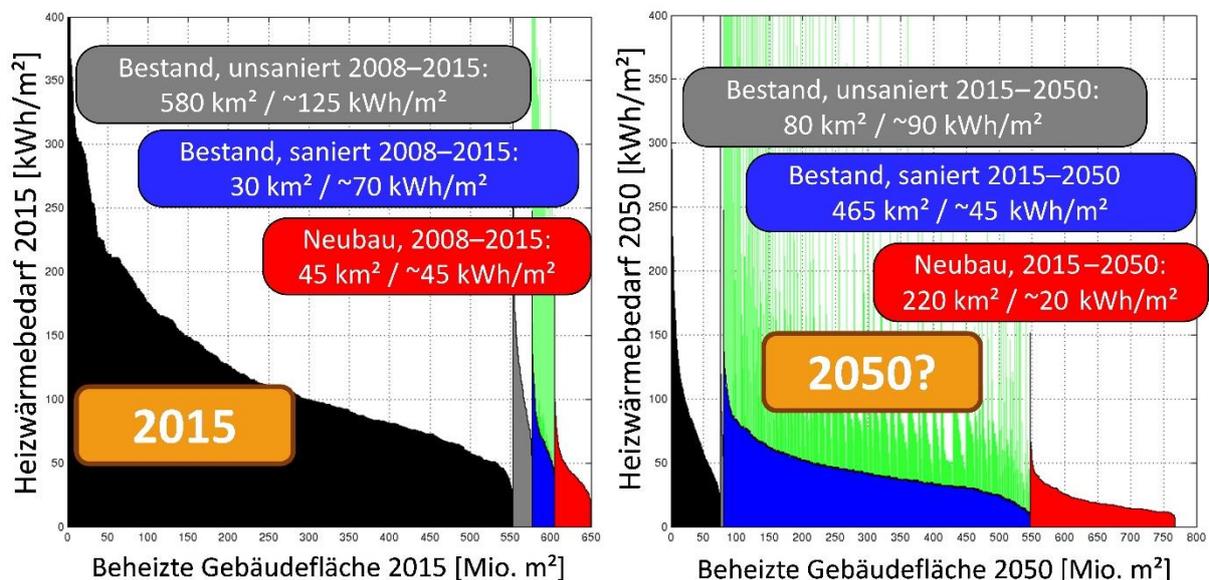


Abb. 5: Gegenüberstellung Heizwärmebedarf des aktuellen und des 2050 zu erwartenden Gebäudebestandes (EEG, 2015)

#### 4. SCHLUSSFOLGERUNG

Im Zuge des in diesem Beitrag beschriebenen Forschungsprojektes *ClimaNET* wurde ein bidirektionaler Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft zum Thema Klimawan-

delanpassung im Bereich „Bauen und Wohnen“ angestrebt. Dabei wurde ein wesentliches Informationsdefizit in der adressierten Unternehmensbranche identifiziert. Diese Wissenslücke verhindert aktuell eine aktive Tätigkeit von ausführenden Unternehmen in diesem Themenfeld. Durch lange Zeitkonstanten und große Unsicherheiten ist die Thematik des Klimawandels und dessen Folgen für die betroffenen Interessensgruppen schwer zu erfassen und wird somit nicht als unmittelbare Problemstellung wahrgenommen. Des Weiteren herrscht aktuell noch eine geringe Sensibilisierung bezüglich der Folgen des Klimawandels bei den potentiellen Kundenkreisen. Tragfähige Geschäftsmodelle für Unternehmen benötigen neue Kommunikations- und Unternehmensstrategien, welche die Klimathematik bei den Beteiligten als beachtenswert verankert. Daraus können neue Werte für Unternehmen sowie deren Kunden generiert werden. Maßgeschneiderte Höherqualifizierungsmaßnahmen ermöglichten hierzu kreative und vielfältige Ansätze in den projektbeteiligten Unternehmen. Wie gezeigt wurde, konnten vielfältige Problemstellungen, welche der Klimawandel für den Bereich „Bauen und Wohnen“ mit sich bringt, identifiziert werden. Über die intensive Auseinandersetzung der Projektteilnehmer mit diesen Fragestellungen wurden unterschiedliche Lösungsansätze sowie die Herausforderungen für deren Umsetzung erarbeitet und diskutiert. Daraus konnten Handlungsempfehlungen abgeleitet werden, welche in der zukünftigen unternehmerischen sowie wissenschaftlichen Tätigkeit zu neuen Ansätzen führen werden.



Dieses Projekt wird mit Mitteln aus dem Programm "Forschungskompetenzen für die Wirtschaft" des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft gefördert.

## LITERATUR

- Abteilung 16 (2008): Programm zur hochwassersicheren Entwicklung der Siedlungsräume. Graz, Österreich: Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 16 – Landes- und Gemeindeentwicklung
- APCC (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, Österreich, 1096 Seiten. ISBN 978-3-7001-7699-2
- Blättner B., Heckenhahn M., Georgy S., Grewe H.A. & Kupski S. (2009) Wohngebiete mit hitzeabhängigen Gesundheitsrisiken ermitteln. Kassel, Deutschland: Bundesgesundheitsblatt 1 2010, S. 75-81
- BMLUFW (2010a): Die Kraft des Wassers – Richtiger Gebäudeschutz vor Hoch- und Grundwasser. Wien, Österreich: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- BMLUFW (2010b): Leben mit Naturgefahren – Ratgeber für die Eigenvorsorge bei Hochwasser, Muren, Lawinen, Steinschlag und Rutschungen. Wien, Österreich: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- BMLUFW (2012): Die Österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel. Teil 1 – Kontext und Teil 2 – Aktionsplan. Wien, Österreich: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
- EEG (2015) Energieszenarien bis 2050: Wärmebedarf der Kleinverbraucher, Endbericht. Wien, Österreich: Energy Economics Group - TU Wien (EEG), Zentrum für Energiewirtschaft und Umwelt (e-think), Februar 2015
- FCCC (2015) Adoption of the paris agreement. Paris, Frankreich: United Nations – Framework Convention on Climate Change, Dezember 2015
- FFG (2015) Ausschreibungsleitfaden für die 3. Ausschreibung Qualifizierungsnetze, Version 2.0. Wien, Österreich: Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)
-

- Gobiet A., Suklitsch M., Leuprecht S., Peßenteiner T., Mendelik T. & Truhetz H. (2012) Klimaszenarien für die Steiermark bis 2050. Graz, Österreich: Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel
- Gössinger-Wieser A., Prutsch A. & Balas M. (2015) Klimawandelanpassung-Strategie Steiermark 2050. Graz, Österreich: Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung Energie und Wohnbau (FAEW)
- Hegner H. (2016) Leitfaden Nachhaltiges Bauen; Zukunftsfähiges Planen, Bauen und Betreiben von Gebäuden. Berlin, Deutschland: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
- Magistrat Graz (2006): Selbstschutz bei Hochwasser – Merkblatt der Stadt Graz. Graz, Österreich: Magistrat Graz – Abteilung Katastrophenschutz und Feuerwehr
- Michael K., Eichhorn S., Lux S., Schmid K., & Kramp M. (2000) Effizienz von Lüftungsanlagen in Niedrigenergie-Häusern in NRW. Detmold, Deutschland: Niedrig Energie Institut
- ÖWAV (2013): ÖWAV-Leitfaden Wassergefahren für Gebäude und Schutzmaßnahmen. Wien, Österreich: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband
- Prutsch, A., Felderer, A., Balas, M., König, M., Clar, C., Steurer, R. (2014): Methoden und Werkzeuge zur Anpassung an den Klimawandel. Ein Handbuch für Bundesländer, Regionen und Städte. Wien, Österreich: Umweltbundesamt
- Reichmann B., Steffan C., Schmidt M., Köhler M. & Hübner I. (2010) Konzepte der Regenwasserbewirtschaftung – Gebäudebegrünung, Gebäudekühlung. Berlin, Deutschland: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
- Wegener Zentrum, TU Graz, Joanneum Research (2010), Erläuterungen zum Klimaschutzplan Steiermark 2010, Teil 2: Gebäude, Studie im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, Mai 2010.

**Kontakt Daten Autor(en):**

DI Dr. techn. Hermann Edtmayer  
4ward Energy Research GmbH  
Reininghausstrasse 13a/EG/17  
8020 Graz  
Email: [hermann.edtmayer@4wardenergy.at](mailto:hermann.edtmayer@4wardenergy.at)

DI Dr. techn. Andreas Müller  
Wegener Center für Klima und Globalen Wandel  
Karl-Franzens Universität Graz  
Brandhofgasse 5  
8010 Graz  
Email: [andreas.mueller@uni-graz.at](mailto:andreas.mueller@uni-graz.at)

DI DI(FH) Alois Kraußler  
4ward Energy Research GmbH  
Impulszentrum 1  
8250 Voralpe  
Email: [alois.kraussler@4wardenergy.at](mailto:alois.kraussler@4wardenergy.at)

---