

# Reduktion des Kühl- energiebedarfs durch optimierte Bebauungs- strukturen und Prozess- und Entwurfsoptimierung in der Gebäudeplanung

C. Ipser,  
S. Geissler,  
G. Radinger,  
M. Winkler,  
H. Floegl

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 15/2015

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Downloadmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter  
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

# Reduktion des Kühlenergiebedarfs durch optimierte Bebauungsstrukturen und Prozess- und Entwurfsoptimierung in der Gebäudeplanung

DI Christina Ipser, DI Arch. Gregor Radinger, MSc,  
DI Markus Winkler, DI Dr. Helmut Floegl  
Donau-Universität Krems  
Department für Bauen und Umwelt

Mag. Dr. Susanne Geissler  
SERA energy & resources

Krems/Wien, Oktober 2014

Ein Projektbericht im Rahmen des Programms



im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie



## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm *Haus der Zukunft* des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie.

Die Intention des Programms ist, die technologischen Voraussetzungen für zukünftige Gebäude zu schaffen. Zukünftige Gebäude sollen höchste Energieeffizienz aufweisen und kostengünstig zu einem Mehr an Lebensqualität beitragen. Manche werden es schaffen, in Summe mehr Energie zu erzeugen als sie verbrauchen („Haus der Zukunft Plus“). Innovationen im Bereich der zukunftsorientierten Bauweise werden eingeleitet und ihre Markteinführung und -verbreitung forciert. Die Ergebnisse werden in Form von Pilot- oder Demonstrationsprojekten umgesetzt, um die Sichtbarkeit von neuen Technologien und Konzepten zu gewährleisten.

Das Programm *Haus der Zukunft Plus* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert und elektronisch über das Internet unter der Webadresse [www.HAUSderZukunft.at](http://www.HAUSderZukunft.at) Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula  
Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

---



# Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	10
1. Einleitung.....	16
2. Hintergrundinformationen zum Projektinhalt .....	19
2.1 Beschreibung des Standes der Technik.....	19
2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema.....	23
2.2.1 Vorarbeiten zur energetischen Optimierung von Bebauungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung des Kühlenergiebedarfs .....	23
2.2.2 Vorarbeiten zur energetischen Optimierung von Gebäuden und Bebauungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung des Kühlenergiebedarfs .....	24
2.2.3 Vorprojekte zum Thema integraler und vernetzter Planung als Mittel zur ökologischen und energetischen Optimierung von Gebäuden .....	27
2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts).....	28
2.4 Beschreibung der Vorgangsweise .....	29
3. Ergebnisse des Projektes .....	31
3.1 Bebauungsplanung - Kühlenergiebedarfsreduktion durch Bebauungsstrukturen ...	31
3.1.1 Planungsziel Vermeidung von Hitzeinseln, Zielkonflikte und Synergieeffekte .....	32
3.1.2 Siedlungstypologien und Mikroklima.....	36
3.1.3 Bedarf an Forschung und unterstützenden Hilfsmitteln.....	37
3.2 Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden.....	38
3.2.1 Standort und Klima.....	39
3.2.2 Baukörperorientierung .....	40
3.2.3 Gebäudegeometrie.....	40
3.2.4 Größe und Orientierung von Verglasungen .....	40
3.2.5 Oberflächengestaltung von opaken Bauteilen .....	40
3.2.6 Sonnenschutz .....	40
3.2.7 Wärmespeicherung .....	41
3.2.8 Pflanzen .....	41
3.2.9 Subjektive Temperaturwahrnehmung .....	41
3.3 Kühlenergiebedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse.....	42

3.3.1	Wechselwirkungen kühlbedarfsrelevanter Planungsentscheidungen mit anderen Planungszielen des nachhaltigen Bauens .....	42
3.3.2	Planungsgruppen für den integralen Planungsprozess.....	44
3.4	ExpertInnenworkshop .....	47
3.4.1	Arbeitsgruppe 1: Kühlbedarfsreduktion durch Bebauungsstrukturen .....	47
3.4.2	Arbeitsgruppe 2: Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen zur Kühlbedarfsreduktion von Gebäuden .....	47
3.4.3	Arbeitsgruppe 3: Kühlbedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse .....	48
3.4.4	Zusammenfassung der Diskussionsergebnisse.....	48
3.5	Zusammenstellung und Entwicklung von Handlungsempfehlungen .....	50
3.5.1	Handlungsempfehlungen für Gemeinden .....	50
3.5.2	Handlungsempfehlungen in Bezug auf den Gebäudeentwurf .....	53
3.5.3	Handlungsempfehlungen in Bezug auf den Planungsprozess .....	55
4.	Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms.....	57
4.1	Einpassung in das Programm .....	57
4.2	Beitrag zum Gesamtziel des Programms .....	57
4.3	Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt .....	58
4.4	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse.....	59
5.	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen .....	60
6.	Ausblick und Empfehlungen .....	61
7.	Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....	63
7.1	Literaturverzeichnis.....	63
7.2	Abbildungsverzeichnis .....	66
7.3	Tabellenverzeichnis .....	66
8.	Anhang.....	67



# Kurzfassung

## Ausgangssituation/ Motivation

Der kürzlich publizierte Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel 2014 bestätigt, dass die durch den Klimawandel verursachte Erwärmung in Österreich doppelt so stark ausgeprägt ist, wie im globalen Durchschnitt. Der Bericht prognostiziert für die Zukunft außerdem eine weitere Zunahme heißer Tage und warmer Nächte, sowie das häufigere Auftreten anhaltender Hitzewellen. (vgl. KROMP-KOLB u.a., 2014)

Angesichts dieser Entwicklungen ist in den kommenden Jahrzehnten von einer zunehmenden Bedeutung des Kühlenergiebedarfs zur Sicherstellung von optimalen, raumklimatischen Verhältnissen auszugehen. Gefragt sind also Planungsstrategien zur thermischen Beherrschbarkeit von Gebäuden unter dem Einfluss steigender Außentemperaturen. Für die Entwicklung von Neubau- und Sanierungsprojekten bedeutet dies, dass entsprechende Bebauungsstrukturen als Voraussetzung, sowie geeignete Bauweisen und Planungsstrategien zur Minimierung des Kühlbedarfes als immer wichtigere Qualitätskriterien für zukunftsfähige Gebäude angesehen werden müssen.

Obwohl die Methode der integralen oder vernetzten Planung in Fachkreisen seit vielen Jahren bekannt ist und auf theoretischer Ebene stetig diskutiert, analysiert und weiterentwickelt wird, erfolgen Planungsprozesse in der Praxis in Österreich meist noch immer sequenziell (beginnend mit der Standortanalyse bis hin zur Ausführungs- und Detailplanung), ohne ausreichendes Bewusstsein für die Auswirkungen der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Architektur- und Fachplanungsentscheidungen. Dadurch werden auch die Wechselwirkungen unterschiedlicher Entwurfsentscheidungen und ihre Bedeutung für kühlbedarfsrelevante Gebäudeeigenschaften nur unzureichend berücksichtigt.

Integrale Planung ist grundsätzlich wichtig, bei der Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden wird jedoch eine weitere Dimension deutlich. Die Weichenstellungen zur Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden erfolgen bereits in den allerersten Phasen - beginnend mit dem örtlichen Entwicklungskonzept und der Bebauungsplanung. Optimierungen sind rückwirkend schwer oder nur mit erhöhtem Aufwand zu erreichen.

## Inhalte und Zielsetzungen

Das Forschungsprojekt smartKB\* befasste sich daher mit Maßnahmen und Strategien zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs durch optimierte Bebauungsstrukturen, sowie durch die Prozess- und Entwurfsoptimierung in der Gebäudeplanung. Das Projekt zielt darauf ab, den Kühlbedarf von Gebäuden durch Anwendung von spezifischen Entwurfs- und Planungsstrategien ohne zusätzliche Kostenaufwendungen zu minimieren.

Dabei wurde der Fokus im smartKB\* Projekt auf den außeninduzierten Kühlbedarf (KB\*) gelegt. Die Reduktion innerer Wärmelasten, etwa durch den Einsatz energieeffizienter Geräte oder intelligente Abwärmenutzung, stellt einen eigenen umfangreichen Themenbereich dar, der entsprechend der Aufgabenstellung des smartKB\* Projektes hier bewusst abgegrenzt wurde und an anderer Stelle behandelt werden muss.

Da wichtige, innenraumklimatische und kühlbedarfsrelevante Weichenstellungen bereits in den frühesten Planungsphasen zu erfolgen haben, stellt die Optimierung von Planungsprozessen einen zentralen Bestandteil des smartKB\* Projektes dar.

## **Methodische Vorgehensweise**

Ziel des Projektes war - neben der Identifikation des aktuellen Forschungsbedarfs - die Zusammenstellung von Vorgehensweisen und Handlungsempfehlungen zur Reduktion des Kühlbedarfs von Gebäuden auf drei Maßnahmenebenen: von der Optimierung und Verwendung geeigneter Bauungsstrukturen über Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen für Gebäudekonzepte bis zur Kühlenergiebedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse.

Ergebnisse von Recherchen und Analysen zu diesen drei Ebenen wurden in einem interdisziplinären Themenworkshop mit ExpertInnen und PraktikerInnen aus den Fachbereichen Architektur, Städtebau, Haustechnik, Bauphysik, Sonnenschutz, Klimatologie, Fassadenbegrünung, Facility Management usw. vorgestellt. Ziel des Workshops war die Evaluierung der Zwischenergebnisse in einer interdisziplinär zusammengesetzten Runde. Durch die Miteinbeziehung von erfahrenen PraktikerInnen in die Diskussion wurde der Praxisbezug der gewonnenen Erkenntnisse hergestellt und gesichert.

Auf Basis der Recherche- und Workshopergebnisse wurden die Wechselwirkungen zwischen Bauungsstrukturen und dem Kühlenergiebedarf von Gebäuden beschrieben und Empfehlungen für die Bauungsplanung wie auch für die Gebäudeplanung ausgearbeitet.

Im Weiteren wurde eine systematische und übersichtliche Zusammenstellung der für den außeninduzierten Kühlbedarf von Gebäuden entscheidenden Planungsmaßnahmen ausgearbeitet und zusammen mit den relevanten bauklimatischen Zusammenhängen und möglichen Wechselwirkungen von kühlbedarfsrelevanten Planungsentscheidungen mit wesentlichen anderen Planungszielen moderner Gebäude dargestellt.

## **Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Die zunehmende Klimaerwärmung und die Bildung von Hitzeinseln in dicht bebauten Stadtgebieten stellen Stadt-, Freiraum- und GebäudeplanerInnen vor neue Herausforderungen. Durch die Berücksichtigung der geänderten Rahmenbedingungen und die Bündelung geeigneter Maßnahmen auf den verschiedenen Planungsebenen - von der Bauungsplanung über die Stadtraumgestaltung bis hin zur Gebäudeplanung - können diese jedoch bewältigt werden.

Voraussetzung dafür ist das Bewusstsein aller Planungsbeteiligten für die bestehende Problematik und ein Verständnis für die möglichen Wechselwirkungen zwischen einzelnen Planungsentscheidungen über die verschiedenen Maßnahmenebenen hinweg. Die Anordnung baulicher Strukturen und die Gestaltung der städtischen Freiräume haben einen starken Einfluss auf den Kühlenergiebedarf von Gebäuden und die Möglichkeiten passive Maßnahmen zur Gebäudekühlung zu nutzen. Zugleich wirkt sich die Gestaltung der einzelnen Gebäude auf die mikroklimatischen Bedingungen im Umfeld des Gebäudes aus.

Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden diese Wechselwirkungen analysiert und systematisch dargestellt. Für alle Planungs- und Maßnahmenebenen wurden konkrete Handlungsempfehlungen formuliert und zielgruppenorientiert aufbereitet. Die Ergebnisse liegen in Form einer Checkliste für Gemeinden, eines detaillierten Planungsleitfadens und einer in verständlicher Sprache gehaltenen Kurzbroschüre vor, mit der eine möglichst breite Zielgruppe erreicht werden soll.

## **Ausblick**

Sowohl die Stadt- als auch die Gebäudeplanung müssen zahlreiche und teilweise gegensätzlich Ziele vereinbar machen um ein lebenswertes urbanes Umfeld und moderne, nachhaltige Gebäude zu gewährleisten. Während seit einigen Jahren hinsichtlich Reduktion des Heizwärmebedarfs im Gebäudesektor große Effizienzsteigerungen zu verzeichnen sind, gewinnt derzeit die Gebäudekühlung durch Klimaerwärmung, Hitzeinseleffekte in wachsenden Städten und steigende Komfortansprüche an Bedeutung.

Um die energieeffiziente Entwicklung von Gebäuden und Stadtteilen trotz veränderter Rahmenbedingungen langfristig zu sichern, ist es erforderlich, die Planungsziele „Vermeidung von Hitzeinseln“ und „Gebäude ohne Notwendigkeit einer aktiven Kühlung bzw. mit stark reduziertem Kühlbedarf“ als fixen Bestandteil in die Planungsprozesse zu integrieren und einen interdisziplinären Dialog zwischen allen Planungsbeteiligten auf allen Planungsebenen herzustellen.

„**Climate Proofing**“, also der Nachweis, dass das Mikroklima am Standort durch ein neu errichtetes Gebäude nicht verschlechtert wird, sollte durch den Gesetzgeber vorgegeben werden. Gebäudezertifizierungssysteme haben dahingehend bereits erste Entwicklungen eingeleitet. Auf Gebäudeebene sollte die energetische Optimierung eines Gebäudes anhand der realen mikroklimatischen Gegebenheiten und einer Bandbreite von Klimadaten durchgeführt werden, um eine Planungslösung mit hoher Resilienz zu gewährleisten.

# **Abstract**

## **Initial situation / motivation**

The recently published Austrian Assessment Report Climate Change 2014 confirms that warming caused by climate change is twice as pronounced in Austria as on global average. The report also forecasts a further increase of hot days and warm nights, and the frequent occurrence of prolonged heat waves. (cf. KROMP-KOLB et al., 2014)

Given these developments, an increase in the importance of cooling energy demands to ensure optimal indoor climate conditions are expected in the coming decades. Consequently, planning strategies for the thermal controllability of buildings under the influence of rising outside temperatures will be in demand. This means that appropriate development structures must be taken as a prerequisite, and appropriate construction methods and planning strategies to minimise cooling requirements must be regarded as increasingly important quality criteria for sustainable buildings in the development of new construction and renovation projects.

Although the methods of integral or networked planning have been known among experts for many years and are constantly being discussed, analysed, and developed on a theoretical level, planning processes in Austria still tend to be carried out sequentially in practice (starting from site analysis to implementation and detailed planning), without sufficient awareness of the effects of the connections between different architectural and technical planning decisions. As a result, the interactions between various kinds of design decision-making and their significance concerning the characteristics of buildings' cooling demands are not sufficiently considered.

In principle, integrated planning is of utmost importance; however, the design of buildings with optimised cooling demands illustrates yet another aspect. Setting the course for the planning of buildings with optimised cooling demands already happens in the very first stages - starting with local development concepts and urban planning. Retroactive optimisations are difficult to achieve and if so then only with increased efforts.

## **Contents and objectives**

The research project smartKB\* has therefore addressed measures and strategies for reducing cooling energy requirements through optimised building structures as well as process and design optimisation in building planning. The project aims to minimise cooling demands of buildings at no extra expense by implementing specific design and planning strategies.

SmartKB\* project focuses on externally induced cooling demands (KB\*). The reduction of internal heat loads, such as by the use of energy-efficient appliances and intelligent use of waste heat, is an extensive separate topic which was purposely omitted according to the definition of smartKB\* project, and which shall be dealt with elsewhere.

Since important decisions concerning interior climate and cooling demands have to be made at the earliest stages of planning, the optimisation of planning processes is a key element of smartKB\* project.

## **Methodical approach**

In addition to the identification of current areas requiring further research, the project's aim was the compilation of approaches and recommendations to reduce cooling demands of buildings to three task levels: optimisation and use of appropriate development structures; design strategies and passive measures for building concepts; cooling energy demand reduction through integrated planning processes.

The results from research on and analysis of these three levels were presented in an interdisciplinary workshop with experts and practitioners from the fields of architecture, urban planning, building services, building physics, sun protection, climatology, façade greening, facility management, etc. The aim of the workshop was to evaluate the intermediate results in an interdisciplinary group. By getting experienced practitioners involved in the discussion, the practical relevance of the findings was established and retained.

Based on the research's and the workshop's results, the interactions between development structures and cooling energy demands of buildings were described and recommendations devised for development planning as well as building planning.

Subsequently, a systematic and clearly laid out summary of key planning measures for exterior-induced cooling demands of buildings was developed and presented together with relevant interrelationships concerning building design for climatic control, and possible interactions of cooling demands-related planning decisions with other essential planning goals of modern buildings.

## **Results and conclusions**

Increasing global warming and the formation of heat islands in densely built-up urban areas poses new challenges to urban, open space, and building planners. These challenges can, however, be mastered by taking into account a change of general conditions and the bundling of appropriate measures at different levels of planning - from development planning to urban design as well as building planning.

This requires of all those involved in the planning process an awareness for existing problems and an understanding of possible interactions between individual planning decisions across the various task levels. The arrangement of architectural structures and the design of urban spaces have a strong influence on the cooling energy demands of buildings and on the possibilities of utilising passive measures to cool buildings. At the same time, the

design of each individual building affects the microclimatic conditions in the building's environment.

These interactions were analysed and presented systematically as part of project smartKB\*. Specific recommendations covering all planning and task levels were formulated and presented to the target groups. The results are available as a checklist for communities, a detailed planning guidance, and a concise pamphlet to address a broader audience.

## **Prospect**

Both city and building design need to combine numerous and sometimes conflicting goals in order to provide for an urban environment worth living in and to ensure modern, sustainable buildings. Although a major increase in the efficiency of reducing heating demands has been observed in the buildings sector during the last few years, the cooling of buildings is currently gaining importance due to global warming, heat island effects in expanding cities, and increasing requirements concerning comfort.

In order to secure the energy-efficient development of buildings and districts in the long run despite changing conditions, it is necessary to integrate the planning goals "avoidance of heat islands" and "a building with no need for active cooling or with greatly reduced cooling demands" as an integral part in the planning process, and to establish an interdisciplinary dialogue on all levels of planning between all parties involved.

„**Climate Proofing**“ - proof that the microclimate is not impaired at the site of a new building - should be made compulsory by law. Building certification systems have already introduced initial changes to that effect. At the building level itself, energy optimisation of a building should be based on actual microclimatic conditions and a wide range of climate data to ensure a planning solution of high resilience.

# 1. Einleitung

## Ausgangssituation

Der kürzlich publizierte Österreichische Sachstandsbericht Klimawandel 2014 bestätigt, dass die durch den Klimawandel verursachte Erwärmung in Österreich doppelt so stark ausgeprägt ist, wie im globalen Durchschnitt. Der Bericht prognostiziert für die Zukunft außerdem eine weitere Zunahme heißer Tage und warmer Nächte, sowie das häufigere Auftreten anhaltender Hitzewellen. (vgl. KROMP-KOLB u. a., 2014)

Angesichts dieser Entwicklungen ist in den kommenden Jahrzehnten von einer zunehmenden Bedeutung des Kühlenergiebedarfs zur Sicherstellung von optimalen, raumklimatischen Verhältnissen auszugehen.

Gleichzeitig sind Energieeffizienz und erneuerbare Energieträger wesentliche Bestandteile der österreichischen Energie- und Klimapolitik. Auf EU-Ebene werden die sogenannten 20-20-20 Ziele (20% weniger Energieverbrauch bzw. mehr Energieeffizienz, 20% weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, 20% mehr erneuerbare Energieträger) durch folgende Richtlinien repräsentiert:

- Energieeffizienzrichtlinie, Richtlinie 2012/27/EU <sup>1</sup>
- Richtlinie Erneuerbare Energie, Richtlinie 2009/28/EG <sup>2</sup>
- Gebäuderichtlinie EPBD, Richtlinie 2010/31/EU <sup>3</sup>

Neben der zentral auf die energetische Optimierung von Gebäuden gerichtete Gebäuderichtlinie EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) sprechen auch die beiden anderen Richtlinien den Gebäudesektor als wichtigen Bereich für die Umsetzung der Zielsetzungen im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energie an.

Empfohlene Strategien für die energetische Optimierung von Gebäuden sind in dieser Reihenfolge:

1. die Reduktion des Energiebedarfs,
2. die Verminderung von Energieverlusten und
3. die Deckung des restlichen Energiebedarfs mit erneuerbaren Energien.

Während seit einigen Jahren hinsichtlich Reduktion des Heizwärmebedarfs große Effizienzsteigerungen zu verzeichnen sind, gewinnt die Gebäudekühlung aufgrund der Klimaerwärmung, aber auch durch gesteigerte Komfortansprüche der NutzerInnen, derzeit auch im mitteleuropäischen Klima zunehmend an Bedeutung. Allerdings ist der potenzielle Einfluss von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen (v.a. Effizienz steigernde Maßnahmen im Gebäudesektor) gerade im Bereich Gebäudekühlung sehr groß (KRANZL u.

---

<sup>1</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:DE:PDF> (17.10.2014)

<sup>2</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:de:PDF> (17.10.2014)

<sup>3</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF> (17.10.2014)

a., 2010). Ausgeführte Beispiele zeigen, dass durch eine entsprechende Gebäudeplanung der Kühlbedarf von Gebäuden stark reduziert und im Idealfall sogar ganz auf eine aktive Gebäudekühlung verzichtet werden kann – und das ohne Komforteinbußen.

## **Motivation**

Gefragt sind also Planungsstrategien zur thermischen Beherrschbarkeit von Gebäuden unter dem Einfluss steigender Außentemperaturen.

Die Reduktion des außeninduzierten Kühlenergiebedarfs und die Deckung des Restenergiebedarfs mit erneuerbaren Energien sind nur dann effizient möglich, wenn die Optimierung nicht nur auf Gebäudeebene stattfindet, sondern das städtebauliche Umfeld miteinbezogen wird. Für das Stadtklima und damit die Ausbildung von städtischen Wärmeinseln sind neben den meteorologischen Bedingungen die folgenden Einflussfaktoren maßgebend: Bebauung, Vegetation, Versiegelung und Abwärme. Die Überwärmung von bebauten Strukturen hat Auswirkungen auf den außeninduzierten Kühlenergiebedarf von Gebäuden. Die Möglichkeit passive Maßnahmen zu nutzen, wie beispielsweise Nachtlüftung, hängt vom Temperaturniveau, von den Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht und von den herrschenden Luftströmungen ab.

Für die Entwicklung von Neubau- und Sanierungsprojekten bedeutet dies, dass entsprechende Bebauungsstrukturen als Voraussetzung, sowie geeignete Bauweisen und Planungsstrategien zur Minimierung des Kühlbedarfes als immer wichtigere Qualitätskriterien für zukunftsfähige Gebäude angesehen werden müssen.

## **Projektziel**

Das Forschungsprojekt „smartKB\*\*“ zielt darauf ab, den außeninduzierten Kühlbedarf von Gebäuden durch Anwendung von gezielten Entwurfs- und Planungsstrategien ohne zusätzliche Kostenaufwendungen zu minimieren. Im Mittelpunkt steht dabei die integrale Planung.

Obwohl die Methode der integralen oder vernetzten Planung in Fachkreisen seit vielen Jahren bekannt ist und auf theoretischer Ebene stetig diskutiert, analysiert und weiterentwickelt wird, erfolgt die Entwicklung von Gebäudeprojekten, beginnend bei der Entwicklungs- und Planungsphase über die Errichtungs- bis hin zur Nutzungsphase derzeit zumeist in einer sequenziellen Abarbeitung der Planungsaufgaben, ohne ausreichendes Bewusstsein für die Auswirkungen der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Architektur- und Fachplanungsentscheidungen. Dadurch werden die Wechselwirkungen unterschiedlicher Entwurfsentscheidungen und ihre Bedeutung für kühlbedarfsrelevante Gebäudeeigenschaften nur unzureichend berücksichtigt.

Integrale Planung ist grundsätzlich wichtig, bei der Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden wird jedoch eine weitere Dimension deutlich, die den hohen Stellenwert der integralen Planung betont bzw. den Kreis der Beteiligten erweitert. Die Weichenstellungen zur Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden erfolgen bereits in den allerersten

Phasen – beginnend mit dem örtlichen Entwicklungskonzept und der Bebauungsplanung. Optimierungen sind rückwirkend schwer oder nur mit erhöhtem Aufwand zu erreichen.

Klimawandel und steigende Außentemperaturen bringen neue Herausforderungen für die Entwicklung zukunftsfähiger und thermisch beherrschbarer Gebäude mit sich. Die Minimierung des Kühlbedarfs muss dabei das erste unmittelbare Planungsziel sein, erst dann darf es zum geplanten Einsatz von aktiver Kühlung und den damit verbundenen zusätzlichen Energieaufwendungen kommen. Zur Senkung des Kühlbedarfs in neuen und sanierten Gebäuden ist es notwendig, die Auswirkungen einzelner Entwurfs- und Planungsentscheidungen auf den Kühlbedarf des Gebäudes zu ermitteln. Integrale Planungsprozesse und die Miteinbeziehung aller projektbeteiligten Personen sind deshalb unabdingbar.

Das Forschungsprojekt smartKB\* entwickelte dafür geeignete Vorgehensweisen und Handlungsempfehlungen auf drei Maßnahmenebenen: von der Optimierung der Bebauungsstrukturen über Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen für Gebäudekonzepte bis zur Kühlenergiebedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse.

Dabei wurde der Fokus im smartKB\* Projekt auf den außeninduzierten Kühlbedarf (KB\*) gelegt. Die Reduktion innerer Wärmelasten, etwa durch den Einsatz energieeffizienter Geräte oder intelligente Abwärmennutzung, stellt einen eigenen umfangreichen Themenbereich dar, der entsprechend der Aufgabenstellung des smartKB\* Projektes hier bewusst abgegrenzt wurde und an anderer Stelle behandelt werden muss.

## 2. Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

### 2.1 Beschreibung des Standes der Technik

Das Themenfeld „**Stadtklima und Hitzestress in städtischen Strukturen**“ wird in zahlreichen Publikationen behandelt. Es werden Ursachen, Zusammenhänge und Maßnahmen untersucht und bewertet. Der Zusammenhang mit der Planung von energetisch optimierten Gebäuden wird thematisiert. Weiteres wichtiges Thema ist die Aufenthaltsqualität im städtischen Umfeld. U.a. folgende Publikationen, Projekte und Leitfäden für Gemeinden zeigen den gegenwärtigen Stand des Wissens bzw. die aktuelle Problematik:

- Kuttler, W.: Klimatologie – Grundriss Allgemeine Geografie. Kap. 10 – Stadtklima, S.193-216. Paderborn, 2008.
- Schuler, M.: Ein Stadtteil auf energetischer Sparflamme – Null-Emissionen-Stadt Masdar City. In: Politische Ökologie – Post-Oil City, Heft 124, S. 91-96. München, 2011.
- Holst, J., Mayer, H.: Impacts of street design parameters on human-biometeorological variables. In: Meteorologische Zeitschrift, Band 20, Nr. 5, S. 541-552. Stuttgart, 2011.
- Mayer, H., Holst, J.: Hitzestress im Stadtquartier. In: Tagungsband zur CONTUREC 4, S. 27-36, Darmstadt, 2011.
- Katzschner, L., Maas, A., Schneider, A.: Das städtische Mikroklima: Analyse für die Stadt- und Gebäudeplanung. In: Bauphysik 31, Heft 1, S. 18-24. Berlin, 2009.
- KlimaCampus Universität Hamburg: Herausforderung Stadtklima – Fakten und Impulse aus der Wissenschaft. Hamburg, 2009.  
[http://www.klimacampus.de/fileadmin/user\\_upload/klimacampus/1\\_Dokumente/6\\_Magazin/KC\\_Ausstlg\\_Webformat\\_final.pdf](http://www.klimacampus.de/fileadmin/user_upload/klimacampus/1_Dokumente/6_Magazin/KC_Ausstlg_Webformat_final.pdf) (17.10.2014)
- Deutsches Institut für Urbanistik GmbH (Difu): Verringerung des Energiebedarfs durch kompakte, energieeffiziente Siedlungsformen. In: Klimaschutz in Kommunen, Praxisleitfaden A2, Kap. 2.3. Berlin, 2011.  
[http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/leitfaden/a2-klimaschutz-und-stadtplanung.html#toc2\\_3](http://www.leitfaden.kommunaler-klimaschutz.de/leitfaden/a2-klimaschutz-und-stadtplanung.html#toc2_3) (17.10.2014)
- Amt für Stadtentwicklung, Umwelt und Verkehr - Fachbereich Umwelt: ECOFYS – Klimaschutzorientiertes Energiekonzept für den Gebäudesektor in Norderstedt. Norderstedt, 2009.  
<http://www.norderstedt.de/Leben-Wohnen/Wohnen/Umwelt/Klimaschutz/Fortschritte> (17.10.2014)
- Schulze Darup, Burkhard, Diels, Rupert: Bauleitplanung und Gebäudeoptimierung. In: BundesBauBlatt Ausgabe 9, S. 14-17. Nürnberg, 2009  
[http://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb\\_Bauleitplanung\\_und\\_Gebaeudeoptimierung\\_305814.html](http://www.bundesbaublatt.de/artikel/bbb_Bauleitplanung_und_Gebaeudeoptimierung_305814.html) (17.10.2014)

Des Weiteren beschäftigen sich folgende Projekte der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien (ZAMG) mit den **Einflussparametern** in Bezug auf das **Stadtklima**:

- **FOCUS-I**: Der Einfluss verschiedener Parameter auf das Stadtklima, z. B. die Änderung des Vegetationsanteils, der Wasserflächen oder des Versiegelungsgrades, wird mittels systematischen Sensitivitätssimulationen analysiert. Die Wirksamkeit der möglichen Anpassungsmaßnahmen wird systematisch mithilfe von Simulationen mit veränderter Landnutzung bzw. unterschiedlichen Parametrisierungen getestet. (Projektende 05/2013)  
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/stadtklima/focus-i> (17.10.2014)
- **SISSI**: Die Entwicklung von urbanen Wärmeinseln, die im Wesentlichen durch die Art der Bebauungsstruktur, der Oberflächenversiegelung und dem Vegetationsdefizit verursacht wird, unterscheidet sich jeweils von Stadt zu Stadt in Abhängigkeit von der geografischen und topografischen Lage und den regionalen klimatischen Eigenschaften. Das mikroskalige Stadtklimamodell MUKLIMO\_3 wurde für mehrere große Städte in Österreich (z. B. Wien, Graz, Linz, Klagenfurt, Salzburg, Innsbruck) verwendet, um die zukünftige Wärmebelastung, basierend auf regionalen Klimaszenarien, abzuschätzen.  
Die lokalskaligen Modellsimulationen können als Hilfsmittel für die Erkennung der Problemzonen bzw. Festlegung von Abschwächungsstrategien für die zukünftige Stadtentwicklung dienen. Die Auswertung des Wärmeinseleffekts realer Städte in verschiedenen klimatologischen und topografischen Lagen kann als Grundlage für die Evaluierung und Verbesserung der regionalen Klimasimulationen dienen. (Projektende 03/2012)  
<https://www.zamg.ac.at/cms/de/forschung/klima/stadtklima/sissi> (17.10.2014)

Als Grundlage für die Entwicklung der **Seestadt Aspern** wurde sowohl ein Gesamtenergiekonzept für den künftigen Stadtteil Wiens erarbeitet wie auch eine Untersuchung zum Thema Freiraum und Mikroklima durchgeführt. Neben anderen Basisinformationen dienen die Ergebnisse der Untersuchungen als Input für die Bebauungsplanung:

- Pol, O., Shoshtari S.: Projekt NACH ASPERN – Gesamtenergiekonzept. Empfehlungen und Basisinformationen zur Bearbeitung energetischer Kriterien für die Stadtentwicklung. AIT Austrian Institute of Technology, Energy Department. Wien, 2010.
- Hagen, K., Stiles, R., Trimmel, H.: Wirkungszusammenhänge Freiraum und Mikroklima (Eine Publikation im Rahmen des HdZ-Leitprojektes „aspern Die Seestadt Wiens – nachhaltige Stadtentwicklung“, erstellt im Subprojekt 1 „Freiraum und Mikroklima: Grundlagen für Klima sensitive Planung in Aspern“). Wien : Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2010.

Bestehende **städtische Strukturen** werden u.a. im Rahmen der folgenden Werke und Projekte analysiert und in Form von **Stadtraumtypen** charakterisiert und abgebildet.

ERHORN-KLUTTIG u. a. (2011) stellen eine Siedlungstypologie für die energetische Quartiersplanung vor. Bestehende Siedlungstypologien dienen unterschiedlichen Zwecken, u.a. der Abschätzung von Erschließungs- und Infrastrukturkosten, der kosten- und ressourcenschonenden Raum- und Siedlungsentwicklung, der Erkundung von Wechselwirkungen zwischen Siedlungsstruktur und Wärmeversorgungssystemen, der Implementierung von passiver und aktiver Solarenergienutzung. Grundlage der Typologien ist das städtebauliche Erscheinungsbild: es ist in erster Linie durch die Art der Bebauung, die Anordnung von Gebäuden, die Erschließung des Gebiets durch Straßen und die Anzahl, Größe und Nutzung von Wohn- und Nichtwohngebäuden geprägt. Die Einteilungs- und Abgrenzungskriterien, die den bisherigen Typen zugrunde liegen, bauen auf den Arbeiten von ROTH u. a. (1980) und BLESL (2002) auf. Siedlungstypen (Wohngebäude) werden in Bezug zu energetischen Kennwerten gesetzt. Die Beschreibung der Siedlungstypen mit energetischen Kennzahlen ist auf die kalte Jahreszeit ausgerichtet und beschränkt sich daher auf Indikatoren für den Wärmeverbrauch. Der Sommerfall ist nicht dargestellt.

Weitere Typologien mit dem Fokus auf die Nutzbarkeit von Solartechnologien und die Aufenthaltsqualität im Freien werden in den folgenden Publikationen behandelt bzw. vorgestellt:

- Everding, D.: Solarer Städtebau. Stuttgart, 2007.
- Pedersen, P. B. (Hrsg.): Sustainable Compact City. Arkitektens Forlag, 2009.
- Urban fabric types and microclimate response - assessment and design improvement. ACRP3 Projekt des Klima- und Energiefonds. TU Wien / AIT/ TU München: <http://urbanfabric.tuwien.ac.at/index.php> (17.10.2014)

Auf der Gebäudeebene stellen folgende **Normen** einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik in Bezug auf Kühl(-technik)energiebedarf und in weiterer Folge auf Energieeffizienz dar, wobei sich die Normenreihe B 8110 sowie die beiden haustechnikbezogenen H-Normen mit dem baulichen Wärmeschutz, Kühlbedarf bzw. Energieeinsparung auf nationaler Ebene befassen.

Daneben gibt es europäische Normen zur Berechnung der sommerlichen Raumtemperaturen bzw. der Kühllast, die dem Kühlenergiebedarf zugrunde gelegt werden.

- ÖNORM B 8110-1: 2011-11-01 - Wärmeschutz im Hochbau - Teil 1: Deklaration des Wärmeschutzes von Niedrig- und Niedrigstenergiegebäuden - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- ÖNORM B 8110-3: 2012-03-15 - Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung
- ÖNORM B 8110-5: 2011-03-01 - Wärmeschutz im Hochbau - Teil 5: Klimamodell und Nutzungsprofile

- ÖNORM B 8110-6: 2010-01-01 - Wärmeschutz im Hochbau - Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren - Heizwärmebedarf und Kühlbedarf
- ÖNORM H 5057: 2011-03-01 - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Raumluftechnik-Energiebedarf für Wohn- und Nichtwohngebäude
- ÖNORM H 5058: 2011-03-01 - Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden - Kühltechnik-Energiebedarf
- ÖNORM H 6040: 2012-11-01 - Berechnung der sensiblen und latenten Kühllast sowie der sommerlichen Temperaturgänge von Räumen und Gebäuden - (Nationale Ergänzungen zu ÖNORM EN 15255 und ÖNORM EN ISO 13791)
- ÖNORM EN 15255: 2007-11-01 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung der wahrnehmbaren Raumkühllast - Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren
- ÖNORM EN ISO 13791: 2012-06-01 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Sommerliche Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik - Allgemeine Kriterien und Validierungsverfahren (ISO 13791:2012)
- ÖNORM EN ISO 13792: 2012-06-01 - Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung von sommerlichen Raumtemperaturen bei Gebäuden ohne Anlagentechnik - Vereinfachtes Berechnungsverfahren (ISO 13792:2012)

Die **OIB Richtlinie 6** des Österreichischen Instituts für Bautechnik (OIB) enthält auf **nationaler Ebene** u.a. die Anforderungen an den Kühlenergiebedarf für Nichtwohngebäude und indirekt auch für Wohngebäude (Anforderungen an die Sommertauglichkeit mittels Verweis auf die entsprechende ÖNORM), welche in der Fassung 2007 und dann in der Fassung 2011<sup>4</sup> von allen Bundesländern in ihre jeweiligen bautechnischen Vorschriften rechtlich verbindlich aufgenommen wurde.

- OIB-Richtlinie 6: Stand 2007 – Energieeinsparung und Wärmeschutz
- OIB-Richtlinie 6: Stand 2011 – Energieeinsparung und Wärmeschutz

Auf **europäischer Ebene** legt die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Energy Performance of Buildings Directive, kurz EPBD 2010) die Rahmenbedingungen für zukunftsfähige Gebäude fest. Diese Richtlinie wird mit der OIB Richtlinie 6 und ihrer Aufnahme in die Bauordnungen der Bundesländer in nationales Recht umgesetzt:

- Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung)

---

<sup>4</sup> <http://www.oib.or.at/oib-richtlinien/richtlinien/2011> (17.10.2014)

## **2.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema**

### **2.2.1 Vorarbeiten zur energetischen Optimierung von Bebauungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung des Kühlenergiebedarfs**

Für die Fragestellung dieses Projekts sind Informationen über die mikroklimatischen Verhältnisse und Handlungsanleitungen für die Bebauungsplanung wichtig. Im Folgenden werden stellvertretend je eine Publikation dazu vorgestellt.

#### **2.2.1.1 Stadtklimamodell MUKLIMO\_3**

Das Stadtklimamodell MUKLIMO\_3 (3-dimensionales mikroskaliges urbanes Klimamodell) des Deutschen Wetterdienstes wurde speziell zur Untersuchung stadtklimatologischer und geländeklimatologischer Fragestellungen entwickelt. Basierend auf den Prinzipien der Massenerhaltung, Energieerhaltung und Impulserhaltung berechnet MUKLIMO\_3 auf einem 3-dimensionalen Rechengitter den Tagesgang des Windes, der Temperatur und Feuchtigkeit in der Atmosphäre und im Erdboden, der solaren und thermischen Strahlung sowie vieler weiterer relevanter Parameter. Die räumliche Auflösung des Modells liegt typischerweise zwischen wenigen Metern und mehreren hundert Metern.

Literatur:

SIEVERS, UWE: Das kleinskalige Strömungsmodell MUKLIMO\_3 Teil 1: Theoretische Grundlagen, PC-Basisversion und Validierung., Berichte des Deutschen Wetterdienstes ( Nr. Nr. 240). Offenbach am Main : Selbstverlag des Deutschen Wetterdienstes, 2012

#### **2.2.1.2 Arbeitshilfe für schleswig-holsteinische Städte und Gemeinden**

Die Arbeitshilfe für schleswig-holsteinische Städte und Gemeinden in Deutschland zur Integration von Klimaschutz und Energieeffizienz in die Stadtentwicklung wurde im Jahr 2011 vom Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein als Nachschlagewerk und Orientierungshilfe für Städte und Gemeinden erstellt. Es wurden fünf Handlungsfelder für eine zukünftige klimagerechte Stadtentwicklung identifiziert. Das Handlungsfeld 5 behandelt das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ in Bezug auf die Entstehung von Hitzeinseln in der Stadt. Nachfolgende Maßnahmen zur Vermeidung von Hitzeinseln werden beschrieben (SCHÜLE u. a., 2011):

- [...],„Erhaltung von Luftleitbahnen und Frischluftflächen
- Erhalt oder Förderung von Dach- und Fassadenbegrünungen
- Schaffung offener innerstädtischer Wasserflächen
- Einbeziehung von Hitzeschutzaspekten im Gebäudesektor, z.B. Verwendung heller Baumaterialien
- Hauswandverschattung und/oder Dämmung von Gebäudehüllen
- Beschattung gefährdeter Plätze und Orte [...]"

Literatur:

SCHÜLE, RALF ; JANSEN, ULRICH ; MADRY, THOMAS ; FOX-KÄMPER, RUNRID ; KELBERLAU, BURKHARD: *Klimaschutz und Anpassung in der integrierten Stadtentwicklung - Arbeitshilfe für schleswig-holsteinische Städte und Gemeinden*. Aachen : Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein, 2011.

## **2.2.2 Vorarbeiten zur energetischen Optimierung von Gebäuden und Bebauungsstrukturen unter besonderer Berücksichtigung des Kühlenergiebedarfs**

Aktuelle Berichte und Publikationen zum Themenbereich der energetischen Gebäudeoptimierung werden nachfolgend vorgestellt.

### **2.2.2.1 Gebäude maximaler Energieeffizienz mit integrierter erneuerbarer Energieerschließung (FFG-Projektnummer 822185, 56a,c,d/2012)**

Im Rahmen des institutsübergreifenden Projektes der TU Wien wurden Planungsleitfäden zu verschiedenen Themenbereichen rund um das Plusenergiegebäude entwickelt. Unter anderem beleuchtet einer der Leitfäden das Thema der Energieeffizienz in Städtebau und Raumplanung. Ein weiterer Leitfaden enthält - basierend auf einer umfangreichen Parameterstudie - Empfehlungen zur energetischen Optimierung im Gebäudeentwurf, wobei neben der Optimierung im Winterfall auch Themen der Sommertauglichkeit und des Kühlenergiebedarfs untersucht wurden.

Literatur:

KNAPPL, URSULA ; IPSER, CHRISTINA ; STIELDORF, KARIN: *Planungsleitfaden Plusenergie Teil 2 - Energieeffizienz in Städtebau und Raumplanung, Berichte aus Energie - und Umweltforschung* ( Nr. 56 c /2012). Wien : im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2012

IPSER, CHRISTINA ; STEINER, TOBIAS ; KREČ, KLAUS ; STIELDORF, KARIN: *Planungsleitfaden Plusenergie Teil 3 - Parameterstudien und Planungsempfehlungen zur Entwurfsoptimierung und Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden, Berichte aus Energie - und Umweltforschung* (ein Projektbericht im Rahmen des Programms Haus der Zukunft Nr. 56d/2012). Wien : im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2012

Die Leitfäden stehen auf der Projektseite zum kostenlosen Download zur Verfügung:  
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6074> (17.10.2014)

### **2.2.2.2 Sommertauglichkeit im Gebäudebestand (Wohnbauforschung des Bundesministeriums für Wirtschaft, Familie und Jugend, F1494)**

Die thermische Sanierung des Gebäudebestandes ist die aktuelle notwendige Maßnahme, um auf Ressourcenknappheit zu reagieren und den fossilen Energieverbrauch zu reduzieren. Dabei muss das zukünftige Klimaänderungsszenario berücksichtigt und geeignete Strategien gegen eine Überhitzung im Sommer implementiert werden. Die Broschüre der Arbeitsgruppe

Ressourcenorientiertes Bauen des Institutes für Konstruktiven Ingenieurbau der Universität für Bodenkultur dient als Hilfestellung für Bauträger, Hausverwaltungen, PlanerInnen und interessierte Bauherren und bietet einen Überblick über Möglichkeiten der passiven Gebäudekühlung.

Literatur:

TREBERSPURG, MARTIN ; DJALILI, MARIAM ; ERTL-BALGA, ULLA ; HOFBAUER, WILHELM: *Sommertauglichkeit im Gebäudebestand* (Gefördert aus Mitteln der Wohnbauforschung des Bundesministeriums für Wirtschaft , Familie und Jugend). Wien : Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur Wien, 2011

Die Studie steht zum kostenlosen Download zur Verfügung:

<https://www.google.at/#q=sommertauglichkeit+im+geb%C3%A4udebestand> (17.10.2014)

### **2.2.2.3 Auswirkungen des Klimawandels auf den thermischen Komfort in Bürogebäuden (FFG-Projekt Nummer 822200)**

Das 2011 abgeschlossene Projekt befasst sich mit den Auswirkungen des Klimawandels auf den thermischen Komfort am Beispiel mehrerer Bürogebäude in Wien und umfasst unter anderem die Ausarbeitung baulicher und technischer Maßnahmenpakete zur Gewährleistung der Sommertauglichkeit von 4 existierenden, typischen Bürogebäuden in Wien unter Vermeidung zusätzlicher energetischer Aufwendungen für die Gebäudekonditionierung.

In Klimadatensimulationen wurde dabei gezeigt, dass der Kühlbedarf künftig steigen der Heizwärmebedarf hingegen sinken wird. Aufgrund stadtklimatischer Gegebenheiten (Urbane Wärmeinseln) haben Gebäude in innerstädtischen Lagen heute schon einen höheren Kühl- als Heizwärmebedarf als solche in Standrandzonen.

Literatur:

BERGER, TANIA ; FORMAYER, HERBERT ; SMUTNY, ROMAN ; NEURURER, CHRISTOPH ; PASSAWA, RUDOLF: *Auswirkungen des Klimawandels auf den thermischen Komfort in Bürogebäuden, Berichte aus Energie- und Umweltforschung* (im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie Nr. 7/2012). Wien, 2011

### **2.2.2.4 School vent cool, Lüftung, passive Kühlung und Strategien für hochwertige Schulsanierungen (Haus der Zukunft 29/2013)**

Inhalte und Zielsetzung des Projektes School vent cool des Institutes für Nachhaltige Technologien (AEE INTEC) sind einerseits die Erhöhung der Gebäudeenergieeffizienz durch Konzepte für die hochwertige Schulsanierung, andererseits die Steigerung der Behaglichkeit und Qualität des Raumklimas durch untersuchte und getestete Lösungen für die Lüftung und passive Kühlung in Schulgebäuden. Als eine wichtige Maßnahme dazu sollten der Sonnen- und Blendschutz neben dem Lichtangebot in den Klassenzimmern verbessert werden. Das Projekt sollte ein Fundament für nachhaltige Bildungsstätten bieten.

Literatur:

KNOTZER, ARMIN ; VENUS, DAVID: School vent cool - Lüftung, passive Kühlung und Strategien für hochwertige Schulsanierungen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung (ein Projektbericht im Rahmen des Programms Haus der Zukunft Nr. 29/2013). Gleisdorf : im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2013

Der Leitfaden steht auf der Projektseite zum kostenlosen Download zur Verfügung:

<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6372> (17.10.2014)

#### **2.2.2.5 Sonnenschutz voraus, Technologieleitfaden Sonnenschutzsysteme (im Auftrag der Magistratsabteilung 20, Energieplanung)**

Der von e7 Energie Markt Analyse GmbH erstellte Leitfaden dient dazu, Gebäudeeigentümerinnen und -Eigentümern, Investorinnen oder Investoren sowie Planerinnen und Planern die Funktionsweise verschiedener Sonnenschutzsysteme zu erläutern und die Auswahl des geeigneten Sonnenschutzsystems für jedes Gebäude zu erleichtern. Nach einer Darstellung der funktionellen Anforderungen werden die marktgängigsten Sonnenschutzsysteme detailliert mit ihren Vor- und Nachteilen beschrieben, mit einem Ausblick auf die gegenwärtigen Neuentwicklungen in der Sonnenschutztechnologie.

Literatur:

VARGA, MÁRTON ; GERSTMANN, JOHANNES ; KUH, CHRISTOPH ; HOFER, GERHARD: MA20 Sonnenschutz! voraus - leitfaden-sonnenschutz.pdf, Hrsg. Magistratsabteilung 20 (2013)

Der Leitfaden steht zum kostenlosen Download zur Verfügung:

<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energieplanung/sep/pdf/leitfaden-sonnenschutz.pdf> (17.10.2014)

#### **2.2.2.6 LichtAusFassade, Optimierte Tages- und Kunstlichtversorgung über Fassaden, Beurteilung der Energiebilanz und der visuellen Qualität (Haus der Zukunft 26/2012)**

Das von der Bartenbach Lichtlabor GmbH, der Universität Innsbruck und der Forschungszentrum für integrales Bauwesen AG im April 2008 gestartete und 2011 abgeschlossene K-Projekt „Multifunctional Plug&Play Façade“ (MPPF), welches im COMET Programm gefördert wird, beschäftigte sich mit der Entwicklung multifunktionaler vorgefertigter Fassadenelemente. Der für die Behaglichkeit und den Energiebedarf für Heizen und Kühlen bedeutende Aspekt der Tageslichtnutzung und künstlicher Beleuchtung wurde im Lauf des Projektes deutlich herausgearbeitet. Thermische und lichttechnische Kenngröße und Charakteristika wurde definiert um derartige Fassadenelemente einheitlich bewerten zu können.

Literatur:

WILFRIED POHL: LichtAusFassade - Optimierte Tages- und Kunstlichtversorgung über Fassaden Beurteilung der Energiebilanz und der visuellen Qualität, Berichte aus Energie-

und Umweltforschung (ein Projektbericht im Rahmen des Programms Haus der Zukunft Nr. 26/2012). Aldrans : im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2011

Der Leitfaden steht auf der Projektseite zum kostenlosen Download zur Verfügung:  
<http://www.hausderzukunft.at/results.html/id6013> (17.10.2014)

### **2.2.3 Vorprojekte zum Thema integraler und vernetzter Planung als Mittel zur ökologischen und energetischen Optimierung von Gebäuden**

#### **2.2.3.1 Integrated Design - The MaTrID project**

Das Projekt MaTrID (Juni 2012 bis Dezember 2014) zielt darauf ab, die Umsetzung von Niedrigstenergiegebäuden bis 2020 entsprechend EU Gebäuderichtlinie 2010/31/EU zu unterstützen. Mit dem Integrated Energy Design (IED) Ansatz, soll die Komplexität des Planungsprozesses verringert und die Interaktionen zwischen den Planungsbeteiligten verbessert werden.

Der im Rahmen des MaTrID-Projektes entwickelte Prozessleitfaden Integrale Planung (NORDBY u. a., 2014) beschreibt einen integralen Planungsprozess anhand einzelner definierter Arbeitsschritte. Vorteile und Besonderheiten im Ablauf integraler Planungsprozesse werden anhand von Projektbeispielen dargestellt.

Der Leitfaden steht auf der Projektseite zum kostenlosen Download zur Verfügung:  
<http://www.integrateddesign.eu/downloads/Prozessleitfaden-Integrale-Planung.pdf>  
(17.10.2014)

#### **2.2.3.2 Co\_Be - Cost Benefits of Integrated Planning**

Das 2012 abgeschlossene Projekt Co\_Be (Cost Benefits of Integrated Planning) untersuchte Planungsprozesse nachhaltiger Gebäude, um die Vorteile einer integralen Planungsmethodik gegenüber der traditionellen, sequentiellen Methodik qualitativ und vor allem auch quantitativ zu bewerten.

Im Rahmen des Projektes wurde der umfangreiche Leitfaden „Integrale Planung - Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn“ (KOVACIC u. a., 2012) entwickelt. Dieser ist in mehrere Abschnitte gegliedert und enthält neben den Projektergebnissen Hintergrundinformationen zur Public Policy, eine Zusammenstellung an Tools und Werkzeugen für Planer und Bauherren, einen Gebäudekatalog mit Beispielgebäuden, mehrere Fallstudien, anhand derer der Prozessablauf unterschiedlicher Planungsprozesse dargestellt und analysiert wird, sowie die Ergebnisse der qualitativen Befragung verschiedener Planungsbeteiligter.

Der Leitfaden kann über die Publikationsdatenbank der Technischen Universität Wien kostenlos heruntergeladen werden:

[http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat\\_219310.pdf](http://publik.tuwien.ac.at/files/PubDat_219310.pdf) (17.10.2014)

[http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht\\_tritthart\\_2802.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/download/endbericht_tritthart_2802.pdf) (17.10.2014)

### 2.2.3.3 Leitfaden der IG Lebenszyklus Hochbau

Die IG Lebenszyklus Hochbau sieht ihre Aufgabe darin, neue Ansätze für eine nachhaltige und gesamtheitliche Betrachtungsweise bei der Finanzierung, Planung, Beschaffung und dem Betrieb eines Gebäudes (Neubau oder Sanierung) zu forcieren. Im Rahmen dieser Zielsetzung wurde unter anderem der Leitfaden „Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau“ (ACHAMMER u. a., 2013) entwickelt und herausgegeben.

Der Leitfaden richtet sich an Bauherren und alle Akteure, die am Lebenszyklus eines Gebäudes beteiligt sind und soll als Nachschlagewerk für eine transparente Abwicklung von Hochbauprojekten dienen. Verantwortungen der am Bauprozess beteiligten Bereiche werden schnittstellenübergreifend definiert und sichtbar für alle Beteiligten über den eigenen Leistungsbereich hinaus übersichtlich dargestellt.

Der Leitfaden kann bei der IG Lebenszyklus Hochbau kostenfrei bezogen werden:

<http://www.ig-lebenszyklus.at/> (17.10.2014)

### 2.2.3.4 Vernetzte Planung als Strategie zur Behebung von Lern- und Diffusionsdefiziten bei der Realisierung ökologischer Gebäude

Die Ergebnisse des 2002 abgeschlossene Projektes umfassen eine Analyse der Rollen der Planungsbeteiligten und deren Möglichkeiten und Handlungsspielräume, sowie Vorschlägen für eine Vorgangsweise zu ihrer Vernetzung. Der Ergebnisbericht zum Forschungsprojekt "Vernetzte Planung als Strategie zur Behebung von Lern- und Diffusionsdefiziten bei der Realisierung ökologischer Gebäude" (BRUNER u. a., 2002) enthält unter anderem einen Leitfaden, in welchem Ablauf und Arbeitsschritte der vernetzten Planung in drei Phasen erläutert und anhand zahlreicher Praxisbeispiele veranschaulicht werden.

Der Ergebnisbericht steht auf der Projektseite zum kostenlosen Download:

<http://www.nachhaltigwirtschaften.at/results.html/id1814> (17.10.2014)

## 2.3 Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts)

Für die energetische Optimierung von Gebäuden sind zahlreiche Publikationen und Planungstools verfügbar. Betrachtet man neben der energetischen auch die ökonomische Lebenszyklusoptimierung, so treten jene Schnittstellen und Entscheidungsphasen in den Betrachtungsfokus, durch die eine energetische Optimierung aufgrund rechtzeitiger und richtiger Weichenstellung ohne Zusatzkosten erreicht werden kann.

Diese Weichenstellungen erfolgen:

- in der **Bebauungsplanung**, denn hier werden die Potenziale in Bezug auf passive Maßnahmen und die Nutzbarkeit von erneuerbaren Energietechnologien festgelegt;

- in der **Entwurfsplanung und Gebäudekonzeption**, denn hier entscheidet sich, ob die durch die Bebauungsplanung vorgegebenen Möglichkeiten auch ausgeschöpft werden.

Einzelne Themenbereiche wie das Stadtklima und seine Auswirkungen auf den Kühlbedarf, Bebauungsstrukturen und die Nutzbarkeit von erneuerbaren Energietechnologien, integrale Planung zur Nutzung der architektonischen Möglichkeiten der energetischen Optimierung statt Einbau komplexer Haustechniksysteme oder der Umbau von Städten im Zuge von Abwanderung wurden in verschiedenen Arbeiten behandelt (siehe auch Kapitel 1.2 Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema).

Eine systematische Darstellung der Zusammenhänge und Wechselwirkungen von der Bebauungsplanung bis zur Entwurfsplanung liegt derzeit für die Minimierung des Kühlbedarfs jedoch nicht vor. Hier setzt die Studie smartKB\* mit dem Ziel an, den Lebenszyklus eines Gebäudes erweitert darzustellen, nämlich in Abhängigkeit von der Bebauungsplanung, welche die Rahmenbedingungen für das zukünftige Gebäude definiert.

Dabei wurden nicht nur Neubaustrukturen betrachtet, sondern vor allem auch bestehende städtische Strukturen, ihr Einfluss auf den Kühlenergiebedarf und die Möglichkeiten konkrete Maßnahmen zu setzen.

## **2.4 Beschreibung der Vorgangsweise**

Methoden für die Projektbearbeitung waren Literaturrecherche und -analyse, Interviews mit ExpertInnen und die Ergebnisaufbereitung mittels Diskussionen im Team sowie mit externen ExpertInnen. Zentral war ein Workshop mit eingeladenen ExpertInnen und PraktikerInnen aus den relevanten Bereichen. Die Diskussionsunterlagen wurden vorab zur Verfügung gestellt, um eine produktive Auseinandersetzung mit dem Thema zu gewährleisten.

Mittels Zusammenstellung und Analyse bestehender Forschungsprojekte, Vorstudien, Richtlinien und Literaturquellen wurden im ersten Schritt die wesentlichen Erkenntnisse des aktuellen Wissensstands zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs auf den drei untersuchten Planungsebenen (Bebauungsstruktur, Gebäudekonzeption, Planungsprozess) extrahiert und übersichtlich zusammengestellt.

Begleitend wurden einerseits ExpertInnenbefragungen zur Evaluierung bestehender Ansätze, Methoden und Tools durchgeführt, andererseits wurden Fallstudien herangezogen um die Möglichkeiten und Potenziale zur Kühlenergiebedarfsreduktion darzustellen.

In einem weiteren Schritt wurden im Rahmen eines ExpertInnenworkshops die aus der Analyse der drei untersuchten Planungsebenen (Bebauungsstruktur, Gebäudekonzeption, Planungsprozess) gewonnenen Erkenntnisse diskutiert und evaluiert. Durch die gezielte Auswahl und eine bewusste Zusammensetzung der Workshop-TeilnehmerInnen wurde der Praxisbezug der Forschungsergebnisse gesichert. Des Weiteren diente der Workshop der Identifikation des weiteren Forschungsbedarfs und der ersten Dissemination von Zwischenergebnissen. Die Erkenntnisse wurden in Form eines Protokolls verschriftlicht.

Basierend auf den Ergebnissen der drei Maßnahmenbereiche wurden im Anschluss praxisorientierte Handlungsempfehlungen formuliert und in vernetzter übersichtlicher Darstellungsweise zur Dissemination in Form von elektronischen Medien vorbereitet.

Durch wiederkehrende Projektmeetings und eine qualitätsgesicherte Kommunikation innerhalb des gesamten Projektteams, wurden das Erreichen der definierten und angestrebten Forschungsziele und das Einhalten des vorgesehenen Arbeits- bzw. Zeitplans gesichert.

## 3. Ergebnisse des Projektes

### 3.1 Bebauungsplanung - Kühlenergiebedarfsreduktion durch Bebauungsstrukturen

Während seit einigen Jahren hinsichtlich Reduktion des Heizwärmebedarfs große Effizienzsteigerungen zu verzeichnen sind, gewinnt die Gebäudekühlung aufgrund der Klimaerwärmung, aber auch durch gesteigerte Komfortansprüche der NutzerInnen, in den letzten Jahren auch im mitteleuropäischen Klima zunehmend an Bedeutung. Allerdings ist der potenzielle Einfluss von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen (v.a. Effizienz steigernde Maßnahmen im Gebäudesektor) gerade im Bereich Gebäudekühlung sehr groß. (KRANZL u. a., 2010)

Ausgeführte Beispiele zeigen, dass durch eine entsprechende Gebäudeplanung der Kühlbedarf von Gebäuden stark reduziert und im Idealfall sogar ganz auf eine aktive Gebäudekühlung verzichtet werden kann. Die Reduktion des Energiebedarfs für die Gebäudekühlung und die Deckung Restenergiebedarfs mit erneuerbaren Energien sind jedoch nur dann effizient möglich, wenn die Optimierung nicht nur auf Gebäudeebene stattfindet, sondern das städtebauliche Umfeld miteinbezogen wird.

In den Städten kommt es zur Entstehung höherer Temperaturen als im Umland, was als Hitzeinsel bezeichnet wird. Für das Stadtklima und damit die Ausbildung von städtischen Hitzeinseln sind neben den meteorologischen Bedingungen die folgenden Einflussfaktoren maßgebend: Topographie, Bebauungsstruktur, Vegetation, Bodenversiegelung, Kohlenwasserstoffemissionen und Abwärme. (MAYER, 2011)

Die Weltorganisation für Meteorologie (WMO) definierte im Jahr 1981 das Stadtklima durch ihre Kommission für Klimatologie wie folgt: „Das Stadtklima ist das durch die Wechselwirkung mit der Bebauung und deren Auswirkungen (einschließlich Abwärme und Emission von luftverunreinigenden Stoffen) modifizierte Klima.“ (WMO, 1983)

Infolge der unterschiedlichen Oberflächenbedeckungstypen und Bebauungsstrukturen bilden sich innerhalb des Mesoklimaraumes „Stadt“ verschiedene urbane Mikroklimata (Mikro-Skala  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ ) aus, wie z.B. das Mikroklima in Straßenschluchten, das Mikroklima in verschiedenen Typen von Innenhöfen, in Parkanlagen, innerhalb von Blockbaubereichen oder innerhalb von Einfamilienhaussiedlungen. (MATZARAKIS, 2001)

Abbildung 1: Atmosphärische Phänomene in der Meso- und Mikroskala und Skalen der räumlichen Planung (MATZARAKIS, 2001)

Horizontale Erstreckung	Atmosphärische Phänomene	Skalenbezeichnung	Planungsebene	Üblicher Kartenmaßstab
---200 km---	Gebirgeinflüsse, Land-/Seewind, Wolkencluster	Meso-Skala $\beta$	Landesplanung	1 : 500 000
--- 20 km ---	urbane Wärmeinsel, Gewitterzellen	Meso-Skala $\gamma$	Regionalplanung	1 : 50 000
--- 2 km ---	Kühlturmschwaden, Konvektion, Tornados	Mikro-Skala $\alpha$	Standort-, Flächen-nutzungsplanung	1 : 10 000
--- 200 m ---	Staubtromben, Thermik, Bauwerkseffekte	Mikro-Skala $\beta$	Bebauungsplanung	1 : 500
--- 20 m ---	Kleinräumige Turbulenz, Bauwerkseffekte	Mikro-Skala $\gamma$		

Das Stadtklima weist eine lufthygienische Komponente (chemisch und physikalisch bedingte Qualität der Stadtluft) und eine thermische Komponente auf. Bei der thermischen Komponente geht es um die gesamte Energetik der Stadtluft, nämlich um die Strahlung, fühlbare Wärme, latente Wärme, Gebäudewärme, Bodenwärme und anthropogen freigesetzte Wärme. (KUPSKI u. a., 2013)

Hinsichtlich Vertikalkomponente wird das Stadtklima in zwei Schichten unterteilt (Oke 1984, zitiert in MATZARAKIS, 2001):

- Urban Canopy Layer (UCL): Schicht von der Bodenoberfläche bis zur mittleren Hausdachhöhe. Aufgrund der unterschiedlichen Oberflächenbedeckungstypen und der variierenden vertikalen Erstreckungen bilden sich differenzierte urbane Mikroklimata aus.
- Urban Boundary Layer (UBL): Schicht oberhalb der UCL.

### 3.1.1 Planungsziel Vermeidung von Hitzeinseln, Zielkonflikte und Synergieeffekte

Der Bebauungsplan ist ein Instrument der Stadtplanung, und diese muss zahlreiche Ziele vereinbar machen. Planungsziele auf Quartiersebene beruhen auf dem örtlichen Entwicklungskonzept, das die Grundlage für die Flächenwidmungsplanung und Bebauungsplanung bildet. Grundlage für das örtliche Entwicklungskonzept ist die Raumordnungsgesetzgebung. Stellvertretend für die Rahmenbedingungen in den neun Bundesländern werden hier exemplarisch Planungsziele laut steirischem Raumordnungsgesetz beschrieben (StROG 2010):

- **Mensch/Gesundheit/Ressourcen:** Die Qualität der natürlichen Lebensgrundlagen ist durch sparsame und sorgsame Verwendung der natürlichen Ressourcen wie ... Luft zu erhalten und soweit erforderlich nachhaltig zu verbessern. ... Entwicklung der Siedlungsstruktur hat ... unter Berücksichtigung von Klimaschutzzielen zu erfolgen.
- **Mensch/Nutzungen:** Freihaltung von Gebieten mit der Eignung für eine Nutzung mit besonderen Standortansprüchen von anderen Nutzungen, die eine standortgerechte Verwendung behindern oder unmöglich machen.
- **Landschaft/Erholung:** Gestaltung und Erhaltung der Landschaft sowie Schutz vor Beeinträchtigungen, insbesondere von Gebieten mit charakteristischer Kulturlandschaft .... Schutz erhaltenswerter Kulturgüter, Stadt- und Ortsgebiete.
- **Naturraum/Ökologie:** Entwicklung der Siedlungsstruktur ... unter Berücksichtigung der ökologischen ... Tragfähigkeit. Gestaltung und Erhaltung der Landschaft sowie Schutz vor Beeinträchtigungen, insbesondere von Gebieten mit .... ökologisch bedeutsamen Strukturen.

**Das Planungsziel der Vermeidung von Hitzeinseln** ist somit im Hinblick auf die Wechselwirkungen bzw. Synergieeffekte und Zielkonflikte mit anderen Planungszielen zu betrachten. Das Planungsziel Vermeidung von Hitzeinseln kann in folgende Subziele untergliedert werden:

- **Vermeiden und Reduzieren der Sonneneinstrahlung** im Sommerhalbjahr (Maßnahme: Beschattung durch Bäume mit geschlossenen Baumkronen und/oder durch gebaute Strukturen);
- **Abführen der tagsüber eingestrahlten Sonnenenergie** durch nächtliche kühle Luftströmungen (Maßnahme: horizontale und vertikale Durchlüftung);
- **Maximieren von lokalen Kühleffekten** (Maßnahme: Verdunstungskühlung mittels Grünflächen und Wasser);
- **Vermeidung der Wärmespeicherung** bei gebauten Strukturen (Maßnahme: Verwendung von Materialien mit wenig Speicherkapazität und hoher Albedo).

Tabelle 1 und Tabelle 2 fassen Maßnahmen zusammen, die das Planungsziel „Vermeidung von Hitzeinseln“ unterstützen. Synergieeffekte und Zielkonflikte zwischen dem Planungsziel „Vermeidung von Hitzeinseln“ und weiteren Planungszielen auf Gebäudeebene und Quartiersebene werden kurz dargestellt.

Informationen für die Bebauungsplanung (Maßnahmen, Synergieeffekte und Zielkonflikte) sowie Angaben zu Tools und verfügbaren Detailinformationen sind in Anhang 1: *Checkliste für Gemeinden: Örtliche Entwicklungsplanung für kühle Gebäude ohne Technik* enthalten. Diese Informationen beinhalten auch eine Übersicht zu zahlreichen Studien, die den Kühleffekt von bestimmten Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Hitzeinsel-Effekt untersuchen. Die grundlegenden Wirkungsweisen von Maßnahmen auf den Hitzeinsel-Effekt werden von allen diesen Untersuchungen bestätigt. Das Ausmaß der Wirkung hängt jedoch stark von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten ab, da zwischen topographischen und meteorologischen Bedingungen, Bebauungsstruktur, verwendeten Materialien sowie Art und Umfang von Grünräumen starke Wechselwirkungen bestehen.

Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeinseln: Art und Funktionsweise	Synergieeffekte mit anderen Planungszielen; positive Aspekte	Mögliche Zielkonflikte mit anderen Planungszielen; mögliche negative Aspekte	Neutral in Bezug auf andere Planungsziele
<p><b>Beschattung des Außenraums (Straßenraum etc.) mit Hilfe von Laubbäumen und dichten Baumkronen:</b> Vermeidet bzw. reduziert die Sonneneinstrahlung im Sommerhalbjahr; zusätzlich kühlen Bäume durch Evapotranspiration; besonders wichtig bei in West-Ost-Richtung verlaufenden Straßen.</p>	<p><b>Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Außenraum:</b> Durch verminderte Einstrahlung und Evapotranspiration steigen die Temperaturen weniger stark. <b>Regenwassermanagement</b> macht Regenwasser für die Bewässerung von städtischen Bepflanzungen nutzbar und spart so Kosten für die Errichtung von Rückhaltebecken (Starkregenereignisse). <b>Gesunde Luft:</b> Bäume filtern Staubpartikel aus der Luft und verbessern so die Luftqualität.</p>	<p><b>Hohe Verkehrssicherheit:</b> Stürme und Starkregen können herabfallende Äste und umgestürzte Bäume verursachen und die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. <b>Geringe Betriebskosten:</b> Es kann ein Mehraufwand für die Straßenreinigung durch Blattfall im Herbst und ein Mehraufwand für die Bewässerung entstehen. <b>Gute Durchlüftung:</b> Geschlossene Baumkronen können den vertikalen Luftaustausch behindern. <b>Statische Gebäudesicherheit:</b> Zu nahe an Gebäuden gepflanzte Bäume können mit ihren Wurzeln die Statik von Gebäuden beeinträchtigen.</p>	<p><b>Solare Gewinne im Winter zur Reduktion des Energieverbrauchs für Raumheizung:</b> Laubbäume beschatten in West-Ost-Richtung verlaufende Straßenzüge im Sommer und ermöglichen solare Gewinne im Winter.</p>
<p><b>Beschattung des Straßenraums durch Bebauungsstrukturen</b> (gegenseitige Beschattung von Gebäuden, Balkone): vermeidet bzw. reduziert die Sonneneinstrahlung</p>	<p><b>Effiziente Nutzung von Fläche/Boden:</b> Dichte Bebauung erfüllt die Anforderungen an die effiziente Nutzung von Fläche/Boden. <b>Hohe Erholungsqualität und Tageslichtnutzung:</b> Höfe mit Grünflächen sorgen für Verdunstungskühlung, Erholungsqualität und ermöglichen die Nutzung von Tageslicht.</p>	<p><b>Solare Gewinne im Winter zur Reduktion des Energieverbrauchs für Raumheizung:</b> Durch die permanente Beschattung kann es zur Verminderung der solaren Gewinne im Winter kommen. <b>Hohe Naherholungsqualität/Lebensqualität:</b> Zu dichte Bebauung schränkt die Naherholungsqualität/Lebensqualität ein.</p>	
<p>Die <b>Durchlüftung des städtischen Raums</b> kombiniert mit Kaltluftzufuhr unterstützt den Abtransport von Wärme aus der Stadt.</p>	<p><b>Reduktion des Heiz- und Kühlenergiebedarfs von Gebäuden:</b> Wärmedämmung vermindert den Wärmeverlust im Winter und den Wärmeeintrag in das Gebäude im Sommer. Die Wärme verbleibt im Straßenraum und wird mit der Luftströmung abgeführt. <b>Lufthygiene:</b> Es werden auch Luftschadstoffe abgeführt. <b>Bepflanzung/Grünflächen:</b> Bepflanzungen können neben den bereits beschriebenen positiven Kühl- und Reinigungseffekten auch Luftströmungen gezielt lenken.</p>	<p><b>Anforderungen an den Bebauungsplan und die Verkehrserschließung</b> können die natürlichen Lüftungsbahnen und Kaltluftschneisen unterbrechen und so deren Funktion im Sommerhalbjahr stark beeinträchtigen. <b>Niedriger Heizenergiebedarf:</b> Im Winter können starke Winde den Energieverbrauch erhöhen.</p>	

**Tabelle 1: Wechselwirkungen des Planungsziels „Vermeidung von Hitzeinseln“ mit anderen Planungszielen und Maßnahmen: Ebene des Quartiers**

Maßnahmen zur Vermeidung von Wärmeinseln: Art und Funktionsweise	Synergieeffekte mit anderen Planungszielen; positive Aspekte	Mögliche Zielkonflikte mit anderen Planungszielen; mögliche negative Aspekte	Neutral in Bezug auf andere Planungsziele
<p><b>Weniger versiegelte Flächen und mehr Grünflächen erhöhen die Verdunstungskühlung</b> durch Evaporation (Wasserverdunstung von freien Flächen, wie unversiegelter Boden und Wasserflächen) und Transpiration (Verdunstung von Wasser über die Blätter; die Menge hängt von der Pflanzenart ab).</p>	<p><b>Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Außenraum:</b> Durch verminderte Einstrahlung und Evapotranspiration steigen die Temperaturen weniger stark.</p> <p><b>Reduktion des gebäudebezogenen Kühlenergiebedarfs:</b> Gründächer vermindern den Kühlenergiebedarf des begrünten Gebäudes.</p> <p><b>Reduktion des gebäudebezogenen Kühlenergiebedarfs bei Gebäuden mit großer Speichermasse:</b> Vertikale Grünflächen (Fassadenbegrünungen) vermindern den Kühlenergiebedarf des begrünten Gebäudes.</p> <p><b>Ökosystem in der Stadt:</b> Begrünte Flächen leisten einen positiven Beitrag zu Erhaltung von Ökosystemen.</p>	<p><b>Niedrige Wartungs- und Instandhaltungskosten:</b> Grünflächen am Gebäude erfordern eine Bewässerung. Hier ist darauf zu achten, dass es zu keinen Wasserschäden kommt.</p>	<p><b>Geringe Lebenszykluskosten:</b> Grünflächen am Gebäude verursachen Kosten in der Errichtung (Fassadenkonstruktion für die Bepflanzung, Substrat für das Gründach) und im Betrieb (Bewässerung, Pflege der Grünflächen). Berücksichtigt man die Einsparungen bei der Kühlenergie und weitere positive, nicht quantifizierbare Effekte, so wird das Ergebnis einer Lebenszyklusbewertung neutral bis positiv eingeschätzt.</p>
<p><b>Materialien mit hoher Albedo für Gebäude und den städtischen Raum reflektieren die solare Einstrahlung.</b> Dadurch heizen sich die Materialien weniger auf und die Oberflächentemperaturen sind geringer.</p>		<p><b>Langlebigkeit, Wartungs- und Instandhaltungskosten:</b> Es ist nicht gesichert, wie lange der gewünschte Effekt tatsächlich anhält und wann eine Erneuerung erfolgen muss.</p> <p><b>Umwelt- und Gesundheit:</b> Materialien sind dem Wetter ausgesetzt und es kann Abrieb entstehen. Das ist bei der Materialwahl zu berücksichtigen (Abriebfestigkeit).</p> <p><b>Nächtliche Abstrahlung:</b> Bei dichter Bebauung kann sich der Außenraum erwärmen, wenn der Sky View Faktor gering ist und die Strahlung in der Nacht nicht abgegeben werden kann.</p> <p><b>Reduktion des Energieverbrauchs für Raumheizung:</b> Material mit hoher Albedo kann sich negativ auf den Energieverbrauch auswirken.</p>	

**Tabelle 2: Wechselwirkungen des Planungsziels „Vermeidung von Wärmeinseln“ mit anderen Planungszielen und Maßnahmen: Quartier und Gebäude**

### 3.1.2 Siedlungstypologien und Mikroklima

Die in Österreich übliche Charakterisierung der Bebauung (offene, geschlossene gekuppelte Bauweise, Geschoßflächenzahl, Grundflächenzahl, Baumassenzahl, Bauklasse) lässt keine Rückschlüsse auf das energetische Verhalten eines Quartiers im Winter (Wärmebedarf der Gebäude) und im Sommer (Kühlbedarf der Gebäude und Aufenthaltsqualität im städtischen Freiraum) zu.

In mehreren Projekten wurden Stadtraumtypologien zur energetischen Charakterisierung von Quartieren erarbeitet:

- Stadtraumtypenkatalog zur Beschreibung der solaren Flächenpotenziale in deutschen Städten (ECOFYS, 2008 und EVERDING, 2010)
- Typologie zur Beschreibung des Wärmeverbrauchs im österreichischen Gebäudebestand (Projekt ENUR: <http://enur.project.tuwien.ac.at/> 15.09.1014)
- Basistypologie von städtebaulichen Strukturen und Definition möglicher städtebaulicher Indikatoren bezogen auf das Potenzial der energetischen Kooperation und des nutzbaren Sonnenenergieanteils (MORGENSTEIN, 2013)
- Typologie mit siedlungsspezifischen Kenngrößen und flächenbezogenen Anhaltswerten zum Energieverbrauch (ausschließlich Wärme) von Siedlungstypen in Abhängigkeit der Siedlungsdichte (Blesl 2002, zitiert in ERHORN-KLUTTIG u. a., 2011)

Diese Typologien sind hinsichtlich Einschätzung des Kühlenergiebedarfs nicht geeignet, da kleinräumige Gegebenheiten und wechselseitige Einflüsse von Topographie, Bebauung, Vegetation und Mikroklima für die Ausbildung von Hitzeinseln ausschlaggebend sind.

Eine dem gegenständlichen Thema näherstehende Typologie ist jene, die im Rahmen des Projekts UFT-ADI (Urban Fabric Types and Microclimate Response - Assessment and Design Improvement) entwickelt wurde. In diesem Projekt wurden stadtgestalterische Maßnahmen speziell für Freiräume entwickelt, die zur Verbesserung der mikroklimatischen Bedingungen beitragen. Auf Basis von klimatischen, topologischen, vegetationsbezogenen und stadtmorphologischen Kriterien wurden 15 Stadtraumtypen ermittelt und detailliert beschrieben. Die Beschreibung beinhaltet Angaben zu Art und Weise der Bebauung, Höhe der Bebauung, zur Grünausstattung, dem Anteil der versiegelten Flächen etc... Einzelne repräsentative Ausschnitte von charakteristischen Stadtraumtypen wurden vertieft untersucht. Neben der Auswertung verfügbarer Geodaten wurde das Mikroklima für aktuelles und künftiges Klima simuliert. Darauf aufbauend wurden gestalterische Maßnahmen entwickelt, deren Auswirkungen mittels weiterer Simulationen getestet wurden. Es wurde ein Planungsleitfaden erarbeitet, der Maßnahmen zur Verbesserung des Mikroklimas enthält. Mit dem Planungsleitfaden des Projekts Urban Fabric liegt eine hilfreiche Unterlage vor, die zwar in erster Linie auf eine Verbesserung der Aufenthaltsqualität im Außenraum abzielt, indirekt aber auch für die gegenständliche Fragestellung wertvolle Informationen liefert. (STILES u. a., 2014)

Um Aussagen zur mikroklimatischen Situation eines bestimmten Quartiers machen zu können sind letztendlich spezifische Informationen erforderlich, die mit Hilfe von Simulationsprogrammen ermittelt werden müssen. Beispiele sind das Simulationsprogramm ENVI-met und das Klimasimulationsmodell MUKLIMO\_3.

Sogenannte Klimafunktionskarten, die Auskunft über die kleinräumigen Bedingungen und die Wärmeinseln im bebauten Gebiet geben, bieten unterstützende und zielführende Informationen für die Bearbeitung bzw. Überarbeitung des örtlichen Entwicklungskonzepts und für die nachgelagerten Planungsschritte, sie müssen aber für ein bestimmtes Gebiet speziell erstellt werden. Zusätzliche Informationen bieten Solarflächenkataster und Grünflächenkataster, die ebenfalls spezifisch erstellt werden müssen.

### **3.1.3 Bedarf an Forschung und unterstützenden Hilfsmitteln**

Durch thermische Sanierung und effizienteren Neubau sowie den vermehrten Einsatz erneuerbarer Energieträger sind in den nächsten Jahrzehnten große Effizienzsteigerungen zu erwarten. Im Gegensatz dazu wird für die Raumkühlung bis Mitte des Jahrhunderts mit einem stark steigenden Strombedarf gerechnet. Gerade hier ist allerdings der potenzielle Einfluss von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen (v.a. Effizienz steigernde Maßnahmen im Gebäudesektor) sehr groß. (KRANZL u. a., 2010)

Im Hinblick darauf ergab die Projektbearbeitung folgenden Bedarf an unterstützenden Hilfsmitteln:

**Klimafunktionskarten:** Mikroklimatische Informationen und insbesondere Klimafunktionskarten unterstützen bei der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung. Darüber hinaus liefern sie wertvolle Informationen über mikroklimatische Gegebenheiten für die Gebäudeplanung. Klimafunktionskarten sollten flächendeckend zur Verfügung stehen.

**Energieausweis versus Energiekonzept auf Quartiersebene:** Derzeit wird der Energieausweis gemäß Richtlinie 2010/31/EU für ein bestimmtes Gebäude bzw. für eine bestimmte Nutzungszone erstellt. Erneuerbare Energie, die am Standort oder in der Nähe des Standorts bereitgestellt wird, kann im Energieausweis berücksichtigt werden. Somit ist bereits in der derzeit gültigen Richtlinie die Systemgrenze vom Gebäude auf das Umfeld erweitert. Untersuchungen zeigen, dass bestimmte alternative Energieversorgungslösungen für ein Gebäude nicht sinnvoll sind, für einen Gebäudeverband jedoch zielführend sein können. Auch unter dem Aspekt des außeninduzierten Kühlbedarfs könnte es sinnvoll sein, die Systemgrenze vom Gebäude auf das Quartier zu erweitern, da eine wechselseitige Beeinflussung von Bebauungsstrukturen und Flächennutzungen stattfindet und daher eine gesamtheitliche Optimierung sinnvoll wäre. Diesem Ansatz widersprechen die meist unterschiedlichen Besitzverhältnisse, die eine gesamtheitliche Optimierung in der Praxis kaum zulassen werden. Daher wird alternativ ein Energiekonzept auf Quartiersebene vorgeschlagen, aus dem verbindliche Anforderungen für die Bebauungsplanung abgeleitet werden. Die Erstellung von Energiekonzepten und Szenarien für die energetische Analyse als Grundlage für die Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung zur Kühlbedarfsreduktion

sind derzeit noch nicht Stand der Technik. Auf Gebäudeebene sollte die energetische Optimierung eines Gebäudes anhand der realen mikroklimatischen Gegebenheiten und einer Bandbreite von Klimadaten durchgeführt werden, um eine Planungslösung mit hoher Resilienz zu gewährleisten.

Die Wechselwirkungen zwischen Bebauungsstrukturen, topographischen und meteorologischen Gegebenheiten sowie die unterschiedlichen mikroklimatischen Anforderungen hinsichtlich der energetischen Optimierung von Gebäuden in der heißen und in der kalten Jahreszeit machen deutlich, dass energetische Untersuchungen als Informationsgrundlage für die Bebauungsplanung notwendig sind. Aus den Ergebnissen der Analyse werden dann verbindliche Anforderungen vor allem für die Bebauungsplanung abgeleitet. Meteorologische Informationen und insbesondere Klimafunktionskarten unterstützen im Planungsprozess.

### 3.2 Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden

Durch die Klimaerwärmung, aber auch durch gesteigerte Komfortansprüche der NutzerInnen, gewinnt die Gebäudekühlung in den letzten Jahren auch im mitteleuropäischen Klima zunehmend an Bedeutung. Ausgeführte Beispiele zeigen jedoch, dass durch eine entsprechende Gebäudeplanung der Kühlbedarf von Gebäuden stark reduziert, oder sogar ganz auf eine aktive Gebäudekühlung verzichtet werden kann – und das ohne Komforteinbußen.

Maßnahmenbereich	Planungsentscheidungen und Einflussparameter
<b>Standort und Klima</b>	Standort mit Fremdverschattung
	Standortgestaltung zur Vermeidung bzw. Verringerung des Hitzeinseleffektes
	Standort in größerer Höhenlage
<b>Baukörperorientierung</b>	Orientierung aufgrund von solaren Strahlungseinträgen
	Orientierung aufgrund von lokalen Windrichtungen
<b>Gebäudegeometrie</b>	Gegliedertes Gebäudegrundriss (Anordnung von Lichthöfen etc. für kühle Zuluft)
	Eigenverschattung (durch Fassadengliederung, Dachvorsprünge, Balkone, Loggien, Laibungstiefe, usw.)
<b>Größe und Orientierung von Verglasungen</b>	Geringer Fensterflächenanteil in der Fassade
	Vermeidung großer ost- und westorientierter Glasflächen
	Vermeidung von Schräg- und Horizontalverglasungen
<b>Oberflächengestaltung der opaken Teile der Gebäudehülle</b>	Verwendung heller Fassaden- und Dachfarben und Materialien

Maßnahmenbereich	Planungsentscheidungen und Einflussparameter
<b>Sonnenschutz</b>	Verwendung von feststehendem Sonnenschutz (außen)
	Verwendung von beweglichem Sonnenschutz (außen)
	Verwendung von innenliegendem, beweglichem Sonnenschutz
	Verwendung von Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum
	Verwendung von beweglichem Sonnenschutz im Kasten- bzw. Verbundglasfenster
	Verwendung von Sonnenschutzgläsern
<b>Wärmespeicherung</b>	Einsatz von Speichermasse im Gebäude
	Verwendung von Phase-Change-Materials (PCM)
<b>Pflanzen</b>	Verwendung von Bäumen, Sträuchern, Gräsern zur Verschattung
	Einsatz von Fassaden- und Dachbegrünung
<b>Passive Kühlsysteme</b>	Gezielte Anordnung und Dimensionierung von Lüftungsöffnungen (z.B. für Querlüftung)
	Einsatz von Nachtlüftung
	Einsatz von Lüftung durch thermischen Auftrieb
	Einsatz von windunterstützter Lüftung
	Einsatz von Verdunstungsabkühlung
<b>Subjektive Temperaturwahrnehmung</b>	Senkung der Anforderung an das Raumklima (Zulassen höherer Temperaturbereiche)

**Tabelle 3: Maßnahmenbereiche und Einflussparameter bzw. Planungsentscheidungen zur Reduktion des Kühlbedarfs durch Gebäudedesign und passive Maßnahmen**

In Bezug auf den Gebäudeentwurf lassen sich unterschiedliche bauliche Maßnahmen identifizieren, die dazu beitragen können eine sommerliche Überhitzung zu vermeiden. Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden zehn Maßnahmenbereiche definiert, denen sich einzelne kühlbedarfsrelevante Planungsmaßnahmen zuordnen lassen (vgl. Tabelle 3). Die einzelnen Maßnahmenbereiche werden im Folgenden kurz beschrieben. Eine detaillierte Beschreibung mit konkreten Handlungsempfehlungen findet sich in Anhang 3: *Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Langfassung)*.

### 3.2.1 Standort und Klima

Jeder Standort bietet spezifische einzigartige Außenbedingungen, die eine sorgfältige Analyse erfordern. Eine genaue Kenntnis der wesentlichen Klimafaktoren und -elemente ist für den Planungserfolg von maßgeblicher Bedeutung. Sie bestimmen die Energie- und Stoffmengen, die für die Realisierung und den Betrieb von Gebäuden benötigt werden. (vgl. HERZOG u. a., 2004, S. 19ff) Zu den wesentlichen standortbezogenen Einflussfaktoren auf den Kühlenergiebedarf von Gebäuden zählen etwa der Sky View Factor (SVF, Grad der

Sichtbarkeit des Himmels von einem bestimmten Punkt am Boden aus) bzw. Höhe und Abstand von benachbarten Objekten, Materialien und Oberflächenbeschaffenheiten, Grün- und Wasserflächen. (vgl. FREY, 2014, S. 17)

### **3.2.2 Baukörperorientierung**

Ein wirksames bautechnisches Mittel zur Vermeidung der Raumüberwärmung durch Sonneneinstrahlung in Sommer- und Übergangszeiten ist die geeignete Wahl der Baukörperorientierung. (vgl. ÖNORM B 8110-3, 2012, Pkt. 4)

### **3.2.3 Gebäudegeometrie**

Durch suboptimale Entwurfsentscheidungen (z.B. betreffend Standortparameter, Gebäudegeometrie- und -orientierung, Oberflächen, Luftdichtheit, Bauweise, Fensterparameter) werden die Aufwendungen für den Geräteeinsatz zur Raumkonditionierung verdoppelt oder gar verdreifacht. (vgl. LECHNER, 2009, S. 7ff) In der gemäßigten Klimazone ist v.a. die Gebäudekubatur und das Oberflächen-Volumen-Verhältnis (A/V Verhältnis, ein Maß für die Kompaktheit) und damit ein Kompromiss zwischen Transmissionswärmeverlusten, Tageslichtversorgung und natürlicher Lüftung von besonderer Bedeutung. (vgl. HAUSLADEN u. a., 2011, S. 68)

### **3.2.4 Größe und Orientierung von Verglasungen**

Öffnungen und Wärme stehen in einem dialektischen Verhältnis: Einerseits ist im Winter das Entweichen von Wärme durch die Öffnungen zu verhindern und mehr oder weniger gleichzeitig passive Wärmegewinne zu erwirtschaften, andererseits erfordert das sommerliche Klima einen Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung, um ein Aufheizen der Innenräume zu verhindern sowie Lüftung und Klimatisierung zu gewährleisten. Neben der Außentemperatur sind dabei Intensität und Dauer der Sonneneinstrahlung sowie der Sonneneinstrahlungswinkel auf die Fassade wichtig. (vgl. HAFKE u. a., 2010, S. 20)

### **3.2.5 Oberflächengestaltung von opaken Bauteilen**

Fassadenoberflächen können sich bei direkter Sonneneinstrahlung auf bis zu 80°C aufheizen. Dadurch bildet sich eine Luft-Grenzschicht direkt vor der Fassade, deren Temperatur bis zu 10 K über der Umgebungstemperatur liegen kann. (vgl. TREBERSPURG u. a., 2011, S. 11) Wie stark sich eine Fassade unter Sonneneinstrahlung erwärmt, ist abhängig von den reflektierenden Eigenschaften der Farbpigmente. In der Regel heizen sich dunkle Farben unter Sonneneinstrahlung viel stärker auf als helle.

### **3.2.6 Sonnenschutz**

Der Kühlbedarf von Gebäuden wird durch den Einsatz von Verschattungssystemen reduziert. Je nach Ausrichtung der Fenster muss gem. DIN 4108-2 ab einem Fensterflächenanteil von 7-15 % (bezogen auf die Raumgrundfläche) der Nachweis des sommerlichen Wärmeschutzes erbracht werden. Der dafür relevante „Sonneneintragskennwert“ ergibt sich aus der Größe der Fensterfläche, dem g-Wert

(Gesamtenergiedurchlassgrad) der Verglasung einschließlich des Sonnenschutzes und der Raumgrundfläche. Die Wirkung des Sonnenschutzes wird über den Abminderungsfaktor  $F_c$  auf den Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung abgebildet.

### **3.2.7 Wärmespeicherung**

Durch Transmission von strahlungsdurchlässigen Baumaterialien kommt es zu Energieeinträgen in Gebäude. Trifft die Strahlung auf Oberflächen im Rauminnen, wird ein Teil der Energie durch Absorption auf das Material übertragen und von dort über Wärmeleitung weitertransportiert bzw. wieder abgestrahlt. Der solare Energieeintrag auf strahlungsundurchlässiges Baumaterial wird entsprechend der Materialeigenschaften „eingelagert“. Dieses Potenzial wird als thermische Speicherkapazität bezeichnet. Die Energie wird mehr oder weniger zeitversetzt über Wärmestrahlung in den Raum zurückgeführt. Durch geeignete Materialwahl und Bauteildimensionierung kann dieser Effekt dazu genutzt werden, Temperaturspitzen abzufedern ohne dass neue Energie für Heizen oder Kühlen zugeführt werden muss. (vgl. HERZOG u. a., 2004, S. 25)

### **3.2.8 Pflanzen**

Durch gezielte Bepflanzung im Außenraum wird das Mikroklima um ein Gebäude verbessert. Dafür eignen sich neben Bäumen auch Sträucher, Büsche und Gräser. Bei der Pflanzung von Bäumen ist auf die Wahl des Standortes und der Baumart mit ihrer Belaubungsdauer und Lichtdurchlässigkeit der Krone im Jahresverlauf zu achten. (vgl. TREBERSPURG u. a., 2011, S. 20) Durch die verminderte sommerliche Aufheizung der Gebäudehülle und durch die Verdunstungsleistung von Pflanzen und Substrat erreichen begrünte Fassaden einen spürbaren Kühlungseffekt und wirken als „naturnahe Klimaanlage“. Vor allem fassadengebundene Begrünungen wirken wie ein zusätzlicher Teil der Wärmedämmung auf Basis geringerer oberflächennaher Luftgeschwindigkeiten und vermindern durch ihre Pufferwirkung temperaturbedingte Spitzenwerte. (vgl. PITHA u. a., 2013, S. 8)

### **3.2.9 Subjektive Temperaturwahrnehmung**

Thermische Behaglichkeit ist definiert als das Gefühl, das Zufriedenheit mit dem Umgebungsklima, speziell mit der Temperatur, ausdrückt. Aufgrund individueller Unterschiede in der Bevölkerung ist es unmöglich, ein einziges Umgebungsklima festzulegen, das jedermann zufrieden stellt. Es wird stets einen Prozentsatz an Unzufriedenen geben. Es ist jedoch möglich, ein Umgebungsklima festzulegen, von dem vorausgesagt werden kann, dass es von einem gewissen Prozentsatz der dem Klima ausgesetzten Personen als annehmbar empfunden wird. (vgl. ÖNORM EN ISO 7730, 2006, Pkt. 7) Entsprechend ÖNORM 8110 Teil 3 gilt sommerliche Überwärmung in Wohngebäuden als vermieden, wenn die empfundene Raumtemperatur während Hitzeperioden im jeweiligen Nutzungszeitraum eine festgelegte Grenztemperatur von 27°C am Tag und 25°C in der Nacht nicht überschreitet.

### **3.3 Kühlenergiebedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse**

Unter "Integraler Planung" wird in der Literatur die simultane Mitwirkung aller am Planungsprozess Beteiligten (also InvestorInnen, ProjektentwicklerInnen, PlanerInnen und FachplanerInnen, BetreiberInnen sowie NutzerInnen) schon von den frühesten Planungsphasen an verstanden (vgl. KOVACIC & SEIBEL, 2010). Diese Planungsmethode eignet sich ausgezeichnet um eine Miteinbeziehung aller betroffenen Planungsbeteiligten in die jeweils relevanten Planungsentscheidungen sicherzustellen.

Am Beginn einer Gebäudeplanung steht oftmals der Vorentwurf eines ArchitektInnenteams, der im Entwurf, der Einreichplanung, der Ausführungsplanung und letztendlich in der Detailplanung endet. Die Weichenstellung zur Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden erfolgt jedoch bereits in den allerersten Planungsphasen. Entscheidungen, die hier getroffen werden, sind rückwirkend schwer und nur mit erhöhtem Aufwand zu ändern.

Neben den ArchitektInnen gibt es eine Vielzahl an FachplanerInnen und SonderkonsulentInnen, deren Planungsentscheidungen den Kühlenergiebedarf direkt (gezielt) oder indirekt beeinflussen können. Diese sollten ihr Spezialwissen bereits in frühen Planungsphasen einbringen, da hier noch der Planungsspielraum besteht um vorhandene Potenziale bestmöglich auszunutzen und Zielkonflikte unterschiedlicher Planungsanforderungen zu vermeiden oder bestmöglich zu lösen.

Obwohl die Methode der integralen oder vernetzten Planung in Fachkreisen seit vielen Jahren bekannt ist und auf theoretischer Ebene stetig diskutiert, analysiert und weiterentwickelt wird, erfolgen Planungsprozesse in der Praxis noch immer meist sequentiell und ohne klares Bewusstsein für die Wechselwirkungen der verschiedener Architektur- und Fachplanungsentscheidungen. Als Hindernisgründe für Integrale Planungsprozesse werden in der Literatur neben traditionellen Denkmustern und Arbeitsmodellen vor allem der häufige Zeitdruck in der Vorentwurfsphase und die vermeintlich höheren Planungskosten genannt. Dabei werden Planungsaufgaben und damit verbundene Kosten tatsächlich teilweise nur in frühere Planungsphasen verlagert (siehe NORDBY u. a., 2014, S. 8) bzw. kann in Bezug auf die Lebenszykluskosten eine Optimierung oder sogar Minimierung erzielt werden (vgl. KOVACIC, 2010).

#### **3.3.1 Wechselwirkungen kühlbedarfsrelevanter Planungsentscheidungen mit anderen Planungszielen des nachhaltigen Bauens**

Ein zentrales Ziel des smartKB\* Projektes war das Identifizieren und Aufzeigen der relevanten Schnittstellen im Planungsprozess für die Optimierung des Gebäudeentwurfs in Bezug auf den außeninduzierten Kühlenergiebedarf. Im Rahmen einer umfassenden Literaturrecherche und -analyse zeigte sich recht schnell, dass sämtliche für den Kühlenergiebedarf relevanten Planungsentscheidungen bereits in den allerersten Planungsphasen (spätestens in der Vorentwurfsphase) getroffen werden müssen. Dieses Erkenntnis wurde in Gesprächen mit PraktikerInnen und ExpertInnen bestätigt.

Die Aufmerksamkeit wurde daher von der zeitlichen Lokalisierung der wesentlichen Entscheidungsphasen im Planungsprozess, auf die Identifikation und Analyse der Wechselwirkungen von kühlbedarfsrelevanten Planungsentscheidungen mit wichtigen anderen Planungszielen nachhaltiger Gebäude, und das Aufzeigen der kühlbedarfsrelevanten Schnittstellen zwischen den projektbeteiligten Personen (Architektur, Fachplanung, SonderkonsulentInnen usw.) gerichtet.

Dazu wurden in einem ersten Schritt die Wechselwirkungen kühlbedarfsrelevanter Planungsentscheidungen mit anderen Planungszielen des nachhaltigen Bauens untersucht. Basierend auf einem Vergleich verschiedener bestehender Gebäudebewertungs- und zertifizierungssysteme (nach IPSEr u. a., 2009) wurde eine Kriterienliste zusammengestellt, die die umfangreichen und teilweise gegensätzlichen Anforderungen repräsentiert, die an moderne und nachhaltige Gebäude gestellt werden (Tabelle 4).

<b>Themenbereich</b>	<b>Bewertungskriterium, mögliches Planungsziel</b>
Energieeffizienz	Passive Solarenergienutzung im Winter
	Minimierung Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste
	Tageslichtautonomie
erneuerbarer Energieträger	Energieerzeugung mit aufgeständerter PV/Solarthermie
	Energieerzeugung mit dach-/fassadenintegrierter PV/Solarthermie
	Energieerzeugung mit sonstigen Energieträgertechnologien am Gebäude
Ökologie	Verwendung ökologischer/gesunder Baustoffe und Materialien
	Reduktion des Flächenverbrauchs/ der Flächenversiegelung
Sicherheit	Brandschutzsicherheit
	Einbruchschutz
	Nutzungssicherheit
	Barrierefreiheit
Wirtschaftlichkeit	Niedrige Investitionskosten
	Niedrige Wartungs- und Instandhaltungskosten
	Geringe Kosten für Reinigung und Pflege
	Langlebigkeit (Nutzungsdauer)
	Zugänglichkeit für Wartung-/Reinigung
Flexibilität	Nutzungsflexibilität
Gesundheit und Wohlbefinden	Schallschutz (zum Außenraum), akustischer Komfort
	Hohe Raumluftqualität (hygien. Luftwechsel, Filter, ...)
	Direktlichteintrag im Winter
NutzerInnen-zufriedenheit	Verfügbarkeit privater und halböffentlicher Freiräume
	Visueller Komfort (Blendschutz, Sichtkontakt zum Außenraum, ...)
	Blendschutz

Themenbereich	Bewertungskriterium, mögliches Planungsziel
	Einflussnahmemöglichkeit der NutzerInnen (z.B. auf Gebäudeautomation)

**Tabelle 4: Zusammenstellung möglicher Planungsziele moderner nachhaltiger Gebäude**

Diese Zusammenstellung an möglichen Planungszielen moderner und nachhaltiger Gebäude wurde in Form einer Matrix den identifizierten Maßnahmenbereichen und Planungsentscheidungen zur Reduktion des außeninduzierten Kühlenergiebedarfs gegenübergestellt (siehe Tabelle 6). Jede Schnittstelle (jedes Matrixelement) wurde in einem mehrstufigen Verfahren bewertet (Einzelbewertung durch Mitglieder des Projektteams, Diskussion in kleinen Arbeitsgruppen und Endbewertung in einem internen Workshop) und eingestuft als:

- **Möglicher Zielkonflikt (3/rot):** Zwischen diesen beiden Planungszielen gibt es mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Zielkonflikt, der nur durch einen geeigneten Kompromiss oder durch eine Zielreduktion gelöst werden kann.
- **Wechselwirkung mit Synergie- bzw. Zielkonfliktpotenzial (2/gelb):** Zwischen diesen beiden Planungszielen können Wechselwirkungen auftreten (Zielkonflikte und/oder Synergieeffekte), die durch eine rechtzeitige Berücksichtigung im Planungsprozess vermieden oder gelöst bzw. genutzt werden können.
- **Mögliche Synergie (1/grün):** Bei der Umsetzung dieser beiden Planungsziele können bei rechtzeitiger Berücksichtigung im Planungsprozess Synergieeffekte genutzt werden.
- **Keine Wechselwirkung (leer/weiß):** Zwischen diesen beiden Planungszielen ist keine relevante oder starke Wechselwirkung erkennbar bzw. im Planungsprozess zu berücksichtigen.

Die durchgeführte Analyse der Wechselwirkungen kühlbedarfsrelevanter Planungsentscheidungen mit anderen Planungszielen des nachhaltigen Bauens macht die starke Verknüpfung der einzelnen Planungsentscheidungen deutlich und lässt erkennen wie wichtig es für einen optimierten Gebäudeentwurf ist, FachplanerInnen und SonderkonsulentInnen von Beginn an in Planungsentscheidungen mit einzubeziehen, die sich auf den Kühlenergiebedarf des Gebäudes auswirken.

### 3.3.2 Planungsgruppen für den integralen Planungsprozess

Für eine optimale Umsetzung der kühlbedarfsrelevanten Planungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der möglichen auftretenden Wechselwirkungen mit anderen Planungszielen ist ein integraler Planungsprozess bzw. die Einbeziehung aller betroffenen planungsbeteiligten Personen Voraussetzung. Basierend auf den identifizierten Wechselwirkungen wurde daher in einem nächsten Schritt für jede definierte Planungsentscheidung zur Reduktion des außeninduzierten Kühlenergiebedarfs eine „Planungsgruppe“ definiert. Diese zeigt auf welche planungsbeteiligten Personen in die

jeweilige Entscheidung mit einzubeziehen sind, um Synergien optimal zu nutzen und mögliche Zielkonflikte im Vorhinein zu vermeiden oder bei unvermeidbaren Zielkonflikten geeignete Kompromisse zu entwickeln. Tabelle 5 zeigt eine Auflistung aller Planungsbeteiligten, die dabei berücksichtigt wurden.

<b>Abkürzung</b>	<b>Planungsbeteiligte im integralen Planungsprozess</b>
<b>BH</b>	Bauherrschaft / AuftraggeberIn (Nutzung)
<b>ARCH</b>	Architekturplanung
<b>EL</b>	Fachplanung Elektrik
<b>TW</b>	Fachplanung Tragwerk
<b>TGA</b>	Fachplanung Technische Gebäudeausrüstung
<b>BPH</b>	Fachplanung Bauphysik
<b>SIM</b>	Thermisch-energetische Gebäudesimulation
<b>FM</b>	Facility Management
<b>FP Brandschutz</b>	Fachplanung Brandschutz
<b>FP Außenraum</b>	Fachplanung Außenraumgestaltung (Garten- und Landschaftsplanung)
<b>SK Lichtplanung</b>	SonderkonsulentIn für Licht- und Tageslichtplanung
<b>SK Sonnenschutz</b>	SonderkonsulentIn für Sonnenschutztechnik
<b>SK Gebäudeautomation</b>	SonderkonsulentIn für Gebäudeautomation
<b>SK Schallschutz</b>	SonderkonsulentIn für Schallschutz und Akustik
<b>SK Gebäudebegrünung</b>	SonderkonsulentIn für Vegetationstechnik (Dach- und Fassadenbegrünung)
<b>SK Erneuerbare</b>	SonderkonsulentIn für erneuerbare Energien (Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie usw.)
<b>SK Materialökologie</b>	SonderkonsulentIn für Materialökologie
<b>SK Mikroklima</b>	SonderkonsulentIn für Klimatologie / Stadtklima (Wind, Strahlungsbilanz)

**Tabelle 5: Planungsbeteiligte Personen mit Bezug zu Kühlenergiebedarfsrelevanten Planungsentscheidungen im integralen Planungsprozess**

Weitere Planungsziele des nachhaltigen Bauens		Energieeffizienz			erneuerbarer Energieträger		Ökologie		Sicherheit			Wirtschaftlichkeit				Flex.	Gesundheit/ Wohlbefinden			NutzerInnen-zufriedenheit			Legende:				
Maßnahmenbereich	Planungsentscheidungen, Maßnahmen zur Reduktion des KB*	Passive Solarenergienutzung im Winter	Minimierung Lüftungs- und Transmissionswärmeverluste	Tageslichtautonomie	Energiegewinnung mit aufgeständerter PV/Solarthermie	Energiegewinnung mit dach-/fassadenintegr. PV/Solarthermie	Energieerzeugung mit sonstigen Energieträgertechnologien am Gebäude	Verwendung ökologischer Baustoffe und Materialien	Reduktion des Flächenverbrauchs/ der Flächenversiegelung	Brandschutzsicherheit	Einbruchschutz	Nutzungssicherheit	Barrierefreiheit	Niedrige Investitionskosten	Niedrige Wartungs- und Instandhaltungskosten	Geringe Kosten für Reinigung und Pflege	Langlebigkeit (Nutzungsdauer)	Zugänglichkeit für Wartung-/Reinigung	Nutzungsflexibilität	Schallschutz (zum Außenraum), akustischer Komfort	Hohe Raumluftqualität (hygien. Luftwechsel, Filter, ...)	Direktlichteintrag im Winter		Verfügbarkeit privater und halböffentlicher Freiräume	Visueller Komfort (Blendschutz, Sichtkontakt zum Außenraum, ...)	Blendschutz	Einflussnahmemöglichkeit der NutzerInnen (Gebäudeautomation)
Subjektive Temperaturwahrnehmung	Senkung der Anforderung an das Raumklima (Zulassen höherer Temperaturbereiche)		0											0	0											2	ARCH, BH (Nutzer), FM, TGA (Anlagendimensionierung), BPH, SIM
Standort und Klima	Standortwahl mit Fremdverschattung	2		2	2	2																2				2	ARCH, BH, BPH (solare Standortanalyse), falls vorgesehen: SK Erneuerbare
	Standortwahl ohne Wärmeineffekte (geringer Versiegelungsgrad, ...)		2				0		2																		ARCH, BH, BPH (solare Standortanalyse)
	Standortwahl in größerer Höhenlage	0	2	0	0	0																0					ARCH, BH, BPH (solare Standortanalyse)
Baukörperorientierung	Orientierung aufgrund von solaren Strahlungseinträgen	0			0	0																0					ARCH, BPH (solare Standortanalyse), falls vorgesehen: SK Erneuerbare
	Orientierung aufgrund von lokalen Windrichtungen		1												1		1										ARCH, BPH, SK Windsimulation
Gebäudegeometrie	Gegliedertes Gebäudegrundriss (Anordnung von Lichthöfen etc. für kühle Zuluft)		2	0					1					1					1	1			0	0			ARCH, BPH, SK Lichtplanung, falls vorgesehen: SK Erneuerbare, SK Gebäudebegrünung
	Eigenverschattung (durch Fassadengliederung, Dachvorsprünge, Balkone, Loggien, usw.)	1	2	2		1				1				2	1	2	1					1	0	1			ARCH, BPH, SK Lichtplanung, falls vorgesehen: SK Erneuerbare, SK Gebäudebegrünung
Größe und Orientierung von Verglasungen	Geringer Fensterflächenanteil in der Fassade	2	0	2		0								0	0	0			1	0		2		2			ARCH, BPH, SIM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz, FM
	Vermeidung großer ost- und westorientierter Glasflächen	1	0	2		0								0	0	0			1	0		2		2			
	Vermeidung von Schräg- und Horizontalverglasungen	2	0	2	0	0								0	0	0		0		0		2		2			
Oberflächengestaltung opake Gebäudehülle	Verwendung heller Fassaden- und Dachfarben und Materialien	2		0										1		1											ARCH, FM (v.a. bezügl. Reinigung)
Sonnenschutz	Verwendung von feststehendem Sonnenschutz (außen)	1		1	1	1								2		1		1				1	1	0	2	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz	
	Verwendung von beweglichem Sonnenschutz (außen)		0			1				0				2	1	1	1	1					1	0	0	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz, bei Bedarf: SK Gebäudeautomation	
	Verwendung von innenliegendem beweglichem Sonnenschutz																						1	0	0	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz	
	Verwendung von Sonnenschutz im Scheibenzwischenraum	2	0	2										2	1			2				1	1	0	2	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz	
	Verwendung von beweglichem Sonnenschutz im Kasten- bzw. Verbundglasfenster		0														1							1	0	0	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz, bei Bedarf: SK Gebäudeautomation
	Verwendung von Sonnenschutzgläsern	2		2										1								2	2		1	ARCH, BPH, SIM, FM, SK Lichtplanung, SK Sonnenschutz	
Wärmespeicherung	Einsatz von Speichermasse im Gebäude	0					1											1	0							ARCH, TWP, BPH/SIM, SK Materialökologie, FM (speicherwirksame Flächen frei halten)	
	Verwendung von Phase-Change-Materials (PCM)	0												2				1								ARCH, TWP, BPH/SIM, FM (speicherwirksame Flächen frei halten)	
Pflanzen	Verwendung von Bäumen, Sträuchern, Gräsern zur Verschattung	1		1	1	1	1							1		2			0	0	1	0	0			ARCH, SK Gebäudebegrünung/FP Außenraum, SK Lichtplanung, BPH, FM, falls vorgesehen: SK Erneuerbare, falls statisch relevant: TWP	
	Einsatz von Fassaden- und Dachbegrünung		0		0	2		0						2	1	2		1		0	0	0	0			ARCH, SK Gebäudebegrünung/FP Außenraum, BPH, SK Lichtplanung, FM, FP Brandschutz, TWP, falls vorgesehen: SK Erneuerbare	
Passive Kühlsysteme	Gezielte Anordnung und Dimensionierung von Lüftungsöffnungen (z.B. für Querlüftung)		1						1	1									1	0					0	ARCH, BPH, SIM, FM, FP Brandschutz, SK Windsimulation, SK Schallschutz, SK Einbruchschutz	
	Einsatz von Nachtlüftung								1	1								2	1	0						ARCH, BPH, SIM, FM, FP Brandschutz, SK Einbruchschutz, SK Schallschutz, bei Bedarf: SK Gebäudeautomation	
	Einsatz von Lüftung durch thermischen Auftrieb				1	1				1									1	1	0					ARCH, BPH, SIM, FM, SK Schallschutz, SK Brandschutz	
	Einsatz von windunterstützter Lüftung									1										1	0					ARCH, BPH, SIM, FM, SK Schallschutz, SK Brandschutz, SK Mikroklima	
	(Einsatz von Verdunstungsabkühlung)								0					2	1	1			1		0					ARCH, BPH, SIM, FM, FP Freiraum	

Tabelle 6: Matrix zur Darstellung der jeweils betroffenen Planungsbeteiligten und der Wechselwirkungen zwischen kühlbedarfsrelevanten Planungsentscheidungen und anderen Planungszielen nachhaltiger Gebäude.

### **3.4 ExpertInnenworkshop**

Im Rahmen des Forschungsprojektes smartKB\* wurde ein interdisziplinärer Themenworkshop mit ExpertInnen und PraktikerInnen aus den Fachbereichen Architektur, Städtebau, Haustechnik, Bauphysik, Sonnenschutz, Klimatologie, Fassadenbegrünung, Facility Management durchgeführt. Ziel des Workshops war die Vorstellung und Evaluierung der Zwischenergebnisse, sowie die Diskussion der Erkenntnisse und offenen Fragen in einer interdisziplinär zusammengesetzten Runde. Durch die Miteinbeziehung von erfahrenen PraktikerInnen in die Diskussion wurde der Praxisbezug der gewonnenen Erkenntnisse hergestellt und gesichert.

Die Diskussionen erfolgten dazu im Plenum bzw. in drei Arbeitsgruppen, welche die im Projekt untersuchten Maßnahmenebenen widerspiegeln.

#### **3.4.1 Arbeitsgruppe 1: Kühlbedarfsreduktion durch Bebauungsstrukturen**

Ein Ziel des smartKB\* Projektes war es, die Wechselwirkungen zwischen Bebauungsstrukturen und dem Kühlenergiebedarf von Gebäuden zu beschreiben und Empfehlungen für die Bebauungsplanung wie auch für die Gebäudeplanung auszuarbeiten. Folgende Fragestellungen standen im Interessensfokus der Arbeitsgruppe 1 im durchgeführten Themenworkshop:

- Welchen Stellenwert hat die Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden derzeit in der Stadt- und Bebauungsplanung?
- Welche sind die wesentlichen Hebel mit der größten Wirksamkeit zur Reduktion von Hitzeinseln?
- Welche sind die wesentlichen Wechselwirkungen zwischen der städtebaulichen Optimierung zur Vermeidung von Wärmeinseln und anderen Planungszielen moderner Stadtplanung (Synergieeffekte und problematische Wechselwirkungen)?

#### **3.4.2 Arbeitsgruppe 2: Entwurfsstrategien und passive Maßnahmen zur Kühlbedarfsreduktion von Gebäuden**

Ein weitere Aufgabe von smartKB\* war die systematische und übersichtliche Zusammenstellung der für den außeninduzierten Kühlbedarf von Gebäuden entscheidenden Planungsmaßnahmen, sowie die Identifikation der relevanten bauklimatischen Zusammenhänge und der Wechselwirkungen von kühlbedarfsrelevanten Planungsentscheidungen mit den zahlreichen weiteren Planungszielen moderner Gebäude.

Folgende Fragestellungen wurden daher in Arbeitsgruppe 2 diskutiert:

- Welchen Stellenwert hat die Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden derzeit in der Gebäudeplanung?
- Was sind die wesentlichen Entwurfs- und Planungsentscheidungen mit der größten Wirksamkeit zur Reduktion des außeninduzierten Kühlbedarfs von Gebäuden?

- Was sind die wesentlichen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsziel "Reduktion des Kühlenergiebedarfs" und anderen Planungszielen moderner Gebäudeplanung (Synergieeffekte und problematische Wechselwirkungen)?

### 3.4.3 Arbeitsgruppe 3: Kühlbedarfsreduktion durch integrale Planungsprozesse

Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden außerdem die wesentlichen Entscheidungsphasen und Schnittstellen im Planungsprozess, die auf den Kühlenergiebedarf von Gebäuden Einfluss nehmen, identifiziert.

Folgende Fragestellungen wurden den Diskussionen in Arbeitsgruppe 3 zugrunde gelegt:

- Welchen Stellenwert hat die Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden derzeit im Planungsprozess?
- Wo liegen die wesentlichen oder problematischen Wechselwirkungen zwischen dem Planungsziel "Reduktion des Kühlenergiebedarfs" und anderen Planungszielen moderner Stadt- und Gebäudeplanung?
- Welches sind die wesentlichen Planungsphasen und wo liegen die wesentlichen Schnittstellen im Planungsprozess zur Reduktion des Kühlenergiebedarfs von Gebäuden?

### 3.4.4 Zusammenfassung der Diskussionsergebnisse

Die wichtigsten Erkenntnisse und Statements der TeilnehmerInnen aus den Arbeitsgruppen und der abschließenden Plenumsdiskussion wurden im Anschluss an den Workshop thematisch gegliedert und den einzelnen Maßnahmenebenen zugeordnet. Ein detaillierter Nachbericht zum Workshop befindet sich in Anhang 4: *Nachbericht Themenworkshop smartKB\**. Die wichtigsten neuen Erkenntnisse aus dem Workshop werden im Folgenden zusammengefasst:

#### Maßnahmenebene 1

- Der tatsächliche **Einfluss des Mikroklimas auf das Gebäude** ist **derzeit noch wenig quantifiziert**. Erste Ansätze kann ein in Entwicklung befindliches Simulationstool der BOKU liefern, das mesoklimatische Informationen mit mikroklimatischen verschneidet. Geplant ist die Entwicklung eines Planungstools, das spezifische Empfehlungen für Bebauungstypologien auf Basis von Simulationsergebnissen liefert.
- Infrarotkartierungen der Stadt Wien, die Aufschluss über die Verteilung von Hitzeinseln im Stadtraum geben, sind vorhanden, wenn auch schon älter.
- **Mikroklimatische Fragestellungen** im Zusammenhang mit Bebauungsstrukturen sind **derzeit noch ein Randthema in der Stadtplanung**, was sich zukünftig ändern soll. Die Stadtentwicklungsplanung könnte dabei Zielwerte vorgeben, um im Anschluss darauf Bezug zu nehmen.

- Insbesondere **durch Begrünungsmaßnahmen** kann eine „**win-win-Situation**“ erzielt werden, die zu **Verbesserungen** der **Luftqualität**, des **Stadtklimas** und des **Regenwassermanagements** führt.
- **Stadtstrukturen** sind **differenziert** zu **betrachten**. Breite, versiegelte Straßenzüge verursachen ausgeprägte Hitzeinseln. In dicht bebauten Gebieten weisen O/W orientierte Straßenzüge ein kritischeres thermisches Verhalten auf als jene mit N/S Ausrichtung.

## Maßnahmenebene 2

- Abgesehen vom außeninduzierten Kühlenergiebedarf wurden vermehrt auch **innere Wärmelasten im Sommer** und die dadurch auftretenden hohen Raumtemperaturen in den Diskussionsmittelpunkt gerückt.
- **Vorgaben an den Kühlenergiebedarf von Gebäuden müssen sinnvoll und umsetzbar sein**. Die alleinige Einhaltung des außeninduzierten Kühlenergiebedarfs (KB\*) eliminiert lediglich energetische Unvereinbarkeiten, und ist darüber hinaus wenig effektiv.
- Soll künftig auf weitere Anforderungen Rücksicht genommen werden, so kann das nur bei entsprechender **Honorierung von Planungsleistungen** passieren. In den letzten Jahren leisten FachplanerInnen und ArchitektInnen dahingehend immer mehr Planungsarbeit bei gleichzeitig sinkenden Angebotspreisen, was relativ schnell unwirtschaftlich wird.
- „**Climate Proofing**“ also der Nachweis, dass das Mikroklima am Standort durch ein neu errichtetes Gebäude nicht verschlechtert wird, sollte durch den Gesetzgeber vorgegeben werden. Gebäudezertifizierungssysteme haben dahingehend bereits erste Entwicklungen eingeleitet.
- Zu den **Aufgaben der FachplanerInnen** gehört es, den NutzerInnen Hilfestellungen bei der **Formulierung von Entscheidungsgrundlagen für Zielvorgaben** für geplante Gebäude zu leisten; sei es in Bezug auf die Energie- und CO<sub>2</sub>- Bilanz oder ähnliches.
- Mehrere DiskussionsteilnehmerInnen sprachen das Thema von **Bekleidungs Vorschriften** an bzw. inwieweit diese das persönliche Temperaturempfinden der Menschen beeinflussen. Hier stellte sich die Frage, wieviel Bekleidungs Vorschriften im Verhältnis zu Kühlenergiekosten wert sein können und ob diese Thematik der Bauherrschaft aufgezeigt werden sollte.
- Die **freie Arbeitszeiteinteilung** spielt je nach Bürokultur bereits eine Rolle, daran kann sich auch der Umgang mit Kleidungs Vorschriften anpassen. Diesbezügliche Simulationstools gäbe es. Als Beispiel wurde eine Nutzerzufriedenheitssimulation für die Nationalbank genannt.

### Maßnahmenebene 3

- Die **Flexibilität und Anpassbarkeit von Gebäuden** ist oftmals eine wichtige Zielvorgabe für Bauprojekte und kann einen starken **Zielkonflikt mit kühlbedarfsreduzierenden Maßnahmen** darstellen.
- **Leistungen der Ausführungsplanung** werden im integralen Planungsprozess zusehends **in die Vorentwurfsphase verschoben**
- **Integrale Planung** sollte eigentlich **als Selbstverständlich** erachtet werden.

## 3.5 Zusammenstellung und Entwicklung von Handlungsempfehlungen

Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden drei unterschiedliche Maßnahmenebenen zur Senkung des Kühlenergiebedarfs behandelt (Bebauungsplanung, Gebäudekonzept und Planungsprozess), welche jedoch in Wechselwirkung zueinander stehen und koordiniert zur Anwendung kommen müssen. Ein weiteres Ziel des Projektes war daher die zielgruppenorientierte Aufbereitung der Ergebnisse und die Formulierung und übersichtliche Zusammenstellung praxisorientierter Handlungsempfehlungen zur Senkung des Kühlenergiebedarfs in Gebäuden unter Einbeziehung aller Planungsebenen und -beteiligten.

Da bei dieser Studie die fachliche Nutzbarkeit und damit die zukünftige praktische Anwendung der Ergebnisse besonders wichtig ist, wurde eine Motiv- und Marktforscherin zugezogen, um die zielgruppengerechte Aufbereitung der Ergebnisse und somit die breite Anwendbarkeit zu unterstützen. Die Ergebnisse des smartKB\* Projektes liegen nun in Form mehrere Dokumente vor:

- Eine **Checkliste für Gemeinden**: Örtliche Entwicklungsplanung für kühle Gebäude ohne Technik (Anhang 1)
- Ein detaillierter **Planungsleitfaden**: Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Langfassung) (Anhang 3)
- Eine **Kurzbroschüre** in verständlicher Sprache um eine möglichst breite Zielgruppe zu erreichen: Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Kurzbroschüre) (Anhang 2)

Diese Dokumente für die Verbreitung der Projektergebnisse enthalten neben unterschiedlich detaillierten Hintergrundinformationen konkrete Handlungsempfehlungen für die unterschiedlichen Planungs- und Maßnahmenebenen.

### 3.5.1 Handlungsempfehlungen für Gemeinden

Zusammenfassend lassen sich auf Ebene der Gemeinden folgende Handlungsempfehlungen formulieren:

### 3.5.1.1 „Mikroklimatische Entwicklung“ als Bestandteil der örtlichen Entwicklungsplanung

**Akteur:** Gemeinde bzw. Gemeindeverband

**Erforderlich:** Mikroklimatische Informationen (z.B. Klimafunktionskarte, meteorologische Expertise) und geänderte Abläufe in der örtlichen Entwicklungsplanung

**Erläuterung:** Das Thema „mikroklimatische Entwicklung“ sollte im Rahmen der Erstellung bzw. Überarbeitung des örtlichen Entwicklungskonzepts bearbeitet werden und fester Bestandteil dieser Planungsstufe sein. Sämtliche Überarbeitungsschritte bzw. Änderungen der örtlichen Entwicklungsplanung sind auf mögliche negative mikroklimatische Auswirkungen zu untersuchen und gegebenenfalls zu adaptieren. Dazu müssen mikroklimatische Informationen, beispielsweise in Form einer Klimafunktionskarte, vorliegen. Das örtliche Entwicklungskonzept ist die Grundlage für alle weiteren Planungsschritte. Findet hier ein „Climate Proofing“<sup>5</sup> statt, so ist gewährleistet, dass die Anforderungen für die nachfolgenden Planungsstufen unter Berücksichtigung der örtlichen topographischen und mikroklimatischen Gegebenheiten abgeleitet werden können.

### 3.5.1.2 Energiekonzepte als Grundlage für die Bebauungsplanung

**Akteur:** Gemeinde bzw. Gemeindeverband

**Erforderlich:** Fachexpertise und Budget

**Erläuterung:** Die Wechselwirkungen zwischen Bebauungsstrukturen, topographischen und meteorologischen Gegebenheiten sowie die unterschiedlichen mikroklimatischen Anforderungen hinsichtlich der energetischen Optimierung von Gebäuden in der heißen und in der kalten Jahreszeit machen deutlich, dass energetische Untersuchungen als Informationsgrundlage für die Bebauungsplanung notwendig sind. Aus den Ergebnissen der Analyse werden dann verbindliche Anforderungen vor allem für die Bebauungsplanung abgeleitet. Meteorologische Informationen und insbesondere Klimafunktionskarten unterstützen im Planungsprozess. Die ganzheitliche energetische Bilanzierung von Siedlungen einschließlich der Wechselwirkungen hinsichtlich der mikroklimatischen Auswirkungen in der heißen und in der kalten Jahreszeit sollte zum Standardrepertoire bei der Erstellung von Bebauungsplänen gehören. Als Vorbild kann die in Bayern durchgeführte SOLENOP (Solarenergetische Optimierung von größeren Neubaugebieten) dienen. (REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG, 2009)

---

<sup>5</sup> Climate Proofing, dt.: Sicherung gegenüber dem Klimawandel sowie Prüfverfahren zur Integration von Klimawandelfolgen <http://www.klima-und-raum.org/climate-proofing-dt-sicherung-gegenueber-dem-klimawandel-sowie-pruefverfahren-zur-integration-von-klim> (17.10.2014)

### 3.5.1.3 „Climate Proofing“ für die Gebäudeplanung

**Akteur:** Gemeinde als Baubehörde (Baubewilligung)

**Erforderlich:** Mikroklimatische Informationen und insbesondere Klimafunktionskarten sowie ein erweiterter Energieausweis in Form von Szenarien

**Erläuterung:** Unter „Climate Proofing“<sup>6</sup> versteht man in diesem Zusammenhang die Prüfung eines Gebäudekonzepts auf Resilienz: Würde das Gebäude auch unter verschärften klimatischen Anforderungen wie beispielsweise lange sommerliche Hitzeperioden funktionieren? Verändert das Gebäude das Mikroklima der Umgebung nachteilig oder gibt es einen positiven Effekt? Mikroklimatische Informationen und insbesondere Klimafunktionskarten unterstützen bei der Flächenwidmungs- und Bebauungsplanung. Darüber hinaus liefern sie wertvolle Informationen über mikroklimatische Gegebenheiten für die Gebäudeplanung. Die für die Berechnung von Energieausweisen zur Verfügung stehenden Klimadaten berücksichtigen kleinräumige Abweichungen nicht. Mit dem Programm Meteororm können jedoch Klimadatensätze generiert werden, die mikroklimatische Gegebenheiten für energetische Simulationsprogramme nach den Angaben der AnwenderInnen beinhalten. Es können jederzeit Szenario-Rechnungen für Extremsituationen durchgeführt werden. Es stellt sich somit die Frage, inwiefern Klimafunktionskarten und die enthaltenen mikroklimatischen Informationen für die Gebäudeplanung wirklich notwendig sind. Sie können jedenfalls dazu beitragen, dass diese Berechnungen auf der Basis besser abgesicherter Annahmen durchgeführt werden. Wenn ein „Climate Proofing“ der Gebäudeplanung erfolgen soll, sind möglichst genaue Umfeldinformationen essentiell, weil manche technische Lösungen nur in einem bestimmten Temperaturbereich gut funktionieren, dafür aber geringere Kosten verursachen. Klimafunktionskarten sollten flächendeckend zur Verfügung stehen.

### 3.5.1.4 Mehr Baumpflanzungen

**Akteur:** Gemeinde bzw. Gemeindeverband

**Erforderlich:** Fachexpertise und Budget

**Erläuterung:** Baumpflanzungen und Begrünungen sind wirksame Maßnahmen zur Vermeidung von Hitzeinseln, die überdies vielfache positive Nebenwirkungen aufweisen. Diese Maßnahmen sind in jedem Fall empfehlenswert, insbesondere Baumpflanzungen. Mögliche Probleme lassen sich durch gute Planung und Pflege der Bepflanzung vermeiden. Die städtische Baumpflege ist möglicherweise ein Bereich, dem mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Dazu ist es notwendig, einen Überblick über den derzeitigen Stand der finanziellen und personellen Ausstattung sowie der organisatorischen Abwicklung in

---

<sup>6</sup> Climate Proofing, dt.: Sicherung gegenüber dem Klimawandel sowie Prüfverfahren zur Integration von Klimawandelfolgen <http://www.klima-und-raum.org/climate-proofing-dt-sicherung-gegenueber-dem-klimawandel-sowie-pruefverfahren-zur-integration-von-klim> (17.10.2014)

Österreich zu gewinnen. So können bestehende Lösungen möglicherweise weiterentwickelt und verbessert werden.

### **3.5.2 Handlungsempfehlungen in Bezug auf den Gebäudeentwurf**

Ausgeführte Beispiele zeigen, dass durch eine entsprechende Gebäudeplanung der Kühlbedarf von Gebäuden stark reduziert, oder sogar ganz auf eine aktive Gebäudekühlung verzichtet werden kann. Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden zehn Themenbereiche definiert, denen sich einzelne kühlbedarfsrelevante Planungsmaßnahmen zuordnen lassen:

#### **3.5.2.1 Berücksichtigung der standortbezogenen und klimatischen Rahmenbedingungen**

Lokal vorherrschende klimatische Bedingungen und spezifische Standortparameter bilden die Grundlage für einen (kühl-) energieeffizienten Gebäudeentwurf. Beispielsweise ermöglichen Standorte mit viel Sonnenstrahlung und niedrigen Außenlufttemperaturen (z.B. Standorte in größeren Seehöhen) die passive Solarenergienutzung im Winter mit großen südorientierten Glasflächen, denn unerwünschte Wärmeeinträge im Sommer können durch die niedrigeren Lufttemperaturen leichter wieder abgelüftet werden.

#### **3.5.2.2 Berücksichtigung der Baukörperorientierung**

Durch gezielte Orientierung des Baukörpers zur Sonne und zu den lokalen Windrichtungen kann eine Raumüberwärmung in Sommer- und Übergangszeiten vermieden werden. Südorientierte Glas- und Fassadenflächen lassen sich im Sommer z.B. leichter vor unerwünschter Sonneneinstrahlung schützen, als Ost- oder Westfassaden. Richtig auftreffende Winde können für die Belüftung des Gebäudes und den Abtransport unerwünschter Wärmelasten genutzt werden.

#### **3.5.2.3 Wahl einer geeigneten Gebäudegeometrie**

Innenhöfe, gegliederte Gebäudegrundrisse und gegliederte oder gefaltete Fassaden ermöglichen eine gezielte Verschattung der Fassade durch eigene Bauteile und erleichtern die Anordnung von Lüftungsöffnungen.

#### **3.5.2.4 Bewusste Dimensionierung und Anordnung von Glasflächen**

Große Glasflächen ermöglichen die Tageslichtnutzung und die passive Solarenergienutzung im Winter, können jedoch zu unerwünschten Wärmeeinträgen im Sommer führen. Vor allem Glasflächen an Ost- und Westfassaden, sowie Horizontal- und Schrägverglasungen müssen sorgfältig dimensioniert werden um zu hohe Wärmeeinstrahlung im Sommer zu vermeiden.

#### **3.5.2.5 Oberflächengestaltung der opaken Gebäudehüllen**

Die Oberflächentemperatur der opaken (nicht transparenten) Teile der Gebäudehülle lässt sich durch gezielte Auswahl von Farben, Materialien und Konstruktion beeinflussen. Dunkle

Oberflächen heizen sich z.B. bei Sonneneinstrahlung stärker auf, während helle oder reflektierende Oberflächen einen höheren Strahlungsanteil in den Himmel oder ins Gebäudeumfeld zurückwerfen.

#### **3.5.2.6 Einsatz von Sonnenschutzsystemen**

Unterschiedliche Verschattungssysteme können eingesetzt werden um den Strahlungseintrag durch die Verglasung zu reduzieren und flexibel auf die jeweiligen klimatischen Bedingungen zu reagieren. Außenliegende Verschattungseinrichtungen schützen am wirksamsten vor Überhitzung.

#### **3.5.2.7 Ausgleich der Temperaturspitzen durch Wärmespeicherung**

Durch die gezielte Anordnung von „speicherwirksamer Masse“ (massive Bauteile und Baustoffe an der Oberfläche von Innenräumen, z.B. unverkleidete Betondecken) können Temperaturspitzen in der Raumluft ausgeglichen und Temperaturextreme vermieden werden.

#### **3.5.2.8 Einsatz von Pflanzen zur Verschattung und zur Verbesserung des Mikroklimas**

Pflanzen können nicht nur das Mikroklima um das Gebäude verbessern, sondern auch als Fassadenbegrünung, oder vor Fenstern und Glasflächen angeordnet, zur gezielten Verschattung der Fassade eingesetzt werden.

#### **3.5.2.9 Einsatz passiver Kühlsysteme**

Passive Kühlsysteme halten Gebäude im Sommer mit natürlicher Lüftung oder Verdunstungskühlung ohne den Einsatz zusätzlicher Energie auf angenehmen Temperaturen.

#### **3.5.2.10 Erhöhen der Behaglichkeit durch gestalterische Maßnahmen**

Temperaturgrenzen für das Behaglichkeitsempfinden lassen sich durch Materialität und Struktur von Oberflächen, Farbgebung und Lichtsituation erweitern, z.B. empfinden die meisten Menschen mit roten Farbtönen gestaltete Räume wärmer als in blauen Tönen gehaltene.

#### **3.5.2.11 Reduktion der inneren Wärmelasten**

Eine wesentliche Rolle bei der Erzielung behaglicher Raumtemperaturen im Sommer spielt auch die Reduktion innerer Wärmelasten (Wärmeabgabe durch Beleuchtung, Maschinen usw.). Dieser Themenbereich war nicht Teil des smartKB\* Projektes und wird hier der Vollständigkeit halber angeführt.

### **3.5.3 Handlungsempfehlungen in Bezug auf den Planungsprozess**

In Bezug auf den Planungsprozess lassen sich drei essenzielle Faktoren für die Umsetzung kühlenergieeffizienter Gebäude zusammenfassen:

#### **3.5.3.1 Formulierung des Planungsziels "kein / niedriger Kühlenergiebedarf" bereits vor Planungsbeginn**

Während seit einigen Jahren hinsichtlich Reduktion des Heizwärmebedarfs große Effizienzsteigerungen zu verzeichnen sind, fehlt derzeit sowohl bei der Bauherrschaft als auch bei den meisten Planungsbeteiligten noch das Bewusstsein für die steigende Bedeutung der Gebäudekühlung. Ein Kernaspekt einer erfolgreichen Planung ist jedoch die klare Zielformulierung. Ziele, die im Vorfeld der Planung nicht oder nicht genau formuliert werden, können im Entwurfsprozess nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Eine deutliche Zielformulierung in Bezug auf die Gebäudekühlung (Sommertauglichkeit, Minimierung des Kühlenergiebedarfs, Einsatz passiver Kühlsysteme usw.) vor Planungsbeginn stellt somit eine Grundvoraussetzung für die Entwicklung eines kühlenergieoptimierten Gebäudeentwurfs dar.

#### **3.5.3.2 Berücksichtigung kühlenergierelevante Aspekte bereits in den frühesten Planungsphasen**

Die Weichenstellung zur Planung von kühlbedarfsoptimierten Gebäuden erfolgt bereits in den allerersten Planungsphasen (Bedarfsplanung, Standortwahl und Standortanalyse), spätestens jedoch in der Vorentwurfsphase. Entscheidungen, die hier getroffen werden, sind rückwirkend schwer und nur mit erhöhtem Aufwand zu ändern. FachplanerInnen und SonderkonsulentInnen müssen daher bereits in diesen frühen Planungsphasen in Planungsentscheidungen eingebunden werden, die sich auf den Kühlenergiebedarf des Gebäudes auswirken.

#### **3.5.3.3 Umsetzung integraler oder vernetzter Planungsprozesse**

Obwohl die Methode der integralen oder vernetzten Planung in Fachkreisen seit vielen Jahren bekannt ist und auf theoretischer Ebene stetig diskutiert, analysiert und weiterentwickelt wird, erfolgen Planungsprozesse in der Praxis noch immer meist sequenziell und ohne klares Bewusstsein für die Wechselwirkungen der verschiedener Architektur- und Fachplanungsentscheidungen.

Am Beginn einer Gebäudeplanung steht in der Praxis häufig der Vorentwurf eines ArchitektInnenenteams, der im Entwurf, der Einreichplanung, der Ausführungsplanung und letztendlich in der Detailplanung endet. Neben den ArchitektInnen gibt es jedoch eine Vielzahl an FachplanerInnen und SonderkonsulentInnen, deren Planungsentscheidungen den Kühlenergiebedarf direkt (gezielt) oder indirekt beeinflussen können. Diese sollten ihr Spezialwissen bereits in frühen Planungsphasen einbringen, da hier noch der

Planungsspielraum besteht um vorhandene Potenziale bestmöglich auszunutzen und Zielkonflikte unterschiedlicher Planungsanforderungen zu vermeiden oder bestmöglich zu lösen.

Die Methode der "Integralen Planung" bezeichnet die simultane Mitwirkung aller am Planungsprozess Beteiligten schon von den frühesten Planungsphasen an und eignet sich daher ausgezeichnet um eine Miteinbeziehung aller betroffenen Planungsbeteiligten in die jeweils relevanten Planungsentscheidungen sicherzustellen.

## **4. Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms**

### **4.1 Einpassung in das Programm**

Das Projekt smart KB\* bezieht sich unmittelbar auf die Themenstellung des Ausschreibungsschwerpunktes „Strategische Arbeiten, Know-how-Transfer und Vernetzung“ mit dem Ziel der Senkung des Kühlenergiebedarfs in Gebäuden durch optimierte Bebauungsstrukturen und integrale Gebäudeplanung.

### **4.2 Beitrag zum Gesamtziel des Programms**

Zentrales Ziel des Programms "Haus der Zukunft Plus" ist die Entwicklung und Vorbereitung bzw. Unterstützung der Markteinführung oder Marktdurchdringung wirtschaftlich umsetzbarer, innovativer technischer und organisatorischer Lösungen im Sinne eines CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudesektors. Damit soll bis 2020 ein signifikanter Beitrag zur Sicherheit zukünftiger Energieversorgung und zur Reduktion der treibhausrelevanten Emissionen im Gebäudesektor geleistet werden.

Einschätzungen von ExpertInnen und Studienergebnisse lassen für den Gebäudebereich in Österreich zukünftig eine klimabedingte Verschiebung der Bedeutung von Heizwärme- und Kühlbedarf erwarten. Langfristig wird daher die Reduktion des Kühlenergiebedarfs für die Zielerreichung eines CO<sub>2</sub>-neutralen Gebäudesektors eine wesentliche Rolle spielen.

Um den Kühlenergiebedarf auch bei veränderten Klimabedingungen so weit zu senken, dass dieses Ziel bei gleichzeitiger Gewährleistung eines hohen Innenraumkomforts erreicht werden kann, sind Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen erforderlich. Je früher im Gebäudelebenszyklus dabei angesetzt wird, desto gezielter und kosteneffizienter können Einzelmaßnahmen zum Einsatz kommen und desto größer ist die Möglichkeit der Einflussnahme auf den Kühlenergiebedarf.

smartKB\* setzt daher bereits bei der Untersuchung von Bebauungsstrukturen und ihrem Einfluss auf den Kühlenergiebedarf von Gebäuden an und analysiert im Weiteren die Möglichkeiten der Kühlenergiebedarfsreduktion durch Methoden und Ergebnisse der integralen Gebäudeplanung.

Vor dem Hintergrund der Folgen von Klimawandel und stetig ansteigenden Außentemperaturen stellt sich die Frage nach Möglichkeiten zur Bereitstellung geeigneter Innenraumbedingungen - trotz wechselnder Klimaverhältnisse. Sommertauglichkeit, Kühlbedarf von Gebäuden und Planungsstrategien, die zur Entwicklung thermisch beherrschbarer Gebäude beitragen, stehen dabei im Interessensfokus.

Neben der Betrachtung notwendiger Energieaufwendungen zur Gebäudekühlung stehen in diesem Zusammenhang auch nutzungsorientierte Aspekte zur Diskussion. Denn Produktivität und Leistungsfähigkeit, Zufriedenheit sowie Wohlbefinden der NutzerInnen von

Gebäuden hängen entscheidend von der Einhaltung bestimmter Temperatur- und Behaglichkeitskriterien ab.

Die Weichenstellungen für optimale raumklimatische Bedingungen in Gebäuden erfolgen in sehr frühen Planungsphasen die zueinander in Wechselwirkung stehen. Die Ergebnisse des smartKB\* Projektes sollen dazu beitragen, dass unterschiedliche Planungsentscheidungen im Sinne der Kühlbedarfsreduktion bestmöglich aufeinander Bezug nehmen und miteinander abgestimmt werden.

### **4.3 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt**

Unter Gender-Aspekten verstehen wir in dieser Studie, dass die unterschiedlichen Lebensrealitäten jener Personen, die die Ergebnisse der Forschungsarbeit nutzen oder von den Ergebnissen betroffen sind, berücksichtigt werden, um möglichst effektive Wirkungen im Sinne der Zielsetzungen der vorgeschlagenen Studie zu erzielen. Mit unterschiedlichen Lebensrealitäten sind Einstellungen und Gegebenheiten gemeint, die u.a. durch Bildung, Alter, Geschlechterdimension, Erfahrungshintergrund, Arbeitsumfeld und besondere Bedürfnisse beeinflusst werden. Die Anwendung/Nutzung der Forschungsergebnisse wird durch Personen erfolgen, die in den Gemeinden für die Bebauungsplanung zuständig sind und durch Fachleute, die mit der Planung von Gebäuden befasst sind.

Die Forschungsergebnisse sind für die Allgemeinheit relevant, weil durch eine entsprechende den Kühlbedarf minimierende Bebauungsplanung auch günstige stadtklimatische Effekte erreicht werden, die sich grundsätzlich positiv auf die Lebensqualität auswirken. In zweiter Linie betroffen sind jene Personen, die Gebäude nützen werden, welche in Zukunft nach den Erkenntnissen der Studie geplant werden. Die Berücksichtigung von Gender-Aspekten konzentriert sich daher auf den Bereich der Anwendbarkeit der Projektergebnisse durch Gemeinden und Planungsteams.

Die Einbeziehung der Zielgruppen wurde im Rahmen des Projektes durch den durchgeführten interdisziplinären Workshop gewährleistet.

Nachdem bei dieser Studie die fachliche Nutzbarkeit und damit die zukünftige praktische Anwendung der Ergebnisse besonders wichtig sind, wurde eine Motiv- und Marktforscherin zugezogen, um die zielgruppengerechte Aufbereitung der Ergebnisse und somit die breite Anwendbarkeit zu unterstützen.

#### **4.4 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse**

Die zentralen Ergebnisse des smartKB\* Projektes liegen in Form einer Checkliste für Gemeinden (Örtliche Entwicklungsplanung für kühle Gebäude ohne Technik, Anhang 1) und eines Planungsleitfadens (Kühle Gebäude ohne Technik (Langfassung) - Anhang 3) auf. Um eine möglichst breite Zielgruppe zu erreichen, wurde der Einleitungsteil als eigenständiges Dokument in besonders verständlicher Sprache verfasst und wird als Kurzbroschüre verfügbar gemacht (Anhang 2: Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Kurzbroschüre)).

Diese Dokumente werden auf der Haus der Zukunft-Projektseite zum kostenlosen Download zur Verfügung gestellt. Derzeit werden außerdem die Möglichkeiten geprüft, die Leitfäden grafisch aufzubereiten und in Druckform aufzulegen.

Ergebnisse des smartKB\* Projektes wurden bereits auf verschiedenen Konferenzen und Fachveranstaltungen präsentiert. Artikel zur Verbreitung der Projektergebnisse in Fachzeitschriften und tagesaktuellen Medien wurden zum Teil bereits eingereicht bzw. vorbereitet.

Außerdem liegt eine Projektpräsentation für Fachveranstaltungen und für die Lehre vor. Erkenntnisse aus dem Projekt werden von den ProjektpartnerInnen derzeit bereits im Rahmen ihrer unterschiedlichen Lehrtätigkeiten verbreitet und werden auch zukünftig in der Lehre zum Einsatz kommen.

## 5. Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Die zunehmende Klimaerwärmung und die Bildung von Hitzeinseln in dicht bebauten Stadtgebieten stellen Stadt-, Freiraum- und GebäudeplanerInnen vor neue Herausforderungen. Durch die Berücksichtigung der geänderten Rahmenbedingungen und die Bündelung geeigneter Maßnahmen auf den verschiedenen Planungsebenen - von der Bebauungsplanung über die Stadtraumgestaltung bis hin zur Gebäudeplanung - können diese jedoch bewältigt werden.

Voraussetzung dafür ist das Bewusstsein aller Planungsbeteiligten für die bestehende Problematik und ein Verständnis für die möglichen Wechselwirkungen zwischen einzelnen Planungsentscheidungen über die verschiedenen Maßnahmenebenen hinweg. Die Anordnung baulicher Strukturen und die Gestaltung der städtischen Freiräume haben einen starken Einfluss auf den Kühlenergiebedarf von Gebäuden und die Möglichkeiten passive Maßnahmen zur Gebäudekühlung zu nutzen. Zugleich wirkt sich die Gestaltung der einzelnen Gebäude auf die mikroklimatischen Bedingungen im Umfeld des Gebäudes aus.

Sowohl die Stadt- als auch die Gebäudeplanung müssen zahlreiche und teilweise gegensätzlich Ziele vereinbar machen um ein lebenswertes urbanes Umfeld und moderne, nachhaltige Gebäude zu gewährleisten. Wichtig ist es die Planungsziele „Vermeidung von Hitzeinseln“ und „Gebäude ohne erforderliche aktive Kühlung bzw. mit stark reduziertem Kühlbedarf“ als fixen Bestandteil in die Planungsprozesse zu integrieren und den Dialog zwischen allen Planungsbeteiligten auf allen Planungsebenen zu sichern.

## 6. Ausblick und Empfehlungen

In ausgewählter Fachliteratur sind die wichtigsten Einflussparameter auf den außeninduzierten Kühlbedarf von Gebäuden klar und inhaltlich weitestgehend kongruent beschrieben. Ihre Bedeutung für Planungsentscheidungen, speziell in den frühen Phasen von Projektentwicklungen, und ihre Wechselwirkungen mit weiteren Zielen nachhaltiger Gebäudekonzeptionen sind jedoch deutlicher zu unterstreichen.

Im Rahmen des smartKB\* Projektes wurden außerdem folgende Aspekte diskutiert und für zukünftige Forschungsaufgaben und Empfehlungen als relevant erachtet.

### Forschungsbedarf

**Übergreifende Wirtschaftlichkeitsanalyse:** Erweiterte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der identifizierten Planungsmaßnahmen zur Reduktion/Vermeidung des Kühlbedarfs über den gesamten Gebäudelebenszyklus, inklusive Bebauungsplanung und Berücksichtigung externer Kosten.

Es stellen sich folgende Fragen:

- Wie verhalten sich Planungskosten, Errichtungskosten und Kosten des Gebäudebetriebs zueinander?
- Wie hoch sind die externen Kosten der Betriebsphase unterschiedlicher Gebäudekonzepte, wenn mikroklimatisch wirksame Maßnahmen mitberücksichtigt werden (z.B. höhere Produktivität, weniger Krankheitsfälle)?
- Inwiefern werden Kosten zwischen der öffentlichen Hand und den EigentümerInnen von Gebäuden externalisiert (Einsparungen bei Planungsprozessen auf Gemeindeebene verursachen höhere Energiekosten im Gebäudebetrieb; Einsparungen bei Planungsprozessen auf Gebäudeebene bewirken negative mikroklimatische Auswirkungen, die externe Kosten im Sinne von vermehrten Krankheitsfällen verursacht)?

**Studie zur thermischen Behaglichkeit im Sommer und Winter (Fanger'sches Behaglichkeitsfeld):** Systematische Analyse der Auswirkungen von sozialen, psychologischen und ernährungswissenschaftlichen Faktoren auf die Energiebilanz von Gebäuden; Ableitung von Input für die Technologieentwicklung in anderen Bereichen als Energie.

Es stellen sich folgende Fragen:

- Inwieweit lässt sich der thermische Behaglichkeitsbereich z.B. durch Beeinflussung des subjektiven Temperaturempfindens durch Rauminszenierung und Farbkompositionen erweitern?
- Wie können Bekleidungsgewohnheiten und Materialien für Textilien dazu beitragen, den thermischen Behaglichkeitsbereich zu erweitern?

- Wie wirken sich die Ernährungsgewohnheiten auf das Temperaturempfinden aus (Beispiel wärmende und kühlende Speisen und Getränke nach der chinesischen Ernährungslehre der fünf Elemente)?
- Welche Rolle spielen dysfunktionale soziale Systeme bei der Temperaturwahrnehmung der einzelnen Personen?

## **Empfehlungen**

In Österreich verzichtet man noch immer häufig auf integrale Planungsprozesse, vermeintlich um Kosten zu sparen. Diese Annahme ist auf den Investor-Nutzer-Konflikt zurückzuführen. Die Lebenszyklus(kosten)betrachtung kann dazu beitragen, den Nutzen integraler Planungsprozesse darzustellen. Die öffentlich Hand kann dazu beitragen, diese Planungsqualität zu fördern, indem sie bei ihren Vorhaben den integralen Planungsprozess einfordert. Freiwillige Gebäudebewertungssysteme (z.B. ÖGNB, ÖGNI/DGNB) beinhalten Kriterien, die zeigen, wie entsprechende Anforderungen an den Planungsprozess formuliert werden können.

Während Planungsteams bestehend aus ExpertInnen der Bereiche Architektur-, Bauphysik- und Haustechnikplanung bereits anzutreffen sind bzw. zusammenarbeiten, besteht hinsichtlich der Vernetzung mit SonderkonsulentInnen aus den Gebieten der Meteorologie und Klimawissenschaften sowie der Landschaftsplanung und Vegetationstechnik noch starker Handlungsbedarf. SonderkonsulentInnen aus den Gebieten der Meteorologie und Klimawissenschaften sowie der Landschaftsplanung und Vegetationstechnik sind Teil des integralen Planungsteams, und ihre Rolle sollte in den jeweiligen Leitfäden entsprechend beschrieben werden.

## 7. Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

### 7.1 Literaturverzeichnis

ACHAMMER, CHRISTOPH ; FRIEDL, KARL ; HEID, STEPHAN ; KRADISCHNIG, WOLFGANG ; MORLOCK, MANUELA: Der Weg zum lebenszyklusorientierten Hochbau - Leitfaden für öffentliche und private Bauherren sowie Vertreter der Bau- und Immobilienbranche. In: IG LEBENSZYKLUS HOCHBAU (Hrsg.) (2013)

BRUNER, SUSANNE E. ; GEISSLER, SUSANNE ; SCHÖBERL, HELMUT: *Vernetzte Planung als Strategie zur Behebung von Lern- und Diffusions- defiziten bei der Realisierung ökologischer Gebäude, Berichte aus Energie- und Umweltforschung* ( Nr. 28/2002). Graz/Wien : im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, 2002

ECOFYS, O.J.: Solare Flächenpotentiale Berlin - Stadtraumtypenkatalog (2008). — letzter Zugriff am 08.10.2014

ERHORN-KLUTTIG, HEIKE ; JANK, REINHARD ; SCHREMPF, LUDGER ; DÜTZ, ARMAND ; RUMPEL, FRIEDRICH ; SCHRADE, JOHANNES ; ERHORN, HANS ; BEIER, CARSTEN ; SAGER, CHRISTINA ; U. A.: *Energetische Quartiersplanung. Methoden - Technologien - Praxisbeispiele*. Stuttgart : Fraunhofer IRB Verlag, 2011 — ISBN 978-3-8167-8411-1

EVERDING, DAGMAR: Solarer Städtebau, Die Rolle der Photovoltaik in den „Smart Cities“ von morgen.

FREY, SIMONE: *Parameterstudie Kühlenergiebedarf von mehrgeschossigen Wohngebäuden: Wechselwirkungen zwischen Bebauungsstrukturen und Kühlenergiebedarf von Gebäuden*. Wien, Fachhochschule Technikum Wien, Master Thesis zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science in Engineering“ im Masterstudiengang Erneuerbare Urbane Energiesysteme, 2014

HAFKE, JAN-HENDRIK ; HOCHBERG, ANETTE ; RAAB, JOACHIM: *Open/close*. Basel, Switzerland : Birkhäuser Verlag, 2010 — ISBN 9783764399610 3764399619 9783764399603 3764399600

HAUSLADEN, GERHARD ; LIEDL, PETRA ; DE SALDANHA, MIKE: *Klimagerecht Bauen. Ein Handbuch*. Basel : Birkhäuser, 2011. — Sehr empfehlenswert! Exzellente Übersichtstafeln — ISBN 978-3-0346-0727-8

HERZOG, THOMAS ; KRIPPNER, ROLAND ; LANG, WERNER: *Facade construction manual*. 1st ed. Aufl. Basel ; Boston : Birkhauser-Publishers for Architecture, 2004 — ISBN 3764371099

IPSER, CHRISTINA ; STIELDORF, KARIN ; FEILMAYR, WOLFGANG ; KREČ, KLAUS: *Nachhaltigkeit in Bestandsgebäuden erfassen, werten und finanziell bewerten* (Ergebnisbericht zu AP9 im Rahmen der Forschungsinitiative „Nachhaltigkeit massiv“). Wien : ARGE Kreč-Stieldorf, 2009

KOVACIC, IVA: Über Integrale Planung zur Nachhaltigkeit: Entwicklung einer Planungsmethodik, [www.academia.edu](http://www.academia.edu) (2010)

KOVACIC, IVA ; ACHAMMER, CHRISTOPH ; MÜLLER, CHRISTOPH ; SEIBEL, HENDRIK ; SRECKOVIC, MARIJANA ; WIEGAND, DIETMAR ; FILZMOSER, MICHAEL ; KÖSZEGI, THERESIA: Integrale Planung - Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn. In: INSTITUT FÜR INTERDISZIPLINÄRES BAUPROZESSMANAGEMENT, FORSCHUNGSBEREICH INTERDISZIPLINÄRE BAUPLANUNG UND INDUSTRIEBAU, TU WIEN (Hrsg.) , Entwickelt im Rahmen des Forschungsprojektes Co\_Be (Cost Benefits of Integrated Planning) (2012)

KOVACIC, IVA ; SEIBEL, HENDRIK: Methodik Systemisch-Integraler Planungsprozesse (2010)

KRANZL, LUKAS ; HAAS, REINHARD ; KALT, GERALD ; MÜLLER, ANDREAS ; NAKICENOVIC, NEBOJSA ; REDL, CHRISTIAN ; FORMAYER, HERBERT ; HAAS, PATRICK ; LEXER, MANFRED-JOSEF ; U. A.: *KlimAdapt - Ableitung von prioritären Maßnahmen zur Adaption des Energiesystems an den Klimawandel, ENERGIE DER ZUKUNFT* (Endbericht). Wien, 2010

KROMP-KOLB, HELGA ; NAKICENOVIC, NEBOJSA ; STEININGER, KARL ; GOBIET, ANDREAS ; FORMAYER, HERBERT ; KÖPPL, ANGELA ; PRETTENTH, FRANZ ; STÖTTER, JOHANN ; SCHNEIDER, JÜRGEN ; AUSTRIAN PANEL ON CLIMATE CHANGE (APCC) (Hrsg.): *Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014*. Wien : Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 2014

KUPSKI, SEBASTIAN ; CAMPE, SABRINA ; BURGHARDT, RENÉ: Klimaverständnis in ASL, Wintersemester 2013/14, FG Umweltmeteorologie, Universität Kassel, Montag, 11.11.2013, [http://www.uni-kassel.de/hrz/db4/extern/umet/cms/tl\\_files/Fachgebiet/Lehre/Seminar\\_Klima\\_ASL\\_WS1314\\_3.pdf](http://www.uni-kassel.de/hrz/db4/extern/umet/cms/tl_files/Fachgebiet/Lehre/Seminar_Klima_ASL_WS1314_3.pdf), Zugriff am 4.10.2014.

LECHNER, NORBERT: *Heating, cooling, lighting: sustainable design methods for architects*. 3rd ed. Aufl. Hoboken, N.J : John Wiley & Sons, 2009 — ISBN 9780470048092

MATZARAKIS, ANDREAS: *Die thermische Komponente des Stadtklimas, Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg* ( Nr. Nr. 6). Freiburg : Meteorologisches Institut der Universität Freiburg, 2001

MAYER, HELMUT: Hitzestress im Stadtquartier, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Meteorologisches Institut, Online, [http://www.dmg-ev.de/zweigvereine/zvbb/veranstaltungen/pdf/Vortrag\\_Mayer\\_170111.pdf](http://www.dmg-ev.de/zweigvereine/zvbb/veranstaltungen/pdf/Vortrag_Mayer_170111.pdf), Zugriff am 4.3.2014.

MORGENSTEIN, PETER: *Typology of Solar Urban Design\Energy Cooperativeness of Urban Structures*, Institute of Ecological and Experimental Architecture (FA), Dissertation, 2013

NORDBY, ANNE SIGRID ; JØRGENSEN, PER F. ; GRIM, MARGOT ; BACHNER, DANIELA ; AMANN, STEFAN ; HOFER, GERHARD ; LEUTGÖB, KLEMENS ; GANAHL, JENNIFER: Prozessleitfaden Integrale Planung. In: E7 ENERGIE MARKT ANALYSE GMBH (Hrsg.) (2014)

ÖNORM B 8110-3: Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung (2012). — Wärmeschutz im Hochbau - Teil 3: Vermeidung sommerlicher Überwärmung

ÖNORM EN ISO 7730: Ergonomie der thermischen Umgebung (2006)

PITHA, ULRIKE ; SCHARF, BERNHARD ; ENZI, VERA ; OBERAZBACHER, STEFANIE ; HANCVENCL, GEORG ; WENK, DANIEL ; STEINBAUER, GEROLD ; OBERBICHLER, CHRISTIAN ; LICHTBLAU, ANDREAS ; U. A.: Leitfaden Fassadenbegrünung, ÖkoKauf Wien, Wiener Umweltschutzabteilung MA 22 (2013)

REFERAT FÜR STADTPLANUNG UND BAUORDNUNG: SOLENOP Solarenergetische Optimierung von größeren Neubaugebieten, Sitzungsvorlagen Nr. 08-14/V 01992, Beschluss des Ausschusses für Stadtplanung und Bauordnung vom 29.04.2009 (SB) Öffentliche Sitzung (2009)

SCHÜLE, RALF ; JANSEN, ULRICH ; MADRY, THOMAS ; FOX-KÄMPER, RUNRID ; KELBERLAU, BURKHARD: *Klimaschutz und Anpassung in der integrierten Stadtentwicklung - Arbeitshilfe für schleswig-holsteinische Städte und Gemeinden*. Aachen : Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein, 2011. — [http://www.schleswig-holstein.de/Klimapakt/DE/DownloadLinks/arbeitshilfeStadtentwicklung\\_\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.schleswig-holstein.de/Klimapakt/DE/DownloadLinks/arbeitshilfeStadtentwicklung__blob=publicationFile.pdf), letzter Zugriff am 08.10.2014

STILES, RICHARD ; GASIENICA-WAWRYTKO, BEATRIX ; HAGEN, KATRIN ; TRIMMEL, HEIDELINDE ; LOIBL, WOLFGANG ; KÖSTL, MARIO ; TÖTZER, TANJA ; PAULEIT, STEPHAN ; SCHIRMANN, ANNIKE ; U. A.: *Urban Fabric Types and Microclimate Response - Assessment and Design Improvement, Ein Projektbericht im Rahmen des Programms ACRP 3rd Call* (Ergebnisbericht). Wien, 2014

TREBERSPURG, MARTIN ; DJALILI, MARIAM ; ERTL-BALGA, ULLA ; HOFBAUER, WILHELM: *Sommertauglichkeit im Gebäudebestand* (Gefördert aus Mitteln der Wohnbauforschung des Bundesministeriums für Wirtschaft , Familie und Jugend). Wien : Arbeitsgruppe Ressourcenorientiertes Bauen, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur Wien, 2011

WMO: *Abridged final report 8th session* ( Nr. WMO-No. 600.) : Commission for Climatology and Applications of Meteorology, 1983

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Atmosphärische Phänomene in der Meso- und Mikroskala und Skalen der räumlichen Planung (MATZARAKIS, 2001).....	32
---	----

## 7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wechselwirkungen des Planungsziels „Vermeidung von Hitzeinseln“ mit anderen Planungszielen und Maßnahmen: Ebene des Quartiers .....	34
Tabelle 2: Wechselwirkungen des Planungsziels „Vermeidung von Wärmeinseln“ mit anderen Planungszielen und Maßnahmen: Quartier und Gebäude .....	35
Tabelle 3: Maßnahmenbereiche und Einflussparameter bzw. Planungsentscheidungen zur Reduktion des Kühlbedarfs durch Gebäudedesign und passive Maßnahmen .....	39
Tabelle 4: Zusammenstellung möglicher Planungsziele moderner nachhaltiger Gebäude....	44
Tabelle 5: Planungsbeteiligte Personen mit Bezug zu Kühlenergiebedarfsrelevanten Planungsentscheidungen im integralen Planungsprozess .....	45
Tabelle 6: Matrix zur Darstellung der jeweils betroffenen Planungsbeteiligten und der Wechselwirkungen zwischen kühlbedarfsrelevanten Planungsentscheidungen und anderen Planungszielen nachhaltiger Gebäude. ....	46

## 8. Anhang

- Anhang 1: Checkliste für Gemeinden: Örtliche Entwicklungsplanung für kühle Gebäude ohne Technik
- Anhang 2: Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Kurzbrochure)
- Anhang 3: Planungsleitfaden - Kühle Gebäude ohne Technik (Langfassung)
- Anhang 4: Nachbericht Themenworkshop smartKB\*