

# Build to satisfy: Modellierung des NutzerInnenverhaltens in Niedrigst- und Plusenergiegebäuden

Auswirkung auf  
Gebäudeperformance  
und Zufriedenheit

J. Suschek-Berger  
J. Haslinger  
D. Freitag  
M. Ornetzeder  
A. Thaler  
W. Tritthart  
M. Wicher

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

## 32/2014

**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>

# Build to satisfy: Modellierung des NutzerInnenverhaltens in Niedrigst- und Plusenergiegebäuden

Auswirkung auf Gebäudeperformance und Zufriedenheit

Jürgen Suschek-Berger, Daniela Freitag  
Anita Thaler, Wibke Tritthart, Magdalena Wicher  
Interdisziplinäres Forschungszentrum (IFZ), Graz

Julia Haslinger, Michael Ornetzeder  
Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW)  
Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA)

Graz, März 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

1	Einleitung.....	15
2	Hintergrundinformationen zum Projektinhalt .....	16
2.1	Beschreibung des Standes der Technik.....	16
2.2	Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema.....	17
2.3	Beschreibung der Neuerungen sowie ihrer Vorteile gegenüber dem Ist-Stand (Innovationsgehalt des Projekts).....	19
2.4	Verwendete Methoden.....	20
2.5	Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung.....	20
3	Ergebnisse des Projekts .....	21
3.1	Energierrelevantes NutzerInnenverhalten in Bürogebäuden .....	21
3.1.1	Psychologische Modelle energieeffizienten Verbraucherverhaltens.....	21
3.1.2	Modelle und Praktiken des Facility Managements von Dienstleistungsgebäuden .....	23
3.1.3	Partizipation von NutzerInnen in der Gestaltung von Niedrigstenergiegebäuden .....	25
3.1.4	Gender- und Diversitätsmanagement – Best Practices und Verbindungen zum Management von Gebäuden .....	26
3.1.5	Analyseraster und Hypothesen.....	28
3.2	Empirische Untersuchung des Einflusses von NutzerInnen in Niedrigstenergie- Bürogebäuden .....	28
3.3	Die beiden Fallstudien im Vergleich .....	29
3.3.1	ENERGYBase .....	30
3.3.2	Headquarter der Energie Steiermark .....	31
3.3.2.1	Allgemeine Beschreibung.....	31
3.3.2.2	Technische Daten .....	33
3.3.3	Vergleich zwischen ENERGYbase und Energie Steiermark .....	35
3.3.4	NutzerInnenbefragung ENERGYbase .....	36
3.3.4.1	Beschreibung der Stichprobe qualitativ .....	36
3.3.4.2	Beschreibung der Stichprobe quantitativ .....	36
3.3.4.3	Gebäudebeschreibung, Wahrnehmung der NutzerInnen.....	37
3.3.4.4	Informationen: Bedarf / Wann / Wie?.....	38

3.3.4.5	Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses .....	40
3.3.4.6	Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung.....	42
3.3.4.7	Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten	44
3.3.4.8	Zufriedenheit Arbeitsplatz, Gebäude und Arbeitsplatzumgebung .....	45
3.3.4.9	Zufriedenheit Lärmbelastung .....	47
3.3.4.10	Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität .....	48
3.3.4.11	Zufriedenheit Raumtemperatur.....	51
3.3.4.12	Zufriedenheit Facility Management.....	52
3.3.4.13	Resümee.....	53
3.3.5	Headquarter der Energie Steiermark .....	54
3.3.5.1	Beschreibung der Stichprobe qualitativ .....	54
3.3.5.2	Beschreibung der Stichprobe quantitativ .....	55
3.3.5.3	Gebäudebeschreibung – Wahrnehmung der NutzerInnen.....	56
3.3.5.4	Informationen: Bedarf / Wann / Wie?.....	56
3.3.5.5	Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses .....	58
3.3.5.6	Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung.....	62
3.3.5.7	Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten	63
3.3.5.8	Zufriedenheit Arbeitsplatz, unmittelbare Arbeitsumgebung .....	65
3.3.5.9	Zufriedenheit Lärmbelastung .....	66
3.3.5.10	Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität .....	67
3.3.5.11	Zufriedenheit Raumtemperatur.....	69
3.3.5.12	Zufriedenheit Facility Management.....	70
3.3.5.13	Resümee.....	72
3.3.6	Österreichweite Umfrage zur NutzerInnenzufriedenheit in nachhaltigen Gebäuden .....	74
3.3.6.1	Gebäude- und technische Daten .....	74
3.3.6.2	Beschreibung der Stichprobe quantitativ .....	75
3.3.6.3	Gebäudebeschreibung – Wahrnehmung der NutzerInnen.....	76



3.3.6.4	Informationen: Bedarf / Wann / Wie?.....	76
3.3.6.5	Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses .....	77
3.3.6.6	Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung.....	78
3.3.6.7	Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten	78
3.3.6.8	Zufriedenheit Arbeitsplatz, unmittelbare Arbeitsumgebung.....	78
3.3.6.9	Zufriedenheit Lärmbelastung .....	79
3.3.6.10	Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität .....	79
3.3.6.11	Zufriedenheit Raumtemperatur.....	79
3.3.6.12	Zufriedenheit Facility Management.....	79
3.3.6.13	Resümee.....	80
3.3.6.14	Korrelationen zwischen den Faktoren der Zufriedenheit.....	80
3.3.6.15	Überprüfung der zugrundeliegenden Hypothesen .....	82
3.3.7	Agentenbasierte soziale Simulation des NutzerInnenverhaltens.....	83
3.3.7.1	Inhalt und Ziel des Arbeitsschrittes .....	83
3.3.7.2	Beschreibung und Vorgehensweise von agentenbasierten Simulationen mit NetLogo 84	
	Bestandteile der agentenbasierten Simulation.....	84
	NetLogo .....	85
	Schritte eines agentenbasierten Modells.....	86
3.3.7.3	Elemente für ein Modell der komfortbestimmten Gebäudenutzung.....	87
3.3.7.4	Der Energieverbrauch in Gebäuden .....	87
3.3.7.5	Innenraumkomfort .....	89
3.3.7.6	ABM-Ansätze für Aspekte des Energiebrauchs und der Gebäudenutzung ..	91
3.3.7.7	Erstellung eines Modells für komfortbestimmte Büronutzung.....	96
	Beschreibung der eingeführten Vereinfachungen .....	96
	Definieren der Agenten und ihrer Handlungsmöglichkeiten .....	98
	Die Umgebung: Büro in einem der untersuchten Gebäude.....	100
	Beschreibung der Programmmodule .....	100
3.3.7.8	Ergebnisse der Simulationsrechnungen .....	102
	Eingaben und Output des Programms .....	103

3.3.7.9	Typische Simulationsdurchläufe .....	104
	Mögliche Weiterentwicklungen .....	106
3.3.7.10	Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus diesem Arbeitsschritt.....	107
3.3.8	Unterstützung für GebäudeplanerInnen und Facility ManagerInnen .....	108
3.3.8.1	ExpertInnenworkshops und FM-Lehrgang .....	108
3.3.8.2	Ableitung von Empfehlungen.....	109
3.3.9	Verbreitung der Ergebnisse .....	114
4	Detailangaben in Bezug auf die Ziele des Programms.....	116
4.1	Einpassung in das Programm .....	116
4.2	Beitrag zum Gesamtziel des Programms .....	116
4.3	Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt .....	117
4.4	Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse.....	118
5	Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen .....	118
6	Ausblick und Empfehlungen .....	120
7	Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis .....	121
7.1	Literaturverzeichnis.....	121
7.2	Abbildungsverzeichnis .....	126
7.3	Tabellenverzeichnis .....	129

## **Ausgangssituation/Motivation**

Beschäftigte in Dienstleistungsgebäuden beeinflussen auf unterschiedliche Weise den Gebäudebetrieb. Das subjektive Empfinden und das resultierende Verhalten von NutzerInnen hängt dabei nicht nur von „objektiven“ Komfortparametern (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Zugluft etc.) ab, sondern ist in nicht unbeträchtlichem Ausmaß auch ein Ergebnis sozialer Faktoren. Beispiele für solche Faktoren sind: (1) Persönliche Beeinflussbarkeit des Gebäudebetriebs, d.h.: Ist zumindest eine gewisse Autonomie von NutzerInnen bei einzelnen Betriebsparametern möglich? (2) Beteiligung bei Entscheidungsprozessen, d.h.: Wieweit werden NutzerInnen bei Entscheidungen eingebunden und haben sie das Gefühl, dass ihre Wünsche oder Beschwerden ernst genommen werden? (3) Das (Vor-)Wissen und die Einstellungen der GebäudenutzerInnen bezüglich der Energieperformance von Niedrigst- und Plusenergiebauweisen.

## **Inhalte und Zielsetzungen**

Dieses Projekt trägt dazu bei, Auswirkungen des NutzerInnenverhaltens auf die energetische Performance von Dienstleistungsgebäuden in Niedrigst- und Plusenergiebauweise besser zu verstehen und den Einfluss der Haustechnik auf das NutzerInnenverhalten zu evaluieren.

Es wurden Einflussfaktoren auf psychologischer, sozialer, organisatorischer, planerischer und technisch-materieller Ebene identifiziert, die zu hoher Zufriedenheit von NutzerInnen und deren Mitwirkung an einem optimalen Betrieb des Gebäudes führen.

## **Methodische Vorgehensweise**

Das Projekt baute auf vier Elementen auf: (1) Im Rahmen von zwei Fallstudien wurde mittels qualitativen Interviews und Beobachtungen vor Ort in zwei exemplarischen Gebäuden (Headquarter der Energie Steiermark in Graz und ENERGYbase in Wien) ein dichtes Bild von Verhaltensweisen von diversen NutzerInnen und deren Auswirkung auf den Gebäudebetrieb gezeichnet. Erfasst wurden Einflussfaktoren auf mehreren Ebenen, die dieses Verhalten und die Zufriedenheit der NutzerInnen beeinflussen. (2) Durch eine standardisierte Online-Befragung in mehreren Niedrig- bzw. Plusenergiegebäuden in Österreich wurden Erfahrungen, Probleme und Wünsche der NutzerInnen mit anderen derartigen Gebäuden in Österreich erhoben. (3) Mit einer agentenbasierten sozialen Simulation wurde der Einfluss von Einstellungen, Wissen, Entscheidungsstrukturen und die gegenseitige Beeinflussung von NutzerInnen auf das resultierende kollektive Verhalten und seine Auswirkung auf den Gebäudebetrieb modelliert. (4) ExpertInneninterviews und gemeinsame Workshops mit Facility ManagerInnen und GebäudebetreiberInnen über ihre Erfahrungen rundeten das Projekt ab.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Als Hauptergebnis des Projekts wurden Empfehlungen für GebäudeplanerInnen, Bauträger, HaustechnikerInnen und Facility ManagerInnen in Form eines digitalen Informationsfolders mit praxisrelevanten Ratschlägen und ein Webtool mit der Beschreibung der im Projekt durchgeführten agentenbasierten Simulation erarbeitet. Die Empfehlungen bieten

- (1) Optionen auf der Ebene der technischen Gebäudeausstattung, um diverse NutzerInnenbedürfnisse besser einzubeziehen,
- 2) Optionen für Entscheidungs- und Managementstrukturen zur effektiveren Einbindung von NutzerInnen in das Gebäudemanagement,
- (3) Optionen für Informations- und Bewusstseinsbildung sowie
- (4) eine Tauglichkeitsprüfung des entwickelten Modells agentenbasierter sozialer Simulation von NutzerInnenverhalten und Entscheidungsprozessen als ‚Tool‘ zur Unterstützung von GebäudeplanerInnen und Facility ManagerInnen.

Der Informationsfolder und das Webtool können über die Website des IFZ abgerufen werden:

<http://www.ifz.tugraz.at/Forschung/Energie-und-Klima/Aktuelle-Projekte/Build-to-satisfy>.

## Ausblick

Es zeigte sich, dass es speziell zum Thema “NutzerInnenzufriedenheit” in ökologisch nachhaltigen Dienstleistungsgebäuden noch wenig an Forschungsergebnissen in Österreich gibt. Insofern ist dieses Projekt ein erster Schritt in diese Richtung. Die Ergebnisse und Schlussfolgerungen beruhen im Wesentlichen auf den beiden Fallstudien in Wien und Graz.

Ausgehend von den Ergebnissen dieses Projekts wäre eine weitere vertiefende Betrachtung des Forschungsgegenstandes sehr sinnvoll und notwendig. Energieeffiziente Dienstleistungsgebäude verbreiten sich – nicht zuletzt dank des Programms „Haus der Zukunft plus“ – in zunehmendem Ausmaß. Gerade in dieser Phase der frühen Markteinführung ist es von großer Bedeutung, die in den verschiedenen Gebäuden gemachten Erfahrungen zu evaluieren und daraus für die weitere technische Entwicklung zu lernen. Technisches Monitoring und sozialwissenschaftliche Begleitstudien sind dabei wichtige Instrumente. In diesem Sinne sollte das Thema „NutzerInnen in innovativen grünen Dienstleistungsgebäuden“ mit diesem Projekt nicht als abgeschlossen und abgehakt betrachtet werden, sondern die Tür zu neuen Forschungsaufgaben und wissenschaftlichen Herausforderungen aufgestoßen werden.

# **Abstract**

## **Starting point/Motivation**

Employees in service buildings influence building operation in various ways. The subjective opinions and resulting behaviour of users are not only determined by 'objective' comfort parameters (temperature, humidity, draught), but depend decisively on social aspects. Examples for these aspects are: (1) Personal control to influence building operation, e.g.: Can users influence certain operating parameters? (2) Organisation of decision-making processes, e.g.: To which extent are users involved in decision-making and do they have the feeling that their concerns and complaints are taken seriously? (3) (Previous) knowledge and attitudes of users in terms of energy performance of lowest energy and plus-energy building techniques.

## **Contents and Objectives**

The project contributes to understanding the effects of user behaviour on the energy performance of commercial buildings in low-and plus-energy buildings better, and evaluated the impact of home automation on user behaviour.

The goal was therefore to identify factors influencing the psychological, social, organizational, planning and technical level, which lead to more satisfied users and to more involvement in an optimal operation of the building.

## **Methods**

The project focused in particular on three issues: (1) In two case studies qualitative interviews with users in two exemplary buildings pictured user behaviour of various users and its implication on the building operation. Parameters on different levels, which influence behaviour and user satisfaction, were captured. (2) By a quantitative web-based survey in several low- and energy-plus buildings in Austria experiences, problems and wishes of users with and to the buildings were evaluated. (3) Using the method of agent based social simulation the influence of attitudes, knowledge, decision-making structure and mutual influence of users and the resulting collective behaviour and its effects on building operation were modelled. (4) Expert interviews and workshops with facility managers and building operators regarding their experiences rounded off the project.

## **Results**

As main result of the project a digital information folder with practice-oriented recommendations for building planners, property developers, house technicians, facility

managers and an online tool with the description of the performed agent based modelling in this project were developed. Recommendations include:

- (1) Options on the level of technical building equipment to better incorporate user requirements,
- (2) Options on decision-making and management level to effectively involve users in the building management,
- (3) Options for information and awareness rising as well as
- (4) the suitability of the model of agent based social simulation of user behaviour and decision making as a 'tool' to support building planners and facility managers was tested.

The digital information folder and the webtool can be downloaded here:

<http://www.ifz.tugraz.at/Forschung/Energie-und-Klima/Aktuelle-Projekte/Build-to-satisfy>.

## **Prospects / Suggestions for future research**

It turned out that few research results in Austria exist particularly concerning the subject of user satisfaction in environmentally sustainable commercial buildings. In this respect, this project is a first step in this direction, but it is mainly based on intensive study of two case studies. Therefore, further research on this topic is of course necessary.

Based on the results of this project, a more detailed consideration of the research object would be very useful and necessary. These innovative service buildings spread on – not at least thanks to the research programme "Building of Tomorrow Plus".

Particularly in this phase of the early market introduction it is of great importance to evaluate the experience gained in the various buildings and learn from them for the further technical development. Technical monitoring and accompanying scientific and social studies are important tools in this regard.

# 1 Einleitung

Gegenstand des vorliegenden Projekts war es, Auswirkungen des NutzerInnenverhaltens auf die energetische Performance von Dienstleistungsgebäuden in Niedrigst- und Plusenergiebauweise zu verstehen und relevante Einflussfaktoren zu identifizieren, die gleichzeitig zu höherer Zufriedenheit von NutzerInnen und zu einem optimierten Betrieb des Gebäudes beitragen. Es wurde versucht, dabei besonderen Wert auf Gender- und Diversitätsfragen zu legen, indem die Bedürfnisse und Verhaltensweisen von NutzerInnentypen unterschiedlichen Geschlechts, Alters, unterschiedlicher gesundheitlicher Bedürfnisse (wie z.B. KontaktlinsesträgerInnen) identifiziert und insbesondere in den empirischen Erhebungen berücksichtigt werden sollten.

Das Thema des Projekts ist im engeren Sinne noch kaum beforscht worden. Zum einen, weil sich der Großteil der Forschung zum Einfluss von NutzerInnenverhalten auf „nachhaltige Gebäude“ auf Wohngebäude bezieht, die einen deutlich unterschiedlichen Rahmen für die Einflussmöglichkeiten von NutzerInnen abgeben. Hier waren es zuerst die BesitzerInnen und BewohnerInnen von Einfamilienhäusern, in weiterer Folge dann BewohnerInnen von mehrgeschossigen Wohnbauten, die mittels Evaluationen untersucht wurden. Ein zweiter Grund ist, dass Niedrigst- und Plusenergiegebäude, vor allem auch im Dienstleistungssektor, noch nicht sehr verbreitet und meist eher jüngeren Datums und daher solcher Forschung noch nicht lange zugänglich sind. Das Thema ‚Gender und Diversity‘ ist von großer Bedeutung, im Kontext des Gebäudemanagements aber noch kaum thematisiert worden. Dennoch gibt es eine wachsende Anzahl nationaler und internationaler Literatur, die einzelne Teilaspekte oder verwandte Themen betrifft und für unsere Forschung von großer Relevanz ist. Insbesondere handelt es sich um wissenschaftliche Beiträge aus folgenden Themengebieten:

- empirische Untersuchungen zur Zufriedenheit und zum Verhalten von NutzerInnen in nachhaltigen Gebäuden, vor allem Wohngebäuden (Post-occupancy Analysen)
- Einflussfaktoren wie Wissen, Einstellungen, Vorerfahrungen, Erwartungen etc., die das energierelevante Verhalten von NutzerInnen beeinflussen
- Studien zum Design nutzerInnenfreundlicher Gebäudetechnologien, zu den Schnittstellen zwischen NutzerInnen und Technologien und zur Einbeziehung von NutzerInnen in die Gestaltung von Gebäudetechnologien
- Studien zur Rolle ‚vermittelnder‘ Akteure, z.B. GebäudemanagerInnen und Gebäudeverwaltungen, in Bezug auf energierelevante Aspekte des Verhaltens von NutzerInnen
- Literatur aus Forschungsfeldern, die sich nicht primär auf nachhaltige Gebäude bezieht, aber von Relevanz für unser Forschungsprojekt ist, z.B. gendergerechte Gestaltung von

Technologien, Gender- und Diversitymanagement in Betrieben oder Literatur zur agentenbasierten, sozialen Simulation.

## 2 Hintergrundinformationen zum Projektinhalt

### 2.1 Beschreibung des Standes der Technik

Auch wenn vielfach argumentiert wird, dass ein gut geplantes Niedrigenergiegebäude auch ohne die Mitwirkung von NutzerInnen zufriedenstellend funktionieren sollte und keine Verhaltensänderungen erfordert, zeigen vergleichende Evaluierungen des Energiebedarfs identischer Wohnungen oder Gebäude die hohe Streuung aufgrund unterschiedlicher Bedürfnisse und Verhaltensweisen (siehe Abb. 1 als ein Beispiel von vielen).

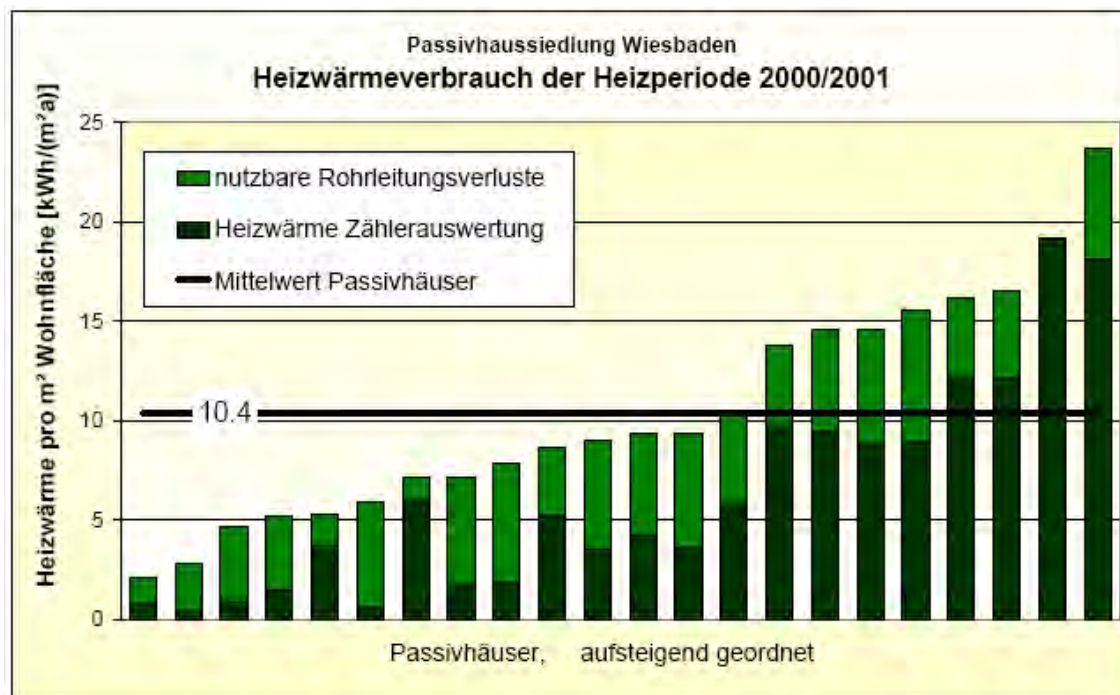


Abbildung 1: Streuung des Energiebedarfs von Passivhäusern aufgrund unterschiedlichen NutzerInnenverhaltens (Quelle: Ebel et al., 2003)

Wie oben angeführt, bezieht sich ein Großteil solcher NutzerInnenstudien auf Wohngebäude in Niedrigenergie- oder Passivhausstandard. Vor allem im Rahmen des Programms „Haus der Zukunft“ wurden wichtige Beiträge zur Rolle von NutzerInnen für den Betrieb von Niedrigenergiewohngebäude erarbeitet und publiziert. Ein Überblick über diese Studien findet sich in Rohrer und Ornetzeder (2008), Beispiele für entsprechende Studien sind Keul, 2001, Keul, 2010, Ornetzeder und Rohrer, 2001, Biermayr et al., 2001, Stiedorf et al., 2001. Darüber hinaus wurden auch die Demonstrationsprojekte von ‚Haus der Zukunft‘ evaluiert und enthielten jeweils einen Teil zu den Nutzungserfahrungen (Wagner, Lechner und Suschek-Berger 2006 bis 2010). Auch in der internationalen Literatur finden sich eine



Reihe von Studien, die den Einfluss des NutzerInnenverhaltens auf die energetische Performance von (Wohn)Gebäuden untersuchen (Gill et al., 2010; Gram-Hanssen, 2011; Leaman und Bordass, 2007; Steemers und Yun, 2009; Stevenson und Leaman, 2010). Studien wie diese belegen einerseits den Einfluss von NutzerInnen auf die Gebäudeperformance, zeigen aber auch die Vielschichtigkeit der Einflüsse, die von Vorerfahrungen, ökologischen Einstellungen, der Gestaltung der Schnittstelle zwischen NutzerInnen und Haustechnik bis zu begleitenden Maßnahmen bei der Gebäudeübergabe und -nutzung reichen.

In einigen Fällen wurde auch der Einfluss von NutzerInnen auf den Betrieb von Bürogebäuden untersucht, der sich maßgeblich von Wohngebäuden unterscheidet (u.a. in den sozialwissenschaftlichen Begleituntersuchungen zu den HdZ-Demonstrationsgebäuden, z.B. Büropassivhaus Tattendorf, Passivhausbürogebäude SOL4 in Mödling, Eine Welt Handels AG in Niklasdorf). In diesem Fall geht es nicht nur um persönliche Einstellungen und Motive, sondern auch um die soziale Organisation des Gebäudebetriebs – wie kommen Entscheidungen zustande, wie werden NutzerInnen einbezogen etc. Als interessante Studien sind in diesem Zusammenhang etwa Brown, 2009; Brown und Cole, 2009; Heerwagen, 2000 sowie Junnila, 2007 zu nennen. Im Zentrum des Interesses steht dabei oft der Zusammenhang des Wissens der Büroangestellten auf ihr energierelevantes Verhalten oder ihre Komfortexpectationen, aber auch generell das Potential des Einflusses des Verhaltens der GebäudenutzerInnen auf den Energiebedarf.

Eine Reihe von Studien konzentriert sich auf die Interaktion von NutzerInnen mit spezifischen Gebäudetechnologien in nachhaltigen Gebäuden, etwa intelligente Gebäudesteuerungstechnologien in Bürogebäuden (z.B. Jelsma, 2001; Jelsma et al., 2002; Zeiler et al., 2009) oder Wohngebäuden (Darby, 2008; Rohrer und Ornetzeder, 2002), Lüftungsanlagen (Greml et al., 2004; Rohrer et al., 2001), oder die Integration dezentraler Energieerzeugung und Lastmanagement auf Gebäudeebene (Timpe, 2009). Auch hier zeigt sich die große Bedeutung der Gestaltung der Schnittstelle zwischen Gebäudetechnologien und NutzerInnen, nicht nur auf technischer, sondern auch auf sozialer und organisatorischer Ebene. Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang ‚intermediäre‘ Akteure, die zwischen den NutzerInnen und dem Betrieb des Gebäudes vermitteln. Große Bedeutung kommt im Fall von Bürogebäuden dabei dem Facility Management zu (siehe Aune et al., 2008) bzw. der Hausverwaltung bei Wohngebäuden (siehe z.B. Suschek-Berger und Ornetzeder, 2006 für den Fall von Sanierungen unter der Beteiligung von BewohnerInnen). Sehr oft spielen auch HausverwalterInnen, HausmeisterInnen oder Schulwarte in diesem Zusammenhang eine wichtige Rolle.

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

Ganz allgemein sind Charakteristika und Einflussfaktoren auf das energierelevante Verhalten von GebäudenutzerInnen spätestens seit den Energiekrisen der 1970er und 80er Jahre Gegenstand einer Reihe sozialpsychologischer Studien. Auch hier seien nur einige Beispiele für die Entwicklung differenzierterer Verhaltensmodelle genannt: Costanzo et al., 1986;

Kempton et al., 1992; Stern, 1992; Yates und Aronson, 1983 oder in einem aktuelleren Review: Wilson und Dowlatabadi, 2007.

In der neueren psychologischen Umweltforschung wird zudem das sogenannte OSA-Modell, das Objekt-, Subjekt- und aktionale (=OSA) Komponenten umfasst, herangezogen, um energierelevanten Verhalten zu erklären (Krömker, 2008; Krömker & Werner, 2009). Nicht alle enthaltenen Aspekte werden in Bezug auf NutzerInnenverhalten in Niedrigst- und Plusenergiegebäuden im gleichen Ausmaß von Bedeutung sein. Es können damit jedoch alle für ihren Einfluss auf das NutzerInnenverhalten als relevant identifizierten Faktoren abgebildet werden.

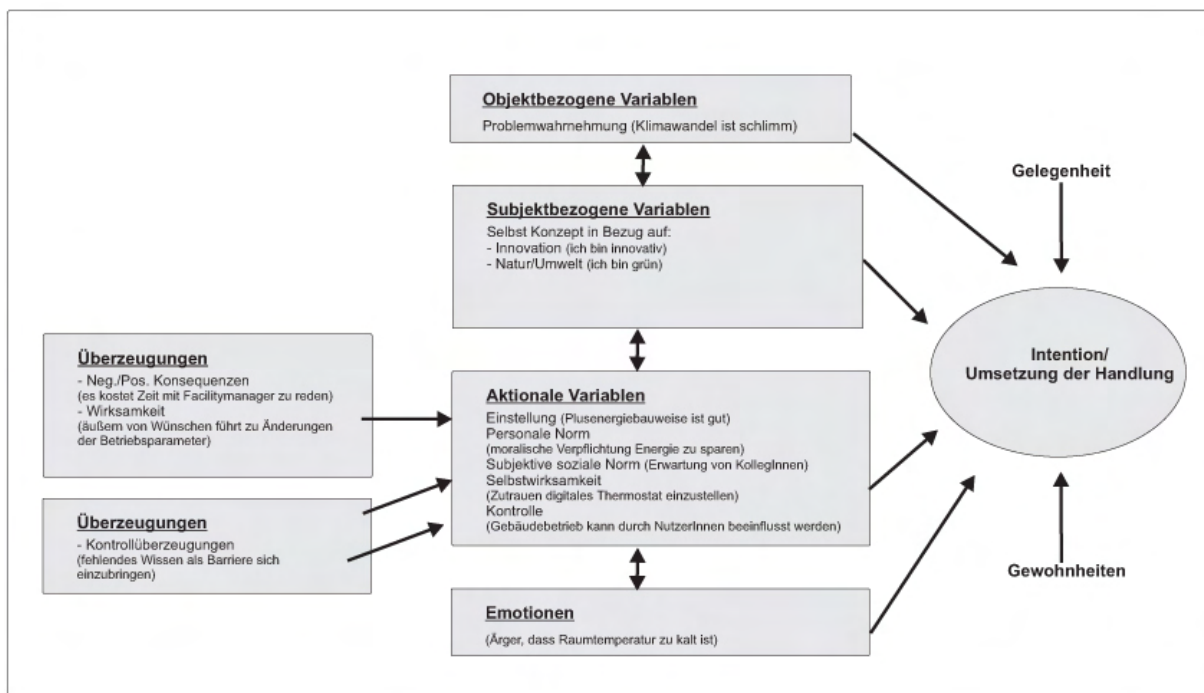


Abbildung 2: OSA-Modell (adaptiert nach Krömker & Dehmel, 2010)

Von großer Bedeutung für das vorgeschlagene Projekt sind auch theoretische Ansätze, die darauf abzielen, materielle/technische Gegebenheiten mit sozialen Prozessen konzeptionell zu verknüpfen. Ein in den letzten Jahren stark weiterentwickelter Ansatz, der diese Zielsetzung verfolgt, ist die so genannte *Practice Theory*. VertreterInnen dieser Forschungsrichtung argumentieren, dass soziale Praktiken, also *people's doings and sayings*, in den Mittelpunkt der Analyse rücken sollten (Schatzki et al. 2001, Warde 2005, Röpke 2009). Folgt man diesem Ansatz, so erscheint die Aufgabenstellung in unserem Projekt als Optimierung einer sozialen Praktik, bei der NutzerInnen von Bürogebäuden gemeinsam mit Facility ManagerInnen unter Einbeziehung vorhandener (neuer) Technik eine bestimmte Praxis entwickeln, die zu einer den verschiedenen Ansprüchen gerechten alltäglichen Routine werden kann. In einer aktuellen empirischen Studie zu Komfort, Raumklima und Energieverbrauch in Gebäuden wurden Praktiken unter Verwendung der folgenden vier Elemente operationalisiert (Gram-Hanssen 2010): 1) Wissen und körperlich eingeschriebene Gewohnheiten, 2) institutionalisiertes Wissen und explizite Regeln, 3) Bedeutungszuschreibungen und 4) Technologien. Dabei zeigt sich, dass die körperlich

verankerten Verhaltensweisen gemeinsam mit den verwendeten Technologien die direkte Verbindung zwischen Praxis und Energieverbrauch herstellen. Vor allem die Art, wie Menschen „Dinge tun“, und die Interaktion mit Technik bestimmen also den Verbrauch von Energie und anderen Ressourcen.

Ein wichtiger Bezugspunkt für unser Projekt ist auch der Stand der Forschung zu Fragen des Gender- und Diversity-Managements in Betrieben, insbesondere in Bezug auf die Nutzung und das Design von Technologien. In diesem Zusammenhang wird u.a. hervorgehoben, dass der potentielle Ausschluss von NutzerInnengruppen von Technologien bereits aufgrund der im Designprozess vorhandenen impliziten Vorstellungen potentieller NutzerInnen erfolgen würde (Oudshoorn et al. 2004; Southwell 1997). Gerade aus diesem Grund ist es erforderlich jene vielfältigen Erwartungen und Bedürfnisse der NutzerInnen zu identifizieren und in den unmittelbaren Prozess der Gebäudeentwicklung und -ausstattung, sowie des Gebäudemanagements einfließen zu lassen.

Schließlich soll als weiterer Bezugspunkt noch die wissenschaftliche Literatur zu agentenbasierter sozialer Simulation erwähnt werden, die Modelle für soziale Entscheidungsprozesse (z.B. des „sozialen Systems“ Bürogebäude) entwickelt und anwendet (siehe z.B. allgemein Gilbert und Troitzsch, 2005; Hollander und Wu, 2011; Phan und Varenne, 2010; bzw. angewandt auf intelligente Gebäude Duangsuwan und Kecheng, 2009).

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

Das Thema des Projekts ist im engeren Sinne noch kaum beforscht worden. Zum einen, weil sich der Großteil der Forschung zum Einfluss von NutzerInnenverhalten auf „nachhaltige Gebäude“ auf Wohngebäude bezieht, die einen deutlich unterschiedlichen Rahmen für die Einflussmöglichkeiten von NutzerInnen abgeben. Hier waren es zuerst die BesitzerInnen und BewohnerInnen von Einfamilienhäusern, in weiterer Folge dann BewohnerInnen von mehrgeschossigen Wohnbauten, die mittels Evaluationen untersucht wurden. Ein zweiter Grund ist, dass Niedrigst- und Plusenergiegebäude, vor allem auch im Dienstleistungssektor noch nicht sehr verbreitet und meist eher jüngeren Datums und daher solcher Forschung noch nicht lange zugänglich sind. Das Thema „Gender und Diversity“ ist im Kontext des Gebäudemanagements noch kaum thematisiert worden, ein Ansatz, der nicht nach Geschlechterunterschieden sucht, sondern intersektional versucht, vielfältigste Bedürfnisse von NutzerInnen zu berücksichtigen, konnte in der Literaturrecherche nicht gefunden werden.

Insgesamt wurden durch die verfügbare, State-of-the-art-Literatur eine Reihe wichtiger Aspekte des Forschungsgegenstandes abgedeckt und es ließen sich eine Reihe theoretischer Konzepte für das Forschungsdesign nutzen. Für die Frage des NutzerInneneinflusses auf den Betrieb von Niedrigst- und Plusenergie-Gebäuden fehlt

jedoch bisher eine belastbare empirische Datenbasis. Noch mehr ist dies der Fall beim Zusammenhang des Gebäudemanagements mit Fragen des Gender- und Diversity-Managements, eine Verbindung, die durchaus relevant für Fragen der Nutzereinbeziehung ist, die aber in dieser Form noch nicht untersucht wurde.

## **2.4 Verwendete Methoden**

Folgende Methoden wurden für die Erarbeitung dieses Projekts verwendet:

- Literaturanalyse
- Sekundäranalyse
- Begehungen
- Qualitative Interviews
- Fokusgruppe
- Quantitative Befragungen
- Agentenbasierte Simulation (Agent Based Modelling)
- Workshops.

## **2.5 Beschreibung der Vorgangsweise und der verwendeten Daten mit Quellenangabe, Erläuterung der Erhebung**

Ausgehend von einer Literatur- und Sekundäranalyse wurden Interview- bzw. Fokusgruppenleitfäden für die Befragung von ExpertInnen bzw. NutzerInnen zum Thema des Projekts entworfen, Forschungsfragen und Arbeitshypothesen wurden abgeleitet. In den beiden Praxisgebäuden bzw. Fallstudien des Projektes – der ENERGYbase in Wien und dem Headquarter der Energie Steiermark in Graz – wurden einerseits Interviews mit in diesen beiden Gebäuden involvierten ExpertInnen (GebäudeplanerInnen, Facility ManagerInnen, ArchitektInnen, Mitglieder des projektbegleitenden Bauausschusses) geführt, andererseits schriftliche Befragungen über ein Onlinetool durchgeführt, an denen sich die NutzerInnen der beiden Gebäude beteiligen konnten. Darüber hinaus wurde noch eine ergänzende Österreich-weite Befragung von NutzerInnen in Niedrigstenergie-, Passivhaus- und Plusenergie-Dienstleistungsgebäuden mit dem gleichen Fragebogen durchgeführt.

Eine weitere Absicht war, die Ergebnisse der Befragungen in eine agentenbasierte Simulation (ABM) einzuspeisen, um eine Modellierung der Gegebenheiten in den Praxisgebäuden darstellen zu können. Ergebnisse aus den Interviews, den Befragungen und

der agentenbasierten Simulation wurden einerseits in einem Ausbildungslehrgang für Facility ManagerInnen vorgestellt und diskutiert, andererseits in zwei ExpertInnenworkshops in Wien und Graz in der ENERGYbase und der Energie Steiermark präsentiert und diskutiert. Aus diesen Präsentationen und Diskussionen wurde ein Empfehlungskatalog abgeleitet.

## **3 Ergebnisse des Projekts**

### **3.1 Energierrelevantes NutzerInnenverhalten in Bürogebäuden**

Für diesen Arbeitsschritt wurde eine literaturbasierte Recherche zum Thema, die Sekundäranalyse bestehender empirischer Untersuchungen und die Entwicklung eines gemeinsamen analytischen Rahmens und von Hypothesen vorgenommen. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt. Da sich diese Literaturanalyse naturgemäß zum Teil mit den Kapiteln 2.1 „Beschreibung des Standes der Technik“ und 2.2 „Beschreibung der Vorarbeiten zum Thema“ deckt, kommen hier einige Überschneidungen vor, die aber – um die jeweilige thematische Vollständigkeit der Kapitel zu erhalten – bewusst in Kauf genommen wurden.

#### **3.1.1 Psychologische Modelle energieeffizienten Verbraucherverhaltens**

Die psychologischen Modelle zum Umweltverhalten (in der psychologischen Literatur unter dem Oberbegriff pro-environmental behaviour zusammengefasst) sind zahlreich und unterscheiden sich je nach ihrem empirischen beziehungsweise theoretischen Hintergrund. Zwei Theorien, die als Grundlage für viele Modelle dienen, sind die Theorie des geplanten Verhaltens (TPB, theory of planned behaviour) von Ajzen (1991), die sich aus der Theorie des rationalen Handelns (Fishbein & Ajzen, 1975) entwickelte, und das Norm-Aktivationsmodell (NAM, norm-activation model) von Schwartz (1977). Erstere geht davon aus, dass Verhalten als Ergebnis einer Verhaltensintention erklärt werden kann, die durch Einstellungen, soziale Normen und die wahrgenommene Verhaltenskontrolle beeinflusst wird. Ein metaanalytischer Review konnte aufzeigen, dass die TPB 27 % und 39 % der Varianz von Verhalten und Intention vorhersagt (Armitage & Conner, 2001).

Dem NAM liegt die Annahme zugrunde, dass moralische beziehungsweise persönliche Normen direkten Einfluss auf prosoziales (Umwelt-)Verhalten haben (Biel & Thøgersen, 2007; Clark et al., 2003; Gärling et al., 2003; Harland et al., 2007; Thøgersen, 2006). Bamberg und Möser (2007) fanden heraus, dass wahrgenommene Handlungskontrolle ( $\beta=.31$ ), Einstellungen ( $\beta=.29$ ) und moralische Normen ( $\beta=.29$ ) in gleichem Maß zur Vorhersage von umweltfreundlichem Verhalten beitragen.

Soziale Normen (Nolan et al., 2012) und Wissen (z.B. Levine & Strube, 2012) hängen mit energiesensitivem Verhalten ebenso zusammen wie vorhergegangenes Verhalten und Gewohnheiten (z.B. DeVries et al., 2011) und die Einfachheit des Zielverhaltens (z.B. Fuji, 2006). Darüber hinaus spielen soziodemografische Variablen wie Alter, Geschlecht,

Einkommen, Familienstand (z.B. Gatersleben et al., 2002; Saphores et al., 2012; Poortinga et al., 2004), Einstellungen (z.B. Levine & Strube, 2012) sowie Überzeugungen (z.B. Gadenne et al., 2011) und Werte (z.B. Poortinga et al., 2004) eine Rolle, umweltrelevantes Verhalten zu zeigen oder nicht.

Auf all diesen Ebenen können auch Anreize zur Verhaltensänderung angesetzt werden. Steg und Vlek unterscheiden dabei in ihrem Review zwischen informationellen Strategien und strukturellen Strategien (vgl. Steg & Vlek, 2008, S.313f). Informationelle Strategien beeinflussen die Wahrnehmung, Motivation, Wissen und Normen ohne den externen Kontext tatsächlich zu verändern. Das Eingreifen in kontextuelle Faktoren wie die Verfügbarkeit des Zielverhaltens oder Kosten und Nutzen von Verhaltensalternativen kennzeichnet strukturelle Strategien, die indirekt Auswirkung auf motivationale, emotionale und wahrnehmungsbezogene Aspekte haben und somit zu einer Verhaltensänderung führen.

Energieeffizientes Verbraucherverhalten in Niedrigstenergiegebäuden gehört zu einem jener Forschungsbereiche des umweltbezogenen Verhaltens, in dem sich viele der oben genannten Einflussgrößen wiederfinden und bei denen versucht wird, Veränderungen des Verhaltens zu erklären und zu fördern.

Ein Modell, das in der neueren psychologischen Umweltforschung herangezogen wird, um umweltschonendes Verhalten zu explizieren und das sich auch auf das Verbraucherverhalten in Niedrigstenergiegebäuden gut anwenden lässt, ist das sogenannte OSA-Modell (Krömker, 2008, Krömker & Dehmer, 2010; Krömker & Werner, 2009). Es basiert auf der TPB, dem NAM und der Schutz-Motivations-Theorie von Rogers & Prentice-Dunn und integriert Objekt-, Subjekt- und aktionale (= OSA) Komponenten. Subjektbezogene Komponenten beziehen sich auf die Bewertung der eigenen Person (z.B. schätzt sich die Person als ökologisch oder sparsam ein). So ist etwa anzunehmen, dass das Selbstkonzept in Hinblick auf Innovationen beeinflusst, wie offen eine Person gegenüber umweltrelevanten Technologien, im konkreten Fall in Bezug auf Niedrigst- und Plusenergiegebäude, ist (z.B. Sauerborn, 2005). Die objektbezogenen Komponenten bestimmen, wie das relevante Thema wahrgenommen wird. Zum Beispiel wird Niedrigst- und Plusenergiebauweise mit Klimawandel in Verbindung gebracht und dieser als problematisch oder unproblematisch wahrgenommen. Aktionale Komponenten beziehen sich auf den handelnden Umgang mit dem Thema. Sie sind geprägt von der Einstellung einer Person und von subjektiver sozialer und personaler Norm sowie Selbstwirksamkeit und Kontrolle. In der Einstellung werden beispielsweise verschiedene Überzeugungen zu einer Gesamtbewertung gebündelt (z.B. Plusenergiebauweise ist gut, wichtig, positiv). Als weitere Einflussgrößen kommen noch Emotionen (z.B. beeinflussen diese, auf welche Aspekte der Umwelt die Aufmerksamkeit gerichtet wird), Gewohnheiten und Routinen (z.B. morgens zum Lüften alle Fenster zu öffnen) und die tatsächliche Möglichkeit, das Verhalten zu zeigen, hinzu.

Der Aspekt des Wohnens in Niedrigenergiegebäuden wird um jenen der Nutzung als Arbeitsraum erweitert. Dabei geht es aus psychologischer Sicht meist um die Effekte der physischen Umgebung auf die Arbeitszufriedenheit und Produktivität (z.B. Leaman & Bordass, 1999; Vischer, 2007). Personen, die mit ihrer Arbeitsumgebung zufriedener sind, zeigen auch eine größere Arbeitszufriedenheit (Veitch et al., 2007). Folgende Parameter

werden als Einflussfaktoren auf Zufriedenheit identifiziert: generelle Raumparameter wie Beleuchtung, Temperatur, Lärm und Belüftung, Größe des Arbeitsplatzes und Ausmaß an Privatsphäre (Veitch et al., 2002) und wahrgenommene Handlungskontrolle zur Veränderung von Raumparametern (Veitch & Gifford, 1996). Wichtige Aspekte sind weiters, dass NutzerInnen von ökologischen Gebäuden gegenüber extrem unbehaglichen Bedingungen toleranter zu sein scheinen als NutzerInnen von herkömmlichen Gebäuden (Leamann & Bordass, 2007) und dass die Benutzerfreundlichkeit von Regelmöglichkeit und die Zufriedenheit mit dem Facility Management (Leaman & Bordass, 2001) ebenfalls eine Rolle in der Gesamtzufriedenheit mit dem Gebäude spielen.

Reiß et al. (2011) verglichen im Rahmen einer NutzerInnenbefragung nach Bezug (Post-Occupancy Evaluation, POE) konventionelle Büros und Niedrigenergie-Gebäude miteinander. Sie kamen unter anderem zu dem Ergebnis, dass Niedrigenergie-Büros zu mehr Wohlbefinden führen, dass die leistungsbeeinflussenden Faktoren Raumluftqualität, Tageslicht und Lärm sind, und dass durch bessere Erklärung der Systeme/ Steuermöglichkeiten und Weitergabe der Informationen an die einzelnen MitarbeiterInnen Potenzial zur optimierten Benutzung besteht.

Diese kurze Übersicht zeigt, dass energieeffizientes Verhalten von einer Vielzahl technischer, sozialer, ökonomischer und psychologischer Faktoren direkt und indirekt beeinflusst wird, diese jedoch nicht leicht zu identifizieren sind und je nach spezifischem Hintergrund variieren.

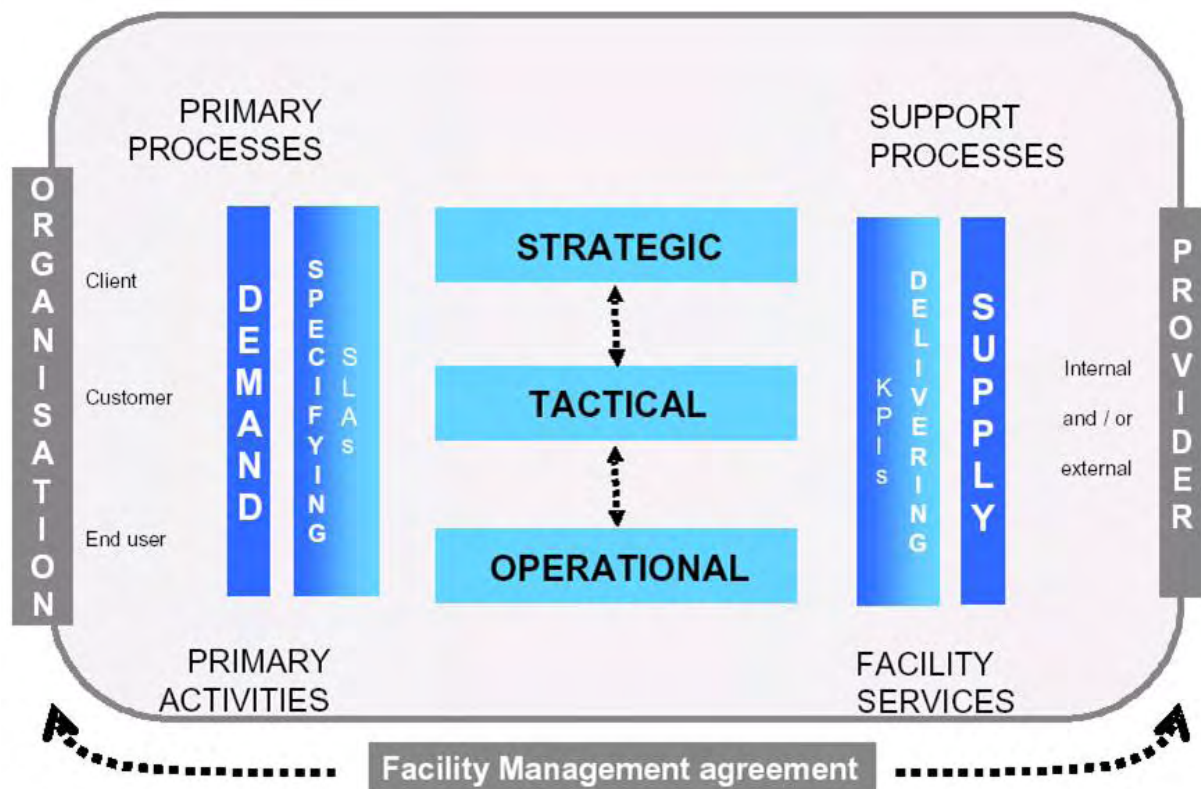
### **3.1.2 Modelle und Praktiken des Facility Managements von Dienstleistungsgebäuden**

Bei größeren Dienstleistungsgebäuden kommt dem Facility Management (FM) – neben einer Reihe von anderen Aufgaben – hinsichtlich des Energiemanagements eine Schlüsselrolle zu (siehe z.B. Aune et al., 2008). Nicht selten sind Facility ManagerInnen bereits in die Planung der Gebäudetechnik involviert und später, im laufenden Gebäudebetrieb, für die professionelle Abwicklung technischer, infrastruktureller und kaufmännischer Aufgaben verantwortlich. In größeren Dienstleistungsgebäuden ist das FM der zentrale intermediäre Akteur, der zwischen den NutzerInnen und dem Betrieb des Gebäudes vermittelt.

Aufgaben, Kompetenzen und Qualitätsstandards des „Facility Management“ sind seit 2011 in der europäischen DIN-Normenreihe DIN EN 15221 beschrieben. In Bezug auf den Aufgabenbereich von FM unterscheidet die Norm zwischen „Raum und Infrastruktur“ und „Menschen und Organisation“. Damit bezieht sich die Norm explizit auf die im vorliegenden Projekt thematisierte Optimierungsaufgabe (Vermittlung zwischen Gebäudebetrieb und Nutzerzufriedenheit). Facility Management wird weiters definiert als ein ganzheitlicher, strategischer und lebenszyklusbezogener Managementansatz, der dazu dient, Gebäude, ihre Systeme, Prozesse und Inhalte kontinuierlich bereitzustellen, funktionsfähig zu halten und an die wechselnden organisatorischen und marktgerechten Bedürfnisse anzupassen.

In der DIN EN 15221-1 „Facility Management“ sind Begriffe und Strukturen im Facility Management normativ geregelt. Leitender Gedanke dabei ist, dass sich sämtliche FM-

Leistungen (Secondary processes) auf die Sicherung des Kerngeschäftes des Gebäudenutzers (Primary processes) beziehen (siehe folgende Abbildung).



Quelle: <http://www.eurofm.org>

**Abbildung 3: FM-Leistungen sichern das Kerngeschäft des Gebäudenutzers**

Weiters umfasst FM laut Norm strategische, taktische und operative Tätigkeiten, die im Rahmen einer FM-Vereinbarung zwischen Organisation (Gebäudenutzer) und Provider (Facility Management) festgelegt werden. Laut Modell definieren die KlientInnen, KundInnen und EndnutzerInnen eine Nachfrage nach Leistungen (SLA steht für Service Level Agreement); das interne oder externe Facility Management wiederum versucht, dafür ein passendes Angebot, das mit Hilfe von definierten Indikatoren gemessen wird (KPI steht für Key Performance Indicators), bereit zu stellen.

In einer explorativen Studie zur Bedeutung von Facility ManagerInnen für den Energieverbrauch in Dienstleistungsgebäuden in Norwegen wurden vier idealtypische Rollen des FM-Personals unterschieden (Aune et al. 2008): die „Lehrenden“, die den GebäudebenutzerInnen nur wenig Kontrollmöglichkeiten ermöglichen und versuchen, mit pädagogischen Mitteln auf Energieeinsparungsmöglichkeiten hinzuweisen; die „HaushälterInnen“, die vertraglich festgelegte Verbrauchswerte durch Überwachung und Administration technischer Systeme kontrollieren; die „ManagerInnen“, die, ebenfalls hauptsächlich über die Steuerung der Haustechnik versuchen, ein Optimum an Innenraumqualität und niedrigem Energieverbrauch zu realisieren; und die „JongleurInnen“, die, verantwortlich für mehrere Gebäude mit unterschiedlicher Haustechnik und konfrontiert



mit unterschiedlichen Endnutzeransprüchen, gemeinsam und im Abstimmung mit EndnutzerInnen für unterschiedliche Probleme praktische Lösungen finden.

Die beiden Fallstudien des vorliegenden Projekts (Energie Steiermark, ENERGYbase) zeigen, dass unterschiedliche „Stile“ (in Abhängigkeit vom technischen Konzept und der Grundorientierung des FM) des Energiemanagements existieren. Ebenfalls sieht man, dass das jeweilige FM stets eine zentrale Rolle bei der Optimierung von Energieperformance und NutzerInnenzufriedenheit einnimmt.

### **3.1.3 Partizipation von NutzerInnen in der Gestaltung von Niedrigstenergiegebäuden**

Die Einbeziehung von NutzerInnen an der Planung, Durchführung und Inbetriebnahme von Niedrigenergie-, Passiv- oder Plusenergiegebäuden kann wichtige Beiträge auf unterschiedlichen Ebenen leisten (vgl. Rohracher und Ornetzeder 2008, Suschek-Berger und Ornetzeder 2010). Sie kann dabei helfen, die Akzeptanz von nachhaltigen Gebäuden und technischen Komponenten bei den EndnutzerInnen zu verbessern. Die Beteiligung von NutzerInnen kann auch frühzeitig Lernprozesse zwischen HerstellerInnen und NutzerInnen ermöglichen und damit zu einer Verbesserung der eingesetzten Technologien und Bauweisen beitragen. Insbesondere bei der Wahl neuartiger Technologien kommt partizipativen Planungsprozessen eine entscheidende Rolle zu (Ornetzeder 2003). Darüber hinaus ist die Frage, auf welche Art und Weise die künftigen NutzerInnen mit der jeweiligen Gebäudetechnik vertraut gemacht werden (Information, Einschulung etc.) für den späteren Betrieb von großer Bedeutung.

Grundsätzlich muss bei der Frage der Beteiligung von EndnutzerInnen zwischen Neubau- und Sanierungsprojekten unterschieden werden. Im Fall von Sanierungsprojekten kann meist davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der späteren NutzerInnen sowie die zu erwartenden Nutzungsarten im Gebäude bereits in der Planungsphase bekannt sind. In solchen Fällen, in denen bereits bestehende Dienstleistungsgebäude in Richtung Niedrigenergiestandard saniert bzw. umgebaut werden, können verschiedene Methoden und Strategien der Endnutzereinbeziehung eingesetzt werden. Dabei können bewährte Ansätze aus dem großvolumigen Wohnungsbau übernommen und gegebenenfalls angepasst werden. Ein Überblick über geeignete Methoden zur Einbeziehung von EndnutzerInnen bei umfassenden Gebäudesanierungen findet sich in Suschek-Berger und Ornetzeder (o. J.).

Aune et al. (2008) weisen zu Recht darauf hin, dass es im Bereich des Neubaus von Bürogebäuden schwieriger ist, zukünftige EndnutzerInnen bzw. deren Wünsche, Vorstellungen und Gewohnheiten bereits in der Planungsphase zu repräsentieren. Zudem ist es bei Bürogebäuden häufiger der Fall, dass sich Nutzungsansprüche und/oder MieterInnen über die Lebensdauer des Gebäudes (mehrmals) verändern – wobei sich eine zu starke Orientierung an bestimmte Nutzerrepräsentationen als nachteilig erweisen kann. Trotzdem bestehen auch im Bereich des Neubaus Möglichkeiten, bereits in der Planungsphase Erfahrungen und Einschätzungen von EndnutzerInnen mit zu berücksichtigen. Eine Möglichkeit besteht darin, NutzerInnen vergleichbarer Gebäude einzubeziehen. Eine andere

Option ist, auf das Wissen und die Erfahrungen von GebäudeverwalterInnen im Zusammenhang mit KundInnen zurückzugreifen (ein Zugang, der etwa in unseren beiden Fallbeispielen gewählt wurde).

Sowohl im Neubau als auch bei der Sanierung von größeren Dienstleistungsgebäuden ist es unabdingbar, dass die EndnutzerInnen ausreichend über die (in der Regel neuen) technischen Bedingungen (Bedienungs- und Kontrollmöglichkeiten, Charakteristika des Gebäudes bzw. der Gebäudetechnik, Bedeutung des Energieverbrauchs etc.) informiert werden und dass Möglichkeiten für Feedback, Kritik und Verbesserungsvorschlägen angeboten werden.

### **3.1.4 Gender- und Diversitätsmanagement – Best Practices und Verbindungen zum Management von Gebäuden**

Die Berücksichtigung von Gender und weiteren Diversitätskriterien im Projekt Build to Satisfy sollte dazu beitragen, Bedürfnisse unterschiedlichster NutzerInnen zu berücksichtigen, welche an ihre Lebenswelt anschließen. Dabei ging es nicht darum, eine biologistische Sichtweise von Geschlecht einzunehmen und etwaige fixe, geschlechtsspezifische Unterschiede zu suchen, sondern eine sonst oft vorherrschende Geschlechtsblindheit zu überwinden (Smetschka et al. 2008). Konkret bedeutet das, dass NutzerInnen nicht nur als Frauen und Männer in den Fokus gerückt wurden, sondern sie abhängig von anderen u.U. wesentlichen sozialen Merkmalen wie Alter, Bildung, Position im Unternehmen, ethnische Zugehörigkeit etc. in ihren vielfältigen Ausprägungen von Weiblichkeit und Männlichkeit zu berücksichtigen (Bendl, Hanappi-Egger, Hofmann 2004). Gender-Kompetenz (Metz-Göckel & Roloff 2002) floss so als Querschnittskompetenz in das gesamte Projekt ein und wurde vom Forschungsdesign, über Literaturrecherche bis zur Umsetzung berücksichtigt.

Ein wichtiger Bezugspunkt für unser Projekt ist auch der Stand der Forschung zu Fragen des Gender- und Diversity-Managements in Betrieben, insbesondere in Bezug auf die Nutzung und das Design von Technologien. In diesem Zusammenhang wird u.a. hervorgehoben, dass der potentielle Ausschluss von NutzerInnengruppen von Technologien bereits aufgrund der im Designprozess vorhandenen impliziten Vorstellungen potentieller NutzerInnen erfolgen würde (Oudshoorn et al. 2004; Southwell 1997). Gerade aus diesem Grund ist es erforderlich, jene vielfältigen Erwartungen und Bedürfnisse der NutzerInnen zu identifizieren und in den unmittelbaren Prozess der Gebäudeentwicklung und -ausstattung sowie des Gebäudemanagements einfließen zu lassen.

Im Folgenden wird zunächst ein Einblick in Gender- und Diversity-Studien und Debatten innerhalb des Themenfeldes ‚energieeffiziente Gebäude‘ gegeben. Der Gender- und Diversity-Ansatz im Projekt ‚Build to Satisfy‘ ist ein auf Geschlechtergerechtigkeit ausgelegter und nicht-stereotypen-reproduzierender Ansatz, deshalb wurde die bisherige Fachliteratur zum Thema Gender/Diversity und energieeffiziente Gebäude in zwei Schritten untersucht. Zum ersten wurden Studien und Publikationen gesucht, die Gender/Diversity zum Thema machten, zum zweiten wurde analysiert, wie die Kategorien Gender/Diversity behandelt

wurden. Dieser zweite Schritt berücksichtigte also, ob Gender/Diversity lediglich als unabhängige Variablen (also Einflussfaktoren auf diverse abhängige Variablen wie z.B. wahrgenommene Raumtemperatur) behandelt wurden oder ob darüber hinaus (oder alternativ dazu ausschließlich) Gender/Diversity als Reflexionskategorie verwendet wurde. Gender und andere soziale Kategorien innerhalb von Forschungsarbeiten zu reflektieren bedeutet, diese Studien „auf ihre unhinterfragten und nicht-reflektierten Naturalisierungen und Ausschlussmechanismen hin zu überprüfen“ (Degele 2008, S.11). Dabei wird insbesondere darauf geachtet, wo soziale Phänomene (z.B. das Tragen von Anzügen) als natürlich (z.B. als männlich) interpretiert werden und so zu verkürzten und naturalisierten Erklärungen herangezogen werden.

Die Analyse vorliegender Fachliteratur verdeutlichte zunächst, dass Gender eine oftmals vernachlässigte Kategorie darstellt und Diversity als Begriff noch gar keinen Einzug in Energieeffizienz-Forschung gefunden hat. Manche Kriterien, die dem Begriff Diversity zugeordnet werden können, kommen als Variablen in Untersuchungsdesigns vor, so z.B. Alter, jedoch wie Gender überwiegend im Sinne einer unabhängigen Variable um Unterschiede zwischen verschiedenen NutzerInnen aufzuzeigen und zu interpretieren.

Anhand der unterschiedlichen Art der Einbeziehung von Gender kann auch eine dahinterliegende Intention der jeweiligen Forschungsarbeiten abgelesen werden. Geht es in der einen Variante, in der Gender als binäre, unabhängige Variable eingesetzt wird, darum, Unterschiede zwischen „den Männern“ und „den Frauen“ zu präsentieren, geht es in einer anderen Variante, bei der Öko-Männlichkeit als philosophisches Konzept der Technikaneignung verstanden werden kann, darum, Gender als Reflexionskategorie zu verwenden, die dabei hilft, komplexere Prozesse aufzuzeigen. Zwischen diesen beiden gibt es unzählige Varianten, die in der vorliegenden Literaturübersicht auch dargestellt werden, wenige kommen aus dem Bereich der Feministischen Umwelt- und Technikforschung bzw. der Gender Studies, die Mehrheit sind aus dem Bereich der Energieforschung, z.B. der Umweltpsychologie. Während erstere eher einen normativen Ansatz der Geschlechtergerechtigkeit bzw. dem Sichtbarmachen von Ungleichbehandlungen verfolgen, widmen sich zweitere dem Erforschen von Zusammenhängen und Unterschieden, die eben u.a. auch Gender betreffen. Darin geht es oftmals um eine Reduktion von Komplexität und dann werden eben nicht wie von ExpertInnen (Brohmann et al. 2009) gefordert, mit Gender zusammenhängende evtl. Unterschiede erklärende Variablen (aus dem Bereich Lebensstil, Sozialisation etc.) hinzugezogen, sondern als Gender-Unterschiede diskutiert.

In den empirischen Erhebungen von Build to Satisfy wurde zum einen versucht, durch eine Auswahl der InterviewpartnerInnen nach Gender- und Diversitätskriterien, nicht nach Unterschieden zu suchen, sondern alle NutzerInnengruppen gleichermaßen zu berücksichtigen. Zum anderen wurde im Fragebogen den Geschlechterkategorien „weiblich“ und „männlich“ bewusst eine Antwortmöglichkeit „anderes“ hinzugefügt, um intersexuellen, Transgender-Personen, sowie all jenen eine Alternative anzubieten, die sich einer binären Geschlechtsabfrage entziehen wollen. Diese Intervention entspringt einer queer-feministischen Grundhaltung, die sich u.a. dem Perpetuieren von Geschlechterstereotypen widersetzen möchte (AG Queer STS 2013).

### **3.1.5 Analyseraster und Hypothesen**

Aus der Literatur- und Sekundäranalyse wurden ein Analyseraster und Hypothesen für die empirischen Befragungen abgeleitet.

Zumindest folgende Themenbereiche sollen in die Analyse eingehen:

- Tätigkeit im Unternehmen und Wahrnehmung des Gebäudes
- Informationen zu den Technologien im Gebäude
- Partizipationsmöglichkeiten in der Planungs- und Errichtungsphase
- Zufriedenheit mit den gebäudebezogenen Parametern
- Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten
- Zufriedenheit mit dem Facility Management
- Zufriedenheit mit der Unternehmensführung
- Eigenes Energiebewusstsein/-verhalten.

Folgende ausgewählte abgeleitete Hypothesen sollten den Befragungen zugrunde gelegt werden:

- Je besser der Informationsfluss und je größer die Mitbestimmungsmöglichkeiten bei Planung und Ausführung, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen mit dem Gebäude.
- Je besser die Einschätzung der Arbeit des Facility Managements, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen.
- Je mehr Möglichkeiten für individuelle Einstellung, Regelung und Kontrolle, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen.
- Je größer das eigene Bewusstsein für Energieeffizienz, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen.
- Je besser die Einschätzung des Arbeits- und Betriebsklimas, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen.
- Je höher die Identifikation mit dem energieeffizienten Gebäude, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen.

## **3.2 Empirische Untersuchung des Einflusses von NutzerInnen in Niedrigstenergie-Bürogebäuden**

Ein Herzstück des Projekts stellte die empirische Untersuchung des NutzerInnenverhaltens in unseren beiden Fallstudien dar. Diese Analyse beinhaltete qualitative Interviews mit ExpertInnen wie Facility ManagerInnen, GebäudeplanerInnen oder Mitgliedern von Bauausschüssen, qualitative Interviews mit NutzerInnen in den beiden

Demonstrationsgebäuden des Projekts und eine quantitative Befragung von NutzerInnen in Niedrigenergie- und Passivhausbürogebäuden Österreich weit.

Als Vorbereitung für diese empirischen Erhebungen und um einen guten Eindruck von den beiden zu untersuchenden und simulierenden Bürogebäuden im Projekt zu bekommen – nämlich vom Headquarter der Energie Steiermark in Graz und der ENERGYbase in Wien – wurden in diesen beiden Gebäuden zusammen mit den Praxispartnern Workshops abgehalten, die mit Begehungen und Besichtigungen der Gebäude kombiniert wurden.

Der erste dieser Workshops fand am 17. September 2012 zusammen mit dem Leiter des Facility Managements und dem zuständigen Arbeitspsychologen bei der Energie Steiermark statt, der zweite Workshop am 8. Oktober 2012 bei der ENERGYbase zusammen mit dem Studiengangsleiter der Fachhochschule Technikum Wien, die in diesem Gebäude eingemietet ist, und mit dem zuständigen Facility Manager. Beide Workshops und Besichtigungen wurden protokolliert und brachten wertvolle Informationen und Erkenntnisse für die weitere Vorgangsweise bei der Befragung und für die agentenbasierte Simulation.

Für die durchzuführenden Interviews mit den ExpertInnen und den NutzerInnen wurden zwei Interviewleitfäden entwickelt, die die Themenbereiche „Tätigkeit und Gebäudewahrnehmung“, „Planung- und Errichtungsphase“, „Informationen“, „Zufriedenheit mit den gebäudebezogenen Parametern“, „Regelungs-/Kontrollmöglichkeiten“, „Facility Management“, „Unternehmensführung, „Partizipation“ und einen „Ausblick“ beinhalten (siehe Anhang Kap. 8.1 und 8.2).

Für die schriftliche Befragung wurde in mehreren Teamsitzungen ein Fragebogen mit 66 Haupt- und zahlreichen Unterfragen entwickelt, der sich mit allen Aspekten der Thematik auseinandersetzt (siehe Anhang Kap. 8.3). Diese wurden nicht in voller Länge für diesen Bericht ausgewertet, viele weitere Ergebnisse finden sich aber in der im Rahmen dieses Projekts entstandenen Diplomarbeit von Magdalena Wicher (Wicher 2014).

Die Interviews wurden in den beiden Demonstrationsgebäuden bzw. in Zusammenhang mit diesen sowohl mit ExpertInnen wie auch mit NutzerInnen durchgeführt, die schriftliche NutzerInnenbefragungen über Online-Zugangsmöglichkeiten und teilweise auch über eine Papierversion des Fragebogens. Die genauere Beschreibung dieser Untersuchungen und die daraus resultierenden Ergebnisse sind in Kap. 3.3 dargestellt.

### **3.3 Die beiden Fallstudien im Vergleich**

Im Folgenden werden die beiden Fallstudien bzw. Demonstrationsgebäude für die Fragestellungen dieses Projekts vorgestellt: das Gebäude ENERGYbase in Wien und das Headquarter der Energie Steiermark in Graz.

Diese Beschreibung beinhaltet die Darstellung der beiden Gebäudekonzepte sowie der technischen Ausstattung der beiden Gebäude. In diese Beschreibung fließen auch Auswertungen aus den ExpertInneninterviews zu den Praxisgebäuden ein.

### 3.3.1 ENERGYBase

Die ENERGYbase ist ein nationales sowie internationales Vorzeigeprojekt für nachhaltige Büroimmobilienentwicklung, das aus einem Forschungsprojekt zur Entwicklung eines nachhaltigen Gebäudekonzepts für Büroimmobilien hervorgegangen ist. Sie bietet auf einer Fläche von etwa 7.500 m<sup>2</sup> der Fachhochschule Technikum Wien, dem Austrian Institute of Technology (AIT, ehemals arsenal research) und anderen MieterInnen Platz. Insgesamt ist die ENERGYbase für ca. 700 NutzerInnen ausgelegt.



**Abbildung 4: Gebäude der ENERGYbase in Wien**

Das Gebäude wurde zwischen 2007 und 2008 im Auftrag der Wiener Wirtschaftsagentur (WWTF) errichtet. Für die Projektentwicklung zeichnet der WWTF verantwortlich, pos-architekten waren für die architektonische Planung und Ausführung des Gebäudes verantwortlich. Als „Green Building“ von der Europäischen Kommission zertifiziert verfügt die ENERGYbase über Passivhausstandard:

10,1 kWh/m<sup>2</sup> NG pro Jahr Heizwärmebedarf nach TRNSYS und  
12,8 kWh/m<sup>2</sup> NGF pro Jahr Kühlenergiebedarf nach TRNSYS  
ca. 25 kWh/m<sup>2</sup> pro Jahr Endenergiebedarf

Heizung und Kühlung funktioniert über Bauteilaktivierung. Die Kühlung funktioniert zusätzlich über Solar Cooling, welches derzeit in nur etwa 3 Gebäuden österreichweit zur Anwendung kommt. Im Gebäude werden ausschließlich erneuerbare Energieträger angewendet, Erdwärme und Sonnenenergie über eine Photovoltaikanlage und seit 2012 wird auch Windenergie über ein eigens installiertes Windrad gewonnen. Eine weitere Besonderheit des Gebäudes sind die so genannten Pflanzenpuffer, eigene grüne Bereiche in der ENERGYbase die für eine angenehme Luftfeuchte verantwortlich sind.

### 3.3.2 Headquarter der Energie Steiermark

#### 3.3.2.1 Allgemeine Beschreibung

Das Hauptgebäude der Energie Steiermark befindet sich in Graz. Es handelt sich dabei um einen Bürobau aus den Sechzigerjahren, der komplett saniert, mit einem neuen Zubau versehen (ca. ein Drittel der Fläche sind neu entstanden) und im Jahr 2010 wieder bezogen wurde.



Abbildung 5: Headquarter der Energie Steiermark in Graz

Die Sanierung und der Umbau mussten durch ein wohldurchdachtes Management begleitet werden, da es notwendig war, Angestellte aus dem Gebäude in andere Standorte der Energie Steiermark auszusiedeln bzw. innerhalb des Gebäudes umzusiedeln.

Organisatorischer Hauptzweck der Adaptierung des Hauptgebäudes war die Konzentration eines Großteils der MitarbeiterInnen und Abteilungen des Konzerns in einem Gebäude, die bisher auf sechs Standorte in ganz Graz aufgeteilt waren.

*„Und gegenüber unserer frühen Situation, sechs Standorten in Graz, da hatten wir natürlich eine irrsinnige Einsparung an Arbeitszeit, weil man zu Besprechungen nicht mehr hin- und herfährt ...“ (ESEx5)*

Die Umbauphase selbst wurde von einem Projektteam gemanagt, das sich aus VertreterInnen des Facility Managements (FM), der Bauabteilung, der Rechtsabteilung und der Kostenrechnung bzw. des Controllings und des Betriebsrates der Energie Steiermark zusammensetzte. Dieses Projektteam war für den Kontakt mit dem Architekten und den Bauausführenden von Seiten des Konzerns zuständig.

Würde das Gebäude noch einmal umgebaut, wünscht sich ein Mitglied des Bauausschusses im Interview eine längere Planungsphase.

*„Viel mehr Zweit für die Planung. Wir hätten, ...also, wie wir entschieden haben, welches Projekt wir umsetzen, hätten wir eigentlich schon bauen sollen, d.h. wir haben noch während der Bauphase geplant ...“ (ESEx5)*

Nach Beendigung der Umbauphase wurde der Umzug vom Facility Management in einer Großaktion innerhalb von vier Wochenenden durchgeführt. Die Bediensteten selbst äußern sich sehr positiv über die Abwicklung dieses Umzugs, der logistisch hervorragend geplant war und damit sehr erfolgreich durchgeführt werden konnte.

*„Sehr stark involviert, weil meine Abteilung ... hat den ganzen Umzug ja auch noch gemanagt, also wir waren da ja auch noch eingespannt, also wir haben, wir waren dann auch mit der ganzen Siedlerei dann auch noch einmal befasst, also das ist natürlich auch in unser Ressort gefallen, also wir haben den ganzen Umzug dann auch geschaukelt, also das war dann an vier Wochenenden mehr oder weniger.“ (ESEx3).*

Welches waren die besonderen Herausforderungen, mit denen das ExpertInnen-Projektteam in der Phase des Umbaus zu kämpfen hatte?

Immer ein Thema waren offensichtlich die unterschiedlichen Vorstellungen des Architekten und vor allem der Interessensvertretung der Bediensteten. So war das Gebäudekonzept ursprünglich viel offener und durchgängiger geplant, mit dem Wegfall von das architektonische Konzept störenden Wänden oder Trennungen. Dies stieß auf wenig Gegenliebe bei den VertreterInnen der Bediensteten, die reklamierten, dass es sich um einen Bürobau handle, der gewisse Nutzfunktionen zu erfüllen hat.

*„Aber ich kann das nicht voraussetzen, dass wenn ich so ein Haus neu konzipiere, dass ich als Architekt aufoktroyiere was gut und was schlecht ist für die Mitarbeiter, der hat überhaupt keine Ahnung gehabt was die Mitarbeiter wollen oder verlangen, ...“ (ESEx1)*

So änderte sich das Konzept dahingehend, dass es doch zur Einführung von Glaswänden kam, um zumindest eine räumliche Abtrennung zwischen einzelnen Abteilungen oder Einheiten zu erhalten. Diese Glaswände sollten aber ursprünglich ebenfalls transparent und vollkommen durchsichtig sein und wurden auch so ausgeführt – und erst mit einer Folie beschichtet, als Angestellte gegen die durchsichtigen Glasscheiben liefen und sich verletzten.

*„Wir hätten keine einzige Wand in diesem Stockwerk. Alles offen, durch stehende, so halbhohle Trennwände, Lärmtrennwände wären die getrennt gewesen. Ich habe diese Glaswände gefordert, die mühevoll Verhandlungsarbeit erfolgt, dann hab ich die Folierung verlangt, die sie mir abgelehnt haben, das ist zu teuer, bis drei Verletzte waren.“ (ESEx1)*

Eines der größten Themen in diesem Gebäude ist das Raumkonzept. Ursprünglich hatten die meisten Bediensteten an ihren alten Standorten bzw. auch in diesem Gebäude selbst vor dem Umbau kleinere Büros, allein, zu zweit oder höchstens zu viert. Im neuen Gebäude sind nun hauptsächlich größere Büroeinheiten geschaffen worden, beginnend von einer Belegung mit vier Personen bis hin zu Belegungen mit 18 oder sogar 30 Personen (was im Callcenter



des Konzerns der Fall ist). Diese größeren Büroeinheiten werden nicht als Großraumbüros, sondern als „Gruppenbüros“ bezeichnet.

*„... und es ist ja auch vorgegeben worden, dass wir, also, eher diese großen Gruppenbüros haben als, und alles offen ist und so, man ist dann ja eh im Nachhinein draufgekommen dass das alles nicht so geht ...“ (ESEx3)*

Diese Umstellung bedingt auch eine gewisse Unzufriedenheit, die in den Interviews und der Fokusgruppe mit den Bediensteten angesprochen werden. Hier handelt es sich vor allem um Probleme mit Lärm und Schall.

*„... sind zwar größtenteils schon verändert und verbessert worden, aber dort sind die einzigen Büros, wo Lärm ein Thema ist, und zwar deshalb weil halt so viel, ich glaub es sind 16 oder 18 Personen drinnen, und die halt unterschiedlich laut kommunizieren.“ (ESEx6)*

Weiters war das geplante Gebäude ursprünglich nur für 550 Personen gedacht, durch Umstrukturierungen sind nun aber 620 Angestellte im Gebäude, was einen Engpass an räumlichen Kapazitäten ergibt und natürlich auch die technischen Voraussetzungen für das Gebäude ändert (z.B. auf welche Personenanzahl die Lüftungsanlage eingestellt werden muss).

*„Wir haben ursprünglich ja auch geplant für 550 Mitarbeiter, in der Planungsphase ist durch Umorganisationen der Mitarbeiterstand aber auf 620 angewachsen, d.h. wir haben um 70 Mitarbeiter während der Planungsphase dann mehr dazubekommen die wir also da in das Haus herein setzen mussten, und 70 Mitarbeiter, das ist ungefähr ein Stockwerk von den neun,...“ (ESEx5)*

*„Also das ist natürlich ganz bitter, wenn du sagst, ich muss 50 oder 70 Leute mehr reinbringen, ..., und 70 Leute sind 70 mehr Computer, sind 70mal mehr innere Lasten, ..., das war eine bittere Geschichte einerseits, und andererseits ist dieses Raumeinteilungskonzept einfach nicht weiter gegangen.“ (ESEx4)*

Ein weiterer interessanter organisatorischer Aspekt ist die Frage der Unterstützung des Vorstands für das Projekt. Da der Vorstand des Konzerns in der Planungs- und Umbauphase zweimal gewechselt hat, änderten sich auch die Ansprechpartner für das Projektteam und die Wünsche der Vorgesetzten.

*„Naja, das Projekt hat das große Problem gehabt, dass während der Bauführung es einen Wechsel in der Geschäftsführung und im Vorstand gegeben hat.“ (ESEx3)*

### **3.3.2.2 Technische Daten**

Beim Hauptverwaltungsgebäude der Energie Steiermark handelt es sich um ein Niedrigenergiegebäude mit einer Energiekennzahl von ca. 23 kWh/m<sup>2</sup> NGF pro Jahr Heizwärmebedarf. Im Folgenden wird die technische Ausstattung des Gebäudes beschrieben:

- Problematik eines Bürogebäudes – hohe innere Wärmelasten durch viele Personen, viele Geräte (PC, Bildschirme etc.) führen zu einem erheblichen Kühlbedarf, Heizbedarf eher gering (Heizleistung gesamt inkl. Lüftung 800 kW, Kälteleistung gesamt 650 kW).
- Photovoltaik 556 m<sup>2</sup>, eingesetzt in der Fassade, auf dem Dach und im Vordach des Eingangs, mit einer Gesamtleistung von 78 kWp, jährliche Erzeugung von ca. 70.000 kWh.
- Erdwärme – Energie durch Erdwärmebohrungen für Heizung und Kühlung, 1.200 m Tiefenbohrungen, dient der Fußbodenheizung sowie Vorkühlung des EG und 10. OG.
- Regenwassernutzung für die WC-Anlagen, Einsparung von 1.800.000 Litern Trinkwasser/Jahr Spülungen, die Speicherung des Regenwassers erfolgt in drei Becken im 3. UG des Neubaus mit einem Inhalt von 350 m<sup>3</sup>.
- Solaranlage – mit ca. 56 m<sup>2</sup> dient der Warmwassererzeugung des Brauchwassers für das 1. UG, EG sowie zur Heizungsunterstützung der FB-Heizung im EG und im 10. OG, der jährliche Solarertrag beträgt ca. 21.500 kWh.
- Fassade – sehr gut gedämmte Fassade, Dämmstärke 18 cm Mineralwolle (22,8 kWh/m<sup>2</sup>a Heizwärmebedarf siehe Energieausweis = Klasse A).
- Beschattungssystem – durch die Klappläden treffen die Sonnenstrahlen nicht auf das Glas – sommerlicher Wärmeeintrag in das Gebäude wird dadurch erheblich reduziert.
- Lichtumlenkung – speziell ausgeformtes Oberlicht, welches durch Reflexion an die Decke das Tageslicht in die Tiefe der Büros leitet.
- Arbeitsplatzbeleuchtung mittels Stehlampen – Lichtstärke regelt sich automatisch mit der Helligkeit im Raum und Ein/Aus-Schaltung mittels Sensor auch automatisch – Lichtabschalten durch den Mitarbeiter nicht notwendig. Die Energieeinsparung beträgt gegenüber einer konventionellen Beleuchtung ca. 45 %.
- Wärmerückgewinnung bei den Lüftungsanlagen: die 12 Lüftungszentralen mit einem Gesamtfrischluftvolumen von rd. 86.000 m<sup>3</sup>/h für das gesamte E-Office sind mit einem Kreuzstromwärmetauscher und einer Wärmerückgewinnung mit rd. 80 % ausgestattet, sodass die erforderliche Zusatzenergie auf ein Minimum reduziert wird. Die Bürolüftung ist für einen hygienischen Luftwechsel mit rd. 35 m<sup>3</sup>/h je MitarbeiterIn ausgelegt. Die MitarbeiterInnen haben die Möglichkeit, die Raumtemperaturen geringfügig zu regeln (+/-2°C). Die Regelung der gesamten Haustechnik erfolgt über eine zentrale Gebäudeleittechnik mit mehr als 9.000 Datenpunkten. Fensterkontakte – Fenster sind offenbar, wenn jedoch ein Fenster offen steht, wird in dem betreffenden Raum die Technik (Heizen/Kühlen) automatisch außer Betrieb genommen.

Wie beschrieben ist das Gebäude mit Außenjalousien ausgestattet, die tageslichtgeführt sind und sich je nach Sonneneinfall automatisch öffnen oder schließen. Da es sich dabei um ein System mit durchlöchernten Paneelen handelt, die auch, wenn sie geschlossen sind, Tageslicht in den Raum eindringen lassen, kam es allerdings auch zu einem unerwünschten Nebenkonzept, nämlich zu einer Blendwirkung an den Computerbildschirmen durch diesen teilweise konzentrierten Lichteinfall. Daher wurden die Fenster auch noch mit innenliegenden Rollos nachgerüstet.

*... und wir haben nachträglich dann Innenjalousien, die wir gefordert haben, dann eingebaut, weil die Leute geblendet worden sind durch diese Oberpaneele ...“ (ESEx1)*

Besonders stolz ist der Leiter des FMs auf das beschriebene Beleuchtungskonzept in den Büroräumen. Die Beleuchtung wird über Stehlampen der Firma Waldmann durchgeführt, die hervorragendes Licht geben, dimmbar und mit Bewegungsmeldern ausgestattet sind.

*„... durch diese Lampen haben diese Lux und ich weiß nicht, welche Faktoren da reinkommen, es stimmt auch, sie sind bewegungsmeldungsmäßig, also, sind von der Bewegung her, schalten sich ein oder schalten sich aus, weil man erspart sich dadurch irgendwas, will ich nicht beurteilen, weiß ich nicht, aber da hat man gespart.“ (ESEx1)*

Da es doch vermehrt zu Klagen der NutzerInnen über zu trockene Luft in den Büroräumen kam, wurde eine Technologie nachträglich eingebaut, nämlich eine Befeuchtungsanlage.

*„... und wir haben teilweise sehr sehr trockene Luft im Winter, und die Leute leiden, vor allem Kontaktlinsenträger und auch andere haben mit den Augen wilde Probleme und das ist, haben wir jetzt bereinigt, dass wir diese Befeuchtungsanlage bekommen.“ (ESEx1)*

Diese Befeuchtungsanlage wurde zu Beginn unseres Projekts bereits diskutiert, zwei mögliche Ausführungen wurden während unserer Projektlaufzeit getestet und eine Ausführung dann zu Ende unserer Projektlaufzeit auch in Betrieb genommen.

*„Wir haben eine Kühlung und eine Belüftung und eine Heizung. Und wir tun belüften, aber das war's auch schon. Und, und, ja, jetzt wird eh, wird eh diese, diese Luftbefeuchtung nachgerüstet, werden wir schauen, das wird sicherlich eine Verbesserung bringen.“ (ESEx3)*

### **3.3.3 Vergleich zwischen ENERGYbase und Energie Steiermark**

Betrachtet man die beiden Gebäude vergleichend, so fällt als erster Unterschied die unterschiedliche Gebäudeart und -nutzung auf. Während die ENERGYbase ein Neubau ist, der MieterInnen unterschiedlicher Art wie die Fachhochschule Technikum Wien, das Austrian Institute of Technology oder andere BüromieterInnen beherbergt, ist das Gebäude der Energie Steiermark ein saniertes Gebäudes mit einem neuen Zubau, das als Verwaltungsgebäude verwendet wird. Es herrschen somit hierarchische Strukturen, alle NutzerInnen sind Mitglieder einer Organisation und kennen sich zum Teil untereinander und haben in ihrer Arbeit auch immer wieder miteinander zu tun. Sie haben auch – im Gegensatz zur ENERGYbase – einen gemeinsamen Betriebsrat, der ihre Interessen vertritt. Die

Fachhochschule Technikum Wien hat auch – durch ihren Lehr- und Studienbetrieb – spezielle Anforderungen an die Nutzung des Gebäudes und die verwendeten Technologien.

Der Standort des Gebäudes der ENERGYbase ist eher peripher, während das Headquarter der Energie Steiermark im erweiterten innerstädtischen Bereich liegt.

Vom Gebäudekonzept her handelt es sich bei der ENERGYbase um ein Passivhausgebäude, bei der Energie Steiermark um ein Niedrigenergiegebäude. Auch die technischen Ausführungen der Lüftungsanlagen sind unterschiedlich, das Gebäude der Energie Steiermark verfügt zusätzlich über eine Befeuchtungsanlage.

Die ENERGYbase verfügt über eine Bauteilaktivierung und das Konzept der Pflanzenpuffer, auch wenn dieses nicht so funktioniert hat, wie dies ursprünglich geplant war.

Die ENERGYbase wird von einem externen Facility Manager betreut, der allerdings täglich vor Ort ist, die Energie Steiermark verfügt über ein eigenes FM-Team, welches das Gebäude ständig betreut.

### **3.3.4 NutzerInnenbefragung ENERGYbase**

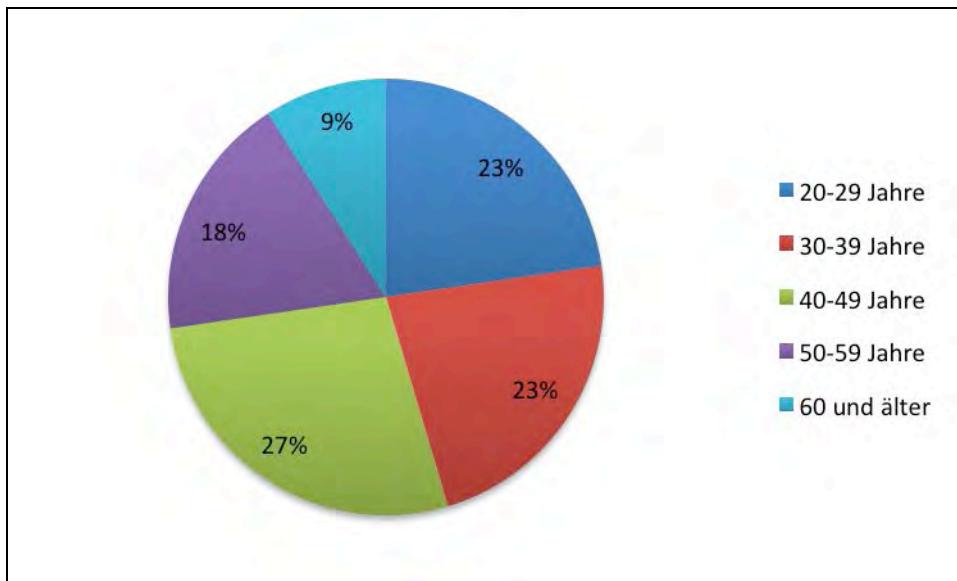
Die nachfolgende Darstellung der NutzerInnenbefragung vereint aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit die Ergebnisse aus den qualitativen Interviews mit den Resultaten der quantitativen Befragungen.

#### **3.3.4.1 Beschreibung der Stichprobe qualitativ**

Im Zeitraum von Dezember 2012 bis April 2013 wurden in der ENERGYbase neun NutzerInnen interviewt: Vier Frauen und fünf Männer, alle im Alter zwischen ca. 25 und 60 Jahren. Die InterviewpartnerInnen waren in diesem Zeitraum MitarbeiterInnen unterschiedlicher Einrichtungen, die in die ENERGYbase eingemietet sind. Sie bekleiden unterschiedliche Positionen (Empfang & Sekretariat, wissenschaftliche Mitarbeit, Lehre, Außendienstmitarbeit, Geschäftsführung), dementsprechend gestaltet sich der Berufsalltag in der ENERGYbase recht unterschiedlich.

#### **3.3.4.2 Beschreibung der Stichprobe quantitativ**

Die schriftliche Befragung erfolgte in der ENERGYbase einerseits online über das Tool UniPark mittels unpersonalisiertem Link (<http://ww3.unipark.de/uc/built2satisfy/>) zwischen 03. Juni und 06. September 2013. Zusätzlich wurden im Juni 2013 noch Papier-Bleistift-Versionen des Fragebogens vor Ort verteilt. Es nahmen 18 NutzerInnen an der Online-Umfrage teil, fünf Beantwortungen erfolgten in Papier-Bleistift-Form. Insgesamt beantworteten fünf Frauen und 17 Männer die Umfrage, die Altersverteilung ist in Abbildung 6 ersichtlich.



**Abbildung 6: Altersverteilung ENERGYbase**

20 Personen (87%) arbeiten Vollzeit bzw. mehr als 35 Stunden pro Woche, eine Person Teilzeit mit 20 bis 35 Stunden pro Woche und zwei Personen Teilzeit mit weniger als 20 Stunden pro Woche. 4 NutzerInnen geben an, ausschließlich im Team zu arbeiten, 18 Personen arbeiten manchmal im Team und eine Person kaum.

### **3.3.4.3 Gebäudebeschreibung, Wahrnehmung der NutzerInnen**

Die NutzerInnen äußerten sich durchgehend positiv zur ENERGYbase. Im Großen und Ganzen beziehen sich die Wahrnehmung der NutzerInnen dabei auf zwei unterschiedliche Aspekte: Zum einen wird die als innovativ bezeichnete Architektur und Haustechnik hervorgehoben, zum anderen wird über persönlich wahrgenommene Qualitäten des Gebäudes, vor allem in Bezug auf die Innenräume, berichtet.

Die ENERGYbase wird als neu, innovativ, modern, als „einzigartiges Gebäude in Österreich“ oder in ähnlicher Weise charakterisiert. Im Vergleich zu anderen Bürogebäuden werden von den NutzerInnen auch der „moderne architektonische Stil“ und der offen gestaltete Eingangsbereich der ENERGYbase positiv hervorgehoben. Zudem wurde von einem der Befragten erwähnt, dass auch Gäste, wie Geschäftspartner oder Kunden, sich in der Regel sehr positiv über das Gebäude äußern.

MitarbeiterInnen der FH und des AIT, die auch beruflich mit Fragen der Energietechnik zu tun haben, verwendeten in ihren Charakterisierungen in der Regel auch Hinweise auf die in der ENERGYbase eingesetzte Technik. Konkret angesprochen wurden vor allem die sichtbaren Elemente, wie die Photovoltaikfassade, das am Dach des Gebäudes installierte Windrad oder die Pflanzenpuffer in den Büros („Pflanzenkläranlagen für die Luft“), aber auch weniger offensichtliche Aspekte, wie die Nutzung von Erdwärme für die Raumheizung. Von einigen wurde auch der Begriff Passivhaus zur Beschreibung des Gebäudes verwendet. Dabei fällt auf, dass auch die technische Ausstattung der ENERGYbase grundsätzlich in positiver Weise zur Beschreibung herangezogen wird. Einzige Ausnahme sind die

automatisch gesteuerten Jalousien, die aufgrund der für NutzerInnen kaum nachvollziehbaren Funktionsweise von einem Interviewpartner zu einer negativen Charakterisierung der Gebäudetechnik herangezogen wurde („das *Einzige*, die *automatischen Jalousien*, die haben ein bisschen eine *Eigendynamik*“, EB01).

Neben diesen technischen Zuschreibungen verwendeten die meisten Befragten auch individuell wahrgenommene Vorzüge des Innenraumklimas, die als besonders charakteristisch für das Gebäude bezeichnet wurden. Die Arbeitsräume seien „sehr hell“ und „vom Klima her sehr angenehm“. Die Unterschiede zwischen dem Sommer- und dem Winterhalbjahr („immer ein sehr konstantes Klima“) werden als gering wahrgenommen, woraus „ein irrsinnig gutes Arbeitsklima“ resultiert. Geschätzt wird insbesondere die relativ kühle Innenraumtemperatur im Sommer, die ohne unangenehme Begleiterscheinungen, wie Zugluft aus Klimaanlage („es zieht hier praktisch nicht“), bereitgestellt wird. Positiv angemerkt wurde auch die generell hohe Luftqualität im Gebäude. Ein Befragter fasste diese von den meisten NutzerInnen geteilte Meinung folgendermaßen zusammen: „*Klimatisch ist jeder sehr begeistert. Es ist eine sehr angenehme Luft herinnen, sie ist nicht zu trocken, sie ist nicht zu feucht, es ist ... man hat das Gefühl, man atmet einfach eine gesunde, gute Luft*“ (EB02). Diese positiv wahrgenommenen Qualitäten wurden nicht nur zur Charakterisierung des Gebäudes verwendet, sondern auch mit dem generell „guten Arbeitsklima“, das der ENERGYbase zuerkannt wird, in Verbindung gebracht.

Die Tatsache, in einem Gebäude mit einem sehr niedrigen Energiebedarf (für Heizen und Kühlen) zu arbeiten, fällt kaum jemandem auf. Der geringe Energiebedarf hat keine nennenswerten negativen Auswirkungen auf die Wahrnehmung des Gebäudes zur Folge. Im Gegenteil, die hohe Energieeffizienz wird von den meisten Befragten am ehesten mit den angenehm empfundenen Innenraumtemperaturen an heißen Sommertagen in Verbindung gebracht. „Man merkt's speziell im Sommer“, sagte eine der Nutzerinnen, „*wenn's draußen 30, 35 Grad hat ... und du gehst rein und – das ist sozusagen das Aha-Erlebnis – also es ist wirklich angenehm*“ (EB03).

Auch in der quantitativen Befragung wurde gefragt, wie die MieterInnen das Gebäude der ENERGYbase wahrnehmen. Bei der Beantwortung dieser Frage gaben die Personen folgende Antworten: 28 % beschreiben das Gebäude als „energieeffizient“, 20 % als „innovativ“, 16 % gaben „Niedrigenergiehaus“ an, 11 % „architektonische Neuheit“, 8 % „nachhaltig“, 5 % „Plusenergiehaus“, 5 % „technisch anspruchsvoll“ und 3 % „ökologisch“. 87 % der NutzerInnen (n=20) gaben an, dass das Gebäude weniger Energie verbraucht als andere Gebäude.

#### **3.3.4.4 Informationen: Bedarf / Wann / Wie?**

Im Großen und Ganzen sind die NutzerInnen zufrieden mit den Informationen, die Ihnen zur Verfügung gestellt wurden. Sie wurden für den Büroalltag in der ENERGYbase als ausreichend empfunden. Erst auf Nachfrage wünschten sich einige NutzerInnen interessehalber detaillierte Hintergrundinformationen über die Funktionsweise der Haustechnik.

Der geringe Informationsbedarf könnte damit zusammenhängen, dass einerseits gerade in Mehrpersonenbüros die jeweils andere Person das Handling der Technik übernimmt (etwa der- oder diejenige, der/die morgens zuerst im Büro eintrifft und lüftet bzw. sich um die Beleuchtung oder auch um die Temperaturregelung kümmert). Da die Arbeitsumgebung zumeist bereits auf die Bedürfnisse der NutzerInnen eingestellt ist, ist der Bedarf, sich vermehrt mit der Technik auseinanderzusetzen und die Arbeitsumgebung besser anzupassen, gering. Diese sehr zurückhaltende Bedienung der Technik durch den oder die Einzelne/n erübrigt eine tiefere Auseinandersetzung mit den Funktionen und somit auch einen erhöhten Informationsbedarf.

*„Die Funktion des Knopfes ist mir dann das erste Mal an einem kurzen Tag aufgefallen“.  
(EB04)*

Bei NutzerInnen, die bereits beruflich mit der Technik vertraut sind, besteht kaum Informationsbedarf.

Die Informationen über die Nutzung der Haustechnik wurde den MieterInnen unterschiedlich nähergebracht: Die FH stellte Informationsblätter zur Verfügung, die grundsätzlich bei Einzug bzw. Neuanstellung ausgeteilt wurden. Jedoch nicht allen FH-MitarbeiterInnen sind diese Informationsblätter bekannt. Die unterschiedlichen Erfahrungen wurden uns im Interview folgendermaßen mitgeteilt: *„Ein Informationsblatt – Das ist mir jetzt nicht wirklich bekannt, ... das hab ich nicht gehabt“ (EB05)* oder ebenso: *„Ich hab so ein, drei oder vier A4-Blätter bekommen, wo alles beschrieben worden ist, was bei der Nutzung des Gebäudes wichtig ist ... das lag auf meinem Tisch“ (EB06)*

Im Rahmen des Studiengangs wurde den Studierenden die Haustechnik mittels Führungen nähergebracht.

Aus der schriftlichen Umfrage ging hervor, dass 75 % der NutzerInnen in der ENERGYbase mit den Informationen über die Regelung der Temperatur sehr zufrieden bzw. zufrieden sind, 25 % wenig zufrieden bzw. unzufrieden. Was die Information über die Regelung der Beleuchtung betrifft sind 68 % sehr zufrieden bzw. zufrieden und 32 % wenig zufrieden bzw. unzufrieden. 65 % gaben an, sehr zufrieden bzw. zufrieden mit den Informationen über die Belüftungssteuerung zu sein, denen 35 % wenig Zufriedene bzw. Unzufriedene gegenüberstehen. Mit den Informationen über die Haustechnik sind 81 % sehr zufrieden bzw. zufrieden und 19 % wenig bzw. unzufrieden.

91 % der Befragten aus der schriftlichen Umfrage gaben an, nicht an der Planung beteiligt gewesen zu sein bzw. dass sie vor dem Einzug ihre Wünsche an ihren Arbeitsplatz nicht äußern konnten. 70 % gaben an, nicht über die Regelungsmöglichkeiten informiert worden zu sein.

### **Änderungswünsche**

Ein Nutzer brachte im Interview den Wunsch vor, die technischen Feinheiten des Gebäudes visuell umzusetzen. Dies sollte wenn möglich im Eingangsbereich stattfinden, um die Repräsentativität des Gebäudes allen NutzerInnen sowie BesucherInnen zugänglich zu

machen. Als Idee schlug er vor, die Energieversorgung der ENERGYbase symbolisch durch einen „Photovoltaik-Baum“ zu visualisieren.

### 3.3.4.5 Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses

In der EnergyBASE können NutzerInnen auf Licht, Temperatur und Luftqualität selbst Einfluss nehmen:

- Lichtstärke und Jalousiestellung können über den Multifunktionsschalter geregelt werden, teilweise werden Vorhänge gegen Blendung eingesetzt.
- Die Temperatur kann einerseits individuell über Kleidung geregelt werden bzw. über das Öffnen und Schließen von Fenstern, andererseits über das Facility Management.
- Die Luftqualität wird ebenfalls mit dem Öffnen und Schließen von Fenstern reguliert bzw. über einen Schalter zur Belüftungsregelung in den Besprechungsräumen und Hörsälen.

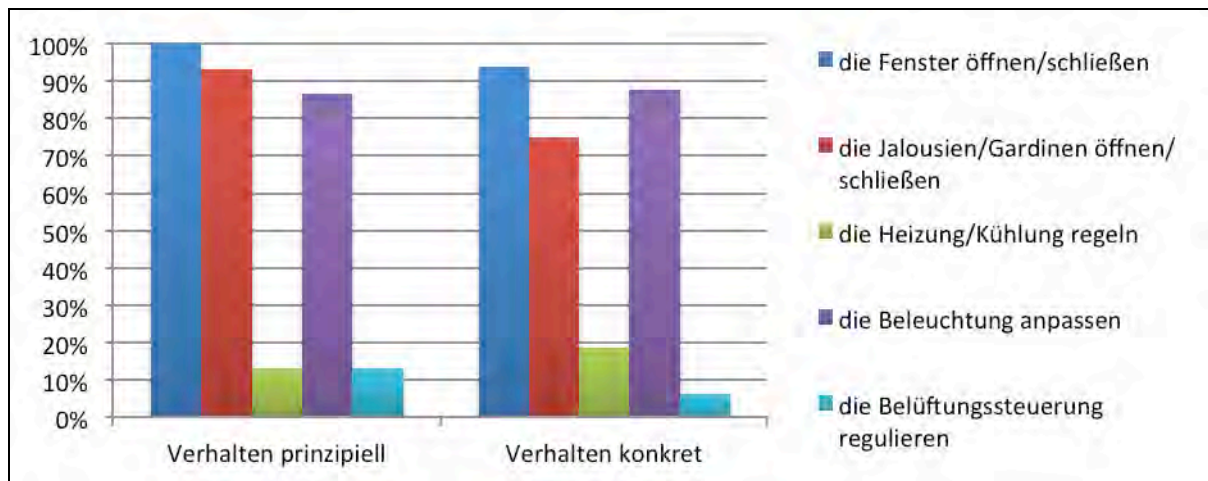
In jedem Raum befindet sich ein Multifunktionsschalter. Über diesen Schalter wird die Anwesenheit eingestellt, sowie Lichtstärke und Jalousiestellung geregelt. Die Lichtstärke kann außenlichtabhängig in drei Stufen eingestellt werden und bei Bedarf stufenlos zusätzlich geregelt werden. Die automatische Steuerung der Jalousien kann mit diesem Schalter manuell übersteuert werden.



**Abbildung 7: ENERGYbase, Steuerungspaneel für Beleuchtung und Jalousien**

Die Antworthäufigkeiten auf die Frage im schriftlichen Fragebogen, welche Optionen den Personen zur Regelung „prinzipiell“ zur Verfügung stehen und welche Verhaltensweisen sie „konkret“ ausführen, können in Abbildung 8 eingesehen werden. Hervorzuheben ist dabei, dass jeweils zwei Personen angeben, die Heizung/Kühlung regeln zu können bzw. die Möglichkeit zu haben, die Belüftung zu steuern, obwohl dies über keine Steuerung möglich ist. Drei Personen geben darüber hinaus an, die Heizung/Kühlung tatsächlich zu regeln. Es kann dabei nicht eruiert werden, ob diese Personen auf die Beeinflussung durch das Öffnen/Schließen von Fenstern abzielen, ob dabei die Belüftungsregelung in den Besprechungsräumen und Hörsälen gemeint ist oder ob die Personen eine falsche Wahrnehmung der ihnen faktisch zur Verfügung stehenden Regelungsmöglichkeiten haben.





**Abbildung 8: ENERBYbase – Verhaltensoptionen zur Regelung prinzipiell und Verhalten konkret**

Die Wahrnehmung der Regelungsmöglichkeiten betreffend wurden in der schriftlichen Befragung die Regelung von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung auf den drei Dimensionen „Verständlichkeit“, „Zugänglichkeit“ und „Geschwindigkeit“ erfragt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 ersichtlich. Zusätzlich gaben 9 % an, mit den Regelungsmöglichkeiten sehr zufrieden zu sein, 64 % sind zufrieden, 18 % wenig zufrieden und 9 % unzufrieden.

		trifft vollkommen zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
Verständlichkeit					
	Temperatur	11,8	47,1	17,6	23,5
	Beleuchtung	23,8	38,1	23,8	14,3
	Belüftung	6,7	40,0	20,0	33,3
Zugänglichkeit					
	Temperatur	23,5	29,4	5,9	41,2
	Beleuchtung	31,8	59,1	4,5	4,5
	Belüftung	25,0	31,3	6,3	37,5
Geschwindigkeit					
	Temperatur	7,7	53,8	7,7	30,8
	Beleuchtung	42,9	52,4	4,8	0,0
	Belüftung	16,7	41,7	16,7	25,0

**Tabelle 1: Regelungsmöglichkeiten von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung nach den Dimensionen Verständlichkeit, Zugänglichkeit und Geschwindigkeit (in %)**

### **Minimale Einflussmöglichkeiten ...**

Es besteht der vorherrschende Eindruck, selbst nur geringen Einfluss auf das Gebäude nehmen zu können: *„Da kann man nichts mehr regeln, naja, aber auf das minimalste.“* (EB07)

Die NutzerInnen sind grundsätzlich sehr zufrieden mit den Gebäudeparametern und haben in den Interviews keinen zusätzlichen Bedarf geäußert, selbst mehr Einfluss auf die Regelung nehmen zu wollen.

### **... wenig genutzt**

Die technischen Einflussmöglichkeiten selbst werden selten zur Gänze ausgenutzt. Ebenso zeigte sich im Laufe der Interviews, dass die Regelungsoptionen häufig nicht wie von den PlanerInnen intendiert benutzt wurden, bzw. die NutzerInnen individuelle Wege zur Nutzung bzw. zur Umgehung etwaiger Probleme gefunden haben. Beispielsweise wird der Multifunktionsschalter vorwiegend als herkömmlicher Licht-Ein/Aus-Schalter verwendet. Alle Funktionen des Schalters sind in der Regel nicht bekannt, die Mehrheit der NutzerInnen hat nach eigener Aussage keinen Grund sich damit zu beschäftigen: *„Ich drehe maximal einmal den Lichtschalter auf, sonst regle ich da gar nichts. ... Ich habe auch nie den Bedarf.“* (EB08) Dieser Nutzer bringt das Thema auf den Punkt: *„Ich habe da noch nie etwas Anderes ausprobiert, weil ich auch keinen Bedarf danach gehabt habe.“* (EB09)

### **Änderungswünsche**

Eine Nutzerin, die zwar nach eigenen Angaben die bestehenden Regelungsmöglichkeiten kaum nutzt, wünschte sich mehr individuelle Eingreifmöglichkeiten bei der Regelung von Temperatur und Luftfeuchte.

Auf die Zufriedenheit bzw. Änderungswünsche zu den einzelnen Gebäudeparametern wird in den nachfolgenden Kapiteln detailliert eingegangen.

#### **3.3.4.6 Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung**

Die NutzerInnen äußerten sich durchgehend positiv zur den Lichtverhältnissen in der ENERGYbase. Ein Großteil der NutzerInnen arbeitet überwiegend mit Tageslicht, selten werden künstliche Lichtquellen, wie Deckenbeleuchtung oder Schreibtischlampen, zu Hilfe genommen. Ob künstliche Lichtquellen benötigt werden, hängt mit der Ausrichtung des jeweiligen Büros bzw. von der Distanz des Arbeitsplatzes zum Fenster zusammen. NutzerInnen auf der Nordseite des Gebäudes verwenden regelmäßig künstliche Lichtquellen, NutzerInnen der Büros auf der Südwest-Seite hingegen benötigen kaum andere Lichtquellen: *„Ja, ich empfinde es erstmal auch sehr angenehm. Ich sitze auch am Fenster, wie hier der Kollege, auch in die Richtung orientiert ... Ich brauche fast nie zusätzliche Beleuchtung am Arbeitsplatz, selbst bei so trüben Tagen wie heute brauche ich keine zusätzliche Beleuchtung.“* (EB10)

Eine Nutzerin bemängelte die Position der Lichtquelle, die in diesem Fall hinter ihr angebracht ist: *„Es passt irgendwie nicht, es ist hinter mir und ich bräuchte [das Licht] von vorne oder von der Seite.“* (EB11)

Aus der schriftlichen Befragung geht hervor, dass jeweils 10 Personen (gesamt 87 %) sehr zufrieden bzw. zufrieden mit der Arbeitsplatzbeleuchtung sind, drei Personen (13 %) sind wenig zufrieden, keine Person gibt an, unzufrieden zu sein.

### **Maßnahmen gegen Blendung**

Das Problem der Blendung tritt hauptsächlich in den Wintermonaten ein, bei tiefem Sonnenstand. Betroffen sind vor allem die NutzerInnen, deren Arbeitsplätze an der verglasten Südseite liegen. Zur Problembehebung setzten die NutzerInnen vor allem die fix verbauten Jalousien und Vorhänge ein. Vorhänge wurden von manchen MieterInnen im Nachhinein angebracht, einerseits als Schutz gegen Blendung, andererseits als Dekorelement: *„Vorhänge haben wir überall. Es gibt auch überall eine Jalousienbeschattung, eine automatische, die gesteuert heruntergeht, und wie gesagt gibt es halt Zeitpunkte, wo was nicht optimal funktioniert oder wo man sich helfen möchte, und dann verwendet man die Vorhänge halt dazu.“* (EB12)

Vor allem bei starkem Wind kommen die Vorhänge zum Einsatz, da dann die Rückfahrautomatik der Jalousien einsetzt, ebenso bei erratischer Funktion der Jalousien: *„Es ist nämlich so, wenn der Wind da draußen sehr stark geht, dann fahren die Jalousien hoch und lassen sich nicht mehr runterfahren, und die Kollegen, die dann hier vorne sitzen, die werden dann oft geblendet von der Sonne.“* (EB13)

### **Zusätzliche Beleuchtung: Schreibtischlampe**

Ein Großteil der NutzerInnen hat keine eigene Schreibtischlampe bzw. diese nur selten in Verwendung. Notwendig ist diese v.a. bei NutzerInnen, deren Arbeitsplatz nicht in Fensternähe liegt und wo keine direkte Sonneneinstrahlung stattfindet. Die zusätzlichen Lampen werden am ehesten in den Abendstunden bzw. an trüben Tagen eingesetzt: *„Ich meine, sonst sind wir meistens bei Tageslicht da und heute wäre ich zum Beispiel überhaupt nicht auf irgendeine zusätzliche Lichtquelle angewiesen.“* (EB14)

### **Änderungswünsche**

Die Steuerung der Jalousien, die für viele nicht nachvollziehbar erscheint, war einer jener Kritikpunkte, die von mehreren NutzerInnen angesprochen wurde: *„Das ist ein bisschen ein Problem, diese Selbständigkeit des Hauses.“* (EB15)

Auf Nachfrage hin wurde angemerkt, dass die Stellung der *„automatischen Jalousien, die ein bisschen eine Eigendynamik haben“* (EB16), aber kaum korrigiert werden.

Ein Mitarbeiter einer Firma, die im Hause zeitweise Gerätetests durchführen, äußerte den Wunsch nach entsprechend verstärktem Licht, da die vorhandene Deckenbeleuchtung für diesen Zweck *„ein bisschen unterdimensioniert“* ist. Eine Nutzerin bemängelte die Lichtfarbe.

### **Verhaltensantworten schriftliche Umfrage**

Bei der Frage, was die Personen tun, wenn die Lichtverhältnisse nicht passen (mit der Option auf Mehrfachantworten), gaben 67 % der Personen (n=12) an, die Jalousien bzw. Gardinen zu schließen/öffnen, 67 % (n=12) schalten das Licht ein/aus, 56 % (n=10) passen die Beleuchtung an und eine Person gibt an, dass das nicht vorkommt.

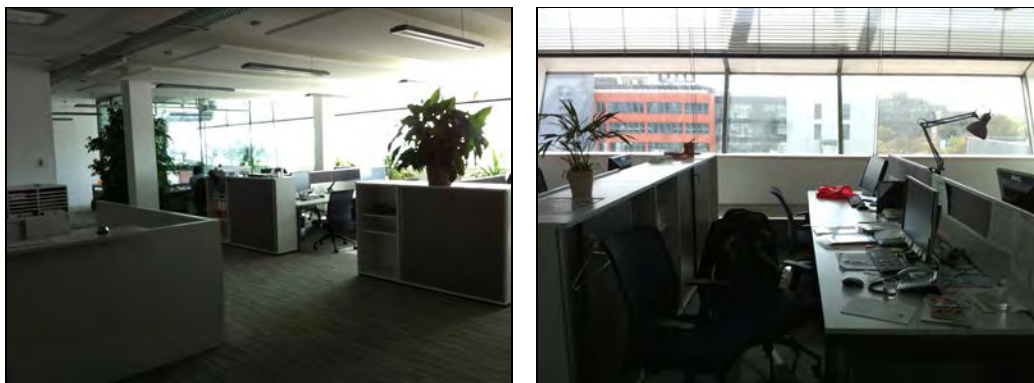
#### **3.3.4.7 Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten**

In der ENERGYbase gibt es unterschiedliche Bürotypen:

- Großraumbüros auf der Südseite, die mit etwa 10–18 Personen besetzt sind
- Einzel- und Mehrpersonenbüros, die für 2–6 Personen gedacht sind
- sonstige Arbeitsplätze wie Rezeption, Bibliothek



**Abbildung 9: ENERGYbase Grundriss 2.–4. Obergeschoss Büros**



**Abbildung 10: ENERGYbase, zwei typische Bürosituationen im Gruppenbüro**

Es wurden NutzerInnen aller Bürotypen interviewt. Die Raumaufteilung bzw. Raumsituation wurde großteils positiv wahrgenommen, die Kritikpunkte ergeben sich nach Bürotyp: In der Großraumbürosituation bzw. bei Mehrpersonenbüros wurde eine mögliche Lärmbelastung angesprochen, ebenso fehlende Rückzugsmöglichkeiten. Positiv wurde hingegen hervorgehoben, dass die Kommunikation unter FachkollegInnen in einem Raum verbessert würde: *„Mir ist es viel lieber, als zu zweit in einem Büro zu sitzen, wie man eben diese Kommunikation hat. Wir arbeiten fachlich alle zusammen.“* (EB17)

Die Arbeitsplätze wurden durchgängig als ausreichend groß empfunden, vor allem die MitarbeiterInnen der Unternehmen profitieren von einer großzügigen Raumaufteilung.

Rückzugsmöglichkeiten wurden vor allem von NutzerInnen der Mehrpersonen- und Großraumbüros als angenehm empfunden. Bei längeren oder privaten Telefongesprächen oder Tätigkeiten, die hohe Konzentration und Ungestörtheit erfordern, werden gerne Besprechungsräume oder die Bibliothek (AIT) genutzt. Im Falle der Fachhochschule dient der verglaste Aufenthaltsraum als gerne genutzter Rückzugsort für die Studierenden.

Die schriftliche Umfrage ergab, dass in der ENERGYbase eine Person sehr zufrieden mit den Rückzugsmöglichkeiten ist, 15 Personen (65 %) zufrieden und jeweils drei Personen wenig zufrieden und unzufrieden (gesamt 26 %).

### **Änderungswünsche**

Für den Arbeitsplatz an der Rezeption, die den Eingangsbereich eines Großraumbüros bildet, wurde der Wunsch geäußert, eine visuelle Abtrennung vom dahinterliegenden Großraumbüro zu erhalten.

Der Wunsch eines Studenten war die Schaffung von Stauraum für die Studierenden, etwa in Form von Spinden.

#### **3.3.4.8 Zufriedenheit Arbeitsplatz, Gebäude und Arbeitsplatzumgebung**

Die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz ist allgemein sehr hoch. Insbesondere werden die großen Fensterflächen, die offenen Fenster, das ganzjährig konstante Raumklima sowie die Pflanzenpuffer als Begründung artikuliert. 96 % der NutzerInnen (n=22) geben in der schriftlichen Befragung an, sehr zufrieden bzw. zufrieden mit ihrem Büroarbeitsplatz zu sein.

Auch das Gebäude wird sehr positiv wahrgenommen. 96 % der TeilnehmerInnen an der schriftlichen Umfrage sind sehr zufrieden bzw. zufrieden mit dem Bürogebäude. Wie aus den Interviews hervorgeht, wird das Gebäude dabei sowohl an den eigenen Bedürfnissen gemessen, als auch als repräsentativer Faktor für Gäste gesehen. NutzerInnen beschreiben das Gebäude durchwegs mit Stolz, etwa so: *„Es ist super, es ist hell, es ist freundlich, jeder fühlt sich wohl, der da reinkommt Es ist oft dieses typische Aha-Erlebnis, boah, das ist ein toller Platz da. Und es stimmt.“* (EB18)

Die Lage der ENERGYbase im Industriegebiet hingegen wird ambivalent beurteilt. Die Kritikpunkte, die von den NutzerInnen angesprochen wurden, betreffen vornehmlich Mobilität und Nahversorgung. Personen, die mit dem Auto anreisen, sehen die Lage in der Peripherie mit einer nahegelegenen Schnellstraße bzw. Autobahnverbindung, wie auch die Parkmöglichkeiten in und um die ENERGYbase eher vorteilhaft. Die öffentliche Erreichbarkeit der ENERGYbase wird nicht immer als attraktiv bewertet. Viele NutzerInnen merkten an, dass die Infrastruktur rund um das Gebäude Wünsche offen lässt, die Lage sei „natürlich nicht so attraktiv“. Fußläufige Restaurants oder andere Nahversorgungsmöglichkeiten wie in der Innenstadt gäbe es kaum bzw. seien diese am besten mit dem Auto erreichbar.

Was einige NutzerInnen als nachteilig empfinden, sehen andere durchaus positiv: Durch die weitläufigere Bebauung freuen sich manche über den Ausblick und „ein bisschen Grün“, führen den Hund aus oder starten von der ENGERYbase aus zu gemeinsamen sportlichen Aktivitäten. Für die Studierenden der Fachhochschule wurden auf Wunsch vor dem Gebäude Sitzmöglichkeiten aufgestellt, die die Nutzungsqualität erhöhen.

### **Beurteilungskriterien**

Als Beurteilungskriterien für die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz wurden diverse Kriterien genannt, die einen Gesamteindruck entstehen lassen: die Lage des Arbeitsplatzes innerhalb des Büros inklusive Rückzugsmöglichkeiten, die bauliche Gestaltung (Glaswand, öffentbare Fenster etc.), aber auch Raumparameter wie Helligkeit, Lärm, Temperatur und Luftqualität sowie individuelle Gestaltungsmöglichkeiten spielen dabei eine wesentliche Rolle: *„Sehr zufrieden. Also es passt alles, also ich habe jetzt... es gibt jetzt nichts, was mir abgeht oder wo ich sage, nein, es ist zu kalt, zu heiß oder irgendwas, oder von der Luft her. Das passt alles.“* (EB19)

Von vielen NutzerInnen werden die öffentbaren Fenster als sehr positiv wahrgenommen. Weniger aus Gründen der Luftqualität, wie eine NutzerIn beschreibt: *„... Obwohl ich glaube, dass das eher eine psychologische Frage ist, aber das Gefühl alleine, also dass man kann jederzeit aufmachen kann, wenn man will, ist toll.“* (EB20)

### **Zufriedenheit im Vergleich**

Besonders hoch fällt die Zufriedenheit im Vergleich mit früheren Arbeitsplätzen aus. Eine Nutzerin beschreibt ihre Erfahrungen folgendermaßen: *„Also ich bin jetzt im 30. Dienstjahr und habe einige Büroplätze erlebt ... und ich glaube, da kann keiner mithalten.“* (EB21)

Einige MieterInnen haben zuvor bereits an anderen Arbeitsstellen bzw. in anderen Gebäuden gearbeitet. Diese waren nicht immer für die optimale Nutzung geeignet, etwa eine EDV-Firma, die früher in einem Ärztezentrum eingemietet war.

### **Änderungswünsche**

#### *Gebäude*

Die einzelnen eingemieteten Unternehmen äußerten Verbesserungsmöglichkeiten nach ihren Bedürfnissen: Insbesondere für Lieferanten sei es hilfreich, die hausinternen Bereiche wie Stiege 1 und Stiege 2 besser zu beschildern. Für den Transport von Geräten wäre es darüber hinaus praktischer, über einen größeren Aufzug zu verfügen. Manche Unternehmen, die auch Gerätschaften und anderes benötigen, äußerten den Wunsch nach zusätzlichen Lagerflächen, etwa in Form von Kellerabteilen. Diese konnten zwar temporär geschaffen werden, sollten aber bei der Planung eines neuen Gebäudes bereits von Beginn an berücksichtigt werden. Dies gilt auch für die hausinterne Verkabelung und die Zurverfügungstellung einer stärkeren Internetverbindung.

Bezugnehmend auf die Hörsäle und Seminarräume wurde vorgeschlagen, künftig sämtliche Kanäle in die Wand zu integrieren und nur die Luftauslässe sichtbar zu gestalten. Für die

Fachhochschule äußerte ein Nutzer weiters den Wunsch, die Beleuchtung des zentralen, innenliegenden Ganges zu verbessern, um das „Krankenhausfeeling“ zu minimieren.

Für alle NutzerInnen, insbesondere die Studierenden der Fachhochschule, wurde vorgeschlagen, Fahrradabstellplätze und Sanitäranlagen in das Gebäude zu integrieren. Eine Ladestation für E-Autos und E-Fahrräder wurde ebenfalls vorgeschlagen.

Für Planung und Umsetzung zukünftiger Gebäude wurde mehrfach erwähnt, dass für eine weitere Effizienzsteigerung und Energieverbrauchssenkung entsprechend aktuelle Technik zum Einsatz kommen solle, etwa eine verbesserte Photovoltaik-Anlage.

#### *Gebäudeumgebung*

Wie schon im Abschnitt zur Zufriedenheit mit der Gebäudeumgebung deutlich wurde, gab es unterschiedliche Ideen, die in die Wahl des Gebäudestandortes mit einbezogen werden sollen, u.a. die umliegende Infrastruktur mit Nahversorgung und Restaurants sowie die öffentliche Erreichbarkeit. Der Wunsch nach „mehr Grün“ wurde ebenfalls geäußert.

Es gab firmenabhängige Wünsche, wie etwa zusätzliche Lagerflächen.

#### **3.3.4.9 Zufriedenheit Lärmbelastung**

Lärmbelastung ist jener Parameter, der in der ENERGYbase am häufigsten kritisiert wurde.

In kleineren Büros (für 1–2 Personen) wurde der Nachhall teils als störend empfunden, was mit der Anbringung von Vorhängen gelöst werden konnte. Etwas problematischer ist die Situation in den Mehrpersonen- bzw. Großraumbüros.

Lärm wurde von den NutzerInnen häufig negativ angegeben, oft als einziger problematischer Parameter. Vor allem in den Großraumbüros kann es zu einer mäßigen Lärmbelastung kommen: *„selten, also, da müssen wirklich alle da sein und miteinander sprechen oder telefonieren.“* (EB22) Vielfach wird Rücksicht genommen bzw. die Situation akzeptiert: *„Es ist doch ein Großraumbüro, wo natürlich die Leute sich ein bisschen gegenseitig belasten sozusagen, es gibt aber genug Ausweichmöglichkeiten, man kann sich irgendwo zurückziehen.“* (EB23)

Als störend wurde der Lärm vor allem dann empfunden, wenn keine Rückzugsmöglichkeiten vorhanden sind (etwa an der Rezeption) oder es keinen ausreichenden Abschluss zum Außenraum gibt (Sekretariat mit Glaswand).

Die Situation in den Mehrpersonenbüros (2–6 Personen) wurde am stärksten kritisiert: *„Der einzige negative Punkt ist die Akustik. Das ist, dadurch dass wir im Büro zu sechst sind. Das ist aber ein klassisches Problem, Bauteilaktivierung, glatte Oberfläche. ... Es kommt dann eben zu dieser störenden Wahrnehmung von Schall. Also gerade wenn Unterhaltungen sind, das wird alles sehr gut übertragen.“* (EB24). Nicht nach oben abschließende Wände verstärken dieses Problem. Zusätzliche Vorkehrungen zur Schalldämmung wie Akustik-Paneele wurden zumeist nicht getroffen.

In den Besprechungsräumen sowie den Hörsälen und Seminarräumen wurden Lochwände installiert, die den Schall schlucken sollen. Dies wird allerdings von manchen Personen nicht unproblematisch wahrgenommen, da die Optik bei Bewegungen vor dieser Wand ein Schwindelgefühl hervorrufen kann.

In der schriftlichen Umfrage zeigt sich ebenfalls im Vergleich mit den Angaben zur Zufriedenheit mit den übrigen Parametern, dass Lärm jener Parameter ist, bei dem es die meisten Antworten zur Unzufriedenheit gibt. Zwölf Personen (54,5 %) geben an, sehr zufrieden zu sein, 7 Personen (32 %) sind zufrieden, nur eine bzw. zwei Personen gab an, wenig zufrieden (4,5 %) bzw. unzufrieden (9 %) zu sein. Bei der Frage, was die Personen tun, wenn es ihnen zu laut ist (Mehrfachantworten), geben 33 % (n=6) an, ihre KollegInnen zu bitten, leiser zu sein, 28 % (n=5) haben die Möglichkeit, sich in einen ruhigeren Raum zurückzuziehen, 11 % (n=2) erdulden es (machen nichts) und 33 % (n=6) geben an, dass das nicht vorkommt.

### **Änderungswünsche**

Der Wunsch mehrerer NutzerInnen war es, die Schallsituation entsprechend zu verbessern, etwa durch das Anbringen von zusätzlichen schallschluckenden Flächen. Für zukünftige Gebäude wurde die umfassende Integration schalldämmender Maßnahmen bereits im Zuge von Planung bis Ausführung als sinnvoll erachtet.

#### **3.3.4.10 Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität**

Die Luftqualität in den Büros wird sehr positiv wahrgenommen, besonders angesprochen wurden das Ausbleiben der Zugluft einer herkömmlichen Klimaanlage und die gleichmäßige Raumtemperatur über das Jahr (siehe Abschnitt Zufriedenheit Temperatur). Eine Nutzerin brachte es folgendermaßen auf den Punkt: *„Ich habe noch nie einen Luftzug gespürt“* (EB25).

Luftqualität und Belüftungsmöglichkeiten sind Parameter mit sehr hoher Zufriedenheit. 96 % (n=22) der NutzerInnen geben in der schriftlichen Befragung an sehr zufrieden (n=10) bzw. zufrieden (n=12) mit der Belüftung zu sein, nur eine Person gibt an, sehr unzufrieden zu sein. Was die Zufriedenheit mit der Luftqualität betrifft, machen 96 % (jeweils 11 Personen) die Angabe, sehr zufrieden bzw. zufrieden zu sein, eine Person ist unzufrieden mit diesem Parameter.

Bei der Frage, was die Personen tun, wenn es an ihrem Arbeitsplatz zugig ist (Mehrfachantworten), geben 44 % der Befragten (n=8) an, das Fenster zu schließen, 11 % (n=2) kontaktieren das Facility Management, 17 % (n=3) der NutzerInnen ziehen sich wärmer an und eine Person gibt an, die Belüftung technisch zu regulieren. 50 % der Antwortenden (n=9) machen die Angabe, dass dies nicht vorkommt.

Kritikpunkte gibt es an den Besprechungsräumen (auch „Kobel“ genannt) bzw. an der Situation in den Hörsälen bzw. Seminarräumen.



## **Öffenbare Fenster**

Ein weiterer Punkt, der von einigen NutzerInnen positiv hervorgehoben wurde, ist die Möglichkeit, im Passivhaus nach wie vor die Fenster zu öffnen. Das Lüftungsverhalten ist zwar sehr unterschiedlich und reicht von einmal täglich, ein- bis zweimal pro Woche zu sporadisch und saisonweise. Zumeist wurde auch folgender Grund für das Öffnen der Fenster angegeben: *„Also im Sommer mache ich es täglich in der Früh. Ich weiß auch nicht, da ist irgendwo so ein Luftbedürfnis, aber... ich könnte nicht sagen, das ist jetzt, weil da so eine schlechte Luft ist. Ich glaube eher, dass das auch eine Kopfsache ist.“* (EB26). Gelüftet wird zumeist „wirklich nur kurz“ mittels Stoßlüftung, da *„der Herr Wiedermann merkt das sofort an irgendwelchen Reglern“*. (EB27)

## **Luftfeuchte**

Die Luftfeuchte wurde, sofern sie thematisiert wurde, von den meisten als angenehm empfunden. Auch Personen mit Brille oder Kontaktlinsen sind ganzjährig zufrieden.

Die Personenzahl pro Räume beeinflusst die Luftfeuchte wahrnehmbar. Bei einem eingemieteten Unternehmen, deren MitarbeiterInnenzahl binnen eines Jahres sich mehr als verdoppelt hat (von 7 auf 16 Personen), war gerade bei voller Besetzung die geringere Luftfeuchte sowohl mit eigenen Empfinden als auch am gestiegenen Wasserbedarf der im Büro aufgestellten Pflanzen erkennbar. Dies wird zwar nicht als störend empfunden, kompensiert wird dies durch häufigeres Lüften bzw. Blumengießen.

## **Manko Besprechungsräume**

Die Besprechungsräume sind im Innenraum der ENERGYbase angelegt, ohne Außenwand und direktem Zugang zu Frischluft. Die Belüftung wird über einen im Raum angebrachten, vierstufigen Drehregler (0 = aus, 3 = maximale Belüftung) gesteuert. Die Wände sind größtenteils verglast bzw. mit Lochpanels zur besseren Akustik ausgestattet. Bei längeren Besprechungen mit mehreren Personen und laufenden Geräten verschlechtert sich die Luftqualität merkbar. Die Kritik reicht von *„Die Luftqualität [Anm. im Büro] ist immer super, die ist vielleicht im Besprechungsraum ein Manko, wenn viele Leute längere Zeit da sitzen.“* (EB28) Bis zu *„wir haben auch schon Meetings gehabt, also wo voll besetzt ist, und da ist es eine Katastrophe. ... Da erstickt man drinnen“* (EB29).

## **Sonderfall: Hörsäle und Seminarräume**

Die Hörsäle und Seminarräume der Fachhochschule sind ein Sonderfall für die räumliche Situation in einem Bürogebäude.

Vor allem in den Sommermonaten ist die Luftqualität in den Hörsälen bzw. den Seminarräumen problematisch. Hitze und stickige Luft machen Studierenden und Lehrenden in langen abendlichen Unterrichtseinheiten zu schaffen: *„Man merkt halt schon, dass die Denkleistung nachlässt, wenn man vier Einheiten immer dieselbe Luft schnauft.“* (EB30)

Eine Person mit einer Hausstauballergie beklagte abends Atemprobleme.

## **Pflanzenpuffer**

Im Falle der Luftqualität wurde häufig eine angenehme Luftfeuchte angesprochen, die einige NutzerInnen mit den so genannten Pflanzenpuffern in Verbindung brachten. Tatsache ist aber, dass die Pflanzenpuffer nicht wie gewünscht funktionieren. Da die Räume, in denen sich die Pflanzen befinden, wider Erwarten 24 Stunden am Tag belüftet werden müssen, ist der Energieaufwand höher als ursprünglich angenommen. Auch einige Pflanzen selbst scheinen den Umgebungsfaktoren nicht gut angepasst zu sein und gedeihen nicht wie erwartet.

Die Pflanzenpuffer – auch Gewächshaus oder Pflanzenspeicher genannt – werden oftmals als Asset des Hauses betrachtet, da Büros automatisch an Grünflächen dazugewinnen und nicht nur die Luftqualität heben, sondern auch visuell ein angenehmes Raumklima „mit Bezug nach draußen“ schaffen. Ein technisch versierter Nutzer, der sich mit dem Betrieb der Pflanzenpuffer auseinandergesetzt hat, bezweifelt das Energieeinsparungspotenzial, betont aber gleichzeitig den Mehrwert dieser Installationen: *„Es wird einfach als sehr angenehm empfunden, wenn diese Fläche, die ja eigentlich als Bürofläche genutzt werden könnte, eben vorhanden ist.“* (EB31).

### **Abbildung 11: ENERGYbase, Pflanzenpuffer zur Befeuchtung der Raumluft**

#### **Änderungswünsche**

Für die Besprechungsräume wünschten sich die NutzerInnen mehrheitlich ein besseres Belüftungssystem, um den Raum ausgiebiger nutzen zu können. Manche NutzerInnen schlugen vor, die Besprechungsräume überdies an einer Außenwand zu lokalisieren, um Frischluftzufuhr über das Öffnen und Schließen von Fenstern regeln zu können.

Für die Seminarräume und Hörsäle wurde ebenfalls eine stärkere Belüftung gewünscht, die den Luftaustausch effizienter gestaltet. Zudem wurde der Wunsch geäußert, alle Räume mit offenbaren Fenstern auszustatten, was bei einem Übungsraum verabsäumt wurde.

Einer Nutzerin war es ein Anliegen, dass die Pflanzenpuffer, sollten sie künftig weiter in Gebäude integriert werden, in Absprache mit Fachleuten aus der Botanik bepflanzt werden, damit dies in Zukunft klappt.

### 3.3.4.11 Zufriedenheit Raumtemperatur

Die Raumtemperatur wird von den NutzerInnen der ENERGYbase als sehr angenehm empfunden. Besonders geschätzt wird die gleichbleibende Temperatur über das ganze Jahr hinweg: *„Von der Temperatur her überhaupt kein Thema. Super. Da gibt überhaupt nichts (zu bemängeln)“*. (EB32). Den Bedarf, individuell zusätzliche Hilfsmittel wie etwa Heizstrahler o.ä. einzusetzen, gibt es dem entsprechend nicht.

65 % bzw. 15 der befragten Personen geben in der schriftlichen Umfrage an, sehr zufrieden mit der Temperatur zu sein, 35 % (8 Personen) sind zufrieden.

Die Gründe für die Zufriedenheit umfassen zumeist mehrere ineinandergreifende Aspekte: *„Du brauchst keine Klimaanlage, die zieht und bläst. Es ist im Winter angenehm, du brauchst keine Heizung im Endeffekt, und du hast immer die gleiche Temperatur. Und es verliert auch nicht an Luftfeuchtigkeit und so, heizen trocknet ja auch aus.“* (EB33) Die ausgeglichene Atmosphäre der Räume wird von den NutzerInnen ebenso beschrieben wie das Wohlwollen darüber, dass die Temperaturkonstanz im Gegensatz zu herkömmlichen mit wenig Energieaufwand hergestellt wird und *„man sieht ja, was technisch alles möglich ist, und wenn man in die Richtung weitermacht, dann glaube ich sind wir auch dem richtigen Weg, [weil noch mit dem Kohleofen zu heizen, die Zeit ist vorbei].“* (EB34).

Schwankungen der Raumtemperatur kommen sehr selten vor. Diese werden am ehesten dann bemerkbar, wenn die Büroräume (im Vergleich zu sonst) voll besetzt sind, Geräte laufen und eine starke Sonneneinstrahlung herrscht.

Zu Beginn wurde die Temperatur nach den Wünschen der MieterInnen abgeglichen, seither wurde diese Einstellung beibehalten. Minimale Anpassungen durch den Facility Manager finden seither im Bereich von einzelnen Zehntel-Grad statt.

#### **Übergangszeit**

Kleine Mankos wurden in der Übergangszeit bemerkt. An einigen Tagen im Frühling, zumeist im Zeitraum Ende März bis Anfang April kann es zu einer leichten Überhitzung des Gebäudes kommen. Dies lässt sich auf die Trägheit des Heizsystems zurückführen, welches bei schnellen Temperaturwechseln bzw. bei vergleichsweise starker Sonneneinstrahlung im Frühling nicht rasch genug reagieren kann. Die NutzerInnen reagieren darauf, indem sie die Kleidung anpassen bzw. die Fenster öffnen. *„Das funktioniert ganz gut, weil die Außenluft dann noch relativ kühl ist.“* (EB35).

In der Übergangszeit von Sommer auf Herbst kann es entsprechend zu einigen kühleren Tagen kommen, da auch in diesem Fall das Heizsystem ein paar Tage benötigt, um die Temperatur anzupassen. Die NutzerInnen reagieren auf diese Situation durchwegs verständnisvoll: *„Das ist aber nicht so störend, die Temperatur in der Übergangszeit ist glaube ich, ein bisschen schwierig zu regeln, wenn man heizt oder wann man beginnt zu heizen, weil da ist vielleicht ein Tag schon wirklich kalt und am nächsten Tag ist es wieder warm, so dass man es gar nicht braucht.“* (EB36).

## **Sommer**

Die Unterscheidung zu einem herkömmlich klimatisierten Raum fällt vor allem im Sommer deutlich auf: *„Es ist auch wieder kein Vergleich zu einem so richtig typisch klimatisierten Raum, also wo man auf eiskalt runterdreht, damit man eine Erleichterung verspürt. Es ist total angenehm.“* (EB37)

## **Winter**

Die NutzerInnen sind auch mit den Temperaturverhältnissen in Winter zufrieden. Als zu kühle Tage vermeldeten einige Personen lediglich jene Begebenheit im Winter, als die Temperatur durch einen Ausfall der Wärmepumpe langsam absackte. Dies wurde durch den Facility Manager behoben.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Resultaten der schriftlichen Befragung, in der 75 % (n=14) der Personen angeben, dass die Temperatur im Sommer „gerade richtig“ sei und 67 % (n=12) dies für die Temperatur im Winter anführen.

### **3.3.4.12 Zufriedenheit Facility Management**

Das Facility Management (FM) wird von einem Mitarbeiter der Firma Siemens durchgeführt. Das FM hat eine Sonderrolle in der ENERGYbase, die durch eine andere Schwerpunktsetzung der Aufgabenbereiche als in herkömmlichen Gebäuden entsteht. Dieser ist jeden Tag vor Ort und kümmert sich um den laufenden Betrieb. Die verschobene Schwerpunktsetzung ermöglicht es, neben den technischen Belangen regelmäßig die Zufriedenheit der MieterInnen zu erkennen und, wenn möglich, die Einstellungsparameter an die Bedürfnisse der NutzerInnen anzupassen.

Ein Nutzer bringt eine viel geteilte Einschätzung so auf den Punkt: *„ ... sehr kompetent. Also, das ist schon außergewöhnlich glaube ich, das gibt es selten, dass jemand so kompetent ist in der Gebäudebetreuung. Also er ist auch wirklich immer bemüht, dann noch mehr raus zu kitzeln, noch mehr einzusparen und ständig den Betrieb weiter zu optimieren. ... Aber auch die Zufriedenheit natürlich immer im Blick zu haben, dass er rumgeht und fragt, passt eh alles?“* (EB38)

Die Zufriedenheit der NutzerInnen mit dem FM ist sehr groß, alle Befragten fühlen sich gut betreut und ernst genommen. Die Reaktionen des FMs sind prompt, die Problemlösung zumeist ebenso.

Kritik am Facility Management gibt es lediglich in Hinsicht kleinerer Probleme (Reparaturdauer eines Aufzuges und eines Schranken in der Tiefgarage, an denen externe Betriebe involviert waren).

Aus der schriftlichen Umfrage geht hervor, dass 53 % der Antwortenden (n=10) sehr zufrieden mit dem Facility Management sind, 42 % (n=8) zufrieden und eine Person (entspricht 5 %) unzufrieden. Die Bewertung der Arbeit des Facility Managements wurde schriftlich nach drei Kriterien beurteilt: wie ernst genommen fühlen sich die Personen mit

ihren Anliegen an das Facility Management, wie nachvollziehbar werden die Probleme behandelt und werden die Probleme schnellstmöglich behoben. 95 % (n=18) der Befragten fühlt sich mit den Anliegen ernst genommen, 95 % (n=18) sind der Meinung, dass ihre Anliegen an das Facility Management nachvollziehbar behandelt und behoben werden und 83 % (n=15) geben an, dass die Anliegen ihrer Einschätzung nach schnellstmöglich behandelt werden. Die genauen Angaben sind in Abbildung 12 ersichtlich.

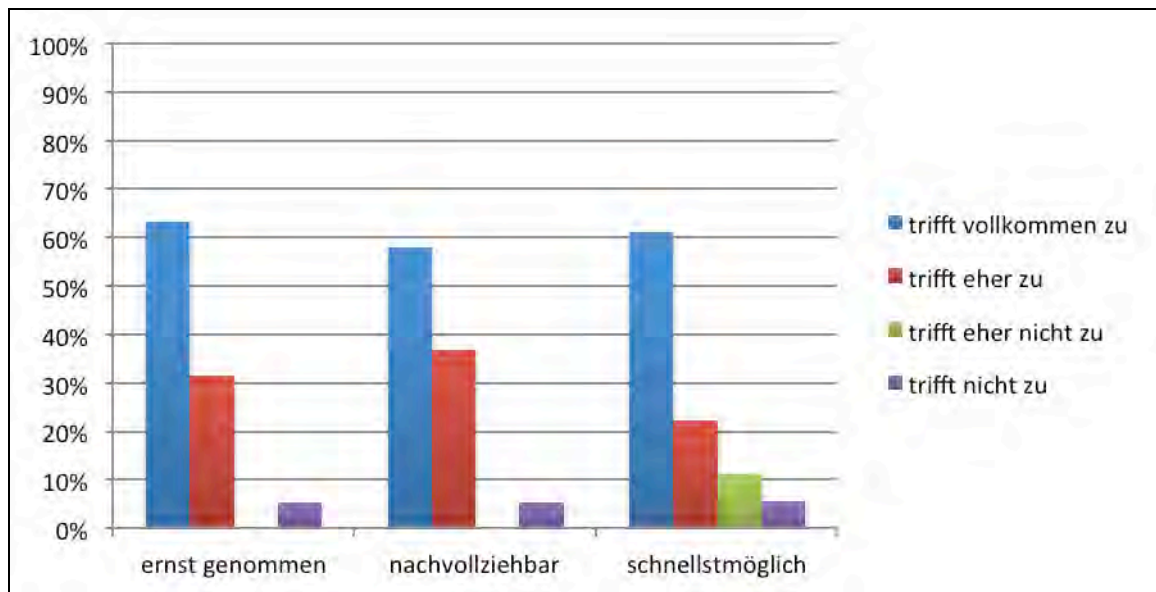


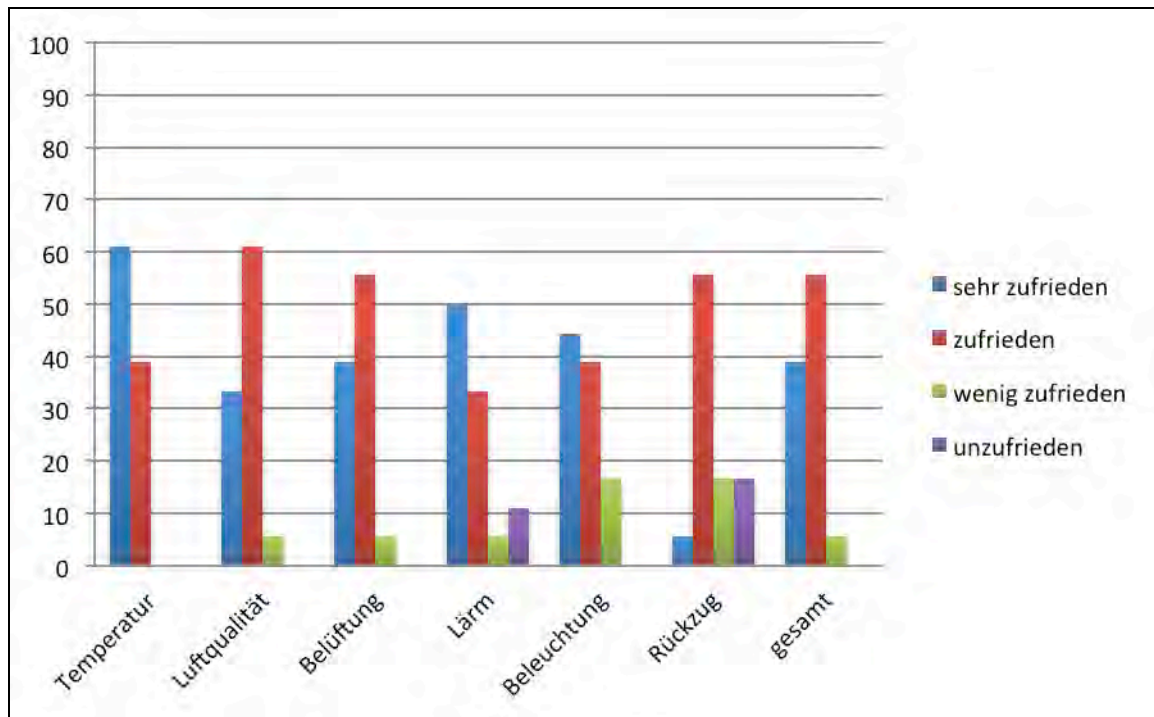
Abbildung 12: Bewertung der Arbeit des Facility Managements

### 3.3.4.13 Resümee

Prinzipiell geht aus den qualitativen Interviews und der schriftlichen Befragung in der ENERGYbase hervor, dass das Gebäude sehr gut funktioniert, die MieterInnen sich im Gebäude wohlfühlen und auch mit den vorhandenen Technologien zufrieden sind. Das Gebäude wird als Vorzeigegebäude wahrgenommen und auch stolz präsentiert. Die Informationspolitik zur Nutzung des Gebäudes und der Technologien dürfte im Großen und Ganzen zufriedenstellend sein. Sehr viel hat dies allerdings mit der Person des Facility Managers zu tun, der das Gebäude betreut und die Wünsche der NutzerInnen sehr ernst nimmt und auf diese eingeht. Auch hat er es geschafft, dass die Befragten zufrieden sind, obwohl sie selbst fast nichts im Gebäude selbst einstellen oder regeln können, weil er Grundeinstellungen – in Absprache mit den MieterInnen – gewählt hat, die für diese sehr gut passen.

Abschließend wird eine zusammenfassende Bewertung der Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern (Temperatur, Luftqualität, Belüftung, Lärm, Beleuchtung und Rückzugsmöglichkeiten) dargestellt. Hier zeigt sich noch einmal die größte Zufriedenheit mit der Temperatur (60 % sehr zufrieden und 40 % zufrieden), bei der Luftqualität sind 60 % zufrieden und etwas mehr als 30 % sehr zufrieden, bei der Belüftung ca. 55 % zufrieden und knapp 30 % sehr zufrieden. Bei den Parametern „Lärm“ und „Beleuchtung“ ist die

Zufriedenheit noch immer sehr hoch, bei diesen taucht vereinzelt Unzufriedenheit auf. Am wenigste zufrieden sind die NutzerInnen mit den Rückzugsmöglichkeiten, hier gibt es fast keine sehr Zufriedenen, ca. 50 % Zufriedenen und einen Anteil von je 20 % wenig Zufriedenen und Unzufriedenen (vgl. Abbildung 13).



**Abbildung 13: Zufriedenheit mit den Komfortparametern, Rückzugsmöglichkeiten und Arbeitsplatz gesamt (in %)**

### 3.3.5 Headquarter der Energie Steiermark

Auch bei der Energie Steiermark werden die Darstellung der qualitativen Daten mit der Darstellung der Ergebnisse aus der quantitativen schriftlichen Befragung vereint. Ebenso fließen in die Darstellung Ergebnisse aus den ExpertInneninterviews ein, da die ExpertInnen, die in der Energie Steiermark interviewt wurden, in der Planungs- und Umbauphase im Rahmen des Bauausschusses an der Konzeption beteiligt waren und selbst auch NutzerInnen des Hauptgebäudes der Energie Steiermark sind.

#### 3.3.5.1 Beschreibung der Stichprobe qualitativ

Für die qualitative Untersuchung in der Energie Steiermark wurde nicht der Weg von Einzelinterviews mit Bediensteten gewählt, sondern es wurde eine Fokusgruppe mit ausgewählten Angestellten durchgeführt. Diese Vorgehensweise wurde deshalb gewählt, weil es im Headquarter der Energie Steiermark eine andere Konstellation als in der ENERGYbase gibt: Die NutzerInnen gehören alle einem Unternehmen an, sind in ihren Arbeitszusammenhängen vernetzt, verfügen über ähnliche Büros und Arbeitsplätze,

tauschen sich über das Gebäude, die Technologien, ihre Arbeitsumgebung und ihre Zufriedenheit mit diesen Parametern aus und sind daher keine isolierten Individuen, sondern gehören zu einem gemeinsamen Ganzen. Insofern erschien es interessant und zielführend, diese Personen nicht einzeln zu befragen, sondern ihre Meinungen in einem gemeinsamen Diskussionsprozess und einem gegenseitigen Austausch zu erheben. Diese Diskussions- bzw. Fokusgruppe wurde mit insgesamt acht Personen durchgeführt, die nach Geschlecht (4 Männer, 4 Frauen), Alter, Abteilung, Arbeitsaufgabe und Art ihres Büros divergent waren. Die Fokusgruppe dauerte ca. eineinhalb Stunden, wurde aufgezeichnet und transkribiert.

Ebenso Eingang in diese Darstellung finden Ergebnisse aus den ExpertInneninterviews (insgesamt fünf Interviews mit den Beteiligten im Bauausschuss der Energie Steiermark während der Umbau- und Umzugsphase sowie mit dem Arbeitspsychologen und Sicherheitsbeauftragten des Konzerns). Diese Interviews dauerten von einer dreiviertel bis zu einer Stunde, wurden ebenfalls aufgezeichnet und transkribiert.

### 3.3.5.2 Beschreibung der Stichprobe quantitativ

Im E-Office der Energie Steiermark wurde am 20. Juni 2013 über den dort ansässigen Betriebsrat der Link zur Online-Umfrage versandt, die Befragung war in Folge bis zum 06. September geöffnet.

138 Personen beantworteten den Fragebogen, 82 % davon haben eine Vollzeitbeschäftigung mit mehr als 35 Wochenstunden, 13 % arbeiten Teilzeit mit 20 bis 35 Stunden pro Woche und 5 % geben an, eine Teilzeitanstellung mit weniger als 20 zu haben. 51 % der Antwortenden ordnete sich dem weiblichen Geschlecht zu, 46 % dem männlichen, 2 % machten keine Angabe und 1 % gab „anderes“ als Geschlecht an. Die Altersverteilung zwischen den 20- bis 60-Jährigen ist ziemlich ausgeglichen und kann Abbildung 14 entnommen werden.

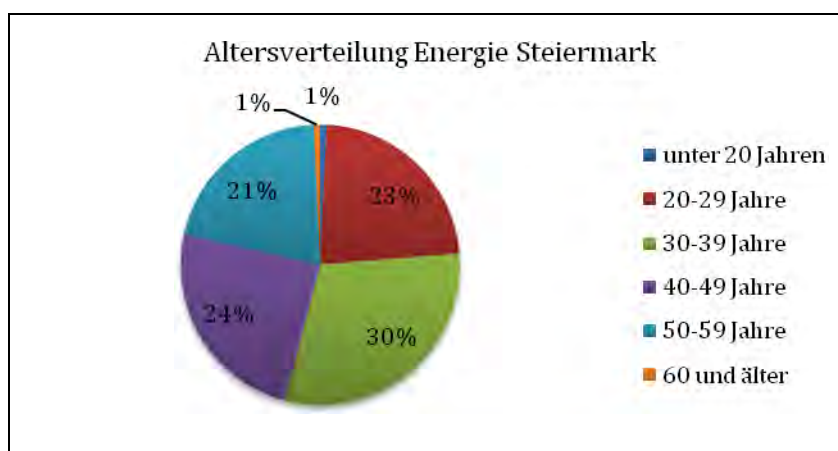


Abbildung 14: Altersverteilung der TeilnehmerInnen an der Online-Umfrage der Energie Steiermark

### 3.3.5.3 Gebäudebeschreibung – Wahrnehmung der NutzerInnen

Das sogenannte E-Office der Energie Steiermark ist ein technologisch innovatives, mit neuesten Technologien ausgestattetes Niedrigstenergiegebäude. Dieser Umstand wird von den Bediensteten durchaus wahrgenommen, wenn sie auch meinen, dass dies für ihre tägliche Arbeit keine Rolle spielt – *„Ich weiß es, aber es spielt keine Rolle“ (ESFG3)* bzw. *„Also für mich spielt das keine Rolle“ (ESFG1)* und *„Ich fahre da her zum Arbeiten“ (ESFG3)*.

Dies wird auch aus Sicht eines Experten bestätigt der meint, *„aber die Information, was das Gebäude an Effizienz bietet, das ist sicher nicht so durchdrungen, ganz sicher nicht.“ (ESEx2)*.

Die Angestellten äußern sich aber durchaus dahingehend, dass das neue Gebäude eine Verbesserung zu ihren alten Arbeitsplätzen darstellt. Exemplarisch sei dafür ein Interviewausschnitt angeführt:

*„... mit dieser alten Klimaanlage, die hat dann von oben runter so gekühlt, dass wir unten nicht mehr, das nicht mehr steuerbar war, wir haben im Hochsommer oft in der Früh 18 Grad im Zimmer gehabt, wir haben müssen heizen mit so einem kleinen Heizkörper ...“ (ESEx3)*

Wie die NutzerInnen das Gebäude wahrnehmen, wurde im Rahmen der schriftlichen Befragung insofern erfasst, als die Personen dem Gebäude unterschiedliche Eigenschaften zuschreiben konnten (Mehrfachantworten, maximal drei Antworten): 22 % nehmen das Gebäude als energieeffizientes Gebäude wahr, 16 % als barrierefrei, 12 % als technisch anspruchsvoll, 10 % beschreiben das Bürogebäude als architektonische Neuheit, 9 % als Niedrigenergiehaus, 9 % geben an, dass es innovativ ist, 8 % sehen herausragendes Design, 7 % nehmen wahr, dass es öffentlich zugänglich ist, 3 % beschreiben das Gebäude als ökologisch, 2 % als nachhaltig und 4 % geben an, dass keiner der genannten Punkte zutrifft. Bei der Frage, wie viel Energie das Gebäude benötigt, geben 54 % der NutzerInnen an, dass es weniger Energie braucht als andere Gebäude, 18 % sagen „gleich viel Energie“, 8 % denken, dass es mehr Energie benötigt und 20 % geben an, dass sie es nicht wissen.

### 3.3.5.4 Informationen: Bedarf / Wann / Wie?

Es wurde von Seiten der Energie Steiermark eine intensive Informationspolitik während des Umbaus und des Umzugs betrieben, die auch bei den NutzerInnen gut angekommen ist. Während der Bauphase wurde in der Baustelle eine Art „Musterbüro“ eingerichtet, das im Detail wie die späteren zu beziehenden Büros ausgestattet war, damit die Bediensteten eine bessere Vorstellung über ihren zukünftigen Arbeitsplatz bekommen konnten.

*„... und da haben wir im dritten Stock, oder im zweiten Stock, ich weiß es gar nicht mehr, haben wir ein Musterbüro mit sechs Achsen ausgerüstet, damit die Leute sich vorstellen haben können, wie sie sitzen. Das war so ein Gruppenbüro, ja. Da sind dann die Leute, ja, nach Wunsch hergekommen, haben das angeschaut“ (ESEx4)*.

Diese Musterbüro wurde von den Angestellten begutachtet, hat offene Fragen geklärt und auch einige SkeptikerInnen überzeugen können:



*„Ich hab da ich glaub von den 600 ungefähr 60 % durchgeschliffen, hab ihnen gezeigt, wie's ausschauen wird, alle haben dann gesagt, na eigentlich ist das ja gar nicht so knapp wie wir uns das immer vorgestellt haben, weil die haben immer den Plan gesehen, meistens haben sie einen A4 Plan ausgedruckt, und dann schaut das, das ist nicht greifbar.“ (ESEx5).*

Im Intranet des Konzerns wurde ein sogenanntes „MitarbeiterInnen-ABC“ online gestellt, das sich mit allen möglichen Aspekten des neuen Gebäudes und des Umgangs damit auseinandersetzte, unter anderem auch mit der Bedienung der vorhandenen neuen Technologien. Dieses Dokument wurde von den Bediensteten am Anfang genutzt, gerät dann aber im Alltagstrott wieder mehr in Vergessenheit – *„Teilweise sag ich jetzt einmal. Ich habe es einmal durchgelesen. Ganz am Anfang.“ (ESFG6).*

Es wurden auch Informationsveranstaltungen für die Bediensteten durch das Team des Bauausschusses und das Facility Management durchgeführt.

*„Das waren, wir sind im Juni gesiedelt, also ich würde sagen Anfang 2010 oder so, also, ist dann, wie's in die heiße Phase dann eigentlich gekommen ist, sind dann, so Infoveranstaltungen haben dann stattgefunden.“ (ESEx3)*

*„... aber es hat immer diese Informationen gegeben, es hat drei, vier Informationen gegeben, ah, während des Jahres, über Planungsfortschritt, Baufortschritt und so weiter und so fort, und wir haben auch im Internet eine Plattform gemacht, wo, was weiß ich, alle 14 Tage, drei Wochen die aktuellen Fotos reingekommen sind, kurze Berichte über den Baufortschritt“ (ESEx4).*

Auch ist es möglich, vom Facility Management des Unternehmens aktuelle Informationen zu bekommen, wenn dies gewünscht wird. Vor Ort wurden auch schon früher Einweisungen und Informationen erteilt, denn *„ich kann mich erinnern, es war einmal jemand von den Lampen da, der durchs ganze Haus gegangen ist und auch Informationen gegeben hat.“ (ESFG5).*

Nicht immer sind bei den Informationsweitergaben auch Hintergründe erklärt worden, aber vielleicht ist dies auch gar nicht notwendig:

*„Ich meine, erklärt in diesem Sinne, man kann es rauf- und runterstellen. Was sich jetzt dahinter verbirgt und wie das funktioniert, das ist uns nicht erklärt worden. Ob da jetzt unter Umständen mehr Luftaustausch ist, mehr Menge oder mehr Temperatur oder wie auch immer, hat auch keiner gefragt,...“ (ESFG2).*

In der schriftlichen Umfrage gaben 85,5 % der Befragten geben an, nicht an der Planung beteiligt gewesen zu sein bzw. dass sie die Bedürfnisse an den Arbeitsplatz nicht äußern konnten. Von den teilnehmenden Personen gaben 62 % an, Informationen über die Regelungsmöglichkeiten erhalten zu haben.

Im Rahmen der Online-Umfrage wurden die Personen gefragt, wie zufrieden sie mit den Informationen über die Regelung von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung sowie mit der Information über die Haustechnik sind. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 ersichtlich. Mit den

Informationen über Temperatursteuerung sind 47 % sehr zufrieden bzw. zufrieden und mit den Infos über die Regelung der Beleuchtung sind 70 % sehr zufrieden bzw. zufrieden. Was die Regelung der Belüftung betrifft, geben 75 % der NutzerInnen an, wenig zufrieden bzw. unzufrieden zu sein. Mit den Infos zur Haustechnik sind knapp mehr als die Hälfte der Personen sehr zufrieden bzw. zufrieden (52,2 %).

Zufriedenheit mit Information über Regelung von	sehr zufrieden	zufrieden	wenig zufrieden	unzufrieden
<b>Temperatur</b>	6,80	39,80	30,80	22,60
<b>Beleuchtung</b>	16,40	53,70	17,90	11,90
<b>Belüftung</b>	3,20	22,40	38,40	36,00
<b>Haustechnik</b>	4,10	48,40	35,20	12,30

**Tabelle 2: Zufriedenheit mit Informationen über Komfortparameter und Haustechnik (in %)**

Ein gewisses Mitbestimmungsrecht und Autonomie der NutzerInnen wird von den ExpertInnen in diesem Zusammenhang als durchaus wichtig eingeschätzt.

*„Ich glaube, es ist wichtig, dass, wo man selber etwas tun kann, dass die Leute das Gefühl haben, ich habe meines eh so eingestellt, wie ich es gerne hätte ... und ich kann selber was mitgestalten und mittun, das ist, glaube ich, ganz wesentlich“ (ESEx1).*

*„Also im Vorfeld mit einem kleinen Fragebogen, fühlt sich jeder ernst genommen, jeder partizipiert sozusagen augenscheinlich, einmal mit, plus die Ergebnisse fließen möglicherweise auch tatsächlich in die Planung mit hinein.“ (ESEx2)*

### **3.3.5.5 Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses**

Der Einfluss, den die NutzerInnen über die Regelung an den Einstellungen der Komfortparameter vornehmen können, ist relativ gering. Es ist ihnen möglich, die Temperatureinstellung in einer Spreizung von 2 Grad minus bzw. 2 Grad plus zu verändern, sie können die Belüftungsstärke verändern und sie haben die Möglichkeit, die automatisch gesteuerten Außenjalousien zu übersteuern. Ebenfalls möglich ist es ihnen, die Fenster zu öffnen und die nachträglich eingebauten Innenjalousien, die händisch bedient werden, zu benutzen. Bei den eingesetzten Waldmann-Stehlampen können sie die Beleuchtungsstärke regulieren.

In Abbildung 15 ist ein Regelungsschalter aus dem Headquarter der Energie Steiermark abgebildet.



**Abbildung 15: Regelungsschalter in der Energie Steiermark**

In der Fokusgruppe erklären einige der Bediensteten, dass sie die Regelung praktisch nicht benutzen und nichts selbst einstellen – „Gar nichts“ (ESFG 5 und ESFG2) bzw. „Ich greife da nie hin“ (ESFG3).

Erst auf Nachfragen – mit dem Hinweis, ob es dann überhaupt notwendig sei, dass die NutzerInnen etwas regeln können sollen – meinen einige TeilnehmerInnen, dass sie schon die Temperatur (soweit halt möglich) über den Regelungsschalter regulieren würden: „Oja, jeden Tag die Temperatur raufschrauben“ (ESFG6) und „Ja, das tue ich auch“ (ESFG7).

Auch die außenliegenden Jalousien werden von den NutzerInnen mit dem Schalter geregelt, („Die Jalousien tue ich schon immer rauf und runter“ (ESFG3)) vor allem dann, wenn sie diese übersteuern möchten. Ob die Lüftungsstärke von den NutzerInnen geregelt werden kann, ist bei den TeilnehmerInnen der Fokusgruppe strittig – dazu gibt es unterschiedliche Meinungen.

In einer Sequenz der durchgeführten Fokusgruppe versuchen die TeilnehmerInnen, den Regelungsschalter im Raum zu bedienen und zu erklären, welche Vorgänge und Veränderungen dadurch ausgelöst werden. Wirkliche Einigkeit über dieses Thema kann auch hier nicht erzielt werden.

Ein Experte meint im Interview auch, dass nach seinen Ergebnissen einer Umfrage, die im Gebäude durchgeführt wurde, die Rückmeldung von den NutzerInnen kam, dass die Regelbarkeit nicht einsichtig ist.

*„Sie misstrauen den Tasten. Sie sagen, da kann ich drücken, was ich will, hilft nichts. Sie misstrauen sogar der Anzeige ...“ (ESEx2)*

Ein anderer meint, *„ich glaube, der überwiegende Teil ist sehr zufrieden, und einige sind halt nicht zufrieden, weil sie sich weigern, die Funktionen zu verstehen.“ (ESEx6)*

Auch die automatische Steuerung der Technologien ist manchen NutzerInnen etwas unheimlich.

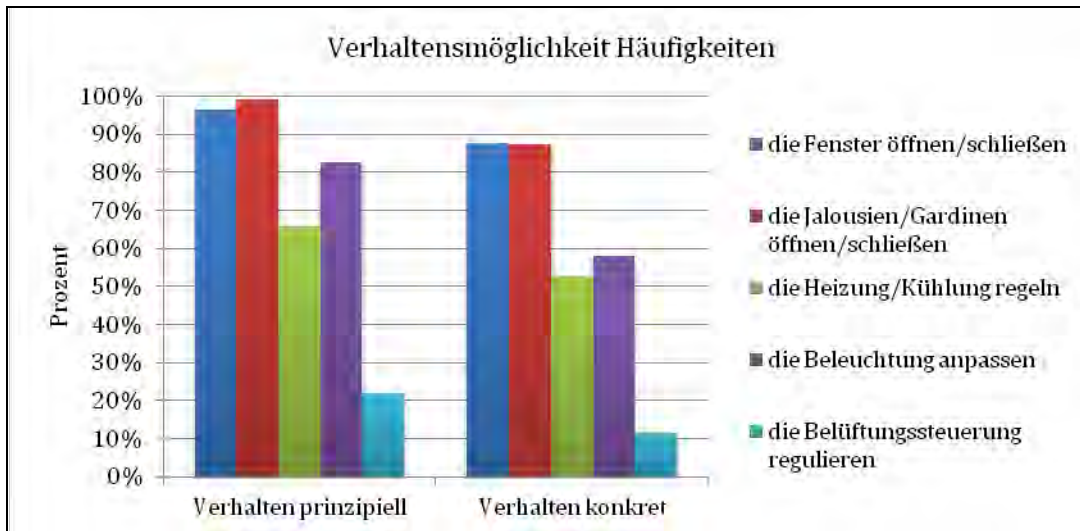
*„...es gibt auch die eine oder andere Aussage, dass Menschen sagen, ich komme mir vor wie in einem Roboterhaus, es wird alles automatisch gemacht ...“ (ESEx2)*

Um die Wahrnehmung der Möglichkeiten zur Regelung zu erfassen, wurde in der schriftlichen Befragung nach der „Verständlichkeit“, „Zugänglichkeit“ und „Geschwindigkeit“ bei der Regelung von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung gefragt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 ersichtlich. Zusätzlich geben 4 % an, mit den Regelungsmöglichkeiten sehr zufrieden zu sein, 45 % sind zufrieden, 36 % wenig zufrieden und 15 % unzufrieden.

	trifft vollkommen zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
<b>Verständlichkeit</b>				
Temperatur	23,10	52,30	20,00	4,60
Beleuchtung	18,30	54,20	19,80	7,60
Belüftung	10,20	38,90	25,00	25,90
<b>Zugänglichkeit</b>				
Temperatur	44,40	45,10	5,30	5,30
Beleuchtung	46,30	44,80	5,20	3,70
Belüftung	26,50	30,10	15,90	27,40
<b>Geschwindigkeit</b>				
Temperatur	5,70	34,40	35,20	24,60
Beleuchtung	40,60	48,40	5,50	5,50
Belüftung	5,90	26,50	29,40	38,20

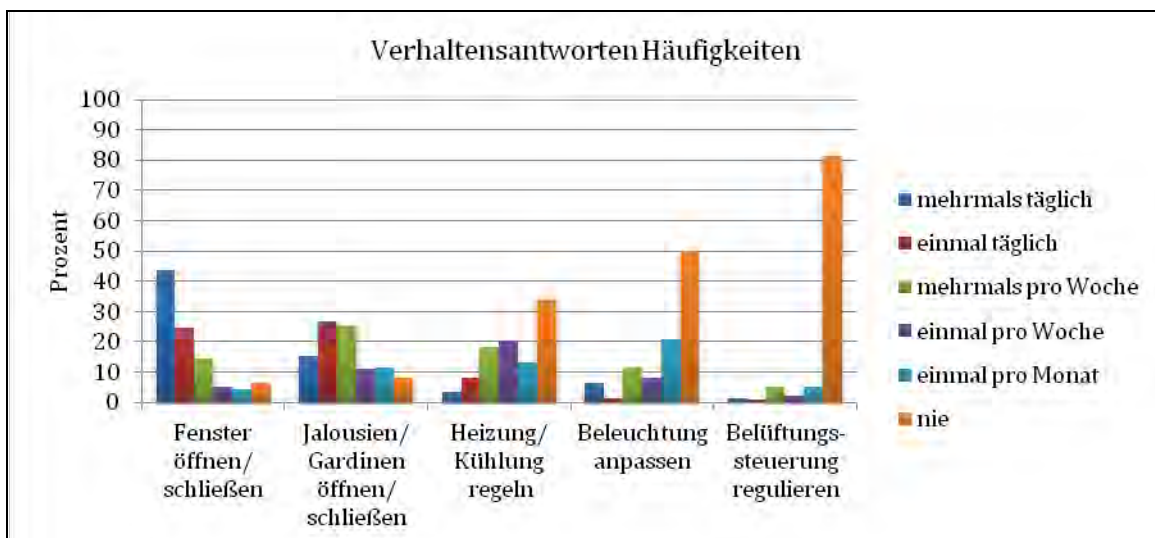
**Tabelle 3: Regelungsmöglichkeiten von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung nach den Dimensionen Verständlichkeit, Zugänglichkeit und Geschwindigkeit (in %)**

Die Antworthäufigkeiten auf die Frage, welche Optionen den Personen zur Regelung „prinzipiell“ zur Verfügung stehen und welche Verhaltensweisen sie „konkret“ ausführen, können in Abbildung 16 eingesehen werden. Die Ähnlichkeit des Antwortverhaltens könnte darauf schließen lassen, dass bei den beiden Fragen die Unterscheidung nach „prinzipiell“ möglich und „konkret tun“ für die Befragten nicht offensichtlich war. Dennoch lässt sich erkennen, dass jeweils über 80 % der NutzerInnen die Fenster und die Jalousien bzw. Gardinen öffnen bzw. schließen und jeweils über 50 % die Heizung/Kühlung sowie die Beleuchtung anpassen. Obwohl die Belüftung nicht direkt geregelt werden kann, geben 22 % an, dies prinzipiell tun zu können und 11 %, dass sie die Belüftung tatsächlich übersteuern.



**Abbildung 16: Antworten über das prinzipiell mögliche und konkret ausgeführte Verhalten (in %)**

Wie oft die Personen was regeln, ist in Abbildung 17 ersichtlich. Dabei lässt sich erkennen, dass Fenster Öffnen/Schließen eine Tätigkeit ist, die von mehr als 40 % der Personen mehrmals täglich bzw. von 25 % der NutzerInnen zumindest einmal täglich ausgeführt wird. Auch das Öffnen/Schließen von Jalousien und Gardinen gehört für 27 % zu den täglichen Tätigkeiten. 20 % der Personen gibt an, die Heizung/Kühlung zumindest einmal pro Woche zu regeln, 18 % tun dies mehrmals pro Woche. Die Beleuchtung wird von 12 % der Personen ebenfalls mehrmals pro Woche geregelt. Den Gegebenheiten entsprechend geben 81 % der NutzerInnen an, die Belüftungssteuerung nie zu regulieren.



**Abbildung 17: Häufigkeiten des Verhaltens, über die Kategorien Fenster bzw. Jalousien/Gardinen Öffnen/Schließen, Heizung/Kühlung bzw. Beleuchtung Anpassen und Belüftungssteuerung Regulieren (in %)**

Im Großen und Ganzen konnten die Wünsche der NutzerInnen aber erfüllt und Zufriedenheit mit den bestehenden Möglichkeiten hergestellt werden.

*„Trockene Luft ist behoben worden, oder wird behoben, Wärme, Lüftung, also der Zug, wir haben eigentlich wirklich alles auf die Reihe gebracht, es dauert halt über Jahre, bis ich diese Geschichte so justiere, dass, ich sage einmal, es zu 90 % passt.“ (ESEX1)*

### **3.3.5.6 Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung**

Die Büroräume in der Energie Steiermark sind mit Stehlampen, sogenannten „Waldmannleuchten“ ausgestattet (siehe Abbildung 18). Diese Leuchten stehen an den Arbeitsplätzen bzw. in den Besprechungsräumen, jeweils zwei Angestellte müssen sich eine Lampe teilen und darüber einigen, wie diese eingestellt wird. Es ist möglich, die Beleuchtungsstärke einzustellen und die Lampe zu dimmen. Weiters ist sie mit einem Bewegungssensor ausgestattet – bewegt sich niemand im Raum, schaltet sie sich nach 10 Minuten aus.



**Abbildung 18: Beleuchtungselement in der Energie Steiermark**

Dieses innovative Beleuchtungskonzept stößt nicht bei allen Bediensteten auf Gegenliebe:

*„Also ich find die Lampen schrecklich, ja. Weil wir haben, in meinem Büro stehen zwei, einmal rechts, einmal links, und die linke ist ein bisschen weiter weg. Wenn du jetzt so einen netten Tag hast, vielleicht noch ein bisschen dunkler, da fällt sie dir dann irgendwann aus, weil wenn du nicht in einer gewissen Nähe bist und dich bewegst, dort geht es ja nicht.“ (ESFG2)*

*„Ja, und ganz schlimm ist auch der Bewegungsmelder, du musst dich alle 10 Minuten irgendwie bewegen.“ (ESFG4)*

Die Tatsache, dass die Lampen sich nach einer gewissen Zeit ausschalten, wenn keine Bewegung stattfindet, scheint vor allem für die Frauen ein Problem zu sein, wenn diese abends länger im Büro bleiben und dann zum Teil im finsternen Raum sitzen müssen bzw. nur an ihrem Schreibtisch wie mit einem Spot beleuchtet werden.

Diese Unzufriedenheit wird auch in der schriftlichen Umfrage bestätigt. Was die Arbeitsplatzbeleuchtung betrifft, geben 20 % der NutzerInnen an, sehr zufrieden zu sein,

62 % sind unzufrieden, 14 % wenig zufrieden und 4 % unzufrieden. Wenn die Personen mit den Lichtverhältnissen unzufrieden sind, verändern 69 % die Situation, indem sie die Gardinen bzw. Jalousien öffnen oder schließen, 49 % passen die Beleuchtung an, 39 % schalten das Licht an/aus, 12 % machen nichts bzw. erdulden es und 10 % geben an, dass das nicht vorkommt. Die Prozentangaben (über 100) zu den Möglichkeiten der Beeinflussung bzw. Änderung der Situation ergeben sich aus der Beantwortung der jeweiligen Frage in Form von Mehrfachantworten (mehrere Antworten pro Person möglich).

Ein eigenes Thema bilden noch die Außenjalousien des Gebäudes. Da diese tageslichtgesteuert sind, öffnen und schließen sie sich automatisch – nicht immer zur Freude der Angestellten.

*„Nein, aber. Und dann tust du sie wieder rauf, weil sonst siehst du, ich mein, bei meinem PC, eben wenn die Sonne so kommt, dann hab ich lauter Punkte vor den Augen, aber ich tu sie dann wieder rauf und zwei Minuten später gehts wieder runter, automatisch.“ (ESFG5)*

*„Und wenn ich dann was runter tue und dann geht es wieder rauf, oder die Maschine oder weiß ich nicht wer entscheidet, jetzt ist die Sonneneinstrahlung genau so dass es runtergehen muss, nämlich überall, also mich stört das schon.“ (ESFG6)*

Und die geschlossenen Außenjalousien, die mit Löchern ausgestattet sind, um auch im geschlossenen Zustand Tageslicht durchzulassen, führen zu Blendeffekten an den Rechnern. *„Ja, das Blöde ist, das Lochblech, wenn wirklich die Stellung passt, siehst du überhaupt nichts.“ (ESFG2) – „Nur Punkte.“ (ESFG3).* Dieses Problem wurde mit der Nachrüstung innenliegender manuell zu bedienender Rollos gelöst.

### 3.3.5.7 Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten

Das Headquarter der Energie Steiermark verfügt in der Hauptsache über sogenannte „Gruppenbüros“, das sind Großraumbüros mit einer Belegung von 4 bis 18 Personen (vgl. Abbildung 19).

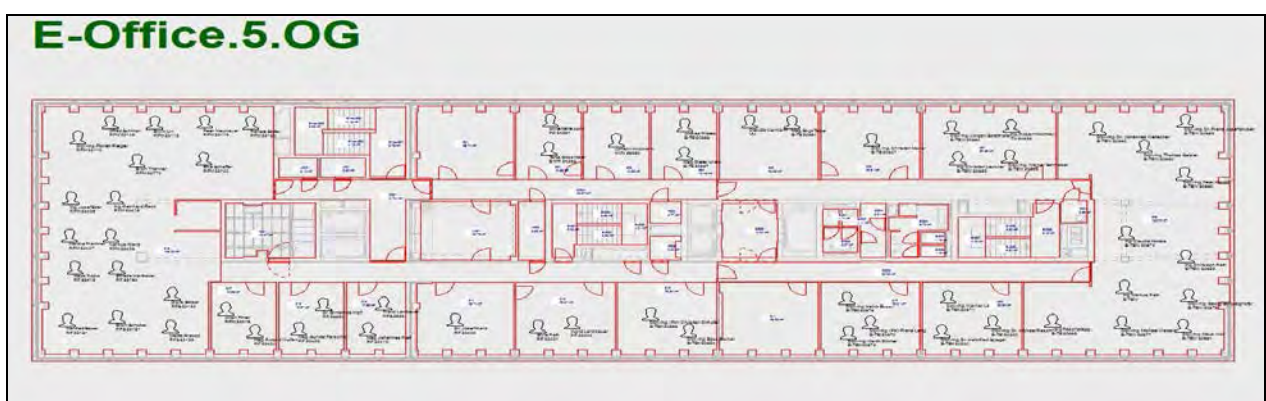


Abbildung 19: Grundriss Energie Steiermark 5. Obergeschoss

Viele der Bediensteten der Energie Steiermark verfügten vor dem Umbau und dem Umzug in das neue Hauptgebäude über Einzelbüros oder zumindest kleinere Büroeinheiten, Insofern

ist die neue Raumgestaltung für viele MitarbeiterInnen doch eine große Umstellung, die nicht von allen goutiert wird und auch Probleme mit sich bringt.

*„Und früher war eben die Belegung, Einzelzimmer hat es sehr viele gegeben, Doppelzimmer viele, und wenige wo Vierfachbelegung war, und das war aber das Höchste der Gefühle.“ (ESFG1).*

*„Ich habe eigentlich auch 15 Jahre in einem Zwei-Mann-Zimmer gearbeitet, und jetzt auch Großraumbüro mit 10 Leuten eben, ohne Tür, ja, und ich muss sagen, von der Konzentration her ist es schon sehr schwierig.“ (ESFG1).*

Auch die transparente Gestaltung der Arbeitsräume bereitet einigen MitarbeiterInnen Kopfzerbrechen, obwohl diese gar nicht in so einem offenen Konzept ausgeführt wurde wie ursprünglich geplant. *„Wir haben keinen [...], wir haben nicht einmal eine Türe am Gang, wir sitzen praktisch am Gang.“ (ESFG1).*

Ob nachträglich kleinere Büroeinheiten geschaffen wurden, dürfte sehr viel vom Kontakt der Bereichs- und AbteilungsleiterInnen zum Vorstand und deren Durchsetzungskraft abhängig gewesen sein, da es in manchen Abteilungen möglich war, nachträglich doch kleinere Einheiten zu schaffen und in anderen nicht.

*„Und das ist auch so eine Geschichte, es hat dann, in manchen Bereichen hat das sehr wohl funktioniert, also dass man Glaswände kriegt, dass man Wände kriegt überhaupt, kleinere Büros, in manchen Bereichen hat es gar nicht funktioniert.“ (ESFG1)*

*„... wenn der Bereichsleiter fordert, sich [eben] vorab mit dem Vorstand kurzschließt und das macht, wird es gemacht, ...“ (ESFG2)*

Diese Form der Gruppenbüros und der hohen Anzahl der MitarbeiterInnen in diesen Büros führt auch zu Belastungen durch Lärm (siehe auch Kapitel 3.3.5.9), wenn in den Abteilungen z.B. viel telefoniert werden muss.

*„...es ist extrem schwierig, weil z.B. in unserem Büro sehr viel telefoniert wird, und weil einfach Männer und Frauen anders ticken, und auf einem anderen Level sprechen, und drum ist das einfach sehr, sehr mühsam, sich da teilweise konzentrieren zu können.“ (ESFG4)*

Ein Problem, das in den Interviews und der Fokusgruppe immer wieder in Zusammenhang mit der Raumsituation angesprochen wird, sind die mangelnden Besprechungsräume. Es gibt Besprechungsräume in jedem Stockwerk, diese sind aber sehr begehrt und oft ausgebucht. Geschuldet ist diese Situation unter anderem dem Umstand, dass durch die Mehrbelegung des Gebäudes mit Büroräumen und Angestellten ursprünglich vorgesehene Besprechungsräume nicht realisiert werden konnten.

*„Also das, wenn irgendeine andere Firma was plant, so wie wir dürfen sie das nicht machen, weil das ist eine Geriss um die Besprechungszimmer, also pro Stockwerk eines ist definitiv zu wenig.“ (ESFG5)*

*„Man kann nämlich auch nichts mehr in den Büros besprechen, weil da ja eh schon so viele*



*Leute sind, und man muss immer wohin gehen, dann gehen wir teilweise schon in die Kantine.“ (ESFG6)*

Kritisch angemerkt wird allerdings auch, dass es notwendig gewesen wäre, auch mehrere kleinere Besprechungseinheiten zu schaffen, damit die großen Besprechungsräume nicht durch kleine Gruppen blockiert sind.

*„... dann hast du eine Besprechung, und dann sitzen zwei, drei Leute drinnen wo 15 Leute sitzen könnten, der andere hat eine Sitzung mit 15 Leuten und weiß nicht wo er hingehen soll, weil das, wenn ich das gebucht hab, hab ich das gebucht und aus.“ (ESFG4)*

Damit verbunden ist auch das Problem, das kaum Rückzugsmöglichkeiten für die Bediensteten vorhanden sind – z.B. „Denkerzellen“, in denen sie sich zurück ziehen könnten, wenn sie sehr konzentriert arbeiten müssen.

*„... also, das fehlt absolut, also so eine Denkerzelle, so wie's angedacht war am Anfang, fehlt...“ (ESEx2).*

*„Und das ist halt so, ich glaube, man hätte ein paar kleinere Zellenbesprechungszimmer oder kleinere Einheiten machen sollen, einfach mehr von diesen Kleinbesprechungszimmern“.*  
(ESEx1)

Auch fehlt es an Privatsphäre – wenn es notwendig ist, privat zu telefonieren – z.B. mit Ärzten über persönliche medizinische Themen – kann dies in den Gruppenbüros nicht gemacht werden, weil alle mithören. Dies führt dazu, dass sich die Angestellten in das Stiegenhaus oder den Vorraum vor den Lift begeben, um zu telefonieren – dies ist aber auch ein offener Raum, der zum Mithören einlädt.

*„Aber das sind schon so [...], es kommen dann schon ab und zu so Gespräche, auch privat, oft auch privater Natur, die du kurz erledigst, sagst, oder wegen einem Termin, irgendwas, arztmäßig oder was, und das ist halt schwierig, das kannst du nicht machen.“ (ESFG8)*

*„Nein, bei uns ist der Gang voll mit Leuten die telefonieren, das ist sensationell, [Wir haben schon ein] Schild dort, bitte nicht am Gang telefonieren.“ (ESFG7)*

Dieser Umstand wird auch in der schriftlichen Umfrage bestätigt: laut dieser sind mit den Rückzugsmöglichkeiten 6 % der Befragten sehr zufrieden, 24 % zufrieden, 36 % wenig zufrieden und 34 % unzufrieden.

### **3.3.5.8 Zufriedenheit Arbeitsplatz, unmittelbare Arbeitsumgebung**

Alle Büroräume sind mit einheitlichen Arbeitsplatzausstattungen ausgestattet. Dies hat den Vorteil, wenn ein/e Mitarbeiterin im Gebäude umzieht, dass er/sie nur seine/ihre Arbeitsutensilien mitnehmen muss, aber nicht Schreibtisch, Bürostuhl und Bürokasten mittransportiert werden, wie dies früher einmal der Fall war.

Mit der Arbeitsplatzausstattung sind die Bediensteten prinzipiell ganz zufrieden. „Also gestalten kann man selbst, ich mein, bis auf gewisse Vorgaben was jetzt Brandschutz oder so anbelangt, also ...“ (ESFG3). „Also Platz ist ausreichend finde ich.“ (ESFG1).

Auch von ExpertInnenseite wird die Büroausstattung des Gebäudes sehr positiv gesehen, wenn es auch mit den technologischen Einrichtungen Probleme gab.

„...es ist eine sehr schöne Büroausstattung, also gut, ..., ein neues Gebäude, ..., trotzdem gibt es viele Unregelmäßigkeiten, Beschwerden will ich nicht sagen, über die klimatischen Verhältnisse, physikalisch gesehen.“ (ESEx2)

17 % der NutzerInnen gibt an, mit dem Bürogebäude sehr zufrieden zu sein, 59 % sind zufrieden, 17 % wenig zufrieden und 7 % unzufrieden.

### **3.3.5.9 Zufriedenheit Lärmbelastung**

Die Lärmbelastung wurde in Kapitel 3.3.5.7 bereits angesprochen. Dieser Lärm stammt nicht von externen Umgebungsgeräuschen oder Büromaschinen, sondern ergibt sich durch die architektonische Gliederung des Gebäudes. Es wurde versucht, diese Lärmbelastung durch Lärmtrennwände zu minimieren, was einerseits nicht immer funktioniert hat und andererseits auch nicht immer gewünscht wurde, weil es die Kommunikation unter den KollegInnen erschwerte.

„... wir haben zuerst eben die hohen Wände gehabt, wo man gar nicht drüber gesehen hat, ... aber irgendwie war es dann lästig, [und] die Kommunikation, [...] Kommunikation irgendwie leichter, und da wir uns ja alle sehr gut verstehen haben wir sie jetzt ganz weggetan, und es ist viel besser finde ich.“ (ESFG4)

Besonders schlimm wirkt sich dies z.B. im Callcenter des Konzerns aus, in dem von 30 Personen ständig telefoniert wird.

„Da muss ich aber was anführen, wir haben ja im Haus, im ersten Stock, ein Callcenter, d.h. da wird ja nur telefoniert. Da haben sie auch eine Lärmmessung gemacht, da haben sie dann zwischen, also zwischen den einzelnen Kojen sozusagen, große hohe Wände aufgestellt. Wie das jetzt ausschaut weiß ich nicht, was da auch rausgekommen ist, ich weiß nur, damals war es entsetzlich laut.“ (ESFG7).

In der schriftlichen Umfrage gaben 12 % der befragten Personen, sehr zufrieden zu sein, was die Lärmbelastung betrifft, 53 % sind zufrieden, 22 % wenig zufrieden und 13 % unzufrieden. Auf die Frage, was die Personen tun, wenn sie mit Lärm konfrontiert sind, geben 48 % an, dies zu erdulden (nichts zu tun), 47 % der NutzerInnen bitten die KollegInnen, leiser zu sein, 9 % machen etwas Anderes, als in den Antwortmöglichkeiten vorgegeben ist, 11 % sagen, dass das nicht vorkommt und lediglich 3 % geben an, die Möglichkeit zu haben, sich in einen ruhigeren Raum zurückzuziehen.

### 3.3.5.10 Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität

Das Headquarter der Energie Steiermark ist mit einer kontrollierten Belüftung ausgestattet. Das ursprüngliche Konzept sah vor, dass die Fenster gar nicht zu öffnen seien, dies wurde aber vom Betriebsrat verhindert. Obwohl es bei einer Lüftungsanlage gar nicht notwendig wäre zu lüften, tun dies aber die meisten Bediensteten.

*„Weil wir es auch gleich handhaben wie vorher, wenn wir lüften wollen, dann lüften wir. ... Und das ist auch leider notwendig, weil die Luft in einem Zimmer mit sechs Personen wird dermaßen schlecht innerhalb kürzester Zeit, da haben wir uns ja eigentlich doch gefragt ob da die Lüftung überhaupt funktioniert.“ (ESFG1)*

*„Also ich reiße, wenn ich in der Früh komme, zwei Fenster auf, es ist zwar momentan 20 Minuten sehr kalt, aber es geht nicht anders, du musst es aufmachen.“ (ESFG6).*

*„Und es gibt im Haus unzählige Leute, die das Bedürfnis haben, das Fenster zu öffnen ...“ (ESEx6)*

Auch wenn die Temperatur im Sommer als zu kalt empfunden wird, wird das Fenster geöffnet: *„Wir machen im Sommer das Fenster auf, damit es wärmer wird.“ (ESFG8)*

Es gibt vereinzelt auch Probleme mit Zugscheinungen. Diese treten allerdings nicht bei jedem Arbeitsplatz auf – es hat damit zu tun, wie diese situiert sind und wie die Luft durch die Lüftungsanlage eingeblasen wird.

*„Wenn ich genau in dem Bereich jetzt sitze, wo die Luft abfällt, die kalte, und der andere sitzt zwei Meter weiter, hat der komplett eine andere, wirklich ein anderes Empfinden auch weil der Zug weg ist.“ (ESFG2)*

Dabei muss objektiv gar keine Zugbewegung spürbar sein, trotzdem kann es subjektiv als unangenehm empfunden werden.

*„Nein nein, von der, es zieht, glaubst du immer, Luftgeschwindigkeit ist zu hoch, aber es muss ja nicht der Zug sein, es fällt nur die kalte Luft ab. Da muss nicht einmal eine Luftbewegung drinnen sein.“ (ESFG2)*

Nach dem Einzug in das Gebäude hat es auch Maßnahmen von Bediensteten gegeben, die die Lüftungsanlage boykottierten, weil sie damit nicht zufrieden waren und z.B. im Zug gesessen sind. Dies hat sich – bedingt durch Nachjustierungen und Feineinstellungen – inzwischen gelegt.

*„Weil wir sind in Büros gekommen, da waren oben die Paneele mit Kartons zugestopft, da oben waren Plastiksackerl drinnen, dass es nicht runterzieht – die Leute helfen sich selbst.“ (ESEx1)*

*„...wo dann drüber gepickt wurde, ..., aber es wird dann überklebt, was natürlich wieder das Negative mit sich bringt, das es mit der Luftumwälzung hapert, dann wird die Luft wieder schlechter, dann kriegt man wieder Augenrinnen.“ (ESEx2)*

Ein großes Problem bestand allerdings bzgl. der Luftfeuchte. Vor allem zu Beginn war die Luft in den Räumen viel zu trocken. Diesem Umstand wurde von Seiten des Facility Managements große Aufmerksamkeit zuteil, es wurde lange versucht nachzujustieren.

*„und [...] im vorigen Jahr Tage gehabt, da haben wir eine Luftfeuchtigkeit von 15 % im Haus gehabt.“ (ESFG1)*

*„Und wir haben zwar unten Pflanzen gekriegt, zum ersten Mal, in der ersten Reaktion, dann haben uns gewisse Leute Pflanzen genehmigt, erlaubt aufzustellen...“ (ESFG2)*

*„Ja, aber die Pflanzen, das ist ein Placeboeffekt.“ (ESFG1)*

Diese trockene Luft führte auch zu gesundheitlichen Beschwerden und Erkrankungen unter den Bediensteten.

*„Und ich merk es insofern, ich hab Kontaktlinsen, ich hab wirklich Probleme mit meinen Augen, ich muss auch zusätzlich tropfen.“ (ESFG1)*

*„Das sind Augenentzündungen gewesen, das sind, ich hab ja die ganzen Atteste da gekriegt dann, da sind, die haben sich über Wochen hingezogen.“ (ESFG2)*

*„Also Kontaktlinsenträger, höre ich sehr oft, dass sie also extreme Probleme haben.“ (ESEx3)*

Schließlich entschied man sich dazu, nachträglich eine Befeuchtungsanlage einzubauen, um dieses Problem in den Griff zu bekommen. Durch diese Anlage konnte die Luftfeuchtigkeit auf 40 % gehoben werden.

*„Ja aber eines muss ich schon sagen, seitdem die Luftbefeuchtungsanlage im Betrieb ist, sind die Beschwerden zurückgegangen, bis auf 0 jetzt.“ (ESFG1)*

Trotzdem sind das Raumklima und die Luftqualität noch immer ein wichtiges Thema, wie eine ExpertIn im Interview erzählt.

*„Also das ist jetzt auch nach zweieinhalb Jahren ein ganz starkes Thema, wir haben immer wieder Hotlinecalls drinnen, es ist keine Woche, wo nichts drinnen ist, was das betrifft.“ (ESEx3)*

In der schriftlichen Befragung finden sich bzgl. der Luftqualität 6 % sehr Zufriedene, 42 % Zufriedene, 34 % Unzufriedene und 18 % sehr Unzufriedene. Mit der Belüftung sind 4 % sehr zufrieden, 47 % zufrieden, 33 % unzufrieden und 15 % sehr unzufrieden. Wenn die NutzerInnen mit Zugluft konfrontiert sind, ändern 60 % die Situation, indem sie das Fenster schließen, 43 % ziehen sich etwas an, 24 % kontaktieren die MitarbeiterInnen des Facility Managements, 14 % machen nichts/erdulden es und 10 % geben an, die Belüftung technisch zu regulieren. 13 % der Befragten machen die Angabe, dass dies nicht vorkommt.

### 3.3.5.11 Zufriedenheit Raumtemperatur

Die Raumtemperatur in den Büroräumen der Energie Steiermark ist voreingestellt und lässt sich nur in einem Bereich von plus bzw. minus zwei Grad von den NutzerInnen verändern. Wie ist das Empfinden der Angestellten bzgl. der Temperatur?

Es zeigten sich auf jeden Fall unterschiedliche Temperaturbedürfnisse der NutzerInnen, die zum Teil mit unterschiedlichen Kleidungsstilen, aber auch mit einem unterschiedlichen Wärmebedürfnis von Individuen erklärt werden können. In den Interviews wird dieser Unterschied von manchen über das Geschlecht zu erklären versucht – den Frauen sei es tendenziell eher zu kalt, den Männern eher zu warm.

*„... dann, ja, das, auf das hab ich ja hingewiesen dass wir eben unterschiedlich alt sind und Männer und Frauen und da hat es einfach, dem einen ist es warm, dem anderen ist es kalt.“ (ESFG1)*

*„Mir ist jeden Tag kalt jetzt.“ (ESFG1). – „Mir auch. Aber mir war vorher schon kalt.“ (ESFG4). – „Ich weiß nicht, mir ist ja zu warm.“ (ESFG2)*

*„...wir haben Leute, die sitzen im gleichen Raum, der eine sitzt kurzärmelig und die andere hat den Rollkragenpullover an und noch eine Jacke drüber ...“ (ESEX3)*

Die Frauen drehen daher auch eher die Temperatur nach oben als die Männer bzw. versuchen diese z.B. im Sommer durch das Öffnen der Fenster zu erhöhen. *„Oja, jeden Tag die Temperatur raufschrauben.“ (ESFG5).- „Ja, das tu ich auch.“ (ESFG6)*

Natürlich ist die Höhe der Temperatur auch davon abhängig, in welcher Himmelsrichtung sich das Büro befindet.

*„Bei uns im dritten Stock, da waren wir ja auf der Seite der Elisabethstraße, da war es immer kalt, und jetzt sind wir auf der anderen Seite und das ist eben die Sonnenseite, da ist es, das ist ein schöner Unterschied, da ist es schon um Einiges wärmer.“ (ESFG8).*

Auch reagiert das System träge auf rasche Veränderungen in der Außentemperatur, z.B. wenn es am Wochenende einen Kälteeinbruch gibt, die Temperatur über das Wochenende gedrosselt wurde und es dann am Montagmorgen in den Büros kalt ist.

*„... wirklich absenken übers Wochenende, und wenn es dann am Sonntag am Abend auf einmal wirklich kalt wird, dass es um, die Temperatur, weiß ich nicht, um 5, 8 Grad sinkt, dann dablautet er es bis in der Früh um 6 nicht dass er das [...], und das ist es.“ (ESFG2)*

Allerdings wird auf solche Situationen von den Bediensteten durchaus mit Verständnis reagiert.

*„... und wenn es mir wirklich kalt werden sollte, das wird es mir selten, zieh ich meine Jacke an.“ (ESFG2)*

Von den NutzerInnen werden manchmal die Messwerte, die in den Displays der Regelungsschalter angezeigt werden, angezweifelt. Diese werden dann mit eigens mitgebrachten Messgeräten überprüft.

*„Und ich hab aber schon ein Thermometer mitgenommen, weil ich das angezweifelt hab, aber das war ident.“ (ESF5)*

Dieses subjektive Empfinden, dass es kälter ist als es die unterschiedlichen Messgeräte objektiv anzeigen, wird mit der mangelnden Luftfeuchtigkeit erklärt.

*„Da war auch die Luftfeuchtigkeit noch sehr gering, deswegen ist das Empfinden auch ganz ein anderes, auch wenn da 25 Grad oben stehen.“ (ESFG2)*

Überhaupt wurde vom Betriebsrat sehr genau überprüft, ob die angegebenen Messwerte der Realität entsprechen und die KollegInnen in einer optimalen Umgebung arbeiten können.

*„...wir sind mit den Haustechnikern durch jeden Raum gegangen, haben dort gemessen, angeschaut, wir haben ein eigenes Gerät gekauft, um Luftzug, Luftfeuchtigkeit, Temperatur natürlich und die ganzen Sachen zu messen, um den Leuten zu zeigen, du hast optimale Bedingungen, und wenn sie es sehen, hilft es schon.“ (ESEx1)*

Bei der Frage nach der Zufriedenheit mit der Temperatur, geben 14 % der NutzerInnen an, sehr zufrieden zu sein, 67 % sind zufrieden, 13 % wenig zufrieden und 6 % unzufrieden. 75 % der Befragten geben an, das Fenster zu öffnen bzw. zu schließen, wenn sie mit der Temperatur unzufrieden sind, 71 % ziehen sich wärmer an oder ein Kleidungsstück aus, 59 % regeln die Temperatur mittels Thermostat, 13 % sagen, sie stehen auf und bewegen sich, 7 % kontaktieren die MitarbeiterInnen des Facility Managements und 14 % geben an, dass das nicht vorkommt.

Jene Personen, die angaben, wenig zufrieden bzw. unzufrieden zu sein, konnten im Rahmen der schriftlichen Umfrage in der Folge angeben, womit sie unzufrieden sind. Bei den Unterschieden zwischen Sommer und Winter wird klar deutlich, dass von jenen Befragten, die mit der Temperatur wenig zufrieden bzw. unzufrieden sind, mehr als die Hälfte die Luft im Winter (genau 60 %) und genau ein Drittel (33 %) die Luft im Sommer als zu trocken beurteilt. Es muss angemerkt werden, dass die Befragung im Sommer stattfand und zu einem Zeitpunkt, als die neue Befeuchtungsanlage noch nicht in Betrieb war. Für 32 % der unzufriedenen NutzerInnen ist die Temperatur im Sommer eher (zu) kühl, 28 % empfinden dasselbe im Winter. Als eher (zu) warm nehmen 31 % der unzufriedenen Personen die Temperatur im Sommer wahr und 15 % im Winter.

### **3.3.5.12 Zufriedenheit Facility Management**

Das Facility Management der Energie Steiermark, welches das Hauptgebäude betreut, ist um seine „KundInnen“ sehr bemüht und versucht, auf Anliegen schnell einzugehen, Probleme rasch zu beheben und lösungsorientiert zu arbeiten. Es werden ausreichend Informationen zur Verfügung gestellt und auch das Umzugsmanagement hat klaglos funktioniert. Dies alles wird von den NutzerInnen auch sehr positiv wahrgenommen und

wurde auch von außen bestätigt – dem Leiter des Facility Managements wurde 2012 der Titel „Facility Manager des Jahres“ verliehen. Dies wird auch in der Fokusgruppe humorvoll thematisiert.

*„Ich hab eh gestern mit dem Herrn S. schon geredet, hab ich gesagt, nach dem Interview braucht er sich keine Hoffnungen mehr machen dass er wieder Facility Manager des Jahres wird.“ (ESFG2)*

Mehrere Aussagen der TeilnehmerInnen der Fokusgruppe belegen diese Zufriedenheit:

*„Na wohl, die, bemühen sich schon dass das auch gleich und alles ...“(ESFG1)*

*„Und sie machen alles. Ich mein dass nicht immer alles gleich geht ist verständlich.“ (ESFG4)*

*„Das ist überhaupt kein Thema. Das ist auf jeden Fall ...“ (ESFG5)*

*„Das haut wirklich gut hin, das muss man schon sagen.“ (ESFG5)*

*„Nein, funktioniert gut.“ (ESFG6)*

Aus der Online-Umfrage geht hervor, dass 16 % der NutzerInnen sehr zufrieden mit der Arbeit des Facility Managements ist, 65 % sind zufrieden, 17 % wenig zufrieden und 3 % unzufrieden. Wie aus Arbeiten zur Evaluation der Zufriedenheit von NutzerInnen in Bürogebäuden hervorgeht, sind unterschiedliche Aspekte im Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit dem Facility Management von Bedeutung (siehe z.B. Leaman, Stevenson & Bordass, 2010). Es wurden folgende Dimensionen in Bezug auf das FM erhoben: wie ernst genommen fühlen sich die NutzerInnen mit ihren Anliegen und werden die Probleme nachvollziehbar und schnellstmöglich behandelt. Die Ergebnisse aus der Befragung können in Abbildung 20 eingesehen werden.

Es ist zu erkennen, dass 64 % der Frage, ob sie sich mit ihren Anliegen ernst genommen fühlen, vollkommen bzw. eher zustimmen. 70 % geben an, dass es vollkommen bzw. eher zutrifft, dass ihre Probleme vom Facility Management nachvollziehbar behandelt werden und 69 % stimmen vollkommen bzw. eher zu, dass dies schnellstmöglich geschieht.

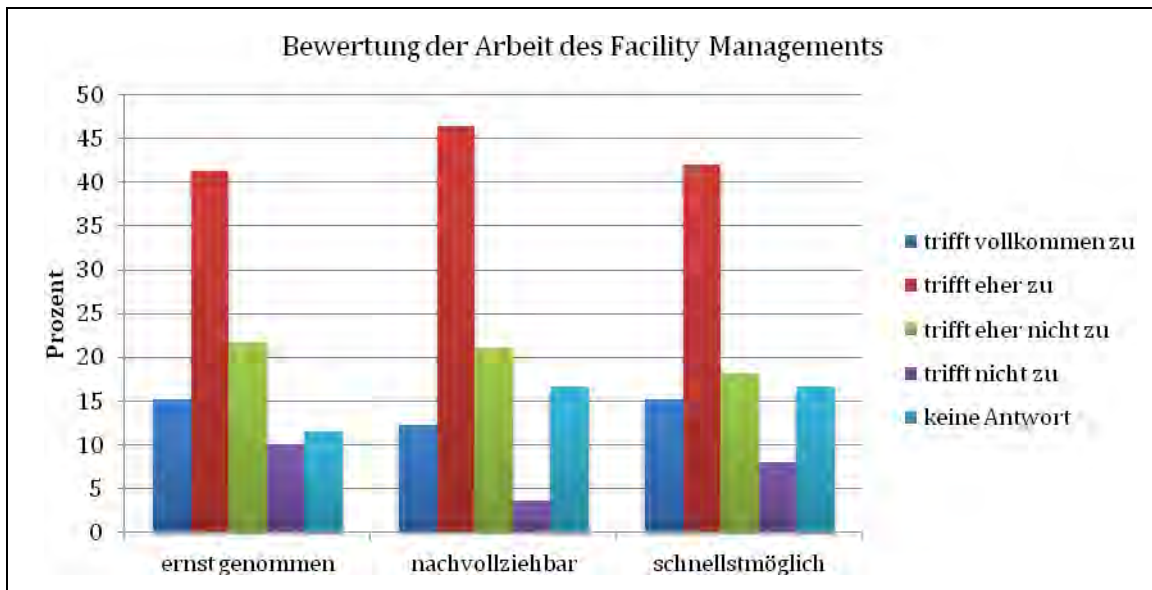


Abbildung 20: Bewertung der Arbeit des Facility Managements (in %)

### 3.3.5.13 Resümee

Aus der qualitativen Befragung im Headquarter der Energie Steiermark geht hervor, dass die NutzerInnen im Großen und Ganzen recht zufrieden sind. In der Umbauphase und während und nach dem Umzug in das sanierte und ausgebaute Gebäude auch mit ausreichend Informationen versorgt wurden. Diese Informationen reichten von Führungen durch die Baustelle über die Einrichtung eines Musterbüros, der Abhaltung von Informationsveranstaltungen, dem Erstellen eines MitarbeiterInnen-ABCs, welches über das Intranet der Firma abrufbar ist bis hin zu Informationsblättern und persönlichen Einschulungen in die neuen Regelungen vor Ort.

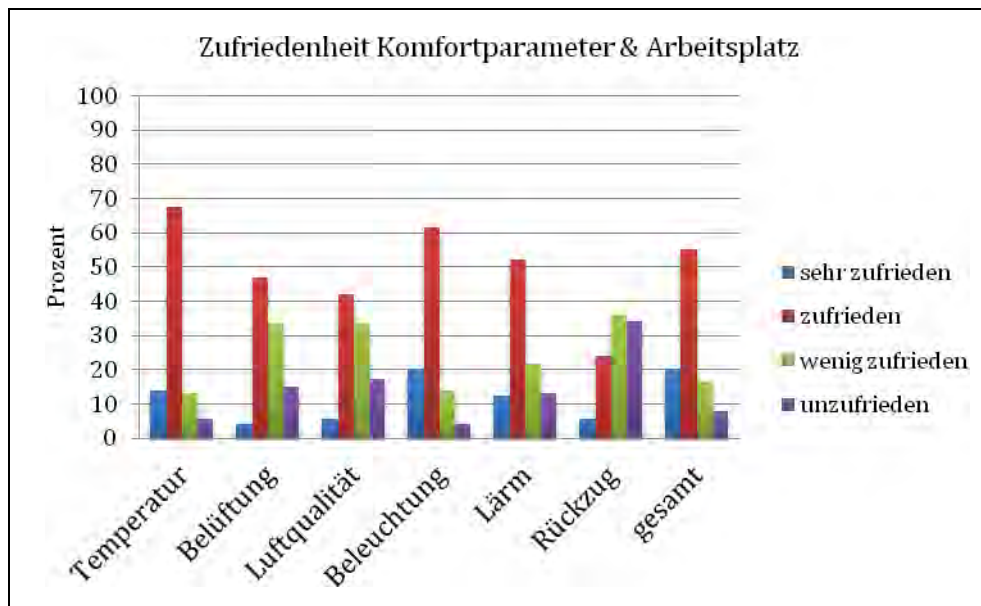
Unzufriedenheit herrscht in erster Linie über die Raumsituation, da viele Bedienstete ihre Arbeitsplätze in Großraumbüros haben. Dies bedingt auch, dass Lärmprobleme bei den NutzerInnen an vorderer Stelle stehen, aber auch die fehlenden Rückzugsmöglichkeiten, die sich durch das Raumkonzept ergeben haben. Ein weiteres Problem, das inzwischen aber durch den nachträglichen Einbau einer Befeuchtungsanlage gelöst scheint, war die Lufttrockenheit, die den NutzerInnen gesundheitliche Probleme bereitete. Auch Zugluft war und ist ein Thema, wobei hier das Facility Management ständig nachrüstet und verbessert. Die Temperatur ist nicht so ein wichtiges Thema, hier gibt es relativ große Zufriedenheit. Auch die Beleuchtung stellt kein so großes Problem dar.

Die Arbeit des Facility Managements wird sehr positiv bewertet. Das FM wird als sehr entgegenkommend, auf Wünsche eingehend und fachlich höchst kompetent beschrieben.

In der schriftlichen Befragung geben auf die Frage, wie zufrieden die Personen mit ihrem Büroarbeitsplatz gesamt sind, 20 % an, sehr zufrieden zu sein, 55 % sind zufrieden, 17 % sind wenig zufrieden und 8 % sind unzufrieden. Abbildung 21 zeigt, dass der Großteil der Personen zufrieden mit allen Umgebungsparametern und den Rückzugsmöglichkeiten ist. Auffallend ist, dass in der Kategorie „Rückzug“ ein Großteil der Personen angibt, wenig



zufrieden bzw. unzufrieden zu sein. Der Parameter „Beleuchtung“ ist jener mit der größten Zufriedenheit.



**Abbildung 21: Zufriedenheit mit Komfortparametern, Rückzugsmöglichkeit und dem Büroarbeitsplatz gesamt in der Energie Steiermark (in %)**

Abbildung 22 über die Mittelwerte der Antworten zu den Zufriedenheits-Parametern über die Kategorie „Alter“ lässt keine großen Unterschiede in den Verteilungen erkennen. Die Werte repräsentieren Mittelwerte der Antworten auf einer Skala von 1=sehr zufrieden bis 4=unzufrieden, d.h. niedrige Balken bedeuten höhere Zufriedenheit. Die Kategorien unter 20 Jahre und 60 und älter wurden aus der Darstellung entfernt, da jeweils nur eine Antwort in jede dieser Kategorien fiel. Tendenziell scheint die Gruppe der 50–59-Jährigen zufriedener über alle Parameter hinweg zu sein als die übrigen Altersgruppen.

Wie aus Abbildung 23 hervorgeht, sind Frauen tendenziell zufriedener mit den Umgebungsparametern als Männern. Lediglich den Faktor Temperatur betreffend sind Frauen etwas unzufriedener als Männer. Die Werte repräsentieren Mittelwerte der Antworten auf einer Skala von 1=sehr zufrieden bis 4=unzufrieden, d.h. niedrige Balken bedeuten höhere Zufriedenheit. Die Kategorie „anderes“ wurde nicht in die Darstellung mit aufgenommen, da nur Antworten von jeweils einer Person vorlagen.

Aus den Antworthäufigkeiten sollte nicht unbedacht auf die Unterschied zwischen Männern und Frauen geschlossen werden. Eine genauere Betrachtung der jeweiligen Gruppe wäre sinnvoll. Möglicherweise hängt die größere Zufriedenheit mit den Unterschieden in den beruflichen Tätigkeiten und den damit einhergehenden differenzierenden Bürosituationen zusammen.

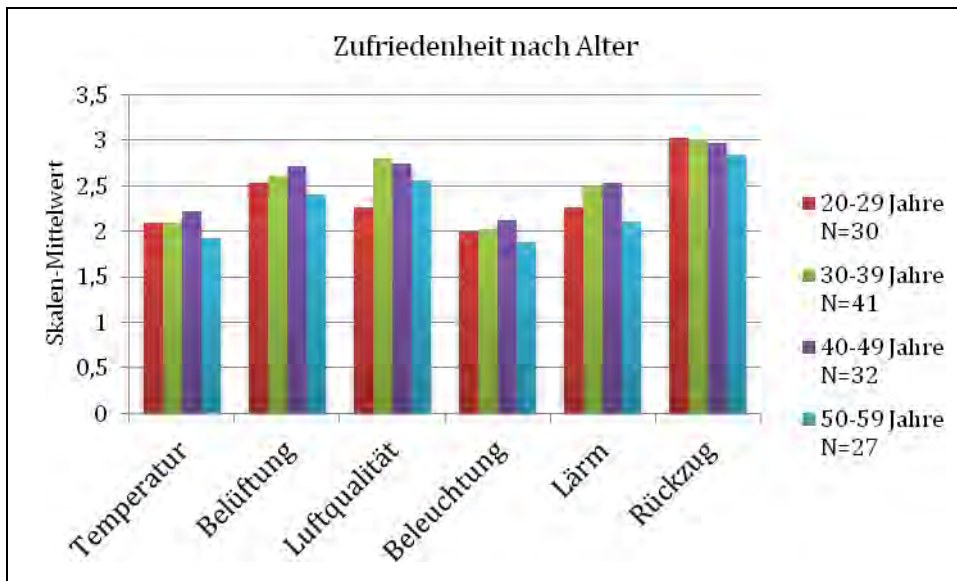


Abbildung 22: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Alter in der Energie Steiermark

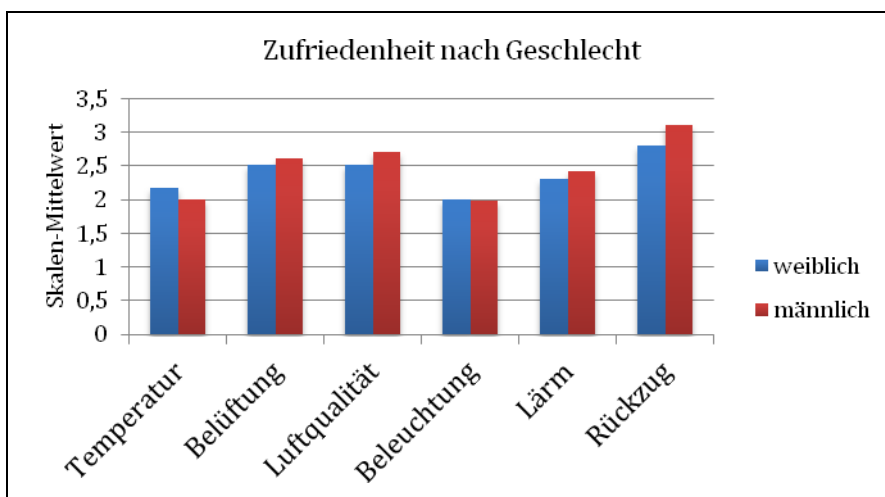


Abbildung 23: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Geschlecht in der Energie Steiermark

### 3.3.6 Österreichweite Umfrage zur NutzerInnenzufriedenheit in nachhaltigen Gebäuden

#### 3.3.6.1 Gebäude- und technische Daten

Die Gebäude aus der Gesamtösterreich-Stichprobe können aufgrund ihrer Diversität (vom neu gebauten Betriebsgebäude mit 1600 m<sup>2</sup> Nutzfläche und 6,00 kWh/m<sup>2</sup> HWB bis zum sanierten Büro mit 160 m<sup>2</sup> und 13,0 kWh/m<sup>2</sup><sub>EBFa</sub>) keiner bestimmten Kategorie zugeordnet und aus diesem Grund auch nicht im Detail beschrieben werden. Da eine Rückführung der Ergebnisse zu den Personen bzw. den Gebäuden, in denen diese sitzen, aufgrund der

Wahrung der Anonymität nicht möglich ist und die Stichprobe in hohem Maße heterogen ist, steht es außer Frage, dass die Ergebnisse lediglich einen Einblick in die Zufriedenheit geben können und keine Detailaussagen ermöglichen.

### **3.3.6.2 Beschreibung der Stichprobe quantitativ**

Um neben den beiden Projektpartner-Gebäuden eine möglichst große Anzahl an Bürogebäuden in Passiv- und Niedrigenergiebauweise in ganz Österreich zu erreichen, wurden unterschiedliche Maßnahmen gesetzt. In der Vorbereitungsphase wurden aus verschiedenen Quellen Kontaktdaten akkumuliert. Einerseits wurden aus der Broschüre „Technical Guide – Innovative Gebäude in Österreich“ alle relevanten Dienstleistungsbeziehungsweise Bürogebäude ausgewählt. In der vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technik (BMVIT) 2012 herausgegebenen Publikation finden sich Neubauten und Sanierungen, die im Rahmen des Forschungsprogramms „Haus der Zukunft“ errichtet wurden. Als weitere Quelle wurde die klima:aktiv Datenbank (<http://www.klimaaktiv-gebaut.at/>) herangezogen. Die Datenbank des Lebensministeriums umfasst eine Zusammenschau von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden, die als Praxisbeispiele dienen und den klima:aktiv Kriterien entsprechen müssen. Weiters wurden 30 Unternehmen in sechs Bürogebäuden in Passiv- und Niedrigenergiebauweise durch zusätzliche Recherche identifiziert. Insgesamt resultierte eine Liste von 101 Unternehmen (die teilweise ihren Sitz in denselben Gebäuden haben) bzw. E-Mail-Adressen, an welche über die eigens installierte E-Mail-Adresse [built2satisfy@gmail.com](mailto:built2satisfy@gmail.com) die Aussendung des Link zur Umfrage erfolgte. Vor der Versendung des Links wurden die Kontaktpersonen Ende Mai 2013 in einem E-Mail mit beigefügtem Handout über die Inhalte der Studie informiert und gebeten, den nachfolgenden Link an alle Personen, die in dem jeweiligen Gebäude einen Büroarbeitsplatz inne hatten, weiter zu leiten. Im zweiten Schritt wurde in der ersten Junihälfte 2013 an alle Kontakte der generalisierte Link zur Umfrage versandt. Letztendlich erhielten alle in einem weiteren Schritt eine Erinnerung zur Teilnahme.

Trotz der umfassenden Recherche und der intensiven Kontaktarbeit resultierte lediglich eine Stichprobe von 70 verwertbaren Beantwortungen. Obwohl die Personen das Gebäude, in dem sie arbeiten, angeben sollten, war bei einem Großteil der NutzerInnen keine Zuordnung zu einem spezifischen Bürogebäude möglich. Unter den angegebenen Gebäuden waren beispielsweise das Weizer Energie und Innovationszentrum (W.E.I.Z.), das Gebäude der AEE INTEC – Institut für Nachhaltige Technologien in Gleisdorf, das Christophorushaus in Stadl-Paura und das Bürogebäude Baumeister Höller in Moosbrunn.

33 % der teilnehmenden Personen an dieser Umfrage ordneten sich dem weiblichen Geschlecht zu, 65 % dem männlichen und 2 % gab „anderes“ in der Kategorie Geschlecht an. 1 % war unter 20 Jahren, 7 % zwischen 20 und 29 Jahren, 43 % zwischen 30 und 39 Jahren, 26 % zwischen 40 und 49 Jahren, 21 % zwischen 50 und 59 Jahren und 2 % über 60 Jahre (vgl. Abbildung 24).

Angestellte bildeten mit 79 % die häufigste Berufsgruppe, gefolgt von 14 % FreiberuflerInnen/ Selbständigen, je 3 % StudentInnen und öffentlich Bediensteten und 1 %

in Ausbildung befindlichen Personen. 85 % der Befragten geben an, Vollzeit beschäftigt zu sein (mehr als 35 Stunden pro Woche), 11 % Teilzeit mit 20 bis 35 Stunden pro Woche und 5 % Teilzeit mit weniger als 20 Stunden pro Woche.



Abbildung 24: Altersverteilung der TeilnehmerInnen an der Online-Österreichumfrage

### 3.3.6.3 Gebäudebeschreibung – Wahrnehmung der NutzerInnen

Um die Wahrnehmung des Gebäudes durch die NutzerInnen zu erfassen, wurde die Frage gestellt, welche (maximal drei) Zuschreibungen nach der Meinung der Befragten das Gebäude, in dem sie am zutreffendsten beschreiben. 46 % gaben als Antwort „Niedrigenergiehaus“, 42 % „energieeffizient“, jeweils 33 % beschrieben das Gebäude als „öffentlich zugänglich“ und „nachhaltig“, gefolgt von den Nennungen „ökologisch“ von 30 % der Antwortenden und 24 % für „innovativ“. 21 % beschreiben das Gebäude, in dem sie arbeiten, als „barrierefrei“, 14 % als „technisch anspruchsvoll“. Weitere Termini waren: 6 % herausragendes Design, 4 % familienfreundlich, je 3 % kulturell wertvoll und „Plusenergiehaus“. 6 % gaben an, dass keiner der genannten Punkte zutrifft.

Auf die Frage, wie hoch der Energieverbrauch des Gebäudes im Vergleich mit anderen, ähnlichen Bürogebäuden ist, antworteten 67 %, dass es weniger Energie benötigt, 10 % gaben an, dass es gleich viel Energie verbraucht, 4 % gaben die Antwort, dass der Verbrauch höher ist und 19 % wussten die Antwort nicht.

### 3.3.6.4 Informationen: Bedarf / Wann / Wie?

Aufgrund der Mangelhaftigkeit an Details über die Gebäude-Stichprobe und daraus resultierend auch der Unwissenheit über die Informationen, die den NutzerInnen über die Regelungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen und den Möglichkeiten zur Steuerung per se, wird an dieser Stelle nicht in demselben Umfang auf die Zufriedenheit mit diesen Aspekten eingegangen wie in den Ergebnissen der beiden Projektpartner-Gebäude.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass von 62 antwortenden Personen 66 % mit den Informationen über die Temperatur sehr zufrieden bzw. zufrieden sind, 89 % geben dies für Informationen über Beleuchtung an (bei 64 Antworten) und 56 % (von 55

Beantwortungen) sind mit den Informationen über die Belüftungssteuerung sehr zufrieden bzw. zufrieden. Bezogen auf die Infos über die Haustechnik finden sich von 57 Antwortenden 77 % sehr Zufriedene und Zufriedene.

### 3.3.6.5 Regelungs- und Kontrollmöglichkeiten, Verhaltensmöglichkeiten und Einschätzung des Einflusses

Von den Befragten geben 72 % an, nicht an der Planung beteiligt gewesen zu sein bzw. dass sie vor dem Einzug in das Gebäude ihre Bedürfnisse nicht äußern konnten. 63 % der NutzerInnen äußern, dass sie über die Regelungsmöglichkeiten informiert wurden. Mit den Regelungsmöglichkeiten gesamt sind 24 % sehr zufrieden, 54 % zufrieden, 13 % wenig zufrieden und 9 % unzufrieden.

Jeweils 94 % der Befragten geben an, dass es prinzipiell möglich ist, die Fenster und die Jalousien/Gardinen zu öffnen bzw. zu schließen. 59 % sagen, dass sie die Heizung bzw. Kühlung prinzipiell regeln können, 35 % machen die Angabe, dass dies nicht möglich ist und 6 % äußern, dass sie nicht wissen, ob dies möglich sei. 80 % der NutzerInnen können die Beleuchtung prinzipiell selbst anpassen, für 18 % ist dies nicht möglich, 3 % wissen es nicht. Ein Viertel der Personen gibt an, prinzipiell die Belüftungssteuerung regulieren zu können, 65 % können dies nicht tun und 10 % sind nicht in Kenntnis davon, ob dies möglich ist. Von jenen Personen, von denen Antworten vorlagen, gaben 86 % an, konkret die Fenster auch zu öffnen bzw. zu schließen. 82 % öffnen/schließen tatsächlich die Jalousien bzw. Gardinen, 53 % machen die Angabe, die Heizung/Kühlung zu regeln, 75 % passen konkret die Beleuchtung an und 18 % regeln nach eigenen Angaben die Belüftung. Der Vergleich zwischen dem subjektiv wahrgenommenen prinzipiellen und dem subjektiv konkret ausgeführten Verhalten ist in Abbildung 25 ersichtlich.

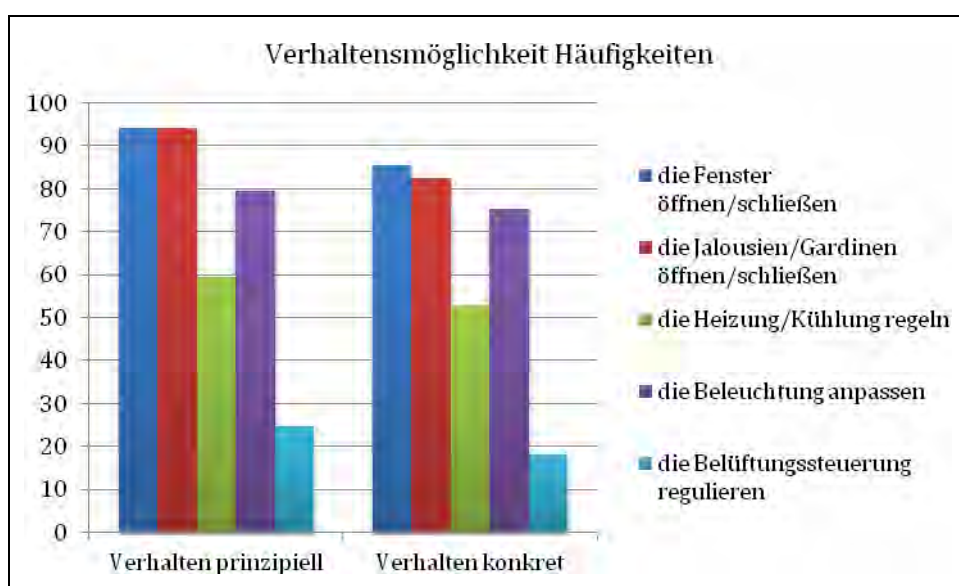
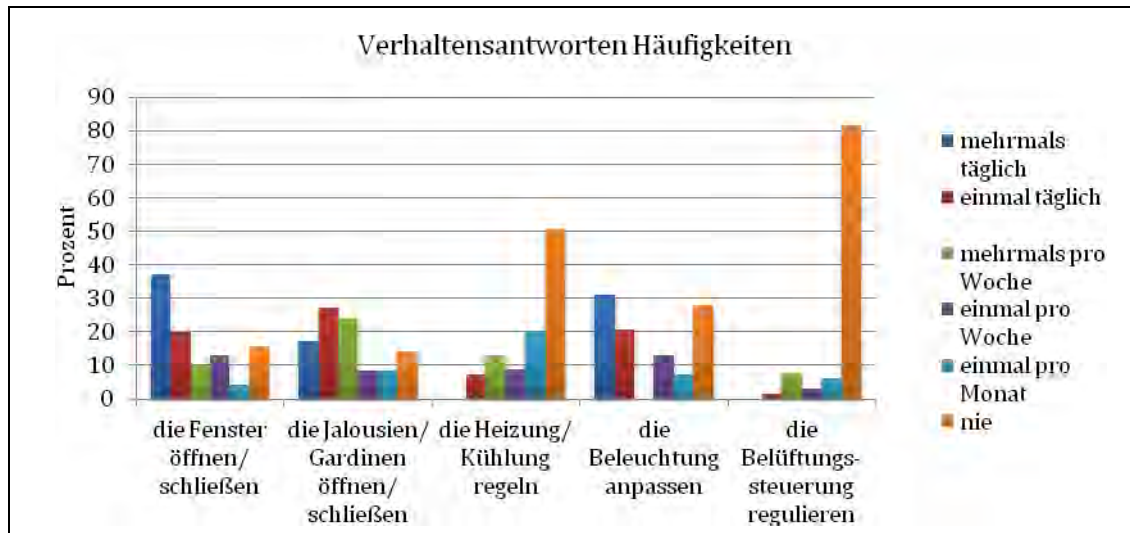


Abbildung 25: Antworten über das prinzipiell mögliche und konkret ausgeführte Verhalten (in %)

Die Ergebnisse auf die Fragen, wie oft die NutzerInnen welche Verhaltensweisen ausführen, ist in Abbildung 26 zu sehen. Die Fenster werden von 37 % der TeilnehmerInnen mehrmals täglich und von 20 % einmal täglich geöffnet bzw. geschlossen. 27 % der Personen betätigt nach eigenen Angaben zumindest einmal täglich die Jalousien bzw. Gardinen, 25 % tun dies mehrmals pro Woche. 51 % der Befragten regelt nie die Heizung bzw. Kühlung, 20 % tun dies einmal pro Monat. 31 % geben an, mehrmals täglich die Beleuchtung anzupassen, 28 % indizieren, dies nie zu tun. Der Großteil der NutzerInnen (82 %) gibt an, nie die Belüftungssteuerung zu regulieren.



**Abbildung 26: Häufigkeiten des Verhaltens, über die Kategorien Fenster bzw. Jalousien/Gardinen Öffnen/Schließen, Heizung/Kühlung bzw. Beleuchtung Anpassen und Belüftungssteuerung Regulieren (in %)**

### 3.3.6.6 Zufriedenheit Lichtverhältnisse und Beleuchtung

Der Parameter der Beleuchtung ist jener mit der größten Zufriedenheit: 48 % geben an, sehr zufrieden zu sein, 50 % sind zufrieden und je ein Prozent wenig zufrieden und unzufrieden.

### 3.3.6.7 Zufriedenheit Raumaufteilung, Raumsituation und Rückzugsmöglichkeiten

Mit den Rückzugsmöglichkeiten sind 28 % sehr zufrieden, 33 % zufrieden, 26 % wenig zufrieden und 13 % unzufrieden.

### 3.3.6.8 Zufriedenheit Arbeitsplatz, unmittelbare Arbeitsumgebung

Auf die Frage, wie zufrieden die Personen mit dem Bürogebäude, in dem sie arbeiten, sind, geben 39 % an, sehr zufrieden zu sein, 52 % sind zufrieden, 7 % wenig zufrieden und 2 % unzufrieden. Mit dem Büroarbeitsplatz gesamt sind 53 % sehr zufrieden, 43 % zufrieden, 3 % wenig zufrieden und 1 % unzufrieden.

### 3.3.6.9 Zufriedenheit Lärmbelastung

Auf die Frage nach der Zufriedenheit bezogen auf Lärm, antworten 34 % mit sehr zufrieden, 47 % mit zufrieden, 13 % mit wenig zufrieden und 6 % mit unzufrieden.

### 3.3.6.10 Zufriedenheit Belüftung und Luftqualität

Was die Belüftung betrifft finden sich 27 % sehr Zufriedene, 44 % Zufriedene, 23 % wenig Zufriedene und 6 % Unzufriedene. Von den befragten NutzerInnen sind 37 % mit der Luftqualität sehr zufrieden, 46 % zufrieden, 10 % wenig zufrieden und 7 % unzufrieden.

### 3.3.6.11 Zufriedenheit Raumtemperatur

Mit der Temperatur sind 42 % sehr zufrieden, 40 % zufrieden, 14 % wenig zufrieden und 4 % unzufrieden.

### 3.3.6.12 Zufriedenheit Facility Management

56 der 70 antwortenden Personen gaben eine Auskunft auf die Frage nach der Zufriedenheit mit dem Facility Management: 30 % sind mit der Arbeit des Facility Management im jeweiligen Gebäude sehr zufrieden, 52 % sind zufrieden, 16 % wenig zufrieden und 2 % unzufrieden. Weitere Ergebnisse über Angaben zur Bewertung des Facility Managements sind in Abbildung 27 ersichtlich. 80 % der NutzerInnen gibt an, dass es vollkommen bzw. eher zutrifft, dass sie sich mit ihren Anliegen an das Facility Management ernst genommen fühlen. Für 76 % trifft es vollkommen bzw. eher zu, dass die Anliegen nachvollziehbar behandelt und behoben werden und 67 % stimmen vollkommen bzw. eher zu, dass ihre Anliegen schnellstmöglich behoben werden.

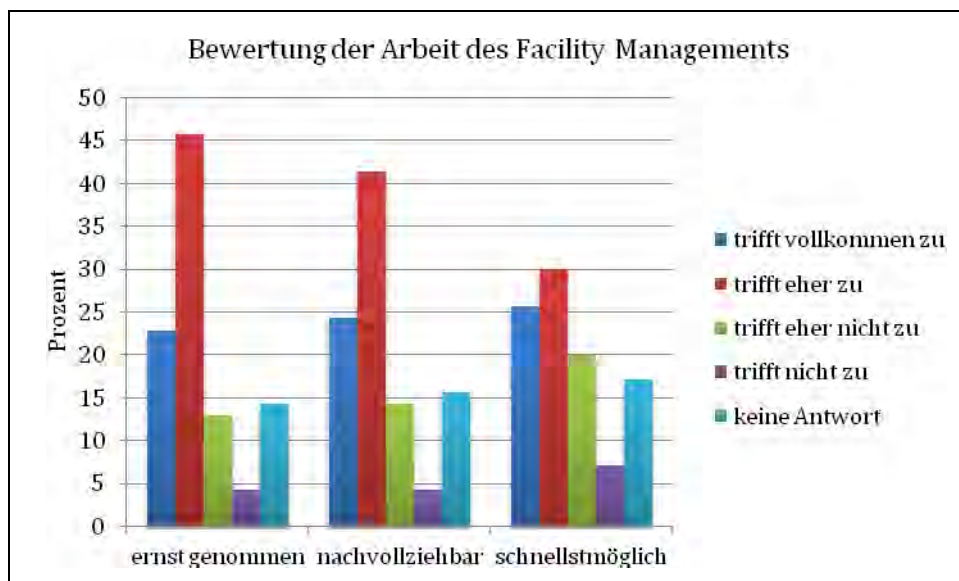


Abbildung 27: Bewertung der Arbeit des Facility Managements (in %)

### 3.3.6.13 Resümee

Im Gesamten betrachtet, zeigt sich auch in der Online-Österreichumfrage eine relativ hohe Zufriedenheit der Befragten mit den Komfortparametern Temperatur, Belüftung, Luftqualität, Beleuchtung, Lärm und – mit Einschränkungen – Rückzugsmöglichkeiten in ihren divergierenden Bürogebäuden, wenn diese im Vergleich auch nicht ganz so hoch ist wie in den beiden Praxisgebäuden des Projekts (vgl. Abbildung 28).

Diese relativ hohen Zufriedenheitswerte über alle Parameter hinweg – mit Ausnahme der Zufriedenheit mit den Rückzugsmöglichkeiten – müssen allerdings mit Vorbehalt betrachtet werden. Aufgrund des Versandemodus des Link zur Umfrage kommt es zu einer Stichprobenselektion. Der Link wurde nur an eine Kontaktperson im Gebäude bzw. Unternehmen versandt, die diesen nach ihrem Ermessen an die MitarbeiterInnen im Betrieb weiterleiten konnte oder nicht. Oftmals sind die Gebäude, die in die Stichprobe aufgenommen wurden, Leit- bzw. Demonstrationsobjekte. Es kann davon ausgegangen werden, dass jene Personen, die generell zufrieden mit „ihrem“ Gebäude sind, auch an der Umfrage teilnahmen. Hinzu kommt die Tatsache, dass von den MitarbeiterInnen möglicherweise die Anonymität der Umfrage angezweifelt wird, wenn diese den Link von Vorgesetzten erhalten. Weiters schmälert diese Vorgehensweise über mehrere Achsen das Commitment der NutzerInnen zur Beantwortung. Es wäre für nachfolgende Vorhaben von Interesse nach Möglichkeiten zu suchen, um die MitarbeiterInnen in interessierenden Bürogebäuden persönlich kontaktieren zu können, wodurch zwar der Aufwand, aber auch die Repräsentativität der Stichprobe erheblich gesteigert würde.

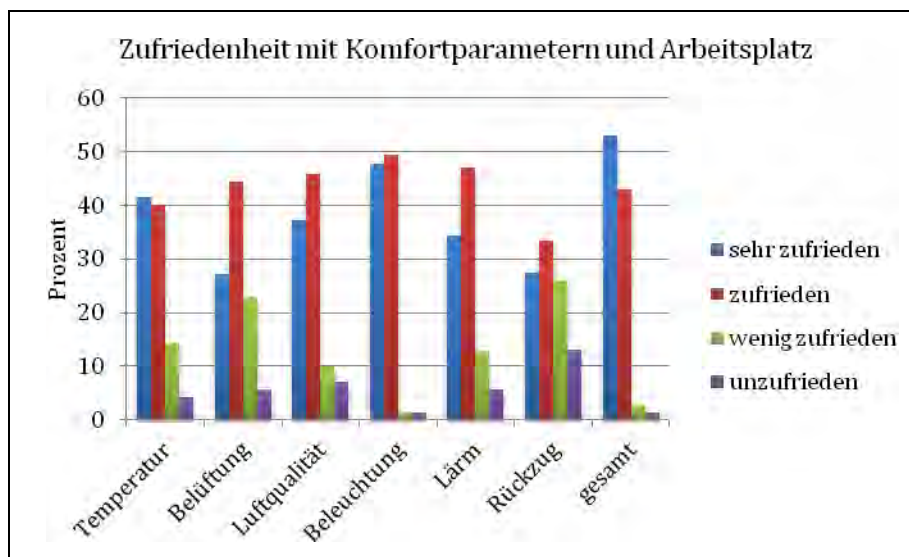


Abbildung 28: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Geschlecht in der Energie Steiermark

### 3.3.6.14 Korrelationen zwischen den Faktoren der Zufriedenheit

Ergänzend zu den Untersuchungen der Ergebnisse mit der Zufriedenheit der NutzerInnen der beiden Projektpartner-Gebäude sowie der Gesamtösterreich-Stichprobe wurden zusätzlich die Korrelationen zwischen unterschiedlichen Aspekten betrachtet. Magdalena



Wicher, die im Rahmen des Projekts ihre Diplomarbeit verfasste, unternahm in ihrer Arbeit eine Analyse nach teststatistischen Kriterien und konnte mittels konfirmatorischen Faktorenanalysen aus allen Variablen, die sich auf die Zufriedenheit mit dem Büroarbeitsplatz per se und dem Bürogebäude beziehen, zwei Faktoren der Zufriedenheit extrahieren: die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz generell und die Zufriedenheit mit den Komfortparametern.

Die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz generell setzt sich zusammen aus der Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz und dem Bürogebäude gesamt, der Zufriedenheit mit den Rückzugsmöglichkeiten, der Zufriedenheit mit der Bewegungsfreiheit, die der Büroraum bietet, der Zufriedenheit mit den zur Verfügung stehenden Ablageflächen und der Zufriedenheit mit den Gestaltungsmöglichkeiten am Arbeitsplatz. Die Zufriedenheit mit den Komfortparametern wird beschrieben durch die Zufriedenheit mit Temperatur, Belüftung, Luftqualität und Lärm. Die Zufriedenheit mit der Beleuchtung wurde aus teststatistischen Gründen (ebd., S. 68 und 87ff) aus weiteren Berechnungen ausgeschlossen.

Die Regelungsmöglichkeiten von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung, die in der schriftlichen Befragung auf den Dimensionen „Verständlichkeit“, „Zugänglichkeit“ und „Schnelligkeit“ erhoben wurde, konnten von der Autorin im Zuge einer exploratorischen Faktorenanalyse zu den Faktoren „Luftgüte“ und „Beleuchtung“ zusammengefasst werden.

Magdalena Wicher führte im Weiteren eine Korrelationsanalyse der beiden arbeitsplatzbezogenen Zufriedenheits-Aspekte mit diversen Faktoren, die sich – über Literatur hinausgehend – im Rahmen von „Build to Satisfy“ als wesentlich für die Zufriedenheit der NutzerInnen an ihrem Arbeitsplatz herauskristallisierten, durch. Ein Teil der Ergebnisse ist in Tabelle 4 dargestellt. Die Höhe der Zusammenhänge wird mittels Korrelationskoeffizienten angegeben. Nach Cohen (1988) sind Korrelationen zwischen  $r=0.10$  und  $r=0.30$  als gering bis moderat einzustufen, Werte zwischen  $r=0.30$  und  $r=0.50$  als moderat bis groß bzw. ab  $r=0.50$  als starke Zusammenhänge zu beschreiben.

Es wird dabei ersichtlich, dass sowohl die Zufriedenheit mit den Komfortbedingungen als auch die Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz generell hoch signifikant korrelieren mit der Arbeitszufriedenheit, mit dem Facility Management und der Zufriedenheit an Informationen über die Regelungsmöglichkeiten. Die Korrelationen zwischen den beiden Zufriedenheits-Faktoren und dem Wissen, das die Personen über das Gebäude, in dem sie arbeiten, haben, fällt moderat aber dennoch signifikant aus. Darüber hinaus zeigen sich auch signifikante Zusammenhänge zwischen Zufriedenheit mit Komfort bzw. Arbeitsplatz und den Regelungsmöglichkeiten, wobei die Regelung der Luftgüte in geringerem Ausmaß zur Erklärung der arbeitsplatzbezogenen Zufriedenheit beiträgt als die Regelung der Beleuchtung.

	Arbeits- zufrieden- heit <sup>a</sup>	Facility Manage- ment <sup>a</sup>	Zufrieden- heit Infor- mation <sup>a</sup>	Wissen <sup>a</sup>	Regelung Luftgüte <sup>b</sup>	Regelung Be- leuchtung <sup>b</sup>
Zufriedenheit Komfort	r=0.53** N=222	r=0.57** N=179	r=0.68** N=180	r=-0.39** N=230	r=0.19* N=144	r=0.52** N=144
Zufriedenheit Arbeitsplatz generell	r=0.53** N=219	r=0.46** N=178	r=.56** N=181	r=-0.37** N=227	r=0.28** N=145	r=0.39** N=145

Anmerkungen. Quelle: Wicher (2014). r=Korrelationskoeffizient, N=Anzahl der Fälle, auf deren Basis die Korrelation berechnet wurde. \*\*signifikant auf Niveau  $p < .01$ , \*signifikant auf Niveau  $p < .05$ . Die negativen Korrelationskoeffizienten in der Spalte „Wissen“ ergeben sich aus der Polung der Items 1=sehr zufrieden, 4=unzufrieden; je mehr die Personen wissen, umso zufriedener sind sie. Ergebnisse basieren auf den Daten der Online-Befragung, die Fälle der Papier-Bleistift-Version wurden aus den Berechnungen ausgeschlossen.

**Tabelle 4: Zusammenhänge zwischen arbeitsplatzbezogenen Zufriedenheitsfaktoren und sozialen Aspekten der Zufriedenheit am Arbeitsplatz**

Die Korrelationsergebnisse bestärken die übrigen Resultate des Projekts. Neben der Arbeitszufriedenheit, die als wesentlicher Bestandteil der Zufriedenheit am Arbeitsplatz gesehen werden kann, spielen die im Rahmen von „Build to Satisfy“ herausgearbeiteten Faktoren eine wichtige Rolle: Je positiver die Bewertung des Facility Managements, umso zufriedener sind die Personen mit den Komfortbedingungen und mit ihrem Arbeitsplatz an sich. Die arbeitsplatzbezogene Zufriedenheit steigt ebenso signifikant, je zufriedener die Personen mit dem Ausmaß an Informationen über die Regelungsmöglichkeiten sind und je mehr sie über das Gebäude, in dem sie arbeiten, wissen. Nicht zuletzt hängt die Zufriedenheit statistisch signifikant mit den Regelungsmöglichkeiten zusammen: Je positiver die Personen die Regelungsmöglichkeiten bewerten, umso zufriedener sind sie.

Ein weiterer Aspekt, den Wicher im Zusammenhang mit der Zufriedenheit mit dem Arbeitsplatz und den Komfortbedingungen identifizierte, sind Normen, die am Arbeitsplatz vorherrschen. Je größer die Wahrnehmung der NutzerInnen, dass es am Arbeitsplatz soziale Normen gibt, sich energiesparend zu verhalten, umso zufriedener sind sie. Details und Diskussion der Ergebnisse können an anderer Stelle (ebd., S. 74, S. 93ff) nachgelesen werden.

### 3.3.6.15 Überprüfung der zugrundeliegenden Hypothesen

Damit können die in Kap. 3.1.5 beschriebenen Hypothesen, die den Befragungen zugrunde gelegt wurden, mit den Befragungsergebnissen validiert werden.

- Je besser der Informationsfluss und je größer die Mitbestimmungsmöglichkeiten bei Planung und Ausführung, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen mit dem Gebäude. Diese Hypothese wurde bestätigt.
- Je besser die Einschätzung der Arbeit des Facility Managements, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde bestätigt.

- Je mehr Möglichkeiten für individuelle Einstellung, Regelung und Kontrolle, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde teilweise bestätigt.
- Je größer das eigene Bewusstsein für Energieeffizienz, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde nicht ausgewertet.
- Je besser die Einschätzung des Arbeits- und Betriebsklimas, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde bestätigt.
- Je höher die Identifikation mit dem energieeffizienten Gebäude, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde nicht bestätigt.

Was auch noch angemerkt werden muss, ist, dass die Erwartungen, die im Rahmen dieses Projekts in die Behandlung der Themen „Gender, Diversity, gesundheitliche Beeinträchtigungen“ gesetzt wurden, nicht ganz in der erhofften Tiefe erfüllt werden konnten. Es gibt aus den Befragungen empirische Hinweise und Ergebnisse, die bzgl. des Temperaturempfindens geschlechtsspezifische Unterschiede belegen, ebenso bzgl. der Zufriedenheit und des Umgangs mit Regelungen. Eine Unterscheidung bzgl. Alter scheint ebenfalls gegeben, ist aber bei weitem nicht so signifikant. Ganz klar zeigen sich die Probleme und Unterschiede bei gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie KontaktlinsenträgerInnen, die bei Unzulänglichkeiten in den Technologien besondere Aufmerksamkeit benötigen.

### **3.3.7 Agentenbasierte soziale Simulation des NutzerInnenverhaltens**

#### **3.3.7.1 Inhalt und Ziel des Arbeitsschrittes**

Ausgangspunkt des Projekts ist die Feststellung, dass Beschäftigte in Dienstleistungsgebäuden auf unterschiedliche Weise Einfluss auf den Gebäudebetrieb nehmen. Das betrifft Erwartung und Wahrnehmung von Komfortparametern, d.h. Temperatur, Licht, Luftfeuchtigkeit, Zugluft etc. Die subjektiv empfundene Innenraumsituation kann sich in der Folge auf den Betrieb des Gebäudes (Fenster öffnen, Heizung aufdrehen, Luftauslässe blockieren), die Nutzung eigener Geräte (z.B. Heizstrahler, Ventilatoren), die psychische und körperliche Leistungsfähigkeit sowie die allgemeine Zufriedenheit der NutzerInnen auswirken.

Da subjektives Empfinden und das resultierende Verhalten von NutzerInnen nicht nur von „objektiven“ Komfortparametern abhängen, sondern auch ein Ergebnis sozialer Faktoren sind (siehe dazu die Ergebnisse zu den sozialwissenschaftlichen Befragungen), soll eine agentenbasierte Simulation dazu beitragen, die Prozesse im Einzelnen nachzuvollziehen und ein qualitatives Bild des Einflusses von Aktionen auf den Energieverbrauch des Gebäudes zu zeichnen.

Damit soll die agentenbasierte Simulation dazu beitragen, gezielte Strategien für eine energiesparende Nutzungsweise unter Wahrung der individuellen Komfort-Kontrollmöglichkeiten zu adressieren und etwaige Hindernisse zu beseitigen. Es war jedoch im Rahmen des Projekts nicht möglich, quantitative Energieverbrauchszahlen daraus zu

generieren. Hierzu wäre für jedes Gebäude der komplexe Zusammenhang zwischen einzelnen Aktionen, quantitativem Einfluss auf Komfortbedingungen und Mehr- bzw. Minderverbrauch zu kalkulieren.

### **3.3.7.2 Beschreibung und Vorgehensweise von agentenbasierten Simulationen mit NetLogo**

Agentenbasierte Simulation ist eine spezielle computergestützte Berechnung der Interaktionen von autonom agierenden Teilsystemen („Agenten“) mit individuellen Eigenschaften bzw. Präferenzen untereinander und mit ihrer Umwelt. Sie ermöglicht es, AkteurInnen einem wissenschaftlichen Modell/Theorie entsprechend zu erzeugen und mit ihnen zu experimentieren. Dabei können Phänomene sowohl in Hinblick auf ihre räumliche als auch ihre zeitliche Entwicklung untersucht werden.

Dabei kann simuliert werden, wie aus (einfachen) Handlungsregeln, Einstellungen und Normen einzelner AkteurInnen (Mikroebene) kollektive und oft unerwartete (emergente) Phänomene auf der Makroebene erzeugt werden. Natürlich wird durch solche Simulationen die Komplexität sozialer Realität stark reduziert und lässt sich soziales Verhalten nicht im engeren Sinne prognostizieren. Dennoch zwingen solche Simulationen einerseits dazu, Annahmen über soziales Verhalten explizit zu machen (denn implizit arbeiten wir ohnehin immer mit Modellen) und ermöglichen es andererseits auch, verschiedenste Zusammenhänge und Entwicklungen auf kollektiver Ebene besser zu verstehen.

Da die Startwerte für die Berechnung der zeitlichen Entwicklung zufällig gewählt werden (genauer: aus einer statistischen Verteilung generiert werden), wird bei jeder neuen Berechnung ein anderer Entwicklungspfad resultieren. Die Ergebnisse der Simulation müssen daher in einem statischen Sinne dargestellt und interpretiert werden.

#### **Bestandteile der agentenbasierten Simulation**

Agentenbasierte Simulationen haben die folgenden gemeinsamen Bestandteile:

- Agenten sind eigenständig agierende Einheiten (Teilsysteme), die mit Eigenschaften und mit Regeln ausgestattet werden können. Eigenschaften können beispielsweise die Farbe oder Größe sein. Regeln können die Aktionen der Agenten betreffen, z.B. sich nach einem Zusammentreffen mit einem anderen Agenten in eine andere Richtung zu bewegen. Agenten können einer von mehreren „Gruppen“ angehören, die sich in Eigenschaften oder Regeln voneinander unterscheiden.
- Es kann die Wechselwirkung zwischen jeweils zwei Agenten definiert werden und zu bestimmten Aktionen der jeweiligen Agenten führen.
- Der Raum, in dem sich Agenten bewegen, besteht aus einem Netz, zumeist in Form eines quadratischen Gitters. Die Gitterpunkte können angesprochen und ebenfalls mit Eigenschaften belegt werden. Der Raum kann die räumliche Umwelt der Agenten darstellen, kann jedoch auch ein abstrakter Raum für abstrakte Bewegungen der Agenten darstellen.

- Die Berechnung aller Agenten, aller Aktionen, aller Wechselwirkungen und aller Änderungen – auch Eigenschaften und Regeln können Änderungen erfahren – erfolgt iterativ, d.h. immer wieder von neuem, wobei ein Rechendurchgang einem bestimmten Zeitintervall zugeordnet werden kann. Dieses Zeitintervall in Bezug auf physikalische, physiologische und soziale Prozesse korrekt zu wählen ist eine wesentliche Herausforderung.

### **NetLogo**

Mit NetLogo steht ein gut dokumentiertes Softwarepaket für die agentenbasierte Modellierung zur Verfügung (<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>), welches kontinuierlich betreut und in der Scientific Community breit genutzt wird. NetLogo verfügt über eine Bibliothek mit gut beschriebenen Programmbeispielen.

Ein wesentlicher Nachteil ist, dass NetLogo-Simulationen nicht kompiliert werden können, d.h. können (noch) nicht „selbständig“ ausgeführt werden (liegen nicht als .exe-File vor), sondern benötigen NetLogo als installierte Software am PC (siehe <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/faq.html#compilation>). NetLogo startet mit drei „Tabs“ (Registerkarten), die während der Simulation zugänglich sind und auch von jeder/m NutzerIn verändert werden können. Aus diesen Gründen kann mit NetLogo kein „fertiges Produkt“ erstellt werden, wie es beispielsweise mit MS Excel mittels gesperrter Zellbereiche und Blattschutz möglich ist.

Im ersten Tab mit der Bezeichnung „Interface“ wird der untersuchte Raum dargestellt sowie (definierbare) Eingabemöglichkeiten für Anfangsparameter und Graphiken für Resultate von Berechnungen. Weiters können Schaltflächen definiert werden, welche spezielle Unterprogramme auslösen. Notwendige Schaltflächen sind die „Setup“ für eine Initialisierung und „Start“ sowie ggf. „Stop“ für das Ausführen bzw. Anhalten der Simulation.

Der zweite Tab ist für eine geordnete Beschreibung des Programmes vorgesehen („Info“) und in der dritten Registerkarte („Code“) werden die Zeilen des Programms niedergeschrieben. NetLogo lehnt sich an die Programmiersprache Logo an, welche speziell für AnfängerInnen und Kinder in der 1960er Jahren entwickelt wurde. Mobile Agenten („turtles“) bewegen sich in einem vorab definierten Raum („world“), welcher aus einem Netz an Flächen („patches“) besteht. Zwischen jeweils zwei Turtles kann eine gerichtete Wechselwirkung („link“) erstellt werden. Trotz dieser kindhaften Sprache können komplexe Systeme mit Tausenden sich bewegenden Agenten auf riesigen Flächen (oder bei NetLogo 3D im Raum) erstellt werden. Jedoch steigt proportional zur Zahl der Agenten auch der RAM-Speicherbedarf, sodass dem Programm vom benutzten PC Grenzen gesetzt werden (siehe FAQ: How big can my model be?).

<http://ccl.northwestern.edu/netlogo/docs/faq.html#howbig>)

Vorteile von NetLogo:

- Das Modellieren mit NetLogo ist sehr produktiv, da es rasch zu einem Simulationsergebnis führt, u.a. da zahlreiche fertige Funktionen genutzt werden können
- NetLogo wird in einer breiten Scientific Community genutzt (mit aktiven Foren und einer Plattform, welche dem Austausch aller AnwenderInnen dient); nicht zuletzt können daher Projektergebnisse gut verbreitet werden
- Die Software ist Open Source.

Die Nachteile von NetLogo sind:

- Für aufwendigere Modellierungen mit sehr großen Agentenzahlen ist die Anwendung zu langsam, da sie in Java geschrieben ist.
- NetLogo ist in der Anwendung unflexibel, da viele Möglichkeiten schon von Seiten der Software vorgegeben oder eingeschränkt sind; dies betrifft allerdings nicht die Modellierungen selbst, für welche von NetLogo kaum Einschränkungen vorgegeben werden.

### **Schritte eines agentenbasierten Modells**

Sozialwissenschaftliche Fragestellungen wurden schon relativ früh mit agentenbasierter Modellierung (ABM) untersucht. Als interessant stellten sich beispielsweise Phänomene heraus, in der Parameter geographisch Regelmäßigkeiten oder Muster zeigen. Eines der ersten Modelle war die Herausbildung von Clustern gleichartiger Agenten, wenn die Agenten mit einer geringfügig erhöhten Neigung ausgestattet werden, sich in der Nachbarschaft von gleichartigen Agenten lieber aufzuhalten (Thomas Schelling, 1971). Selbst, wenn die acht Nachbarn eines Agenten mehrheitlich aus „anderen“ Agenten bestehen dürfen, die Agenten also „sehr tolerant“ sind, bilden sich Cluster von Agenten gleicher Art heraus. Das Modell wurde als Interpretation der in Amerika in vielen Städten beobachteten sozialen Segregation herangezogen.

Der erste Schritt einer ABM stellt daher oft die Beobachtung eines Musters auf gesellschaftlicher Ebene dar, welche dann durch die Aktionen individueller Agenten erklärt werden sollen. Der zweite Schritt ist die Abklärung, welche Agententypen in dem Modell zu berücksichtigen sind. Im dritten Schritt muss das Verhalten jedes Agententyps definiert werden, z.B. als Anweisungen, welche Aktion von welcher Bedingung ausgelöst wird. Um dies vollständig zu bewerkstelligen sollten zu einen alle Umweltbedingungen aufzulisten und wie sie jeden Agententyp beeinflussen. Und auf der anderen Seite sollten die Agenten angeführt werden, und wie sie wiederum die Umweltbedingungen verändern (Gilbert, 2008). Mit der Wahl der geeigneten Umwelt (räumlich oder als Netzwerk der Agenten) wird dann das Modell fertig gestellt und der Programmcode kann geschrieben werden.

Das ausführbare Programm wird im nächsten Schritt, der Verifizierung, auf seine korrekte Funktion geprüft: es darf für die möglichen Anfangsbedingungen nicht zu einem Abbruch kommen und die im Laufe der Ausführung berechneten Parameter müssen gültige Werte

annehmen. Die darauffolgende Validierung hat die Funktion, zu überprüfen, ob das Modell die Aufgabe erfüllt, also ein Phänomen der Realität soweit wie beabsichtigt wiedergibt.

### **3.3.7.3 Elemente für ein Modell der komfortbestimmten Gebäudenutzung**

Aus der Untersuchung des Heizwärmeverbrauchs von Passivhäusern zeigte sich, dass bei gleicher Bauweise dennoch eine weite Streuung des Verbrauches auftrat, welche den unterschiedlichen Bedürfnissen und unterschiedlichen Verhaltensweisen der BewohnerInnen geschuldet ist. Ähnlich eindrucksvolle Vergleiche sind bei Bürogebäuden nicht angestellt worden und schwer möglich, da Bürogebäude nicht wie bei Siedlungen in identischer Bauweise vielfach errichtet werden.

Die Nutzung von Bürogebäuden ist weiters auch durch technische und organisatorische Gegebenheiten vorbestimmt, wie beispielsweise die Ausstattung mit Elektrogeräten und die Vorgabe von Arbeitszeiten.

Bei der Erstellung einer ABM, die quantitative Bezüge zwischen Verhalten und Verbrauch herstellen soll, muss daher auf Theorien aus verschiedensten Disziplinen und Fachbereichen Bezug genommen werden:

- Komfort und Innenraumklima, die mit statischen Modellen (nach ISO 7730) und mit adaptiven Modellen (nach EN 15251) erfasst werden.
- Verhaltensmodelle und verschiedene Einflüsse auf das Verhalten von Energieverbrauchern, insbesondere der Einfluss von Gruppenzugehörigkeit
- Netzwerkmodelle zur Beschreibung von Interaktionen von Mitarbeitern
- Energiebedarfsberechnungen zum einen von Gebäuden, insbesondere dynamische Gebäudesimulationen, und zum anderen von Geräten, beispielsweise als Lastgangkurven.

Im Kapitel 3.3.10 werden einige agentenbasierte Modellierungen vorgestellt, die (im besten Falle mehrere der) angesprochenen Aspekte behandeln.

In den folgenden Unterkapiteln werden einige grundlegende Informationen zum nutzungsbedingten Anteil von Energieverbräuchen in Gebäuden und zum Einfluss von NutzerInnen gegeben. Dies soll die Basis dafür bilden, eine adäquate Wahl für die in der ABM zu berücksichtigenden Energieformen und Verbräuche zu treffen. Weiters soll damit die Abklärung untermauert werden, inwieweit der Zusammenhang zwischen einzelnen Handlungen und ihren Auswirkungen auf Gebäudeebene quantitativ formuliert ist und mit welchem Berechnungsaufwand dies verbunden ist.

### **3.3.7.4 Der Energieverbrauch in Gebäuden**

Trotz verschiedenartiger Nutzung von Gebäuden sind die folgenden Kategorien die wesentlichsten Energienutzungskategorien und sind in allen (modernen) Bürogebäuden vertreten: Heizung, Warmwasser, Kühlung Lüftung, Licht, (steckbare) Elektrogeräte.

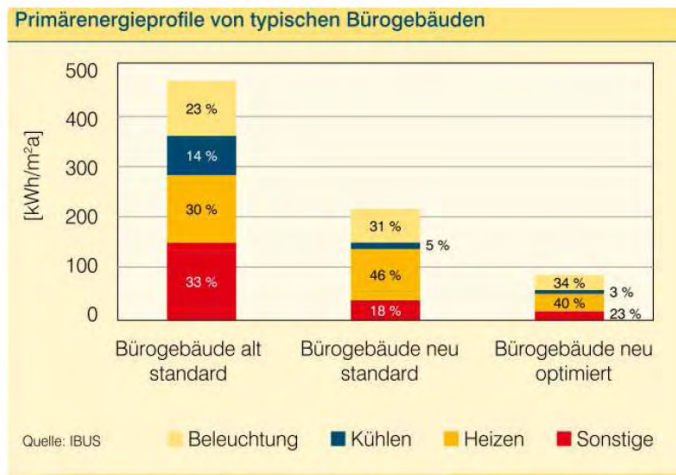
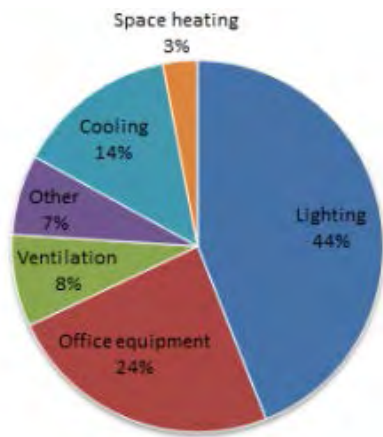


Abbildung 29: Primärenergieverbräuche von Bürogebäuden (Quelle: Bayer, et al., 2011)

Für die Energiebilanz eines Gebäudes werden alle Energieströme, die in das Gebäude gelangen (beispielsweise zur Abdeckung der oben genannten Nutzungen) und die das Gebäude verlassen (z.B. als Wärmeverluste durch die Außenhaut), bilanziert. Unter den in das Gebäude eintretenden Wärmeströmen sind insbesondere solare Gewinne, die durch verglaste Bauteile eintreten, sowie interne Lasten, das ist Wärme, die von Personen oder Elektrogeräten dissipiert wird.

Die Berechnung stützt sich im einfachsten Fall auf die nationalen Methoden bei der Energieausweisberechnung. Es gibt jedoch zahlreiche genauere Verfahren, die auf Basis von Monatswerten (wie die ÖNORM B 8110) oder sogar auf Basis von Stundenwerten beruhen. Letztere sind Software-Tools für dynamische Gebäudesimulation. Bei diesen wird das Gebäude detailliert abgebildet: Bauteile, Ausrichtung und Horizontverschattung, technische Gebäudeausstattungen, Designelemente, Wärmeverteilsysteme etc. Die NutzerInnen werden nur als Summe berücksichtigt: in der Anzahl und den Zeiten entsprechend des gemeinsamen Anwesenheitsprofils, und mit dem Einstellen einer mittleren gewünschten Raumtemperatur im Sommer sowie im Winter. Einzelne Aktionen, wie die Bedienung von Jalousien zur Reduktion von Blendung etc., können nicht in die Simulationsrechnung einbezogen werden. Zahlreiche Bürogebäude werden von den NutzerInnen gerade in der Übergangszeit, wenn die tiefstehende Sonne zu Blendung führt, permanent verschattet und – da das verbleibende Tageslicht nicht hell genug ist – den ganzen Tag mit Kunstlicht beleuchtet.





**Abbildung 30: Anteile verschiedener Gebäude-Dienstleistungen am Stromverbrauch bei typischen Bürogebäuden.**

Einen spezifischen Stellwert hat der Stromverbrauch in Bürogebäuden. Elektrische Energie wird hauptsächlich für Beleuchtung und für steckbare Geräte, wie PCs, Drucker, aber auch Kaffeemaschinen und Kühlschränke etc., benötigt. Technische Gebäudesysteme werden ebenfalls zu einem Gutteil elektrisch betrieben, wie Lüftungs- und Klimaanlage etc. (siehe Abbildung 3.3). Jede Gerätegruppe hat ihr typisches Energieverbrauchsmuster, den Lastgang. Beispielsweise haben Leuchten eine konstante Leistung, solange sie angeschaltet sind. Andere Geräte haben immer einen konstanten Verbrauch, wie Zeitschaltuhren. NutzerInnen beeinflussen durch ihr Eingreifen den Lastgang der einzelnen Geräte. Der gesamte Stromverbrauch des Bürogebäudes wird durch die Aufsummierung aller Einzelbeiträge, integriert über die Zeit, berechnet. Zahlreiche Studien, Initiativen und Programme beschäftigen sich mit Möglichkeiten, den Stromverbrauch zu senken, von denen hier nur die folgende genannt wird: In einer Untersuchung von vier Bürogebäuden in Nordeuropäischen Ländern (Junnila, 2007) wurde das Potential für die Reduktion von elektrischer Energie berechnet, welches zwischen 40 % und 50 % lag, obwohl die Gebäude bereits mit modernen, effizienten Geräten ausgestattet waren. Die im Einzelnen analysierten Szenarien bestanden aus einer Kombination folgender (Verhaltens-)Maßnahmen: Nachtabschaltung aller PCs (auf 0 Watt Verbrauch), Nutzung aller „Power-Management“-Optionen der PCs, Umstellung aller Bildschirme auf die sparsamste Technologie (zum damaligen Zeitpunkt LCD-Displays), Umstellung aller PCs auf die energiesparendsten Modelle, Ersatz aller PCs durch Laptops, Stromlos-Schalten aller Bürogeräte während der Nacht. Weiters wurden drei beleuchtungsbezogene Maßnahmen betrachtet.

### 3.3.7.5 Innenraumkomfort

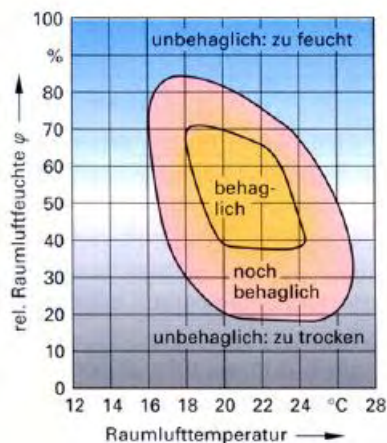
Die wichtigsten internationalen Konzepte bzw. Normen zum thermischen Komfort sind:

- ISO 7730: In dieser Norm wird ein statisches Konzept einer Wärmebalance für eine Person aufgestellt, die sich in einem Raum mit konstanten objektiven Umgebungsparametern, wie konstanter Temperatur, Feuchtigkeit, definierter Luftbewegung etc., befindet. Die Person hat ein gewisses Bekleidungs niveau

(Wärmeisolation der Kleidung) und vollführt eine bestimmte Tätigkeit (Aktivitätsniveau, welches zu einer inneren Wärmeproduktion führt). Aus der Befragung von Testpersonen über ihr Komfortempfinden unter diesen definierten Bedingungen entwickelte P. O. Fanger die Vorhersage einer „Predicted mean vote“ (PMV), also einer Wahrscheinlichkeitsaussage zum Komfort, welche in dieser Norm standardisiert ist. Die Bilanzgleichung muss iterativ gelöst werden; als Resultat erhält man die wohlbekannten Komfortdiagramme, für welche die Abbildung 31 ein Beispiel darstellt.

- EN 15251: In dieser Norm wird nicht das Komfortempfinden berechnet, sondern es werden Grenzen für minimale bzw. maximale Innenraumtemperaturen festgelegt, die sich in Forschungsarbeiten als akzeptabel für einen gewissen Komfortstandard herausgestellt haben. Im Winterbetrieb, wenn das Gebäude kontinuierlich beheizt und belüftet wird, entsprechen diese Vorgaben der ISO 7730, wobei unterschiedliche Gebäudestandards unterschiedlichen Erwartungen und damit PMVs entsprechen. So werden die NutzerInnen an ein älteres, unsaniertes Gebäude weniger hohe Erwartungen hinsichtlich des thermischen Komforts knüpfen, daher ist eine größere Spreizung zwischen Minimal- und Maximaltemperatur „erlaubt“.

Im Sommer werden in Abweichung zur ISO 7730 höhere Temperaturen erlaubt, wenn die Außentemperatur einige Tage davor bereits erhöht war. Dies wird durch die Berechnung einer „running mean outdoor temperature“ (formal als unendliche Reihenentwicklung aus den Temperaturen aller vergangenen Tage) umgesetzt.



**Abbildung 31: Komfortdiagramm für die Umgebungsbedingungen Raumtemperatur und Raumfeuchtigkeit. Die unterschiedlichen Farben entsprechen verschiedenen Werten für die PMV.**

Trotz dieser wohldefinierten Konzepte ist der thermische Komfort eine komplexe Thematik, in welcher laufend geforscht wird und immer wieder neue Zusammenhänge aufgezeigt werden. Insbesondere der Zusammenhang mit der Produktivität der GebäudenutzerInnen ist auch von eminenter wirtschaftlicher Bedeutung (Seppänen, 2004).

Bereits P.O. Fanger, welcher die Berechnung in der ISO EN 7730 mit Testpersonen mittleren Alters aus Dänemark und Kansas entwickelt hatte, führte in der Folge eine Reihe von Untersuchungen mit spezifischen Personengruppen durch. Aus den kaum gefundenen

Unterschieden schloss er, dass die als neutral empfundenen Temperaturen ( $PMV = 0$ ) einer größeren Personengruppe nicht davon abhängig waren, ob sie z.B. männlich oder weiblich waren. Jedoch waren die Frauen etwas empfindlicher (ihre „noch behaglichen“ Bereiche waren schmaler). Die PMV Voraussagen waren nach diesen in 1970 und den folgenden Jahren publizierten Studien weiters auch nicht vom Alter, der Tageszeit, Menstruationszyklus, Übergewicht, Rasse und physiologischer Akklimatisation abhängig. Andere Studien widersprachen z.B. dem Befund zur Akklimatisation, indem sie fanden, dass sich Personen aus unterschiedlichen klimatischen Regionen in ihrer neutralen Temperatur unterscheiden (Charles, 2003).

Abgesehen von der thermischen Seite ist Komfort auch für andere Bereiche definiert: Man spricht von akustischem Komfort, von visuellem Komfort, vom olfaktorischen Komfort (Gerüche betreffend). Näheres dazu siehe z.B. in der neuen Norm EN 16309 zur sozialen Qualität von Gebäuden. Komfortempfindungen werden oft auch in Untersuchungen im Rahmen von „Post occupancy“-Evaluierungen abgefragt. Ein standardisiertes Instrument ist beispielsweise der IEQ-Fragebogen von Stockholm (Engvall, 2004). Fragebögen sollen jedoch nicht das Komfortempfinden zum Zeitpunkt der Beantwortung erheben, sondern eine mittlere Zufriedenheit mit verschiedenen Innenraumbedingungen in einem gewissen Zeitraum. Zufriedenheiten sind eine wichtige Untersuchungsgröße in der Umweltpsychologie, von der bekannt ist, dass sehr unterschiedliche Aspekte – v.a. auch persönlichkeitsbezogene – einen Einfluss ausüben (Feuersenger, 2008).

### 3.3.7.6 ABM-Ansätze für Aspekte des Energiebrauchs und der Gebäudenutzung

In diesem Kapitel werden einige wenige Arbeiten betrachtet, die agentenbasierte Simulationen eingesetzt haben, um energierelevante Handlungen bzw. Interaktionen von Personen in Gebäuden zu modellieren. Es handelt sich um jene Arbeiten, auf deren Vorgangsweise und Ergebnisse in der eigenen Modellbildung (Kapitel 3.3.7.7) näher Bezug genommen wird. Weitere Referenzen finden sich im Literaturverzeichnis.

- Azar, Menazza, 2010: A conceptual framework to energy estimation in buildings using agent based modelling

**Raum:** Diplomandenbüro (ca. 100 m<sup>2</sup>), Uni Wisconsin, für 10 DiplomandInnen.

**Agenten:** 10 ganztags anwesende Personen mit 3 möglichen Kategorien ihres Energieverbrauchs (hoch „high energy consumers“, mittel „medium energy consumers“ und niedrig „low energy consumers“).

**Einflüsse auf Agenten:** Agenten beeinflussen sich gegenseitig in Bezug auf den Energieverbrauch mit vorgegebenen Wahrscheinlichkeiten („conversion rate“). Dabei wird angenommen, dass die conversion rate etwas zugunsten eines energiesparenden Verhaltens verschoben ist.

**Zeitachse:** Es wird angenommen, dass 1 Durchlauf der Rechnung einem Monat entspricht. Insgesamt werden zahlreiche Simulationen über jeweils 60 Durchläufe, das entspricht 5 Jahren, durchgeführt.

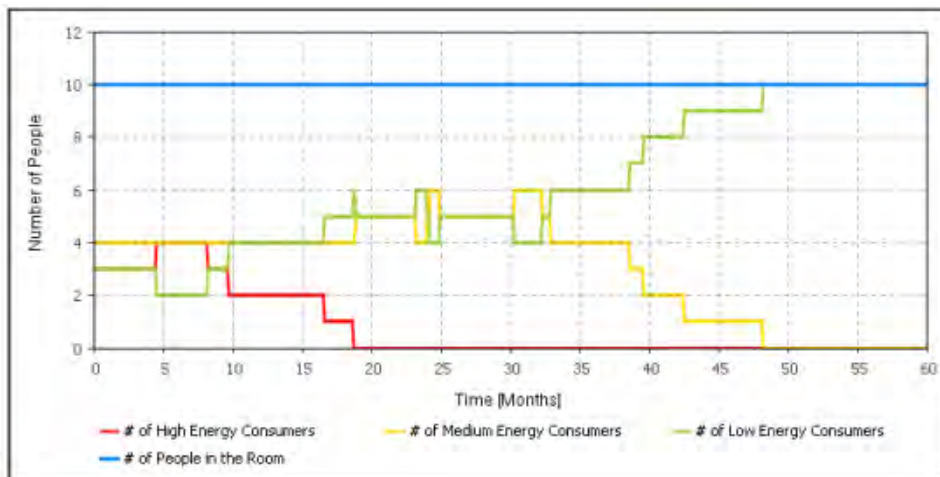
**Datenquellen:** keine sozialwissenschaftliche Daten; für die Berechnung der

Auswirkung auf den Energieverbrauch des Raumes wird die Gebäudesimulation eQuest mit US-Durchschnittsdaten für Geräte und Gebäudestandard verwendet.

**ABM Software:** AnyLogic

**Ergebnisse:** Nach 5 Jahren sind alle Agenten zu „Low energy consumers“ konvertiert. Dadurch nahm der Energieverbrauch des Raumes sukzessive ab und blieb schließlich beim neuen Niveau stabil.

**Verifikation:** Simulationen mit verschiedenen Anfangszuständen (Anzahl der Agenten mit hohem/mittleren/niedrigen Energieverbrauch) konvergierten immer zu demselben Endzustand, in dem alle Agenten niedrigen Energieverbrauch haben.



**Abbildung 32: Typischer Verlauf der Konvertierung der Agenten in „Low energy consumers“ (grüne Linie) (Azar, Menazza, 2010).**

- Azar, Menassa, 2011: A decision framework for energy use reduction initiatives in commercial buildings

**Raum:** Bürogebäude in Pittsburgh, USA, mit 5 Geschossen, 60.000 m<sup>2</sup> und 1.800 NutzerInnen.

**Agenten:** 1.800 Agenten mit 3 Kategorien des Energieverbrauchs (s.o), anfänglich sind alle Agenten mittlere Verbraucher.

**Einflüsse auf Agenten:** Die Agenten erfahren zu vorgegebenen Zeiten einen Impuls, der ihr Verhalten mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit ändert. 3 mögliche Impulse führen zu sparsamerem Verhalten (Feedback über den Verbrauch, Informationen zum Verbrauch, Imagekampagne für Energiesparen), 1 Impuls führt zu erhöhtem Verbrauch (entsprechend einem Rückfall in alte Verhaltensmuster bzw. Rebound-Effekt). Die Wahrscheinlichkeiten für Verhaltensänderungen wurden Untersuchungen zur Effektivität von Energiesparmaßnahmen bzw. -programmen entnommen.

**Zeitachse:** ergibt sich aus der angenommenen Effektivität der Maßnahmen.

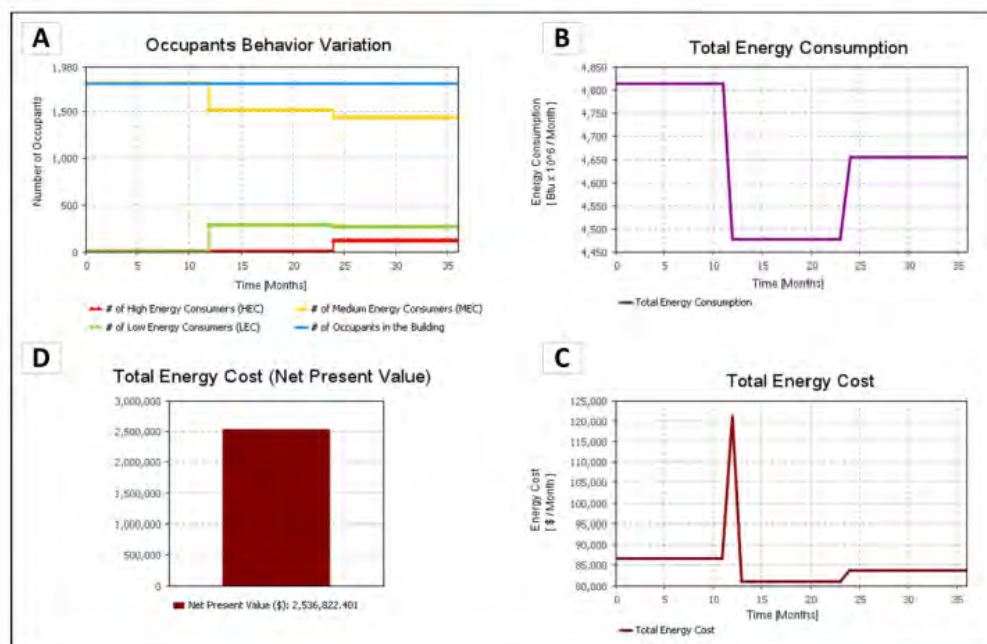
**Datenquellen:** für die 3 Kategorien des persönlichen Energieverbrauchs der NutzerInnen im Gebäude wurde ein US-weiter Survey herangezogen (US EIA Commercial buildings energy consumption survey, 2003); für die Gebäudecharakteristika wurde eine Datenbank des US Energieministeriums (DOE)

verwendet; für die Effektivität der Konvertierung durch Maßnahmen wurden Literaturquellen verwendet.

**ABM Software:** AnyLogic

**Ergebnisse:** Es wurden 2 Maßnahmen im Zeitverlauf eingeführt: Nach 12 Monaten eine Feedback-Maßnahme und nach 24 Monaten ein Rebound-Effekt. Daher entspricht der stabile Anfangsverbrauch dem Fall, wo alle Agenten einen mittleren Verbrauch haben, nach 12 Monaten sinkt der Verbrauch auf einen niedrigeren Wert (entsprechend der Effektivität des Feedbacks) um dann nach 24 Monaten auf einen wieder erhöhten Gesamtverbrauch anzusteigen (entsprechend der Wirksamkeit des Rebound-Effekts).

**Verifikation:** Simulationen mit verschiedenen Wahrscheinlichkeiten der Verbrauchsänderung durch eine Maßnahme (Effektivität).



**Abbildung 33:** (A) Änderungen der Agentenzahl in den verschiedenen Verbraucherkategorien, (B) Gesamtenergieverbrauch (Summe aller Einzelverbraucher), (D) Gesamtkosten als Summe der Energiekosten und der Kosten der Maßnahmen (nur die Feedback-Maßnahme verursacht Kosten).

- Zhang, Siebers et al. 2011: Modelling electricity consumption in office buildings: an agent based approach

**Raum:** Institut für Computerwissenschaft, London mit 47 Räumen und einer den tatsächlichen Verhältnissen entsprechenden Ausstattung mit Geräten.

**Agenten:** 213 Personen (Angestellte und Studierende) frequentieren das Gebäude, wobei 3 Stereotypen mit unterschiedlichen Anwesenheitszeiten unterschieden werden. Weiters wird jeder Person ein persönlicher „energy awareness“-Wert (aus einer der 4 Kategorien: besonders energiebewusstem – bemühtem – weniger bemühtem und energieverwendendem Verhalten) zugewiesen, der bestimmt, ob

die Person PC und/oder Licht beim Verlassen des Raumes ausdrehen wird und ob die Person versuchen wird, eine/n KollegIn zu sparsamen Verhalten zu überreden. Auch die Geräte werden als Agenten modelliert, die sich jeweils in den Zuständen „an“ (es fällt ihr jeweiliger Energieverbrauch an), „aus“ (kein Energieverbrauch) sowie „standby“ (es fällt der Standby-Verbrauch an) befinden können.

**Einflüsse auf Agenten:** Der „energy awareness“-Wert jeder Person kann durch Interaktion mit einer anderen Person verändert werden (mit bestimmten angenommenen Wahrscheinlichkeiten). Die Licht-Agenten wechseln bei der automatischen Lichtsteuerung in den „Aus“-Zustand, einige Zeit nachdem der letzte Anwesende den Raum verlassen hat.

**Zeitachse:** Einem Rechnungsdurchlauf wird 1 Minute zugewiesen.

**Datenquellen:** Die Abläufe im Büroalltag wurden mittels Fragebogen erhoben (143 Antworten). Die Energieverbräuche der Geräte wurden von den Gebäudebetreibern zur Verfügung gestellt.

**ABM Software:** AnyLogic

**Ergebnisse:** Es wurden 2 verschiedene Szenarien modelliert: Zum einen die bestehende automatische Lichtsteuerung, bei welcher die Personen nur – je nach Einstellung – den PC beim Verlassen des Raumes ausdrehen. Zum anderen wird das Licht eigenverantwortlich ausgeschaltet. Es zeigt sich, dass sich während des normalen Bürobetriebs die Szenarien in ihrem Energieverbrauch nicht unterscheiden. In der Nachtzeit jedoch verursacht die automatische Strategie geringere Verbräuche. Wird den energiebewussten NutzerInnen eine größere Überzeugungskraft vorgegeben, dreht sich die Reihenfolge um und das eigenverantwortliche Szenario führt zu einem geringeren Verbrauch.

**Verifikation:** Die Verbräuche des ersten Szenarios stimmen mit der Realität recht gut überein.

- Chen, Taylor et al. 2012: Modelling building occupant network energy consumption decision making: The interplay between network structure and conservation

**„Raum“:** Es wird ein Netzwerk von interagierenden Personen modelliert, welches dazu dient, den Einfluss von Netzwerkcharakteristika zu untersuchen. Dabei werden 4 verschiedene Netzwerktypen untersucht:

- Ein zufällig nach dem Erdős-Renyi Modell erzeugtes Netzwerk als Referenz,
- Ein ausgedehnteres („expanded“) Netzwerk, welches mehr TeilnehmerInnen enthält als das Referenz-Netzwerk,
- Ein dichteres („dense“) Netzwerk, welches mehr Verbindungen zwischen TeilnehmerInnen enthält und
- Ein festeres („tight“) Netzwerk, bei welchen die Verbindungen ein unterschiedliches Gewicht erhalten können.

**Agenten:** TeilnehmerInnen im Netzwerk mit einem persönlichen Energieverbrauch. Es werden 25 verschiedene Konstellationen betrachtet.

**Einflüsse auf Agenten:** Die Agenten können ihren Energieverbrauch ändern, je nachdem wie sie von ihren „peers“, das sind ihre Netzwerk-NachbarInnen beeinflusst

werden. In jedem Durchlauf führen sie einen Entscheidungsprozess durch, bei welchem sie ihren Energieverbrauch mit dem ihrer „peers“ vergleichen und sich dafür entscheiden, ihn zu reduzieren, gleich zu lassen oder sogar zu erhöhen, in Abhängigkeit davon, wie eng ihre Verbindung zu dem jeweiligen „peer“ sind.

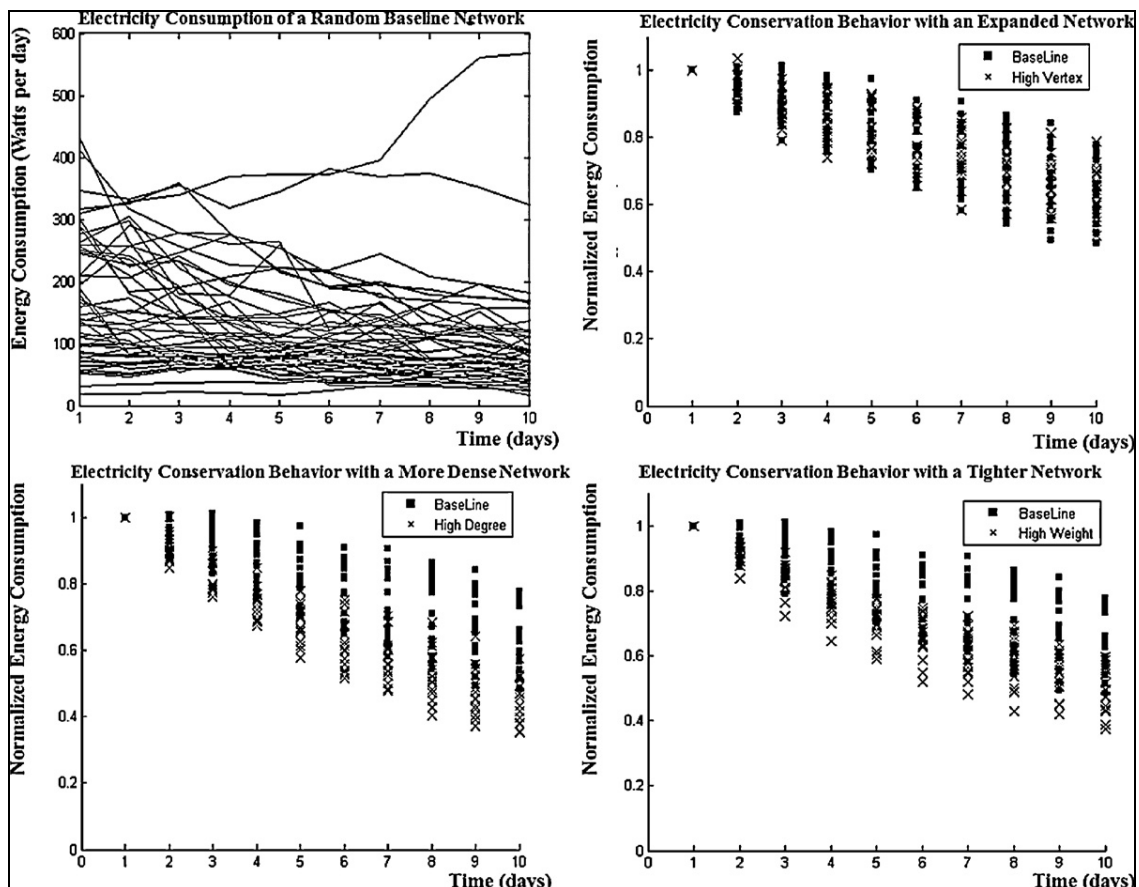
**Zeitachse:** Es werden 10 Tage in 1-Tages-Schritten simuliert.

**Datenquellen:** Es wird eine Verteilung der individuellen Anfangsenergieverbräuche angesetzt, die aus der Literatur entnommen ist (4,02 kWh/Tag +/- 2,94 kWh/Tag).

**ABM Software:** -

**Ergebnisse:** Der Tages-Energieverbrauch eines Agenten wird aus vielen Einzelbeiträgen zusammengesetzt, die jeweils als Schritte in einem „random walk with drift“ berechnet werden und sich insgesamt zu dem individuellen Wert aus der Verteilung s.o. summieren. Es zeigte sich, dass der (relative) Gesamtverbrauch des Netzwerkes nicht von der Ausdehnung des Netzwerkes („expanded“) abhing. Die anderen Netzwerkparameter hatten jedoch einen direkt proportionalen Einfluss auf den Verbrauch. In einem dichteren Netzwerk werden die Einflüsse der NachbarInnen rascher weitergegeben, in einem engeren Netzwerk versuchen die TeilnehmerInnen sich stärker an den NachbarInnen zu orientieren.

**Verifikation:** Es wurden 10.000 Simulationen verschiedener Netzwerkzusammensetzungen für 25 verschiedene Konstellationen berechnet.



**Abbildung 34: Energieverbräuche verschieden aufgebauter Netzwerke, laut der Beschreibung im Text. Die Graphik oben links entspricht dem Ergebnis für einen einzelnen Simulationsdurchlauf (Chen, Taylor, 2012).**

### 3.3.7.7 Erstellung eines Modells für komfortbestimmte Büronutzung

Ausgangspunkt der ABM sind die BenutzerInnen eines Büroraums, denen individuelle Komfortbedingungen zugewiesen werden. Werden diese verlassen, so trachten sie danach, ihre Umgebung dahingehend zu beeinflussen, wieder in ihren komfortablen Bereich zu gelangen.

#### Beschreibung der eingeführten Vereinfachungen

Folgende Vereinfachungen wurden für ein erstes Modell angewendet:

Es wird lediglich der **thermische Komfort** betrachtet. Der thermische Komfort hat den am stärksten spürbaren Anteil in Bezug auf den Komfort verschiedener Raumbedingungen. Die wichtigste Variable hierfür ist die Raumtemperatur. Weitere relevante Größen sind Oberflächentemperaturen (Strahlungstemperaturen), Luftbewegungen und Raumluftfeuchtigkeit. Inhomogene Oberflächentemperaturen entstehen z.B. an großen, kalten Fensterflächen im Winter bei Verglasungen mit größeren U-Werten (schlechterer Isolierwirkung) oder durch heiße Flächen eines Heizkörpers. Der Körper nimmt jedoch auch geringere Temperaturunterschiede umgebender Flächen wahr, wie beispielsweise die etwas kältere Außenwand gegenüber wärmeren Innenwänden.

Oberflächentemperaturunterschiede führen weiters zu Luftbewegungen, da die angrenzende Raumlufte sich erwärmt bzw. abkühlt und es daher zu Konvektion kommt.

Luftbewegungen, die durch Luftgeschwindigkeit und ihrem Turbulenzgrad charakterisiert werden, rufen Zugscheinungen bei Menschen hervor. In Räumen entstehen sie durch geöffnete Fenster oder Türen, wenn der Außenbereich windig ist oder Temperaturunterschiede ausgeglichen werden, weiters auch durch Lüftungssysteme. Daher ist die Einbringung von Frischluft in den Raum ein wichtiges Thema für den Komfort des Raums. Luftgeschwindigkeiten sollen bei üblichen Büroraumtemperaturen um die 20 Grad rund 0,1–0,2 m/s nicht wesentlich überschreiten. Im Sommer, bei höheren Raumtemperaturen, tragen Luftbewegungen zur Kühlung bei. Daher werden von etlichen MitarbeiterInnen in Büros Tischventilatoren gerne privat angeschafft und verwendet.

Der Raumlufftfeuchte gegenüber ist der Mensch wesentlich toleranter. In einem weiten Bereich, zwischen rund 25 % und 55 % werden bei normalen Innenraumtemperaturen um die 20 Grad keine Unterschiede bemerkt (siehe EN 15251). Daher muss diese Variable zunächst nicht in ein Modell aufgenommen werden.

In den Normen wird der ebenbürtigen Bedeutung der Oberflächen- und der Raumluffttemperatur durch die Einführung einer operativen Temperatur entsprochen. Unter Normalbedingungen in Büros (sitzende Tätigkeit, keine direkte Sonnenbestrahlung, geringe Luftgeschwindigkeiten) setzt sie sich aus beiden Anteilen zusammen, wobei die Strahlungstemperatur der Oberflächen nach Anteil (genauer: nach Einstrahlwinkel) gewichtet wird. Da die meisten Behaglichkeitsdiagramme (und auch die in der Raumluffttechnik verwendeten psychometrischen Diagramme, sowie die Gebäudesimulationsprogramme) die **Raumluffttemperatur** verwenden, wird nur diese für die ABM herangezogen.



Die Einbringung von Wärme bzw. von Kälte in die Räume eines Bürogebäudes ist eine wichtige Kompetenz der Gebäudetechnik (Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik) für die Entstehung komfortabler Bedingungen. In einem ABM kann dies leider nicht in Detailliertheit in der Umgebung der Agenten nachgebildet werden. In einem ersten Modell wird sogar nur ein direktes Ändern der Raumlufttemperatur anstatt eines **Heiz-/Kühlsystems** verwendet. Damit werden räumliche Inhomogenitäten nicht aufgelöst; das ist jedoch auch nicht bei der Heizlastberechnung und sogar nicht einmal bei der zeitaufgelösten, dynamischen Gebäudesimulation der Fall, bei welcher die Wärmeströme ebenfalls in einem Punkt zusammengefasst werden. In der Rechnung wird so verfahren, dass die angrenzenden Oberflächen Wärmeströme aufnehmen bzw. weitergeben entsprechend ihrer aktuellen Temperatur und ihrer Wärmekapazität. Dadurch ändert sich wiederum ihre Temperatur (und damit Oberflächentemperatur). Das Öffnen von Fenstern und daraus folgende instationäre Kälte- bzw. Außenluft-Ausbreitung in der Umgebung des Fensters wird damit natürlich nicht gut erfasst bzw. wiedergegeben.

Ein wichtiger Input aus der Gebäudesimulation für die ABM ist somit die **quantitative Abhängigkeit** der Raumtemperatur von den Aktionen, die von den Agenten gesetzt werden. In die Gebäudesimulation gehen die Raumumschließungsflächen und ihre U-Werte ebenso ein wie Innenwände einschließlich der Geschoßdecken und die Einrichtungsgegenstände, deren Massen gemeinsam die Wärmekapazität des Raumes ergeben. Je nachdem wieviel Wärme einem so bestimmten Raum durch die Aktion eines Agenten zugeführt oder entzogen wird, ändert sich seine Temperatur. Leider kann dies selbst für eine genau definierte Aktion (wie beispielsweise eine 10-Minuten-Fensteröffnung) quantitative nur aufwendig händisch eingegeben und berechnet werden, da dies für alle möglichen Innen- und Außentemperaturen und aufgrund der Wärmekapazität des Gebäudes eigentlich auch für alle „Vorgeschichten“ (Außenlufttemperaturverlauf der Vortage) notwendig wäre. Auch die Heizlastberechnung (nach ÖN EN 12831, sowie nationaler Ergänzung ÖN H 7500) bietet keine Vereinfachung, da sie mit einer Normaußentemperatur (ortsübliche mittlere Minimaltemperatur), also einer viel zu tiefen Außentemperatur rechnet. Für eine erste Modellrechnung wird daher folgende Vereinfachung angesetzt: Es wird eine von der Größenordnung her plausibel angesetzte Temperaturänderung bei jeder Aktion hervorgerufen. Die Temperaturänderung wird im Sinne einer Sensitivitätsanalyse variiert, um den Einfluss auf das Verhalten abzuschätzen.

Der **visuelle Komfort** am Arbeitsplatz setzt sich aus mehreren Aspekten zusammen: Die ausreichende Helligkeit kann durch Tageslicht oder Kunstlicht bereitgestellt werden. Dabei hat ein ausreichender Tageslichtanteil nicht nur auf die Behaglichkeit, sondern auch auf die Gesundheit einen wesentlichen Einfluss. Die direkte Einstrahlung aus Lichtquellen, insbesondere auch von der Sonne, sowie von Reflexionen der Strahlen an glänzenden Flächen führen zu Blendungen. Diese werden von den Personen als sehr unangenehm registriert. Die Beleuchtungstechnik sorgt für ausgeglichene und blendfreie Lichtverhältnisse der Kunstlicht-Leuchtensysteme in Bürogebäuden. Für die Tageslichtanteile, ihren Komfort und ihre möglichst weitgehende Nutzung müssten darüber hinaus Tageslichtplanungen beauftragt werden. Zumeist wird jedoch für die Regelung des Tageslichteintrages nur ein

Verschattungssystem verwendet, welches dafür ausgelegt ist, die Überwärmung des Raums zu verhindern (Sonnenschutz), z.B. Außenjalousien. Blendungen werden durch Schließen der Jalousien abgestellt.

In der ABM wird der visuelle Komfort in diesem ersten Schritt nicht eingeführt, obwohl es die NutzerInnen mit der Nutzung von Kunstlicht und ihrer Entscheidung, welche und wie viele Leuchten wie lange betrieben werden einen großen Einfluss auf den Stromverbrauch im Gebäude haben. Die Fragestellung ist aber unabhängig von Wärme- und Kälteempfindungen und folgende Aktionen der Agenten.

Eine weitere Vereinfachung betrifft die **Kommunikation** der Agenten untereinander. Wie die Literaturstudie in Kapitel 3.1.4 zeigt, werden einfache Interaktionsmodelle so angesetzt, dass z.T. in regelmäßigen Zeitabschnitten, z.T. gekoppelt an Netzwerkgrößen Beeinflussungen mit bestimmten Wahrscheinlichkeiten erfolgen. Über die Kommunikation der Agenten zum Thema Komfort in den Fallstudiengebäuden dieses Projekts ist nichts bekannt, sodass alle Modelle nur plausible Annahmen diesbezüglich treffen könnten. Beispielsweise ist anzunehmen, dass Agenten beim gelegentlichen Zusammentreffen u.a. auch über Komfortbedingungen kommunizieren. Das Zusammentreffen passiert je nach der Häufigkeit, mit der sie ihren Arbeitsplatz verlassen (um zum Kopierer zu gehen, um sich mit KollegInnen zu treffen, etc.). Ob und zu welchen Änderungen der Handlungsweisen der Agenten dies führt, wird durch keine Theorie oder Modellvorstellung abgedeckt. Es werden neben Argumenten zum Energiesparen auch etliche persönliche Merkmale (Überzeugungskraft, Sympathie bzw. Antipathie usw.) eine Rolle spielen. Die diesbezüglich getroffenen Annahmen müssen daher mit Sensitivitätsanalysen untermauert werden. Um für ein erstes Modell nicht zu viele zwar plausible, aber willkürlich angesetzte Variablen einzuführen, wird die Kommunikation der Agenten vernachlässigt.

#### **Definieren der Agenten und ihrer Handlungsmöglichkeiten**

Die Aktivitäten der Büroangestellten zur Realisierung und Beibehaltung ihrer persönlichen Komfortbedingungen sind der Ausgangspunkt der ABM. Dazu wird der Komfortbereich des Komfortdiagrammes (Abbildung 3.4) genauer betrachtet. Bei der mittleren Luftfeuchte von 45 % beträgt dieser ca. 5 Grad (er erstreckt sich laut Diagramm von 19 bis 24 Grad) bei leichter Tätigkeit und leichter Bekleidung. In diesem Bereich liegt die PMV zwischen + 0,5 und - 0,5. Eine PMV=0,5 bedeutet nach der in der Norm gegebenen empirischen Relation aber, dass rund 10 % der Personen nicht zufrieden votieren würden. Jedoch selbst unter optimalen, Bedingungen (korrespondierend mit PMV=0, d.h. die Person ist „neutral“ gegenüber den Bedingungen) sind 5 % unzufrieden.

P.O. Fanger untersuchte zwar unterschiedliche Gruppen, die statistischen Ergebnisse für die Gruppen wichen jedoch kaum voneinander ab (siehe Kapitel 3.1.3.2). Leider wurden im Zuge der Recherchen für das vorliegende Projekt keine weiter detaillierten Auswertungen zu individuellen Unterschieden innerhalb einer Gruppe gefunden. Aus eigener Anschauung wird jedoch jedem Agenten ein individuelles Temperaturintervall zugeschrieben, welches eine individuelle Größe, rund um eine individuelle „Wunschtemperatur“ hat. In der ABM erhalten die Agenten diese statistisch, entsprechend einer Normalverteilung. Dabei können die

statischen Parameter „Mittelwert aller Wunschtemperaturen“ und die dazugehörige Standardabweichung sowie „Größe des individuellen Komfortbereichs“ und die dazugehörige Standardabweichung bei Setup der Simulation eingestellt werden. Dabei kann – die Gesamtheit der Agenten betreffend – durchaus eine breitere Verteilung des Komfortempfindens resultieren, schon allein aus dem Grund, dass die Personen in den Büros nicht genau die gleiche Bekleidung tragen. Bekleidung und Arbeitsanstrengung aber haben den signifikantesten Einfluss auf die als behaglich empfundenen Temperaturen.

Es ist anzunehmen, dass jede Person auch eine individuelle „Aktivierungszeit und -schwelle“ hat. Damit ist die Beobachtung gemeint, dass nicht sofort, wenn die Umgebungstemperatur als nicht mehr behaglich empfunden wird, ein Gegensteuern über Heizung oder Lüftung erfolgt. Im Gegenteil dauert es meist einige Zeit, bis das Verlassen des Komfortbereichs zuerst in das Bewusstsein rückt („Aktivierungszeit“) und dann bis eine Handlung gesetzt wird („Aktivierungsschwelle“). Diese beiden Größen haben keine fixen Werte, es ist nicht einmal zu erwarten, dass sie bei derselben Person immer gleich sind. Schließlich ist die Aktivierungszeit sicherlich größer, wenn beispielsweise die aktuell verrichtete Arbeit die volle Aufmerksamkeit erfordert und kleiner, wenn ein/e Kollege/in anmerkt, dass es „heute aber kalt (oder warm) wäre“. Ebenso ist die Aktivierungsschwelle größer, wenn der Arbeitstag bereits fortgeschritten ist: Knapp vor dem Verlassen des Gebäudes wird es vielen MitarbeiterInnen eher egal sein, wie die Komfortbedingungen sind, da bei Gebäuden immer mit einer gewissen Trägheit diesbezüglich – je nach Wärmekapazität und Wärmeverteilungssystem – zu rechnen ist. Andererseits ist die Aktivierungsschwelle geringer, wenn man sich ohnehin öfter vom Arbeitsplatz erhebt (z.B. zum Drucker geht, etc.). In der ABM wird dieser Aspekt nicht genauer abgebildet. Im Grunde bewirken diese Größen, dass die Zeitachse der Simulation gedehnt wird, also mehr oder weniger Zeit vergeht, bis es zu einer Aktion eines Agenten kommt.

Als Eingriffe der NutzerInnen auf die Wärmebilanz eines Raums sind möglich: das Öffnen eines dem Arbeitsplatz nahen Fensters, das Andrehen des nächsten Radiators, das Andrehen der Lüftungs- bzw. Klimaanlage, das Aufstellen eines Tischventilators, das Öffnen der Tür zum Gang. Kleine, elektrisch betriebene Heizlüfter sind in vielen Gebäuden verboten. Das An-/Ausziehen wird durch die Statistik im individuellen Komfort abgedeckt.

In den Fallstudiengebäuden können von den Büroräumen aus folgende relevante Gebäudetechniksysteme bzw. Bauteile bedient werden:

Bei der ENERGYbase ist ein Multifunktionsschalter realisiert, welcher Kunstlicht, Kunstlichtverteilung und die Jalousien integriert steuert. Manuelles Öffnen der Fenster ist möglich.

Bei der Energie Steiermark befinden sich Heizungsradiatoren in den Fensternischen der Räume. Sie werden mit jeweils einem Temperaturwahlschalter in deren Nähe bedient. Die Beleuchtung (Kunstlicht) wird allgemein im Raum und arbeitsplatzbezogen geschaltet. Das Gebäude hat zahlreiche Fenster, die manuell zu öffnen sind.

In der folgenden ABM werden die Aktionen nicht direkt modelliert. Stattdessen wird angenommen, dass jeder Agent nach einer Wartezeit – entsprechend einer durchschnittlichen Aktivierungszeit und -schwelle – handelt. Dies ist als Vorgabe bzw. durch die Simulationsdurchläufe („ticks“) gegeben und also eine Frage der Interpretation der Zeitachse der Simulation. Leider konnte eine genauere Interpretation der Zeitachse im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht geleistet werden. Ein verbessertes Modell sollte als erstes der Zeitachse der Simulation einen plausiblen Zeitablauf im Büro, insbesondere den Tag- / Nachtwechsel, zuordnen.

### **Die Umgebung: Büro in einem der untersuchten Gebäude**

Als Modellbeispiel wird ein Büro in dem untersuchten Gebäude „Energie Steiermark“ betrachtet. Es handelt sich um ein Großraumbüro mit einer Fläche von 197 m<sup>2</sup>, 18 Fenstern und Büroarbeitsplätzen für 15 Personen im 5.Obergeschoß.

Für die Simulation benötigt würde die Kenntnis, mit welchem Energieeintrag eine Temperaturerhöhung um beispielsweise 1°C erreicht wird, unter verschiedenen Rahmenbedingungen. Oder umgekehrt die Abschätzung der Temperaturerhöhung, welche durch einen bestimmten Energieeintrag unter bestimmten Bedingungen verursacht wird.

Dies können nur spezielle dynamische Gebäudesimulationsprogramme wie TRNSYS oder Energy-Plus leisten, bei welchen alle Daten auslesbar und weiter verwertbar sind. In den nutzerfreundlicheren Programmen wie DesignBuilder sind weder die Vorgaben genau genug einzugeben noch die Ausgaben detailliert genug auszulesen.

Einen – sehr groben – Anhaltspunkt für den Energieeintrag würde auch eine Heizlastberechnung des Raums nach EN 12831 (und nationale Ergänzungen in H 7500) erlauben. Die Heizlast ist die Wärmezufuhr, die nötig ist, um die Norm-Raumtemperatur bei einer Norm-Außentemperatur aufrechtzuerhalten. Die Berechnung der Heizlast erfolgt im Zuge der Auslegung der Heizflächen.

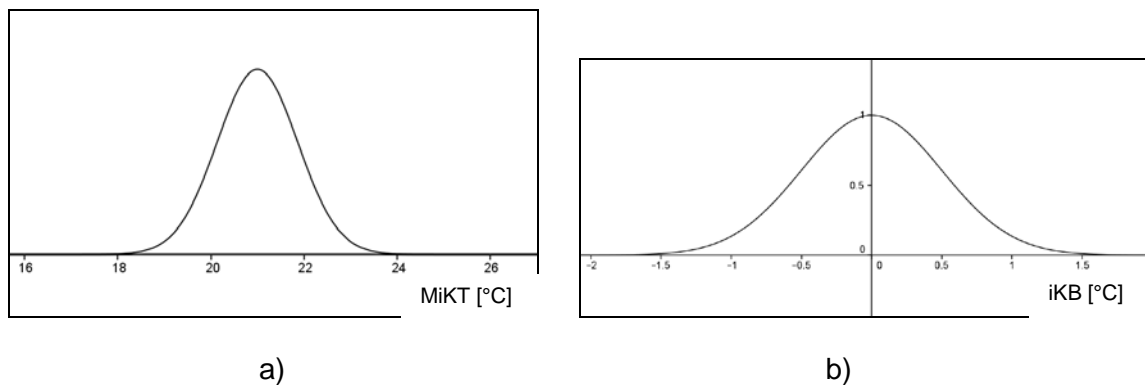
Alternativ dazu wird für die Simulation jedoch der Weg gewählt, dass die Temperaturerhöhung des Raums in bestimmten, einsehbaren Grenzen variabel gehalten wird. Damit kann allerdings nicht auf den Energieverbrauch durch die Aktionen der Agenten geschlossen werden. Die gleiche Vorgangsweise wurde auch für Kühlung und Kühllast gewählt.

### **Beschreibung der Programmmodule**

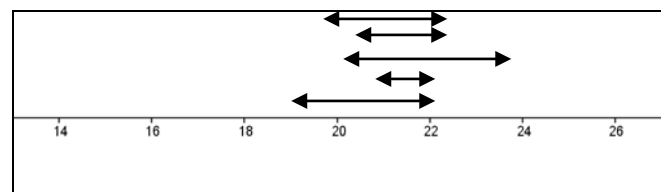
Die folgenden Programmmodule sind in der Simulation angelegt:

- Initialisierung: Die für die Programmierung nötigen Variablen werden definiert und mit Anfangswerten versehen. Es sind dies insbesondere die Agententypen „MitarbeiterIn“ und „Fenster“, sowie die mittels Schieberegler wählbaren Parameter. Außen- und Innentemperatur (Anfangstemperatur) werden so festgesetzt. Der Büroraum wird als Box mit den in den Schiebereglern eingestellten Werten für die Länge und die Breite des Raumes in das zentrale „View-Fenster“ gezeichnet.

- Erzeugen und Platzieren von MitarbeiterInnen und Fenstern: Nach der Vorgabe in den entsprechenden Schiebereglern werden die MitarbeiterInnen und die Fenster an den Wänden des Raumes erzeugt und willkürlich verteilt angeordnet. Sie können anschließend mit gedrückter Maus-Taste so verteilt werden, dass sie den tatsächlichen Bedingungen näher kommen.
- Anlegen von individuellen Komfortpräferenzen aller MitarbeiterInnen: Diese werden statistisch aus zwei Verteilungen generiert und als mitarbeiterInneneigene Daten angelegt. Die individuellen Komfortbereiche sind beschrieben durch ihren jeweiligen Mittelwert und die individuellen Breite, siehe Abbildung 3.8. Daraus ergeben sich beispielsweise für 5 MitarbeiterInnen die in Abbildung 3.9 gezeigten individuellen Komfortbereiche. Es ist möglich den MitarbeiterInnen beliebig oft neue, d.s. andere statistisch zulässige Werte zuzuweisen, ohne sie und die Fenster neu platzieren zu müssen.



**Abbildung 35: Beispiel für eine mögliche Verteilung der MiKT und des iKB. Die Mittelwerte und die Standardabweichung für diese beiden Verteilungen sind per Slider einstellbar.**



**Abbildung 36: Beispiel von möglichen Komfortbereichen für 5 Mitarbeiter (Agenten).**

- Start der Simulation: Die MitarbeiterInnen prüfen, ob die aktuelle Raumtemperatur in ihrem Komfortbereich liegt. Jeder Komfortbereich reicht von  $(MiKT - iKB/2)$  bis  $(MiKT + iKB/2)$  mit den jeweiligen individuellen Werten. Je nachdem, was diese Prüfung ergab, erhalten sie eine Farbe zugewiesen:
  - orange wenn die Raumtemperatur in ihrem Komfortbereich liegt

- rot, wenn sie höher ist, dem/der MitarbeiterIn also zu warm ist und
  - blau, wenn sie darunterliegt, dem/der MitarbeiterIn also zu kalt ist.
- Simulationsberechnungen: MitarbeiterInnen, die mit der Raumtemperatur nicht zufrieden sind (deren Farbe also rot oder blau ist), können die Raumtemperatur beeinflussen, d.h. sie können „kühlen“ oder „heizen“. Die Beiträge dieser individuellen Aktionen werden summiert und die Änderung der Raumtemperatur daraufhin berechnet. Es kann eingestellt werden, wie stark sich die einzelnen Aktionen auf die Raumtemperatur auswirken, d.h. um wieviel „gekühlt“ bzw. „geheizt“ wird. Mit jedem neuen Simulationsdurchlauf wird die beschriebene Berechnung durchgeführt.
  - Anzeige von Outputdaten: Neben den MitarbeiterInnen, deren sich ändernde Farben im zentralen Plot der Simulation zu sehen sind, werden vier weitere Fenster mit den aktuellen Outputdaten befüllt. Ein Fenster enthält die aktuelle Raumtemperatur, die durch die Aktionen im Zeitverlauf zwischen charakteristischen Werten pendelt. Sie wird mit dem Mittelwert der Komforttemperatur (Mittlere Komforttemperatur = MiKT mit der höchsten Wahrscheinlichkeit), gemeinsam dargestellt. Das zweite Outputfenster stellt den zeitlichen Verlauf der Mitarbeiterzufriedenheit dar, welche der Anzahl der MitarbeiterInnen mit den jeweiligen Farben entspricht. Das dritte und das vierte Fenster enthalten die kumulierte Zahl der bislang von den Agenten im Simulationsdurchlauf durchgeführten Heiz- und Kühlaktionen und vermitteln damit ein Bild über die Höhe der angefallenen Aufwendungen an Energie.

Die beschriebene Simulation ist durch das Modell „Beehive“ inspiriert (beschrieben in Miller, Page, 2007).

### **3.3.7.8 Ergebnisse der Simulationsrechnungen**

Es ist das Ziel der agentenbasierten Simulation, die Auswirkung des Handelns eines Kollektivs von Büroangestellten, die jedoch heterogene Komfortvorstellungen haben, zu simulieren. Dazu wurden zuerst nur ein Agent, dann zwei Agenten und dann 5 und mehr Agenten simuliert. Es zeigte sich, dass es zwar zu typischen, aber sehr verschiedenen „Mustern“ in der Zahl an komfortablen Mitarbeiterinnen und beim Verlauf der Innentemperatur kommt. Es kann also nicht von vornherein ein/e „durchschnittliche/r“ NutzerIn errechnet werden, der/die einfach in dynamische Gebäudesimulationen übernommen werden könnte. Sodann wurden verschiedene Variablen variiert, um deren Einfluss auf die Simulationen zu analysieren.

Wenn nur ein/e MitarbeiterIn im Raum simuliert wird, so nähert sich die Raumtemperatur von einem als unkomfortabel empfundenen Anfangszustand (zu hohe oder zu niedrige Anfangstemperatur) der jeweiligen Komfortgrenze, um von dort weg stabil zu bleiben. Ab diesem Zeitpunkt fallen auch keine Energieeinträge seitens des/der MitarbeiterIn an. Es wird insgesamt eine minimale Energie für einen komfortablen Zustand benötigt, da die Endtemperatur im „Winter“ (niedrige Anfangstemperatur) unter der Optimal-Temperatur des Agenten bleibt, und im „Sommer“ (hohe Anfangstemperatur) über derselben liegt (siehe Abbildung 37).

Bei mehreren MitarbeiterInnen stellt sich jedoch eine Innentemperatur ein, die genauso oft über, wie unter dem Durchschnitt aller Optimal-Temperaturen liegt. Es kommt häufig zu Schwankungen der Innentemperatur, da jede/r MitarbeiterIn versucht, in ihren/seinen Komfortbereich zu gelangen (siehe Abbildung 39).

Es wurde untersucht, wie sich verschiedene Verteilungen der Komfortbereiche auswirken. Ein schmaler Komfortbereich jedes Agenten entspricht hierbei sehr anspruchsvollen MitarbeiterInnen, breite Komfortbereiche hingegen entsprechen MitarbeiterInnen, die tolerant sind oder sich durch An- bzw. Ausziehen von Kleidung behelfen. In den Simulationen ist klar ersichtlich, dass „tolerante MitarbeiterInnen“ sich auch durch höhere Zahlen komfortabler MitarbeiterInnen äußern.

Wenn die Komfortbereiche aus einer sehr breiten Verteilung entnommen werden, also sehr unterschiedlich sein und insbesondere die Optimal-Temperaturen weit auseinander liegen können, so entspricht dies MitarbeiterInnen, die beispielsweise sehr unterschiedliche Arbeiten ausführen, sich bewegen oder ihren Platz wechseln, dadurch also verschiedene (Stoffwechsel-)Grundumsätze (metabolic rate) haben. Komfortbereiche aus einer sehr engen Verteilung entsprechen MitarbeiterInnen mit sehr ähnlichen, homogenen Tätigkeiten, beispielsweise nur sitzende Bürotätigkeit.

Weiters wurde untersucht, wie sich verschiedene Kühl- bzw. Heizmöglichkeiten für die MitarbeiterInnen auswirken. Dazu wurde die Temperaturänderung, die ein Agent durch eine Aktion auslösen kann, auf verschiedene Werte gesetzt: Von 0,1°C über 0,3 zu 0,6 und zu 1°C, zum einen nur für Heizung, und im zweiten Fall für Heizung und Kühlung. Es zeigt sich, dass es bei größeren Heizungs- und Kühlungsmöglichkeiten zu wesentlich extremeren Schwankungen der Raumtemperatur kommen kann, die teilweise bis zu 5°C sein können. Temperaturschwankungen sind bei kleineren Änderungsmöglichkeiten zwar nicht seltener, aber wesentlich geringer. Insbesondere für MitarbeiterInnen mit schmalen Komfortbereich (geringer Toleranz) kann nur dann eine halbwegs komfortable Situation eingestellt werden. Dies deshalb, da die genauer regelbare Innentemperatur eher mit den Komfortvorstellungen in Einklang gebracht werden kann (siehe Abbildung 40).

### **Eingaben und Output des Programms**

Im Haupttab („Interface“) der ABM-Software NetLogo wurden folgende Eingabemöglichkeiten vorgesehen:

- Anzahl der MitarbeiterInnen (Agenten)
- Je 2 Eingaben für Komfortverteilungen der Agenten (Mittelwerte und Standardabweichung)
- Größenangaben zum Raum und Angaben zu den Fenstern. Beides wird in der derzeit implementierten Rechnung nicht weiterverwendet, wird aber benötigt, wenn eine Kopplung an Gebäudesimulation oder eine räumliche Auflösung der Komfortbedingungen programmiert werden.

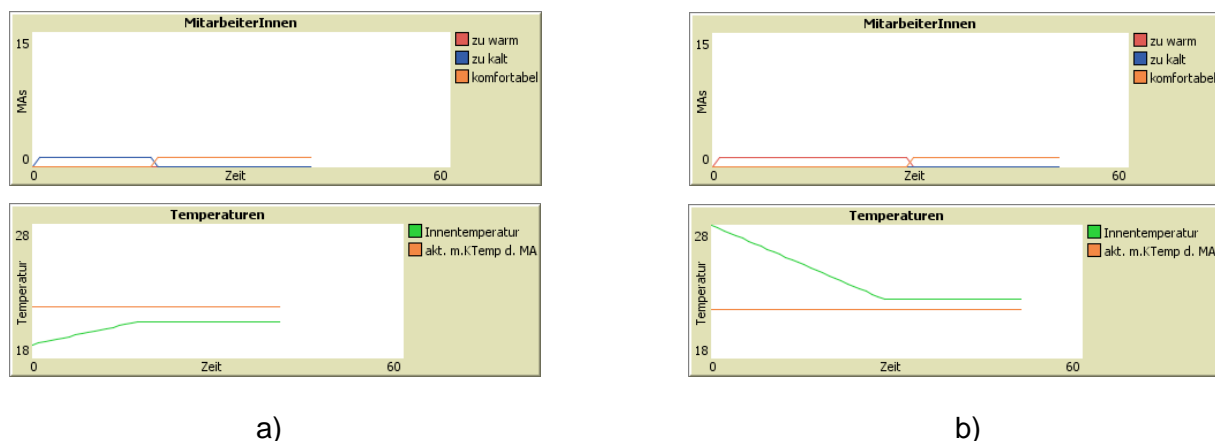
- Angaben zur Temperatur: Anfangs-Raumtemperatur, Temperaturbetrag, um welchen eine Heiz-/Kühlaktion eines Agenten die Raumtemperatur ändert. Diese Temperaturen können mit einem Schieberegler eingestellt werden.

Folgende Outputs sind im Interface-Tab vorgesehen:

- Eine maßstabgerechte Darstellung des Zimmers und der MitarbeiterInnen, deren Farbe anzeigt, ob sie sich in ihrem jeweiligen Komfortbereich befinden oder nicht.
- Eine graphische Ausgabe (Plot) des zeitlichen Verlaufs der Raumtemperatur
- Eine graphische Ausgabe (Plot) des zeitlichen Verlaufes der Anzahl der MitarbeiterInnen, denen zu warm ist, denen zu kalt ist, sowie jenen, die sich im komfortablen Bereich befinden.

### 3.3.7.9 Typische Simulationsdurchläufe

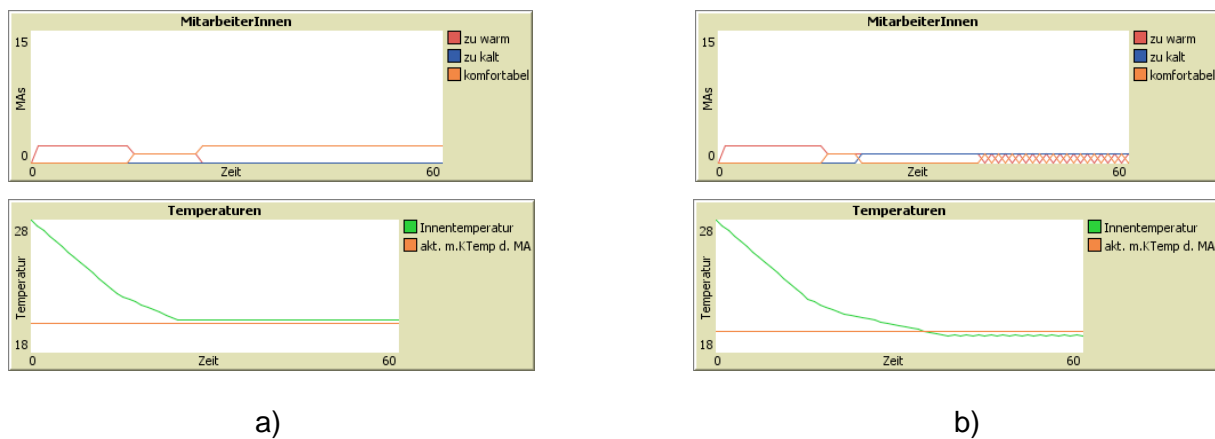
Zunächst wird nur ein/e MitarbeiterIn in einem Zimmer mit einmal einer geringen Anfangstemperatur („Winter“), dann mit einer hohen Anfangstemperatur („Sommer“) simuliert. Wie erwartet ändert der Agent die Temperatur solange, bis sein Komfortbereich erreicht ist. Der/die MitarbeiterIn toleriert auch Temperaturen, die unter bzw. über seiner „Optimaltemperatur“ (orange Linie) liegen.



**Abbildung 37: Raumtemperatur (grün) ändert sich, solange bis der Komfortbereich des/der einzelnen MitarbeiterIn erreicht ist (statistisch generierter Komfortbereich hier:  $20,8^{\circ} \leq$  Raumtemperatur  $\leq 22,5^{\circ} \text{ C}$ ).**

Bei zwei MitarbeiterInnen können zwei Fälle unterschieden werden: Im ersten Fall überlappen sich die Komfortbereiche der beiden MitarbeiterInnen, im anderen Falle überlappen sie nicht. Im ersten Fall liegt die endgültige Temperatur im Durchschnittsbereich und beide MitarbeiterInnen erreichen komfortable Zustände. Im zweiten Fall rutscht bzw. rutschen einer oder beide MitarbeiterInnen immer wieder aus seinem/ihrem Komfortbereich heraus. Die daraus resultierenden andauernden Aktionen (Heizen bzw. Kühlen) führen zu einem Auf und Ab der Raumtemperatur.

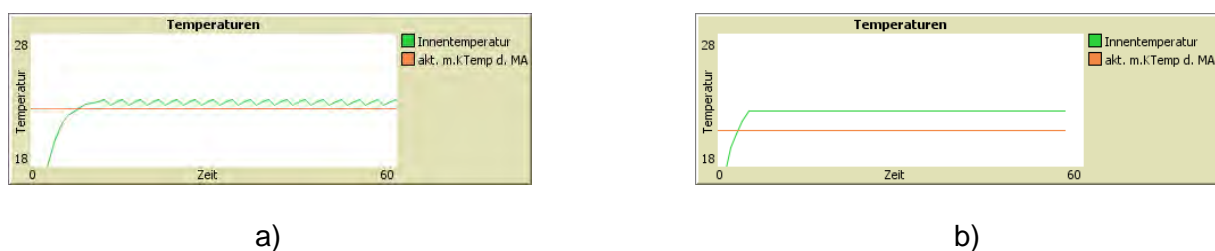




**Abbildung 38: Die längerfristige Raumtemperatur ist im ersten Fall stabil, im zweiten Fall führen permanente Aktivitäten (Heizen/Kühlen) zu einem Schwanken der Temperatur.**

Im Fall einer größeren Zahl von MitarbeiterInnen ist die Wahrscheinlichkeit höher, dass die längerfristige Temperatur außerhalb einiger Komfortbereiche zu liegen kommt. Diese MitarbeiterInnen sind daher oft unzufrieden. Je mehr MitarbeiterInnen nicht zufrieden sind, desto stärker pendelt die Raumtemperatur auf und ab, um die „Endtemperatur (Durchschnitt)“.

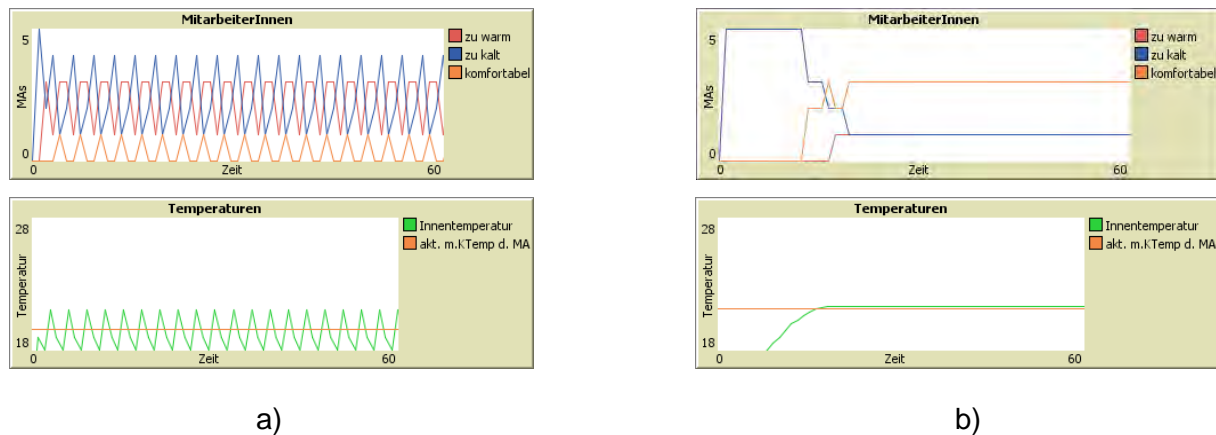
Als nächstes wurde die Größe des Heizbeitrags einer Heizaktion verdoppelt und später verzehnfacht. Ist der Heizbeitrag verdoppelt, wird die Endtemperatur (Durchschnitt) schneller, d.h. nach weniger Durchläufen, erreicht.



**Abbildung 39: Während bei einem/einer MitarbeiterIn die Endtemperatur im „Winter-Fall“ immer kühler als seine Optimaltemperatur blieb, liegt bei mehreren MitarbeiterInnen die Endtemperatur sehr häufig über der „durchschnittlichen Optimaltemperatur“ (arithmetischer Mittelwert aller Optimaltemperaturen der MitarbeiterInnen).**

Werden Heiz- bzw. Kühlmöglichkeiten „verbessert“, d.h. durch die Aktion ist ein größerer Temperaturschub auf einmal möglich, dann werden große Schwankungen im Zeitverlauf der Temperatur erzeugt. Die Schwankungen betragen nicht selten mehr als 5° C. Daraus resultieren auch sehr stark schwankende Komfortempfindungen der MitarbeiterInnen (siehe Abbildung 40 a). Hingegen kommt es zu einem wesentlich ausgeglicheneren Raumklima, wenn nur kleine Änderungen durch die Aktionen der MitarbeiterInnen erlaubt sind. Dies funktionierte auch dann, wenn den MitarbeiterInnen über die Verteilungsfunktionen ein sehr

anspruchsvolles Verhalten (enge Komfortbereiche) zugewiesen worden war (siehe Abbildung 40 b).



**Abbildung 40: Die längerfristige Raumtemperatur ist im ersten Fall nicht stabil, im zweiten Fall bleibt die Temperatur wesentlich näher an der durchschnittlichen Optimaltemperatur.**

### Mögliche Weiterentwicklungen

Weiterentwicklungsmöglichkeiten bestehen in mehreren Richtungen: Zuallererst sollte die Zeitachse der Simulation einen plausiblen Zeitablauf im Büro, insbesondere den Büro-Anwesenheitszeiten, zugeordnet werden. Gleichzeitig sollte auch die räumliche Dimension abgebildet werden. Ausgehend von Heizkörpern bzw. von Fenstern ändert sich die Temperatur sukzessive im ganzen Raum. Bei geeignetem Ansatz kann dies im „Sommerfall“ (bei Kühlbedarf) auch mit Zugerscheinungen identifiziert werden. Die MitarbeiterInnen bekommen unmittelbar ihre Aktionen zu spüren bzw. auch die ihrer NachbarInnen.

Dies führt zu der nächsten Weiterentwicklung, die die Kommunikation der Agenten untereinander widerspiegeln sollte. Die Agenten können mit einer individuellen Verzögerung versehen werden, die sich je nach Ergebnis der Kommunikation (dem anderen Gesprächspartner-Agenten ist es ebenfalls zu warm oder auch nicht) verringert oder vergrößert. Es sollte durch diese Beeinflussung zu Gruppen sich bestärkender Agenten kommen können. Die Agenten entscheiden in Form einer Multikriteriellen Entscheidungsanalyse. Dabei ist es nicht egal, in welcher Reihenfolge die Agenten simuliert werden, da den letzten Eindrücken u.U. ein höheres Gewicht zuzuordnen ist. Daher muss eine umfassendere Analyse und Verifikation des Modells erfolgen.

Schließlich – und als anspruchsvollste Weiterentwicklung – sollten die Energiebeiträge (Heizen und Kühlen) realistischer, mittels einer dynamischen Gebäudesimulation, für den Raum ermittelt werden. Dann kann auch die Zeitachse mit einem tatsächlichen Zeitablauf belegt werden, welcher beispielsweise den Tag- und Nachtwechsel beinhaltet. Dies muss für verschiedene Jahreszeiten (Außentemperaturen) erfolgen.

### 3.3.7.10 Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus diesem Arbeitsschritt

In diesem Arbeitsschritt wurde zunächst festgestellt, dass Agenten, welche die Temperatur in ihrem Gebäude entsprechend ihrem Komfortempfinden steuern, noch nicht mit ABM behandelt wurden. Zum Komfort gibt es detaillierte Untersuchungen und brauchbare Methoden zur Quantifizierung. Jedoch ist wenig untersucht, von welchen Bedingungen die Bereitschaft abhängt, Handlungen zur Herstellung komfortabler Bedingungen zu setzen und inwieweit diese von anderen Mit-NutzerInnen beeinflusst werden.

Die Einflüsse auf Komfortempfindungen sind sehr komplex: Sie hängen von vielen Umgebungsparametern ab, um nur die wichtigsten neben der Raum(luft)temperatur zu nennen: Feuchtigkeit, Luftgeschwindigkeit, Oberflächentemperaturen, Aktivität und Bekleidung der Person etc. Daher müssen weitreichende Vereinfachungen eingeführt werden, um das Thema mit ABM behandeln zu können. Ähnliches gilt für die Einflüsse, die die Aktionen der NutzerInnen auf die Temperatur des Gebäudes und weiter auf den Energieverbrauch haben. Diese wurden nicht realitätsgetreu abgebildet, sondern als Vorgabe in die Simulation eingespeist.

Bürogebäude unterscheiden sich in dem Ausmaß, in dem sie Nutzereingriffe erlauben und welche Auswirkungen ein Eingriff hat. Dies gilt auch für Niedrigenergiegebäude. In den Simulationen zeigte sich, dass schnelle Temperaturänderungen nicht sinnvoll sind, wenn mehr NutzerInnen in einem Raum arbeiten. Die Simulationen legten nahe, dass eine ausgeglichene stabile Temperatur vorteilhafter ist. Zwar ist dadurch der Teil der MitarbeiterInnen immer unzufrieden, der sich nicht in seinem Komfortbereich befindet, dieser sollte sich in Realität jedoch durch Wahl der Kleidung darauf einstellen. Hingegen führt ein dauerndes Schwanken der Temperatur, welches durch zu starke Eingriffe erzeugt wird, auch in der Realität wahrscheinlich zu gestörtem Arbeiten durch den immer wieder ausgelösten Impuls, handeln zu sollen.

Die wichtigsten Sensitivitätsanalysen für verschiedene Variablen der Simulation wurden in diesem Arbeitspaket durchgeführt und zeigten grundsätzlich verständliches Verhalten der Agenten und der Innentemperatur des Raums. Jedoch sind weitere Rechnungen notwendig zur Einführung von Kopplungen der Agenten (z.B. Kommunikation der Agenten untereinander).

Für eine Nutzung in der Praxis, als Tool der Facility-ManagerInnen von Niedrigenergiegebäuden, ist die ABM jedoch mit diesen Mitteln nicht nutzbar. Die durchgeführten Simulationen sind von grundsätzlichem Interesse, jedoch nicht gebäudespezifisch. Dazu müsste das Verhalten der Agenten und des Gebäudes in jedem Simulationsschritt aneinander gekoppelt werden. Dies bedeutet, dass eine Softwareplattform entwickelt werden müsste, die es ermöglicht, die Daten aus einer Eingabemaske in Gebäudesimulationskerne (wie Energy-Plus) und ABM-Kalkulationen einzuführen und die diese ineinandergreifen lässt. Schließlich muss auch die Definition der Agenten (Bedingungen und Konsequenzen der Handlungen etc.) detaillierter untersucht werden und – beispielweise in Form einer Datenbank – vorliegen und für die Rechnung verfügbar sein. Damit konnte das ursprünglich geplante Vorhaben, die beiden Praxisgebäude mit ihren Befragungsergebnissen in der ABM

zu simulieren, nicht in dieser Form umgesetzt werden – aber auch dies war eine wichtige Erkenntnis aus diesem Projekt.

### **3.3.8 Unterstützung für GebäudeplanerInnen und Facility ManagerInnen**

#### **3.3.8.1 ExpertInnenworkshops und FM-Lehrgang**

Inhalt dieses Arbeitsschrittes im Projekt war es, in zwei Workshops das Projekt, die Ergebnisse der Interviews und der Befragungen sowie die agentenbasierte Modellierung des NutzerInnenverhaltens zu präsentieren, zu diskutieren und kritisch zu reflektieren sowie daraus mögliche Konsequenzen für die Praxis des Facility Managements abzuleiten. Weiters wurden das Projekt und das Modell der agentenbasierten Simulation in einem Ausbildungslehrgang der „Pilger Facility Management GmbH“ präsentiert und auf einen möglichen Einsatz in Lehre und Praxis mit angehenden Facility ManagerInnen diskutiert. Aus den bisherigen Ergebnissen und den Ergebnissen dieser Veranstaltungen wurden Handlungsempfehlungen für Facility ManagerInnen und GebäudeplanerInnen abgeleitet, die einerseits in einem digitalen Informationsfolder und andererseits im Rahmen eines Webtools vorliegen.

Die beiden ExpertInnenworkshops wurden von IFZ, ITA und den PraxispartnerInnen gemeinsam organisiert und durchgeführt. Der erste Workshop fand am 5. November 2013 in der Fachhochschule Technikum in der ENERGYbase in Wien, der zweite am 27. November im Hauptgebäude der Energie Steiermark in Graz statt. Die Präsentation und Diskussion im Facility Management Lehrgang fand am 15. November in Graz statt. Die Einladungen zu den Workshops finden sich im Anhang (Kap. 8.4 und 8.5).

Bei den Workshops wurden von den Projektpartnern einerseits Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt präsentiert, der wichtigere Teil war aber die Präsentation und Diskussion erster Empfehlungen, die das Projektteam aus den bisherigen Resultaten abgeleitet und vorbereitet hatte.

Da beide Workshops sowohl mit ExpertInnen aus den Praxisgebäuden als auch mit externen GebäudeplanerInnen und Facility ManagerInnen besetzt waren, ergab sich eine interessante und sehr fruchtbringende Diskussion, die in die weitere Ausarbeitung der Empfehlungen eingeflossen ist.

Im Facility Management Lehrgang wurde bestätigt, dass eine agentenbasierte Simulation durchaus ein interessantes Tool für den Einsatz in der Lehre und auch in der Praxis sein kann.

Aufbauend auf den Ergebnissen aus den Workshops wurde der Empfehlungskatalog für GebäudeplanerInnen und Facility ManagerInnen im Projektteam und mit den PraxispartnerInnen noch mehrmals überarbeitet und schließlich in Form eines digitalen Informationsfolders und eines Webtools zur Verfügung gestellt. Diese können über die Website des IFZ abgerufen werden:

Von zentraler Bedeutung ist dabei die Annahme, dass das gewünschte Ziel – extrem geringer Energieverbrauch bei gleichzeitig sehr hoher NutzerInnenzufriedenheit – dann am besten erreicht werden kann, wenn über den ganzen Lebenszyklus des Gebäudes – von der Planung bis hin zum Ende der Nutzung – diesem Ziel ein hoher Stellenwert zukommt und entsprechende Strategien verfolgt und geeignete Maßnahmen getroffen werden. Aus diesem Grund orientiert sich auch die folgende Darstellung der Empfehlungen am Lebenszyklus von Bürogebäuden.

### 3.3.8.2 Ableitung von Empfehlungen

#### 1. Empfehlungen für die Planung und Errichtung von Niedrig-, Null- und Plusenergiebürogebäuden

Diese Empfehlungen richten sich primär an jede Gruppen, die unmittelbar in die Planung und Errichtung von Bürogebäuden involviert sind, also an ErrichterInnen, ArchitektInnen, HaustechnikplanerInnen, BauphysikerInnen, Planungs- und BaukoordinatorInnen und weitere ProfessionistInnen.

##### 1.1 Strategische und organisatorische Empfehlungen für den Planungsprozess

- Bei der Planung von Niedrig-, Null- und Plusenergiebürogebäuden (in weiterer Folge nur Nullenergiegebäude) müssen **in sich schlüssige Konzepte** verfolgt werden, bei denen **von Anfang an** Fragen der Gebäudegestaltung, des Energieverbrauchs, der Haustechnikplanung aber auch beabsichtigte Nutzungsqualitäten, die selbstverständlich Priorität vor allen anderen Planungsdetails („Form follows function“) haben, und Vorgaben des Bauherrn parallel in laufender gegenseitiger Abstimmung optimiert werden. Traditionelle Planungsabläufe, die weitgehend arbeitsteilig organisiert sind, bei denen etwa der architektonische Entwurf über weite Strecken ohne Berücksichtigung der notwendigen Gebäudetechnik erfolgt, wurden von den befragten PlanerInnen als nicht zielführend bezeichnet.
- Die beteiligten PlanerInnen sollten daher nicht nur in ihrem eigenen Fachbereich **kompetent**, sondern auch dazu fähig und bereit sein, gemeinsam an diesem „schlüssigen Gesamtkonzept“ unter ständiger Beachtung der beabsichtigten Nutzungsqualitäten zu arbeiten.
- Um eine frühzeitige, intensive Abstimmung von Architektur, Energieplanung, Haustechnikplanung und AuftraggeberIn/ Bauträger zu ermöglichen, erfordert die Planung von Nullenergiebürogebäuden eine **enge Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen in Abstimmung mit dem Errichter**. Diese Form der ganzheitlichen Planung von Gebäuden wird als „integrale Planung“ bezeichnet. Zum Thema integrale Planung liegt eine Reihe von Überblickswerken (z.B. Wiegand 2004) und praxisbezogenen Handbüchern (z.B. Kovacic o.J.) vor. Die nachfolgenden Empfehlungen beschränken sich daher auf jene Aspekte, die im Rahmen dieses

- Projekts von den beteiligten ExpertInnen besonders hervorgehoben wurden.
- Einer dieser Vorschläge bezieht sich auf den frühzeitigen Kontakt **des Nutzers/der Nutzerin zum Facility Management und zum Gebäudemanagement** des Gebäudes. Auch das spätere, operative Facility Management sollte möglichst frühzeitig in die Planungen einbezogen werden. Falls in dieser Phase noch nicht entschieden ist, wer später für den Betrieb des Gebäudes verantwortlich sein wird, ist es sinnvoll, wenn ein/eine Facility-Management-ExpertIn in beratender Funktion einbezogen oder zumindest konsultiert wird. Diese Art von Beratungsdienstleistung wird zum Teil bereits als planungs- und baubegleitendes Facility Management angeboten (z.B. von der deutsch-schweizerischen Firma Intep – Integrale Planung GmbH oder auch sehr qualifizierten Consultern in Österreich, zum Beispiel Immovement, PFM und andere). Hinweise von dieser Seite können dazu beitragen, die künftigen Betriebskosten niedrig zu halten und den Gebäudebetrieb möglichst effizient zu gestalten.
  - Für den Erfolg solcher Planungsprozesse ist nach Meinung der beteiligten PraktikerInnen eine besondere Form der Zusammenarbeit notwendig. Nur „gemeinsam an einem Tisch sitzen“ reicht bei weitem nicht aus. Notwendig sind vielmehr „**Offenheit auf allen Seiten**“, gegenseitiger **Respekt**, echtes Engagement, **Beziehungen auf „gleicher Augenhöhe“** und die Fähigkeit, **Kompromisse** zu schließen.
  - Den ErrichterInnen bzw. den **BauherrnvertreterInnen** kommt bei diesem Prozess eine besondere Rolle zu. Diese Person beeinflusst die Zusammensetzung des Teams und hat großen Einfluss auf die Arbeitsweise im Team. Sie muss nicht nur die Interessen des Bauherrn/der Baufrau vertreten, sondern auch intern als ModeratorIn oder KoordinatorIn oder im Konfliktfall auch als MediatorIn wirken. Sollten integrale Planungsprozesse in Zukunft zur Regel im Bürogebäudebau werden, dann besteht hier sicherlich ein Aus- und Weiterbildungsbedarf für **PlanungskoordinatorInnen**, die über ein Überblickswissen in den Bereichen Architektur, Energie, Haustechnik, Wirtschaftlichkeit, Vermarktung und vor allem die spezifischen Nutzeranforderungen sowie über soziale Kompetenzen bezogen auf die Koordinationstätigkeit verfügen.
  - Nullenergiebürogebäude benötigen eine „**energietechnische Qualitätskontrolle**“ von der Konzeptionsphase über die Detail- und Ausführungsplanung bis hin zur Errichtung und Übergabe des Gebäudes. Falls dies nicht oder nur unzureichend gelingt, besteht die Gefahr, dass das Facility Management bzw. das Gebäudemanagement später „der Energie nachläuft“.
  - Bei der „**Übergabe**“ der Planung an die Ausführung muss gewährleistet sein, dass weder die „Philosophie“ des Projekts noch wichtige Details „verloren gehen“ (**Qualitätskontrolle** und Schnittstellendefinition). Ähnliches gilt für die „Übergabe“ an die NutzerInnen und das Facility- bzw. das Gebäudemanagement. Bei beiden Übergabephasen kommt dabei dem/der BauherrnvertreterIn eine große Bedeutung zu.
  - Die Planung der Haustechnik solcher Gebäude stellt aufgrund der Komplexität von

Konzept und Detail hohe Anforderungen an die Haustechnikplanung. Besonders wichtige Punkte sind dabei: a) Auslegung der Anlagen (auch) für Teillastbetrieb (nicht nur für Volllastbetrieb, wie in den Normen z.B. zur Heiz- und Kühllast vorgeschrieben), und b) Planung und Einsatz energieeffizienter Pumpen und Lüftungsmotoren. Daraus resultiert einerseits ein Aus- und Weiterbildungsbedarf für HaustechnikplanerInnen und andererseits ein Bedarf zur Überarbeitung der entsprechenden Ö-Norm.

- Auch zukünftige bzw. potenzielle NutzerInnen sollten in die Planung einbezogen werden (Konsultation), und zwar insbesondere bei Fragen, die sich a) auf innovative und daher bisher kaum bekannte Lösungen, b) auf die Gestaltung von Schnittstellen zwischen EndnutzerInnen und Gebäudetechnik (z.B. Auswahl von Beleuchtungssystemen, Displays, Steuerungsmöglichkeiten etc.) sowie c) auf die konkrete Planung von Innenraumkonzepten beziehen. Hierfür sollten Maßnahmen entwickelt werden, auf die im Sinne der Partizipation der NutzerInnen von Seiten der Planung einfach zurückgegriffen werden kann.
- Während solche Konsultationen der NutzerInnen bei Sanierungsprojekten naheliegend und ohne großen zusätzlichen Aufwand zu bewerkstelligen sind, stellt sich bei Neubauprojekten durchaus die Frage, wer die künftigen NutzerInnen sein werden bzw. wer kompetent die unterschiedlichen Bedürfnisse dieser Gruppe repräsentieren könnte. Während für den Sanierungsbereich eine Reihe von erprobten Beteiligungsmethoden vorhanden und ausführlich beschrieben sind (siehe z.B. Suschek-Berger und Ornetzeder 2007), fehlt es hingegen an Strategien und Methoden zur stellvertretenden Einbeziehung von NutzerInnen oder eventuell auch AnrainerInnen bei Neubauprojekten.
- Generell sollten Erfahrungen aus bereits bestehenden Nullenergie-Bürogebäuden in neue Planungen einfließen. Oftmals werden in erster Instanz günstigere Systeme/ technische Ausstattungen bevorzugt, die sich im Nachhinein entweder als wenig effizient erweisen oder durch andere Systeme nachträglich erweitert werden müssen. Dies führt zu Unzufriedenheit der NutzerInnen und zusätzlichen Kosten. Als mögliche Instrumente können hier vorgeschlagen werden: Vor-Ort Besichtigungen, Kontakt zu erfahrenen Facility- und GebäudemanagerInnen, Konsultation von Studienergebnissen (Post-Occupancy Studien, Evaluationsstudien) etc.

## 1.2 Inhaltliche Empfehlungen für die Planung von Nullenergiebürogebäuden

In Zuge der Detailplanung werden eine Reihe von Entscheidungen getroffen, die auf die spätere Zufriedenheit der GebäudenutzerInnen einen entscheidenden – aber im Nachhinein meist nur mit hohem Aufwand veränderbaren – Einfluss haben. Die Projektergebnisse ergaben, dass die im Folgenden angeführten Aspekte besonders beachtet werden müssen. Weitergehende Kriterien (beispielsweise Barrierefreiheit, Tageslichtnutzung u.a.) werden in der EN 16309 genannt.

- **Konstantes Innenraumklima:** Geringe Unterschiede zwischen Sommer- und

Winterhalbjahr werden von den NutzerInnen als sehr angenehm empfunden. Konstruktionsbedingt lassen sich solche Bedingungen mit energieeffizienten Gebäudekonzepten relativ leicht herstellen (hohe Dämmstärken und winddichte Außenhüllen tragen zur Behaglichkeit bei tiefen Außentemperaturen bei, Abschattungs- und Kühlsysteme sowie ebenfalls die hohen Dämmstärken verhindern die Überhitzung der Innenräume bei hohen Außentemperaturen im Sommer). Energieeffizienz und konstantes Innenraumklima sollten in der Planung als gleichberechtigte Ziele verfolgt werden.

- **Vermeidung von zu trockener Luft** in der Heizperiode: Die relative Luftfeuchtigkeit sollte stets mehr als 40 % betragen. Dieser Wert wird auch in der österreichischen Arbeitsstättenverordnung (AStV) für klimatisierte Gebäude genannt (§ 28 AStV, 5). Erreicht wird das in der Regel durch eine mechanische Befeuchtung der Zuluft (Teil-Klimaanlage).
- **Ausreichende Belüftungsmöglichkeiten** in Besprechungs- und Seminarräumen: Seminar- und Besprechungsräume sollten auch bei Vollbelegung und längerer Nutzung eine ausreichende Luftqualität aufweisen. Dies kann entweder durch direkt ins Freie führende Lüftungsöffnungen (Fenster und Türen) gewährleistet werden oder durch eine entsprechende Auslegung mechanischer Lüftungsanlagen (vgl. dazu auch § 26 und 27 AStV).
- **Akustische Behaglichkeit** in Büro- und Besprechungsräumen: Die akustische Behaglichkeit ist ein wichtiger Punkt, weil sie einerseits von großer Bedeutung für die Zufriedenheit der NutzerInnen (vor allem in Mehrpersonen- und Großraumbüros) ist, aber andererseits gerade bei energieeffizienten Gebäuden aufgrund konstruktionsbedingter glatter Wandflächen oft schwer erreicht wird. Raumakustik im Hochbau entsteht durch ein Zusammenspiel von guter Hörbarkeit und hohem Lärmschutz. Die seit 2005 in ÖNORM B 8115-3 festgelegten Anforderungen an die Raumakustik sollten auf jeden Fall eingehalten werden.
- **Lärmschutz** und gute Hörbarkeit sollten ohne visuelle Beeinträchtigungen realisiert werden: Zusätzliche bauliche Maßnahmen zur Erreichung guter Raumakustik sollten visuell neutral bzw. unauffällig sein. In diesem Bereich besteht offensichtlich noch Entwicklungsbedarf. Die am Markt erhältlichen Produkte sollten auf ihre visuellen Wirkungen hin untersucht und entsprechend weiter entwickelt werden.
- **Nutzerfreundliche Innenraumkonzepte**: Die Raumaufteilung bzw. die Beschaffenheit des eigenen Arbeitsbereichs hat einen entscheidenden Einfluss auf die Zufriedenheit der NutzerInnen. Da nicht von vornherein gesagt werden kann, welche Form der Raumaufteilung über die gesamte Nutzungsdauer des Gebäudes zu maximaler NutzerInnenzufriedenheit führen wird, sollten variable, adaptions- und veränderungsfähige Raumkonzepte bevorzugt werden. Falls Großraumbürobereiche geplant sind, sollten komplementär dazu individuell nutzbare **Rückzugsbereiche** und ausreichend **Sozialräume** geschaffen werden.



### 1.3 Empfehlungen auf der Ebene der technischen Ausstattung

- Displays und Schalter, die potenziell von allen NutzerInnen des Gebäudes verwendet werden, sollten sich durch einen **hohen Grad an Nutzerfreundlichkeit (Usability)** auszeichnen, d.h. sie sollten so gestaltet sein, dass sie intuitiv und ohne Vorkenntnisse von möglichst allen NutzerInnen verwendet werden können. Diese Empfehlung klingt naheliegend und geradezu selbstverständlich, trotzdem kommen vor allem im Bürogebäudebereich nicht selten Produkte zu Anwendung, die diesen Anforderungen nicht in ausreichendem Maß entsprechen. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass die verwendeten Displays und Schalter die mit den Energiekonzepten anvisierten Zielsetzungen (Verbrauchsoptimierung, Einsparung, hoher Anteil erneuerbare Energien etc.) so gut wie möglich unterstützen.
- Der Zweck **automatisierter Vorgänge** im oder am Gebäude (z.B. automatische Jalousiebewegungen) sollte für NutzerInnen **verständlich** und/oder **unmittelbar nachvollziehbar sein**. Manuelles Übersteuern sollte jederzeit möglich und die möglichen Konsequenzen sollten hinlänglich erklärt werden.
- Technologien zur **Überwachung und Steuerung der Gebäudetechnik** (HVAC Heating, Ventilation and Air Conditioning, Elektrik etc.) sollten weiterentwickelt werden. Solche verbesserten Systeme können zu einer Optimierung und Vereinfachung des laufenden Betriebs beitragen. Beispiele dafür sind etwa die Automatisierung der Fehlererkennung, die Bereitstellung von Performanceindikatoren, intelligentere Störmeldungen, die die Arbeit des Facility Managements unterstützen.

### **2. Empfehlungen in Bezug auf den Gebäudebetrieb**

Diese Empfehlungen richten sich primär an Facility- und GebäudemanagerInnen, Ausbildungseinrichtungen und MultiplikatorInnen für Facility-ManagerInnen, Facility Service Anbieter und Gebäudeerhalter. Die Optimierung von Energieverbrauch und NutzerInnenzufriedenheit findet bei Niedrigenergie- oder Passivbürogebäuden (ähnlich wie bei herkömmlichen Gebäuden) auch in der Nutzungsphase statt.

- Dem **Facility Management (FM)** und dem Gebäudemanagement (GM) kommt dabei eine **besondere Bedeutung** zu. Das FM und das GM müssen nicht nur den reibungslosen laufenden Betrieb sicherstellen, sondern sind auch für die Kontrolle des Energieverbrauchs verantwortlich.
- Mit dieser Aufgabenverschiebung sind neue Kompetenzen verbunden, die bei der Ausbildung von Facility- und GebäudemanagerInnen berücksichtigt werden müssen. In Null- bzw. Plusenergiegebäuden brauchen das FM und das GM ausreichende (energie)technische Kompetenzen: in Bezug auf das Zusammenspiel verschiedener technischer Elemente, in Bezug auf die Bauphysik, in Bezug auf Steuerung, Kontrolle, Wartung und Reparatur der technischen Anlagen. In Zukunft werden die Aufgaben noch um den Aspekt der aktiven Energieerzeugung in Richtung

Energiemanagement („FM und GM als EnergiemanagerIn“) erweitert werden. Neben technischen Kompetenzen scheint sich aber auch das Verhältnis von FM und GM zu den EndnutzerInnen zu verändern, woraus neue soziale Anforderungen an das FM und das GM und ein geändertes Kommunikationsverhalten resultieren, dem ebenfalls im Bereich der Aus- und Weiterbildung Rechnung zu tragen ist. Idealerweise ist das Facility Management und/oder das Gebäudemanagement nicht erst verfügbar, wenn es zu Problemen kommt, sondern ist vor Ort und steht im Austausch mit den NutzerInnen.

- Ein „**kurzer Weg/Draht von den einzelnen NutzerInnen zum FM bzw. zum GM**“ ist ein wichtiger Aspekt für die Zufriedenheit mit dem Gebäude. Das ergibt sich beim Passivhaus zum Teil durch die Technik (kaum vorhandene Regelmöglichkeit der NutzerInnen), ist aber ein Aspekt, der generell zur Zufriedenheit der NutzerInnen beizutragen scheint. Dieser Aspekt, die umfassende Betreuung der NutzerInnen vor Ort, könnte in Zukunft auch verstärkt bei der Vermarktung von energieeffizienten Bürogebäuden betont werden.
- Bei der **Einschulung der NutzerInnen** bewährt sich ein Mix aus persönlichen, mündlichen und schriftlichen Zugängen. So sind Informationsveranstaltungen eine gute Möglichkeit, allgemein über das Projekt zu berichten, in die Technologien einzuführen und Fragen zu beantworten. Diese Veranstaltungen sollten ergänzt werden durch das Ausgeben von schriftlichen Informationen in Form von Foldern, Broschüren oder Handreichungen (analog oder digital), die die NutzerInnen bei der Handhabung der neuen Technologien unterstützen. Wenn möglich, sollte auch noch eine erste persönliche Einweisung bei der Übernahme der Arbeitsplätze stattfinden.

### 3.3.9 Verbreitung der Ergebnisse

Das Projekt wurde über die Websites der beteiligten Projektpartner präsentiert, in der Mitte des Projekts fand eine erste Presseaussendung (siehe Anhang Kap. 8.6) an eine ausgewählte Fachöffentlichkeit statt. Wichtiges Mittel für den Transport der Ergebnisse waren natürlich auch die durchgeführten ExpertInnenworkshops und die Präsentation im Facility Management Lehrgang.

Der digitale Informationsfolder mit den Empfehlungen (siehe Anhang Kap. 8.7) und das Webtool mit der Beschreibung der agentenbasierten Simulation (siehe Anhang Kap. 8.8) sind ebenfalls über die Websites der Projektpartner abrufbar.

Siehe <http://www.ifz.tugraz.at/Forschung/Energie-und-Klima/Aktuelle-Projekte/Build-to-satisfy>

Es wurde übrigens nur ein Informationsfolder erstellt, da es sich im Laufe der Erarbeitung der Empfehlungen herausstellte, dass – wie ursprünglich geplant - ein eigener Folder für Ausbildungsstätten zu wenig an Inhalt geboten hätte.

Mit Abschluss des Projekts und der Approbation und Freigabe des Endberichtes wird es noch einmal eine Presseaussendung geben, die den Endbericht sowie die Endprodukte des

Projekts bewirbt. Neben Tagesmedien wird dabei der Fokus vor allem auf Fachmedien aus den Bereichen Architektur, Bau, Gender, Umwelt, Wissenschaft etc. gelegt werden.

Das Projekt und seine Ergebnisse werden nach Möglichkeit auch noch in themenrelevanten Konferenzen in Form von Präsentationen und Papers vorgestellt.

Aus der folgenden Tabelle gehen die weiteren Disseminationsaktivitäten während des Projektes hervor:

build to satisfy: Publikationen und Veröffentlichungen (auch Medienbeiträge)							
Titel	Autor*innen	Art der Veröffentlichung	Ausgabe, Datum der Veröffentlichung	Herausgeber	Publikationsort	Publikationsjahr	Seitenanzahl
Zur Komplexität der Zufriedenheit von Nutzer*innen in grünen Bürogebäuden	Magdalena Wicher	Diplomarbeit	in Begutachtung, noch unveröffentlicht		Universität Graz	2014	154
Energieeffiziente Bürogebäude – positive Klimabilanz und positive Arbeitszufriedenheit	Daniela Freitag	Newsmeldung	24.10.2013	IFZ Graz	IFZ Graz, online	2013	keine
Energieeffiziente Bürogebäude – positive Klimabilanz und positive Arbeitszufriedenheit	Daniela Freitag, getweetet	Twitterfeed	24.10.2013	Twitter ITA Wien @technikfolgen	online	2013	keine
Energieeffiziente Bürogebäude – positive Klimabilanz und positive Arbeitszufriedenheit	Daniela Freitag, gepostet	Facebooknews	24.10.2013	Facebook ITA - Institut für Technikfolgenabschätzung	online	2013	keine

build to satisfy: Teilnahme an Seminaren, Workshops oder Konferenzen						
Titel der Veranstaltung	Projektpartner: Beteiligte Personen	Datum und Ort	Art der Veranstaltung (wiss. Konf, Gruppendiskussion)	Art des Beitrags: Paper oder Poster	akademisches oder nicht-akademisches Zielpublikum	
"11th Annual IAS-STIS Conference: Critical Issues in Science and Technology Studies"	Anita Thaler, IFZ	7.5.2013 Graz, AT	Wiss. Konf.	"Queering gender blindness": About bringing gender – and not gender stereotypes – into green building research, Vortrag	Akadem. Zielpubl.	
STS Conference 2014: Critical Issues in Science and Technology Studies	Magdalena Wicher, IFZ	6.5.2014 Graz, AT	Wiss. Konferenz	"A model describing user satisfaction in green office buildings"	Akadem. Zielpubl.	
STS Conference 2014: Critical Issues in Science and Technology Studies	Wibke Tritthart, IFZ	6.5.2014 Graz, AT	Wiss. Konferenz	"Using agent-based modelling for indoor thermal comfort assessment"	Akadem. Zielpubl.	
Sustainable Building Conference 2013 (SB 13)	Wibke Tritthart & Magdalena Wicher, IFZ	25.-28.9.2013, Graz, AT	Fachkonferenz	Extended Abstract "Better understanding and modelling of user behaviour in (nearly) zero"	Akadem. Zielpubl. und Fachpublikum	
Sustainable Building Conference 2013 (SB 13)	Magdalena Wicher, IFZ	25.-28.9.2013, Graz, AT	Fachkonferenz	Poster "Social and psychological aspects influencing user satisfaction in green office buildings"	Akadem. Zielpubl. und Fachpublikum	
10th Biennial Conference on Environmental Psychology	Magdalena Wicher, IFZ	22.-25.09.2013, Magdeburg, D	Wiss. Konferenz	Poster: "Social and psychological aspects influencing user satisfaction in green office buildings"	Akadem. Zielpubl.	
Behave Energy Conference 2014	Michael Ornetzeder, ITA	3.-4.09.2014, Oxford, UK	Wiss. Konferenz	Planned presentation: "Ultra-low energy demand - highly satisfied users: Evidence from an energy efficient office building in Vienna"	Akadem. Zielpubl. und Fachpublikum	
TREX Workshop	Barbara Smetschka & Veronika Gaube Soziale Ökologie, IFF Wien, Wibke Tritthart & Jürgen Suschek-Berger, IFZ	27.3.2014, Graz, AT	Workshop	„Agentenbasierte Simulation (ABM)“	Akadem. Zielpublikum	

Tabelle 5: Disseminationstätigkeiten im Projekt

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

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

Das Programm „Haus der Zukunft plus“ versteht sich in seiner Selbstbeschreibung (siehe <https://www.ffg.at/haus-der-zukunft-plus-das-programm>) vorrangig als technologisches Programm, das die Voraussetzungen schafft, die Herstellung von Gebäuden zu ermöglichen, die nicht Energie verbrauchen, sondern Energie erzeugen.

Diese technologischen Voraussetzungen können aber weder im Bereich der Wohngebäude noch in dem der Dienstleistungs- und Bürogebäude ohne die Berücksichtigung der Bedürfnisse und Wünsche der BewohnerInnen bzw. der NutzerInnen geschaffen werden. Dies zeigen zahlreiche bisher durchgeführte sozialwissenschaftliche Studien und auch das hier vorliegende Projekt. Das Projekt „Build to satisfy“ untersuchte Dienstleistungsgebäude (als Praxisbeispiele je ein neu errichtetes und ein modernisiertes Gebäude), die auch einen Schwerpunkt des Programms darstellen. Angesprochen werden in der Programmbeschreibung auch die Überleitung innovativer Technologien zur Serienfertigung – sicher auch ein Aspekt, der in diesem Projekt Berücksichtigung gefunden hat (siehe z.B. das Konzept der Pflanzenpuffer in der ENERGYbase oder die nachträglich installierte Befeuchtungsanlage in der Energie Steiermark). Sicher handelt es sich bei der ENERGYbase auch um ein Demonstrationsprojekt, das zu ersten Mal – neben einer Reihe von bereits durchgeführten technischen Studien zum Gebäude – einer sozialwissenschaftlichen Analyse unterzogen wurde. Ergebnisse aus diesem Projekt werden noch international präsentiert werden und in die Ausbildungen für Facility ManagerInnen und GebäudeplanerInnen einfließen.

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

Als Gesamtziel des Programms „Haus der Zukunft plus“ wird auf <http://www.hausderzukunft.at/about/index.htm> Folgendes formuliert:

„Die langfristige Vision für das „Gebäude der Zukunft“ ist, die energetische Effizienz bezüglich Produktion und Betrieb derart zu erhöhen, dass über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden die treibhausrelevanten Emissionen in Summe auf null reduziert werden.“ Und weiter: „Mit ‚Haus der Zukunft Plus‘ wird das Ziel verfolgt, jene technologischen Voraussetzungen zu schaffen, die die Herstellung von Gebäuden ermöglichen, die nicht Energie verbrauchen, sondern Energie erzeugen“.

Mit dem Projekt „Build to satisfy“ wurde ein wichtiger sozialwissenschaftlicher Zugang zu diesem Programmziel geleistet. Die Untersuchung der Einflussmöglichkeiten von NutzerInnen in Niedrigst-, Passivhaus- und Plusenergiegebäuden zeigte, dass NutzerInnen einen wesentlichen Beitrag dazu leisten können, diese Gebäude höchst energieeffizient bzw. sogar mit einem Überschuss an Energie betreiben zu können. Ein optimaler Betrieb eines solchen Gebäudes funktioniert nur, wenn die NutzerInnen unterstützend wirken und nicht – weil sie unzufrieden sind – innovative Technologien boykottieren. In diesem Projekt wurde daher ein Empfehlungskatalog für Facility ManagerInnen, GebäudeplanerInnen und Lehrende erarbeitet, der diese in ihrer Kommunikation und ihrem Umgang mit NutzerInnen unterstützen wird.

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

Die relevanten Zielgruppen wurden von Beginn an in das Projekt eingebunden. So waren drei Praxispartner Mitglieder im Projektteam:

- 1) Die ENERGYbase in Wien, vertreten durch den Leiter des in der ENERGYbase angesiedelten Studiengangs „Urbane Erneuerbare Energietechnologien“ der FH Technikum Wien, seiner MitarbeiterInnen und des zuständigen Facilitymanagers für die ENERGYbase,
- 2) die Energie Steiermark, vertreten durch den Leiter des internen Facilitymanagements und sein Team sowie unterstützt durch den zuständigen Betriebsrat,
- 3) die Pilger Facility Management GmbH, vertreten durch ihren Geschäftsführer.

In den ersten beiden Institutionen wurde das Projekt durchgeführt und hatte damit unmittelbare Wirkung in den Gebäuden und auf deren NutzerInnen, die Pilger Facility Management GmbH gab wertvolle Informationen und Hinweise aus der täglichen praktischen Arbeit und reflektierte gemeinsam mit dem Projektteam die erarbeiteten Empfehlungen. Für die Energie Steiermark wurde am 4. Februar 2014 auch noch eine Präsentation der Projektergebnisse für ausgewählte MitarbeiterInnen der Firma durchgeführt.

Durch die beiden durchgeführten ExpertInnenworkshops in der ENERGYbase und in der Energie Steiermark, bei denen die Ergebnisse externen TeilnehmerInnen präsentiert und die Empfehlungen diskutiert wurden, wurden die Zielgruppen des Projekts ebenso eingebunden und erreicht wie durch die Präsentation in einem Ausbildungslehrgang für angehende Facility ManagerInnen.

Die erarbeiteten Empfehlungen und die durchgeführte agentenbasierte Simulation stehen in Form eines digitalen Folders und eines Webtools für die interessierte Fachöffentlichkeit zur

Verfügung und werden auch noch über eine Presseaussendung nach Approbation des Projektes beworben.

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

Da es sich bei „Build to satisfy“ um kein technologisches, sondern um ein sozialwissenschaftliches Projekt handelt, ist das Markt- bzw. Realisierungspotenzial nicht relevant.

Bzgl. des Verbreitungspotenzials wurde bereits auf den erarbeiteten Empfehlungskatalog hingewiesen, der über die Websites der Projektpartner und über eine Presseaussendung beworben und verbreitet wird.

Weiters gibt es bereits eine Anfrage eines externen Teilnehmers des Expertenworkshops bei der Energie Steiermark, eine derzeit laufende Errichtung eines Plusenergiegebäudes mit den Fragestellungen dieses Projektes zu begleiten und zu evaluieren. Genauer wird in den nächsten Wochen dazu besprochen werden.

## **5 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen**

Zusammenfassend können aus dem Projekt folgende Erkenntnisse angeleitet werden:

Die Ergebnisse aus den beiden Fallstudien zeigen unmissverständlich, dass niedriger Energieverbrauch in Bürogebäuden mit einer hohen durchschnittlichen Nutzerzufriedenheit vereinbar ist. Ein geringer (fossiler) Energieverbrauch für Heizen, Kühlen und Elektrizität muss ganz und gar nicht „Sparen am Gebäudenutzer“ bedeuten. Im Gegenteil, in solchen Gebäuden werden Bedingungen für NutzerInnen bereitgestellt, die im Vergleich zu herkömmlichen Bürogebäuden sehr positiv eingeschätzt werden, bei gleichzeitig signifikant geringeren Betriebskosten.

Die Basis für die hohe Zufriedenheit der NutzerInnen wird bereits bei der Planung und Errichtung der Gebäude gelegt. In der Betriebsphase ist es dann vor allem ein gut abgestimmtes Zusammenspiel zwischen Facility Management, Gebäudetechnik und Nutzeranforderungen, das hohe Zufriedenheitsniveaus garantiert. Hohe Energieeffizienz hat keine direkten negativen Auswirkungen auf die Zufriedenheit der NutzerInnen. Indirekte konstruktionsbedingte Einschränkungen, die sich ungünstig auf die Zufriedenheit auswirken, konnten jedoch beobachtet werden. Die drei wichtigsten Aspekte dabei waren (1) trockene Raumluft in der Heizperiode, (2) mangelhafte Raumakustik sowie (3) unzureichende Belüftungsmöglichkeiten in stark exponierten Bereichen. Alle anderen, die Zufriedenheit der

NutzerInnen negativ beeinflussenden Faktoren stehen in keinen Zusammenhang mit der hohen Energieeffizienz der Gebäude. Die Ergebnisse deuten auch darauf hin, dass individuelle Kontrollmöglichkeiten auf Seiten der NutzerInnen für die subjektive Zufriedenheit stark an Bedeutung verlieren, wenn Komfortparameter vom Facility Management innerhalb bestimmter Grenzwerte gehalten werden.

Die Überprüfung der im Rahmen der standardisierten österreichweiten Befragung getesteten Hypothesen ergab folgendes Bild:

- Je besser der Informationsfluss und je größer die Mitbestimmungsmöglichkeiten bei Planung und Ausführung, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen mit dem Gebäude. Diese Hypothese wurde bestätigt.
- Je besser die Einschätzung der Arbeit des Facilitymanagements, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde bestätigt.
- Je mehr Möglichkeiten für individuelle Einstellung, Regelung und Kontrolle, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde teilweise bestätigt.
- Je größer das eigene Bewusstsein für Energieeffizienz, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde nicht ausgewertet.
- Je besser die Einschätzung des Arbeits- und Betriebsklimas, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde bestätigt.
- Je höher die Identifikation mit dem energieeffizienten Gebäude, desto höher die Zufriedenheit der NutzerInnen. Diese Hypothese wurde nicht bestätigt.

Das Projektteam hat aus diesem Projekt zahlreiche Erfahrungen und Informationen aus dem Arbeitsfeld des Gebäudebetriebs und des Facility- und Gebäudemanagements mitgenommen. Diese Ergebnisse sind so interessant und wahrscheinlich auch neu, dass in einem Fortsetzungsprojekt sehr gut auf dieser Basis aufgebaut werden kann. Ebenso gibt es Interesse von externer Seite, diese Ergebnisse in eine weitere Evaluation bei einem gerade entstehenden Gebäude einzubringen. Sehr viele Erkenntnisse, die am Beginn des Projekts noch nicht bestanden haben (z.B. Wie wichtig sind Diversity-Kriterien bei dieser Fragestellung? Wie weit ist es möglich, eine agentenbasierte Simulation für diese Fragestellung zu entwickeln und in diese reale empirische Ergebnisse einzuspeisen?), sind nun in einem ersten Zugang aufgeworfen, bedürfen aber sicher einer noch gründlicheren Analyse und Betrachtung.

Die Projektergebnisse sind für ArchitektInnen, GebäudeplanerInnen, GebäudeerrichterInnen, GebäudebetreiberInnen, Facility- und GebäudemanagerInnen, Haustechnikplanende und Haustechnikbetreibende und Lehrende in diversen universitären und Fachhochschulausbildungen sowie FM-Lehrgängen interessant und relevant. Sie können diese Ergebnisse und die erarbeiteten Empfehlungen in ihrer täglichen Praxis bzw. in ihrer Lehrtätigkeit umsetzen und verbreiten. Je nach Aufgabenstellung können dabei die auf die Zielgruppen zugeschnittenen Empfehlungen benützt und berücksichtigt werden.

## 6 Ausblick und Empfehlungen

Das Projekt „Build to satisfy“ untersuchte die Frage des Einflusses von NutzerInnen auf den Betrieb von innovativen, technologisch hervorragend ausgestatteten, höchst energieeffizienten Niedrigst-, Passivhaus und Plusenergiegebäuden. Welchen Einfluss können die NutzerInnen bis zu welchem Ausmaß auf die Technologien des Gebäudes nehmen? Welche Regelungsmöglichkeiten stehen ihnen zur Verfügung? Wie zufrieden sind sie mit diesen? Welche Unterschiede gibt es bzgl. Diversity-Kriterien?

Das Projekt hat diese Fragestellungen in einem ersten Anlauf beantwortet, aber auch die Grenzen und Möglichkeiten dieser Fragestellungen aufgezeigt. Bisher liegen auch nur wenige sozialwissenschaftliche Untersuchungen und Publikationen zu diesem Thema vor.

Ausgehend von den Ergebnissen dieses Projekts wäre eine weitere vertiefende Betrachtung des Forschungsgegenstandes sinnvoll und notwendig. Dienstleistungsgebäude dieser Art verbreiten sich – nicht zuletzt dank des Programms „Haus der Zukunft plus“ – sicher noch technischer und sozialwissenschaftlicher Begleitung. Auf diese Weise könnten zum Beispiel einige Gebäude, die in diesem Projekt in der quantitativen österreichweiten Befragung involviert waren, einer differenzierteren Analyse unterzogen werden – bzgl. der dabei wichtigen Themen und Fragestellungen wurde in diesem Projekt sehr viel gelernt. Interesse daran scheint auch von verschiedenen Seiten gegeben, wie das Projektteam aus mehreren Rückmeldungen von GebäudebetreiberInnen weiß.

Sicher ebenso interessant wäre es, die in diesem Projekt erarbeiteten Empfehlungen in der Praxis mit den angesprochenen Zielgruppen umzusetzen und zu evaluieren, um zu sehen, in welchem Ausmaß sie einem „Reality Check“ standhalten bzw. in welcher Hinsicht sie noch geändert und verbessert werden müssten.

Auch eine Weiterführung des ersten Versuchs, eine agentenbasierte Modellierung für die Fragestellungen dieses Projekts durchzuführen, wäre sehr interessant und innovativ – nicht auch zuletzt deshalb, weil in die Durchführung der ABM in diesem Projekt überproportional viel Zeit und Energie geflossen ist..

In diesem Sinne sollte das Thema „NutzerInnen in innovativen grünen Dienstleistungsgebäuden“ mit diesem Projekt nicht als abgeschlossen und abgehakt betrachtet werden. Vielmehr ist zu hoffen, dass damit die Tür zu weiteren Forschungsvorhaben und wissenschaftlichen Herausforderungen aufgestoßen worden ist.



## 7 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

### 7.1 Literaturverzeichnis

Afman, Chappin et al., 2010. Agent-based model of transitions in consumer lighting.

AG Queer STS [Anslinger, Julian; Hofstätter, Birgit; Kink, Susanne; Scheer, Lisa; Schlager (Käfer), Jenny; Thaler, Anita & Wicher, Magdalena], 2013. Geschlechterwissen in der Hirnforschung: Ein queerer Blick aus den Science and Technology Studies. In: Freiburger Zeitschrift für Geschlechterstudien, 19/1, 67-84.

Aune, M., Berker, T., Bye, R., 2008. The missing link which was already there. Building operators and energy management in non-residential buildings. *Facilities* 27, 44-55.

Azar, Menazza, 2010. A conceptual framework to energy estimation in buildings using agent based modelling.

Azar, Menassa, 2011. A decision framework for energy use reduction initiatives in commercial buildings.

Bayer, G., Sturm, Th., Hinterseer, S., 2011. Kennzahlen zum Energieverbrauch in Dienstleistungsgebäuden. Studie im Auftrag des KLI:EN im Rahmen des Programms „Neue Energien 2020“, ÖGUT Wien.

Biermayr, P., Baumann, B., Schriefl, E., Skopetz, H., 2001. Erfolgsfaktoren zur Markteinführung innovativer Wohnbauten. BMVIT, Wien.

Brown, Z., 2009. Occupant comfort and engagement in green buildings: Examining the effects of knowledge, feedback and workplace culture (PhD Thesis). University of British Columbia, Vancouver.

Brown, Z., Cole, R.J., 2009. Influence of occupants' knowledge on comfort expectations and behaviour. *Building Research & Information* 37, 227 - 245.

Charles, K.E., 2003. Fanger`s Thermal comfort and draught models. National research council Canada, IRC research report RR-162.

Chen, Taylor et al. 2012. Modelling building occupant network energy consumption decision making: The interplay between network structure and conservation.

Cohen, J., 1988. Statistical power analysis for the behavioural sciences, 2nd edition. Hillsdale: Lawrence Erlbaum.

Costanzo, M., Archer, D., Aronson, E., Pettigrew, T., 1986. Energy conservation behavior. The difficult path from information to action. *American Psychologist* 41, 521-528.

- Darby, S., 2008. Energy feedback in buildings: improving the infrastructure for demand reduction. *Building Research & Information* 36, 499-508.
- Duangsuwan, J., Kecheng, L., 2009. Normative Multi-agent System for Intelligent Building Control, *Knowledge Engineering and Software Engineering*, 2009. KESE '09. Pacific-Asia Conference on, pp. 197-200.
- Ebel, W., Großklos, M., Knissel, J., Loga, T., Müller, K., 2003. Wohnen in Passiv- und Niedrigenergiehäusern. Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt.
- Engvall, K., Norrby, C., Sandstedt, E.. The Stockholm Indoor Environment Questionnaire: A sociologically based tool for the assessment of indoor environment and health in dwellings. *Indoor Air*, Vol. 14, Iss. 1, 2004.
- Feuersenger, U., 2008.: Lebensraum in der Stadt. Studie zur Wahrnehmung und Bewertung der städtischen Wohnumwelt. VDM Verlag Saarbrücken.
- Gilbert, G.N., Troitzsch, K.G., 2005. Simulation for the social scientist, 2nd ed., Open University Press, Maidenhead.
- Gill, Z.M., Tierney, M.J., Pegg, I.M., Allan, N., 2010. Low-energy dwellings: the contribution of behaviours to actual performance. *Building Research & Information* 38, 491 - 508.
- Gram-Hanssen, K., 2010. 'Residential heat comfort practices: Understanding users'. *Building Research and Information* 38(2): 175-86.
- Gram-Hanssen, K., 2011. Understanding change and continuity in residential energy consumption. *Journal of Consumer Culture* 11, 61-78.
- Greml, A., Blümel, E., al., e., 2004. Technischer Status von Wohnraumlüftungen. Evaluierung bestehender Wohnraumlüftungsanlagen bezüglich ihrer technischen Qualität und Praxistauglichkeit. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien.
- Heerwagen, J., 2000. Green buildings, organizational success and occupant productivity. *Building Research & Information* 28, 353-357.
- Hollander, C.D., Wu, A.S., 2011. The Current State of Normative Agent-Based Systems. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 14, 6.
- Jelsma, J., 2001. SMART Work Package 4.1: Final Report. The SMART system and its test building: matching design logics. ECN, Petten.
- Jelsma, J., Kets, A., Kamphuis, I.G., Wortel, W., 2002. SMART Work Package 4.2: SMART field test: Experience of users and technical aspects. ECN, Petten.
- Junnila, S., 2007. The potential effect of end-users on energy conservation in office buildings. *Facilities* 25, 329-339.

- Junnila, S., (2007). The potential effect of end-users on energy conservation in office buildings. *Energy conservation* Vol. 25. No. 7/8.
- Kashif, Ploix et al., 2013. Simulating the dynamics of occupant behaviour for power management in residential buildings.
- Kempton, W., Darley, J.M., Stern, P.C., 1992. Psychological Research for the New Energy Problems. Strategies and Opportunities. *American Psychologist* 47, 1213-1223.
- Keul, A.G., 2001. Energiesparprojekte und konventioneller Wohnbau - eine Evaluation. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Wien.
- Keul, A.G., 2010. Zur Akzeptanz des Passivhauses im Massenwohnbau. Evaluation (POE) acht österreichischer Siedlungen und Vergleich mit konventionellen Bauten. *Umweltpsychologie* 14, 66-88.
- Kovacic, I.: *Integrale Planung. Leitfaden für Public Policy, Planer und Bauherrn.* Wien, o.J.
- Krömker, D., 2008. Globaler Wandel, Nachhaltigkeit und Umweltpsychologie. In E.D. Lantermann & V.H. Linnebeer (Eds.), *Enzyklopädie der Psychologie* (Vol. Serie IX, Umweltpsychologie (Vol.1), pp.715 -747). Göttingen: Hogrefe.
- Krömker, D., Werner, J., 2009. Interventionen für den Klimaschutz im Bau- und Sanierungsbereich: eine Bewertung aus handlungstheoretischer Sicht. *Umweltpsychologie*, 24 (1).
- Leaman, A., Bordass, B., 2007. Are users more tolerant of 'green' buildings? *Building Research & Information* 35, 662-673.
- Leaman, A. Stevenson, F. & Bordass, B. 2010. Building evaluation: practices and principles. *Building Research and Information*, 38, 564-577.
- Lee, T., Yao, R., 2011. A Prototype domestic energy model using intelligent agents.
- Miller, J.H., Page, S.E., 2007. *Complex Adaptive Systems – An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton University press.
- Ornetzeder, M., Rohracher, H., 2001. Erfahrungen und Einstellungen von NutzerInnen als Basis für die Entwicklung nachhaltiger Wohnkonzepte mit hoher sozialer Akzeptanz, *Berichte aus Energie- und Umweltforschung.* BMVIT, Wien.
- Oudshoorn, N.; Rommes, E. & Stienstra, M., 2004. Configuring the User as Everybody: Gender and Design Cultures in Information and Communication Technologies. In: *Science Technology Human Values*, vol. 29 no. 1 30-63.
- Phan, D., Varenne, F., 2010. Agent-Based Models and Simulations in Economics and Social Sciences: From Conceptual Exploration to Distinct Ways of Experimenting. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 13, 5.

- Rohracher, H., Kukovetz, B., Ornetzeder, M., Zelger, T., Enzensberger, G., Gadner, J., Zelger, J., Buber, R., 2001. Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. BMVIT, Wien.
- Rohracher, H., Ornetzeder, M., 2002. Intelligent and green? Nutzerzentrierte Szenarien für den Einsatz von I&K-Technologien in Wohngebäuden unter dem Gesichtspunkt ihrer Umwelt- und Sozialverträglichkeit, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. BMVIT, Wien.
- Rohracher, H., Ornetzeder, M., 2008. Wohnen im ökologischen Haus der Zukunft. Eine Bestandsaufnahme sozio-ökonomischer Projekte im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“, Berichte aus Energie- und Umweltforschung. BMVIT, Wien.
- Röpke, I., 2009. Theories of practice – new inspiration for ecological economic studies on consumption. *Ecological Economics* 68, 2490–2497.
- Schatzki, T.R., Knorr-Cetina, K., von Savigny, E. (Eds.), 2001. *The Practice Turn in Contemporary Theory*. Routledge, London.
- Seppänen, O., 2004. A procedure to estimate the cost effectiveness of the indoor environment improvements in office work. In: IBO (Hrsg.): *Gesunde Raumluf – Schadstoffe in Innenräumen*. Tagungsband, Wien.
- Southwell, M., 1997. Black Stockings and Pot Pourri: Gender Issues in Design and Technology. *International Journal of Art and Design Education*. Vol. 16, Issue 2, 181-187.
- Stemers, K., Yun, G.Y., 2009. Household energy consumption: a study of the role of occupants. *Building Research & Information* 37, 625 - 637.
- Stern, P.C., 1992. What psychology knows about energy conservation. *American Psychologist* 47, 1124-1232.
- Stevenson, F., Leaman, A., 2010. Evaluating housing performance in relation to human behaviour: new challenges. *Building Research & Information* 38, 437 - 441.
- Stieldorf, K., Juri, H., Haider, R., König, U., Unzeitig, U., 2001. Analyse des NutzerInnenverhaltens in Gebäuden mit Pilot- und Demonstrationscharakter. Hrsg. vom BMVIT, Wien.
- Suschek-Berger, J., Ornetzeder, M., 2006: *Kooperative Sanierung. Modelle zur Einbeziehung von BewohnerInnen bei nachhaltigen Gebäudesanierungen*. Berichte aus Energie und Umweltforschung 54/2006, hrsg. vom BMVIT, Wien.
- Suschek-Berger J.; Ornetzeder, M., 2007: *Kooperative Sanierung. Methoden zur Einbeziehung von BewohnerInnen bei umfassenden Gebäudesanierungen*. Wien.
- Timpe, C., 2009. *Smart Domestic Appliances Supporting the System Integration of Renewable Energy*. Öko-Institut e.V.

- Wagner, W., Lechner, R., Suschek-Berger, J., 2004-2010: Zehn Endberichte zum HdZ-Projekt „Innovative Baukonzepte“, Berichte aus Energie- und Umweltforschung, BMVIT, Wien.
- Warde, A., 2005. 'Consumption and Theories of Practice', *Journal of Consumer Culture* 5(2): 131-53
- Wicher, M., 2014. Satisficing the Users – Zur Komplexität der Zufriedenheit von NutzerInnen in grünen Bürogebäuden. Diplomarbeit Karl-Franzens-Universität Graz, noch unveröffentlicht.
- Wiegand, J., 2004. Handbuch Planungserfolg: Methoden, Zusammenarbeit und Management als integraler Prozess. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich. Zürich.
- Wilson, C., Dowlatabadi, H., 2007. Models of Decision Making and Residential Energy Use. *Annual Review of Environment and Resources* 32, 169-203.
- Yates, S.M., Aronson, E., 1983. A social psychological perspective on energy conservation in residential buildings. *American Psychologist* 38, 435-444.
- Zeiler, W., van Houten, R., Boxem, G., 2009. SMART Buildings: Intelligent Software Agents. In: Howlett, R.J., Jain, L.C., Lee, S.H. (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Sustainability in Energy and Buildings (SEB'09)*. Springer, Berlin / Heidelberg, pp. 9-17.
- Zhang, Siebers et al., 2011. Modelling electricity consumption in office buildings: an agent based approach.

## 7.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Streuung des Energiebedarfs von Passivhäusern aufgrund unterschiedlichen NutzerInnenverhaltens (Quelle: Ebel et al., 2003) .....	16
Abbildung 2: OSA-Modell (adaptiert nach Krömker & Dehmel, 2010) .....	18
Abbildung 3: FM-Leistungen sichern das Kerngeschäft des Gebäudenutzers .....	24
Abbildung 4: Gebäude der ENERGYbase in Wien .....	30
Abbildung 5: Headquarter der Energie Steiermark in Graz .....	31
Abbildung 6: Altersverteilung ENERGYbase .....	37
Abbildung 7: ENERGYbase, Steuerungspaneel für Beleuchtung und Jalousien.....	40
Abbildung 8: ENERGYbase – Verhaltensoptionen zur Regelung prinzipiell und Verhalten konkret .....	41
Abbildung 9: ENERGYbase Grundriss 2.–4. Obergeschoss Büros.....	44
Abbildung 10: ENERGYbase, zwei typische Bürosituationen im Gruppenbüro .....	44
Abbildung 11: ENERGYbase, Pflanzenpuffer zur Befeuchtung der Raumlufte .....	50
Abbildung 12: Bewertung der Arbeit des Facility Managements .....	53
Abbildung 13: Zufriedenheit mit den Komfortparametern, Rückzugsmöglichkeiten und Arbeitsplatz gesamt (in %).....	54
Abbildung 14: Altersverteilung der TeilnehmerInnen an der Online-Umfrage der Energie Steiermark.....	55
Abbildung 15: Regelungsschalter in der Energie Steiermark .....	59
Abbildung 16: Antworten über das prinzipiell mögliche und konkret ausgeführte Verhalten (in %).....	61
Abbildung 17: Häufigkeiten des Verhaltens, über die Kategorien Fenster bzw. Jalousien/Gardinen Öffnen/Schließen, Heizung/Kühlung bzw. Beleuchtung Anpassen und Belüftungssteuerung Regulieren (in %) .....	61
Abbildung 18: Beleuchtungselement in der Energie Steiermark .....	62
Abbildung 19: Grundriss Energie Steiermark 5. Obergeschoss .....	63
Abbildung 20: Bewertung der Arbeit des Facility Managements (in %) .....	72

Abbildung 21: Zufriedenheit mit Komfortparametern, Rückzugsmöglichkeit und dem Büroarbeitsplatz gesamt in der Energie Steiermark (in %)	73
Abbildung 22: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Alter in der Energie Steiermark	74
Abbildung 23: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Geschlecht in der Energie Steiermark	74
Abbildung 24: Altersverteilung der TeilnehmerInnen an der Online-Österreichumfrage	76
Abbildung 25: Antworten über das prinzipiell mögliche und konkret ausgeführte Verhalten (in %)	77
Abbildung 26: Häufigkeiten des Verhaltens, über die Kategorien Fenster bzw. Jalousien/Gardinen Öffnen/Schließen, Heizung/Kühlung bzw. Beleuchtung Anpassen und Belüftungssteuerung Regulieren (in %)	78
Abbildung 27: Bewertung der Arbeit des Facility Managements (in %)	79
Abbildung 28: Zufriedenheit mit den Umgebungsparametern und Rückzugsmöglichkeit nach Geschlecht in der Energie Steiermark	80
Abbildung 29: Primärenergieverbräuche von Bürogebäuden (Quelle: Bayer, et al., 2011)	88
Abbildung 30: Anteile verschiedener Gebäude-Dienstleistungen am Stromverbrauch bei typischen Bürogebäuden	89
Abbildung 31: Komfortdiagramm für die Umgebungsbedingungen Raumtemperatur und Raumfeuchtigkeit. Die unterschiedlichen Farben entsprechen verschiedenen Werten für die PMV	90
Abbildung 32: Typischer Verlauf der Konvertierung der Agenten in „Low energy consumers“ (grüne Linie) (Azar, Menazza, 2010)	92
Abbildung 33: (A) Änderungen der Agentenzahl in den verschiedenen Verbraucherkategorien, (B) Gesamtenergieverbrauch (Summe aller Einzelverbraucher), (D) Gesamtkosten als Summe der Energiekosten und der Kosten der Maßnahmen (nur die Feedback-Maßnahme verursacht Kosten)	93
Abbildung 34: Energieverbräuche verschieden aufgebauter Netzwerke, laut der Beschreibung im Text. Die Graphik oben links entspricht dem Ergebnis für einen einzelnen Simulationsdurchlauf (Chen, Taylor, 2012)	95
Abbildung 35: Beispiel für eine mögliche Verteilung der MiKT und des iKB. Die Mittelwerte und die Standardabweichung für diese beiden Verteilungen sind per Slider einstellbar	101
Abbildung 36: Beispiel von möglichen Komfortbereichen für 5 Mitarbeiter (Agenten)	101

- Abbildung 37: Raumtemperatur (grün) ändert sich, solange bis der Komfortbereich des/der einzelnen MitarbeiterIn erreicht ist (statistisch generierter Komfortbereich hier:  $20,8^{\circ} \leq$  Raumtemperatur  $\leq 22,5^{\circ}$  C.....104
- Abbildung 38: Die längerfristige Raumtemperatur ist im ersten Fall stabil, im zweiten Fall führen permanente Aktivitäten (Heizen/Kühlen) zu einem Schwanken der Temperatur..... 105
- Abbildung 39: Während bei einem/einer MitarbeiterIn die Endtemperatur im „Winter-Fall“ immer kühler als seine Optimaltemperatur blieb, liegt bei mehreren MitarbeiterInnen die Endtemperatur sehr häufig über der „durchschnittlichen Optimaltemperatur“ (arithmetischer Mittelwert aller Optimaltemperaturen der MitarbeiterInnen). .....105
- Abbildung 40: Die längerfristige Raumtemperatur ist im ersten Fall nicht stabil, im zweiten Fall bleibt die Temperatur wesentlich näher an der durchschnittlichen Optimaltemperatur. 106



### 7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Regelungsmöglichkeiten von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung nach den Dimensionen Verständlichkeit, Zugänglichkeit und Geschwindigkeit (in %) .....	41
Tabelle 2: Zufriedenheit mit Informationen über Komfortparameter und Haustechnik (in %).	58
Tabelle 3: Regelungsmöglichkeiten von Temperatur, Beleuchtung und Belüftung nach den Dimensionen Verständlichkeit, Zugänglichkeit und Geschwindigkeit (in %) .....	60
Tabelle 4: Zusammenhänge zwischen arbeitsplatzbezogenen Zufriedenheitsfaktoren und sozialen Aspekten der Zufriedenheit am Arbeitsplatz .....	82
Tabelle 5: Disseminationstätigkeiten im Projekt.....	115