



Themenbereich Gebäude

# Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten

Forschungsprojekt FP-2.2.1  
Bericht, Dezember 2013

# 12

2011

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

2019

2020

**Auftraggeber**

Energieforschung Stadt Zürich  
Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

**Auftragnehmer**

econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, 8002 Zürich  
www.econcept.ch

TEP Energy GmbH, Rotbuchstr. 68, 8037 Zürich  
www.tep-energy.ch

**Autorinnen und Autoren**

Walter Ott, econcept AG (Projektleitung)  
Roman Bolliger, econcept AG  
Stephanie Bade, econcept AG  
Annelies Karlegger, econcept AG  
Andrea Jaberg, econcept AG  
Dr. Martin Jakob, TEP Energy GmbH  
Heike Berleth, TEP Energy GmbH

**Begleitgruppe**

Dr. Heinrich Gugerli, Amt für Hochbauten (AHB)  
Christine Kulemann, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ) – Co-Referentin  
Alex Martinovits, Stadtentwicklung Zürich (STEZ)  
Sandra Nigsch, Amt für Städtebau (AFS)  
Toni W. Püntener, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)  
Dr. Klemens Rosin, Statistik Stadt Zürich (SSZ)  
Marcel Thoma, ewz  
Marcel Wickart, ewz – Co-Referent

**Zitierung**

Ott W., Jakob M., Bolliger R., Bade S., Karlegger A., Jaberg A., Berleth H. 2013:  
Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten. Energieforschung Stadt Zürich. Bericht Nr. 12, Forschungsprojekt FP-2.2.1.

Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich. Der vollständige Bericht kann unter [www.energieforschung-zuerich.ch](http://www.energieforschung-zuerich.ch) bezogen werden.

**Kontakt**

Energieforschung Stadt Zürich  
Geschäftsstelle  
c/o econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, 8002 Zürich  
[reto.dettli@econcept.ch](mailto:reto.dettli@econcept.ch) 044 286 75 75

**Titelbild**

Luca Zanier, Zürich

# Energieforschung Stadt Zürich

Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

Energieforschung Stadt Zürich ist ein auf zehn Jahre angelegtes Programm und leistet einen Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft. Dabei konzentriert sich Energieforschung Stadt Zürich auf Themenbereiche an der Nahtstelle von sozialwissenschaftlicher Forschung und der Anwendung von neuen oder bestehenden Effizienztechnologien, welche im städtischen Kontext besonders interessant sind.

Im Auftrag von ewz betreiben private Forschungs- und Beratungsunternehmen sowie Institute von Universität und ETH Zürich anwendungsorientierte Forschung für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Die Forschungsergebnisse und -erkenntnisse sind grundsätzlich öffentlich verfügbar und stehen allen interessierten Kreisen zur Verfügung, damit Energieforschung Stadt Zürich eine möglichst grosse Wirkung entfaltet – auch ausserhalb der Stadt Zürich. Geforscht wird zurzeit in zwei Themenbereichen.

## **Themenbereich Haushalte**

Der Themenbereich Haushalte setzt bei den Einwohnerinnen und Einwohnern der Stadt Zürich an, die zuhause, am Arbeitsplatz und unterwegs Energie konsumieren und als Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in vielerlei Hinsicht eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft einnehmen. Dabei werden insbesondere sozialwissenschaftliche Aspekte untersucht, die einen bewussten Umgang mit Energie fördern oder verhindern. In Feldversuchen mit Stadtzürcher Haushalten wird untersucht, welche Hemmnisse in der Stadt Zürich im Alltag relevant sind und welche Massnahmen zu deren Überwindung dienen.

## **Themenbereich Gebäude**

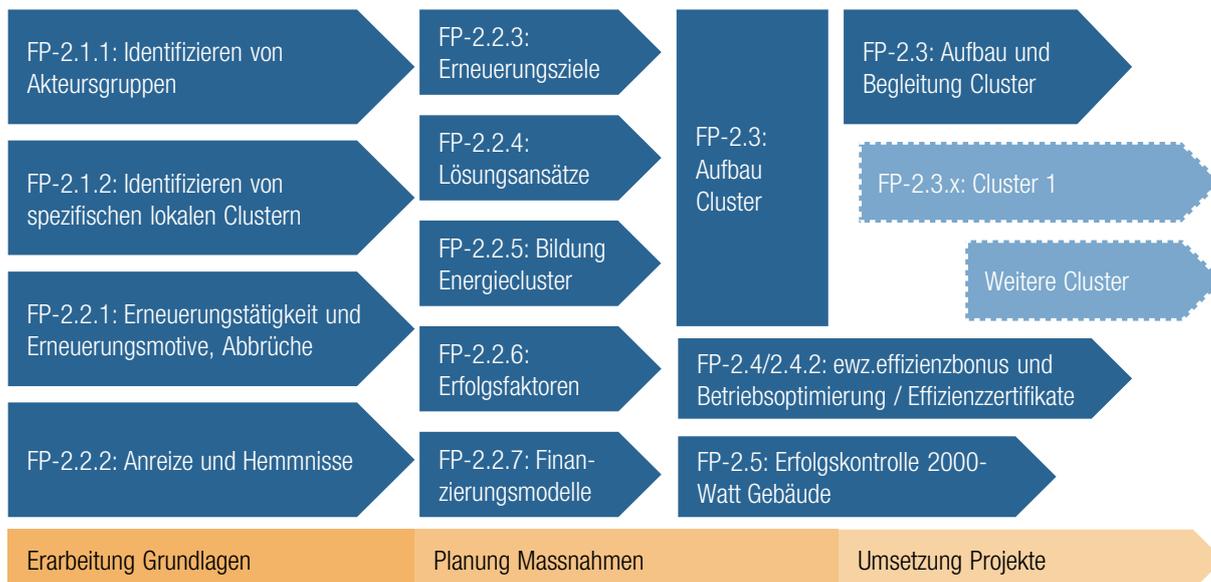
Der Themenbereich Gebäude setzt bei der Gebäudeinfrastruktur an, welche zurzeit für rund 70 Prozent des Endenergieverbrauchs der Stadt Zürich verantwortlich ist. In wissenschaftlich konzipierten und begleiteten Umsetzungsprojekten sollen zusammen mit den Eigentümerinnen und Eigentümern sowie weiteren Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern Sanierungsstrategien für Gebäude entwickelt und umgesetzt werden, um damit massgebend zur Sanierung und Erneuerung der Gebäudesubstanz in der Stadt Zürich beizutragen. Im Vordergrund stehen die Steigerung der Energieeffizienz im Wärmebereich und die Minimierung des Elektrizitätsbedarfs.

## Übersicht und Einordnung der Forschungsprojekte

Übersicht der Forschungsprojekte (FP) im Themenbereich Haushalte für die Jahre 2013/2014.



Übersicht der Forschungsprojekte (FP) im Themenbereich Gebäude für die Jahre 2013/2014.



# Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Zusammenfassung</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Z-1 Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| Z-1.1 Ausgangslage   | 1         |
| Z-1.2 Zielsetzungen und Fragestellungen                                      | 1         |
| <b>Z-2 Wohngebäude</b>   | <b>2</b>  |
| Z-2.1 Erneuerungstätigkeit   | 2         |
| Z-2.2 Kontext der Erneuerungstätigkeit                                       | 3         |
| Z-2.3 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens                          | 4         |
| <b>Z-3 Bürogebäude</b>   | <b>4</b>  |
| Z-3.1 Ausgestaltung und Aussagekraft der empirischen Erhebung                | 4         |
| Z-3.2 Erneuerungstätigkeit   | 5         |
| Z-3.3 Ziele, Motive und Entscheidungsprozesse                                | 6         |
| Z-3.4 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens                          | 9         |
| Z-3.5 Bestimmungsfaktoren der Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung     | 11        |
| <b>Z-4 Folgerungen für die Clusterbildung</b>                                | <b>12</b> |
| <b>1 Ausgangslage und Fragestellungen</b>                                    | <b>17</b> |
| 1.1 Ausgangslage   | 17        |
| 1.2 Zielsetzungen und Fragestellungen  | 18        |
| 1.3 Das Vorgehen im Überblick  | 19        |
| 1.4 Begriffe   | 20        |
| <b>2 Erneuerungsverhalten im Bereich Wohngebäude</b>                         | <b>23</b> |
| 2.1 Berücksichtigte Literatur zur Erneuerungstätigkeit bei Wohngebäuden      | 23        |
| 2.1.1 Schweiz  | 23        |
| 2.1.2 Bezug zur Stadt Zürich   | 24        |
| 2.2 Erneuerungstätigkeit   | 25        |
| 2.2.1 Auswertung von baubewilligungspflichtigen Arbeiten in der Stadt Zürich | 25        |
| 2.2.2 Erhebung bei Gebäudeeigentümern  | 27        |
| 2.3 Einflussfaktoren auf die Erneuerungstätigkeit                            | 33        |
| 2.4 Abgeleitete Strategien und Instrumente                                   | 36        |
| <b>3 Vorgehen und Grundlagen Bürogebäude</b>                                 | <b>37</b> |
| 3.1 Bestehende empirische Grundlagen zu Bürogebäuden in der Schweiz          | 37        |
| 3.2 Explorative Interviews   | 37        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.2.1    | Zweck und Vorgehen   | 37        |
| 3.2.2    | Ergebnisse der explorativen Interviews   | 38        |
| 3.3      | Entscheidungsmodell für energetische Erneuerungen (ex ante)                    | 45        |
| 3.3.1    | Modell   | 45        |
| 3.3.2    | Umsetzung in den statistischen Analysen  | 49        |
| 3.4      | Online Befragung   | 50        |
| 3.5      | Eigenschaften der realisierten Stichprobe und Aussagekraft                     | 51        |
| <b>4</b> | <b>Bürobauten: Ziele, Motive, Entscheidungsprozesse</b>                        | <b>56</b> |
| 4.1      | Bewirtschaftungsziele  | 56        |
| 4.2      | Wahl von Erneuerungszeitpunkt und Massnahmen(-paketen)                         | 57        |
| 4.2.1    | Auslöser für Erneuerungsmassnahmen   | 57        |
| 4.2.2    | Gründe für die Massnahmenwahl  | 59        |
| 4.2.3    | Gründe für den generellen Verzicht auf bauliche Massnahmen                     | 61        |
| 4.3      | Entscheidungsprozesse und Entscheidungsgrundlagen                              | 62        |
| 4.3.1    | Entscheidungsträger/innen  | 62        |
| 4.3.2    | Informationsbeschaffung  | 63        |
| 4.3.3    | Vergleich von baulichen Massnahmen mit unterschiedlicher energetischer Wirkung | 64        |
| 4.3.4    | Finanzierung   | 67        |
| 4.3.5    | Label und Fördermassnahmen   | 68        |
| 4.3.6    | Einfluss gesetzlicher Vorgaben auf Erneuerungsentscheide                       | 69        |
| 4.4      | Fazit zu Zielen, Motiven und Entscheidungsprozessen                            | 70        |
| <b>5</b> | <b>Ausstattung und Erneuerungsarbeiten</b>                                     | <b>74</b> |
| 5.1      | Gebäudehülle   | 74        |
| 5.1.1    | Was gilt als energetische Verbesserung?  | 74        |
| 5.1.2    | Übersicht Erneuerungsverhalten Gebäudehülle                                    | 75        |
| 5.1.3    | Massnahmen an der Fassade  | 75        |
| 5.1.4    | Massnahmen an den Fenstern   | 78        |
| 5.1.5    | Massnahmen am Dach   | 79        |
| 5.1.6    | Massnahmen an der Decke Untergeschoss/Keller                                   | 81        |
| 5.2      | Gebäudetechnik   | 82        |
| 5.2.1    | Übersicht Belüftung und Klimatisierung von Bürogebäuden                        | 82        |
| 5.2.2    | Was gilt als energetische Verbesserung?  | 83        |
| 5.2.3    | Übersicht Erneuerungsverhalten Gebäudetechnik                                  | 84        |
| 5.2.4    | Massnahmen an Raumwärme und Warmwasser   | 87        |
| 5.2.5    | Massnahmen am Wärmeverteilsystem   | 90        |
| 5.2.6    | Bestand Lüftung und Klimatisierung   | 90        |
| 5.2.7    | Massnahmen an der Luftaufbereitung   | 92        |
| 5.2.8    | Massnahmen an der Lüftungssteuerung  | 99        |
| 5.2.9    | Massnahmen an der Kältesteuerung   | 101       |
| 5.2.10   | Massnahmen an der Beleuchtung  | 103       |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.2.11   | Massnahmen im Bereich Solaranlagen  | 105        |
| <b>6</b> | <b>Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens und der Ausstattung der Gebäude mit Lüftung und Klimatisierung</b> | <b>107</b> |
| 6.1      | Einleitung und Inhalt des Kapitels  | 107        |
| 6.2      | Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens   | 108        |
| 6.3      | Bestimmungsfaktoren der Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung   | 114        |
| 6.4      | Schlussfolgerungen  | 121        |
| 6.4.1    | Erneuerungsverhalten  | 121        |
| 6.4.2    | Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung  | 122        |
| <b>7</b> | <b>Diskussion und Schlussfolgerungen</b>  | <b>124</b> |
| 7.1      | Erneuerungsrhythmus und Erneuerungstätigkeit  | 124        |
| 7.2      | Ziele und Motive bei der Gebäudebewirtschaftung und -erneuerung   | 125        |
| 7.3      | Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens   | 126        |
| 7.4      | Folgerungen für die Clusterbildung  | 127        |
|          | <b>Zitierte und zusätzlich verwendete Literatur</b>   | <b>131</b> |
|          | <b>Anhang</b>   | <b>137</b> |
| A-1      | Tabellen Instandsetzungen und Erneuerungen  | 137        |
| A-2      | Regressionsanalyse Erneuerungsverhalten   | 140        |
| A-3      | Regressionsanalyse Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung  | 144        |
| A-4      | Fragebogen  | 151        |



## Zusammenfassung

### Z-1 Einleitung

#### Z-1.1 Ausgangslage

Ausgehend von den städtischen Energie- und Klimaschutzzielen sowie den flankierenden städtebaulichen, wohnungs- und sozialpolitischen Zielen will die Stadt Zürich die energetische Gebäudeerneuerung beschleunigen und die Nutzung von Verdichtungs- und Ausbaureserven mit kostengünstigen, gesundheits- und umweltfreundlichen Erneuerungen und Ersatzneubauten fördern.

Der Teilbereich «Gebäude» von «Energieforschung Stadt Zürich - Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft» (EFZ) verfolgt einen kombinierten akteur- und gebäudeorientierten Ansatz. Bei diesem wird im Rahmen von Eigentümer- und Gebäudeclustern ein Informations- und Know-how-Austausch sowie gegenseitige Motivation von in Clustern zusammenarbeitenden Akteuren angestrebt. Die künftigen Clusteraktivitäten bezwecken, die energetische Gebäudeerneuerung zu beschleunigen und die dabei erreichten energetischen Standards massiv zu verbessern. Die Erfahrungen aus den Clusterarbeiten und -aktivitäten sollen breit kommuniziert werden. Damit sollen einerseits Vorbild-, Motivations- und Auslösewirkungen erzielt werden. Andererseits soll auf den Bedarf an unterstützenden Rahmenbedingungen hingewiesen werden (Massnahmen zum Abbau von Hemmnissen und zur Förderung weitgehender energetischen Erneuerungen). Die Ergebnisse aus den Untersuchungen sollen die Identifikation von eigentümer-, gebäude- und standortorientierten Erneuerungsklustern unterstützen und Grundlagen für die spätere Arbeit in den Erneuerungsklustern liefern.

#### Z-1.2 Zielsetzungen und Fragestellungen

Ausgehend von den bestehenden Grundlagen zum Stadtzürcher Gebäudepark (EFZ-Forschungsprojekt 2.1 «Der Gebäudepark in der Stadt Zürich», Jakob et al. 2012), verfolgt das hier vorliegende EFZ-Forschungsprojekt «Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten» (FP-2.2.1) die folgenden Zielsetzungen:

- Analyse von bisheriger Erneuerungstätigkeit, Erneuerungsverhalten und Erneuerungsmotiven und den relevanten Einflussfaktoren der verschiedenen Akteurgruppen für die in der Stadt Zürich zentralen Gebäudekategorien von Büro- und Verwaltungsgebäuden und von Wohnbauten (Mehrfamilienhäuser).
- Erfassung der aktuellen energierelevanten Ausstattung von Büro- und Verwaltungsbauten, um die bei diesen Gebäudekategorien bestehenden empirischen Wissenslücken zu schliessen.
- Exploration von Hemmnissen für energetische Erneuerungen bei der bisherigen Erneuerungstätigkeit, in Abstimmung mit FP-2.2.2 «Anreize und Hemmnisse» von (Wiencke und Meins 2012).

Da bei Wohnbauten in jüngerer und jüngster Zeit umfangreiche empirische Erhebungen zur Erneuerungstätigkeit, zum Erneuerungsverhalten sowie zu den massgeblichen Motiven und Einflussfaktoren erarbeitet wurden (Banfi, Ramseier et al. 2011; Banfi, Farsi, Jakob et al. 2012; Ott, Jakob et al. 2005), konzentrieren sich die empirischen Erhebungen im Rahmen des EFZ primär auf die Situation bei Büro- und Verwaltungsbauten. Bei Wohngebäuden werden die Folgerungen aus den bereits bestehenden empirischen Studien aufgearbeitet.

Vergangene Erhebungen bei Büro- und Verwaltungsbauten umfassten primär den Strom- und Wärmebedarf, die Optimierungspotenziale sowie die Entwicklung der Optimierungspotenziale in den letzten Jahren (Aiulfi et al. 2010). Auslöser, Motive, Hemmnisse, Erneuerungstätigkeit und der Ausstattungsgrad wurden dagegen bisher noch nicht hinreichend erfasst. Mit dem vorliegenden Projekt werden diese Wissenslücken für den Bürogebäudepark der Stadt Zürich mittels einer gross angelegten Befragung von Eigentümer/innen und Bewirtschafter/innen zu grossen Teilen geschlossen.

## Z-2 Wohngebäude

Bei den Wohngebäuden liegen gut abgestützte empirische Grundlagen zur Erneuerungstätigkeit bis zum Jahr 2010 vor. Die für eine Auswahl von fünf Kantonen (darunter der Kanton ZH) und die Stadt Zürich verfügbaren Daten können in erster Näherung auch für die Stadt Zürich als Grundlage für weitergehende Überlegungen verwendet werden, da die Analysen keine signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Gemeindetypen bzw. für die Stadt Zürich zeigten (Jakob et al. 2012).

### Z-2.1 Erneuerungstätigkeit<sup>1</sup>

Fenster werden am häufigsten energieeffizient erneuert, gefolgt von den Flachdächern, den Steildächern, der Kellerdecke und der Fassade. Zwischen 1996 und 2010 wurden bei rund 50% der Gebäude energetische Massnahmen im Fensterbereich durchgeführt (einfache Fenster-Instandsetzungen kamen nur bei wenigen Prozent der Gebäude vor).

| Gebäudeelement | 1996-2010 energetisch erneuert | Rate energetische Verbesserungen [% p.a.] |
|----------------|--------------------------------|---|
| Fassade        | 15%                            | 1% p.a.                                   |
| Fenster        | 52%                            | 3.5% p.a.                                 |
| Steildach      | 28%                            | 2% p.a.                                   |
| Flachdach      | 35%                            | 2.4% p.a.                                 |
| Kellerdecke    | 17%                            | 1.1% p.a.                                 |

Tabelle 1: Energetische Erneuerungen von Gebäudeelementen bei Wohnbauten im Kanton ZH in den Jahren von 1996-2010 (bezogen auf den Gebäudebestand 1990).

<sup>1</sup> Alle Angaben zur Erneuerung von Wohngebäuden beziehen sich nicht auf den gesamten Wohngebäudebestand, sondern nur auf die Gebäude aus den Bauperioden bis und mit 1990.

Diese Raten energetischer Erneuerungen waren in den letzten zwei Jahrzehnten bei den meisten Bauteilen in etwa konstant und stiegen aber in jüngerer Vergangenheit in der Tendenz leicht an, zum Teil erklärbar durch die gestiegenen Energiepreise und die verstärkte finanzielle Förderung mit Förderprogrammen.<sup>2</sup>

Bei den Erneuerungsmassnahmen am Fenster handelt es sich meistens um einen Fenstersersatz, wodurch in der Regel die Energieeffizienz erhöht wird. An der Fassade dominiert dagegen die Instandsetzung, d.h. eine Massnahme ohne energetische Verbesserung («Pinselsanierung» ohne Fassadenisolation). Massnahmen bei Steil- und Flachdächern umfassen mehrheitlich eine Energieeffizienzverbesserung (Isolation), ebenso Massnahmen an der Kellerdecke (falls solche durchgeführt werden). Bemerkenswert ist, dass ein Teil der Massnahmen manchmal nicht am ganzen Gebäude durchgeführt wird; insbesondere wurden bei einem Teil der Gebäude jeweils nicht alle Fenster ersetzt.

Die Untersuchung der Erneuerungstätigkeit bei Wohnbauten zeigt, dass in den letzten Jahren (seit 2005 bis 2010) die Rate energetischer Erneuerungen zumindest bei Fassaden und Fenstern zugenommen hat und je nach Bauperiode der Gebäude bei Fenstern bei 2.6% - 6% pro Jahr bzw. bei Fassaden bei 0.6% - 1.8% pro Jahr liegt. Bei Fenstern besteht somit kein Sanierungsstau und kein energetisches Erneuerungsdefizit. Bei Fassaden werden bei einem Teil der Gebäude die verfügbaren energetischen Effizienzpotenziale nicht ausgeschöpft.

## Z-2.2 Kontext der Erneuerungstätigkeit

Für Eigentümer/innen von Mehrfamilienhäusern, die sich für eine Renovation entschieden haben, sind Architekt/innen, Fachplaner/innen sowie Handwerker/innen und Bauunternehmen die wichtigste Informationsquelle. Von weit geringerer Bedeutung sind Fachmedien, Baufachmessen, öffentliche Beratungsstellen und dergleichen. Architekt/innen, Planer/innen und die ausführende Branche spielen daher bei Erneuerungsentscheiden eine zentrale Rolle. Aus diesen Gründen ist es bedeutsam, diese Fachleute angemessen über die Vorteile von Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen zu informieren und für die energiebezogene Beratungstätigkeit zu qualifizieren.

Die durchgeführten Renovationen wurden von den Befragten durch eine Vielzahl von intrinsischen Motiven und äusseren Einflussfaktoren begründet. Als Strategien für die Gebäudebewirtschaftung und -erneuerung wurden relativ häufig Werterhaltung und Wertsteigerung des Gebäudes sowie das Erreichen der Lebensdauer der Gebäudeelemente angegeben. Weitere Gründe sind Umwelt- und Klimaschutz- und Energiepreisüberlegungen, die Vergrösserung der Wohnfläche sowie qualitative Verbesserungen. Das Umwelt- und Klimaschutzmotiv ist insbesondere bei energieeffizienten Erneuerungen wichtig. Die Zahlungsbereitschaft für weitergehende Energiesparmassnahmen nimmt mit sich verbesserndem energetischem Standard ab, weil die Energieeffizienz nur noch unterproportio-

---

<sup>2</sup> Wir unterscheiden zwischen «Eingriffsrate» als Rate von Sanierungseingriffen mit und ohne energetischen Verbesserungen und «Erneuerungsrate» bzw. besser «energetischer Erneuerungsrate» als Rate von Sanierungen mit energetischen Verbesserungen. Reine Instandsetzungen ohne energetischen Mehrwert erhöhen somit die Eingriffsrate aber nicht die (energetische) Erneuerungsrate.

nal zunimmt (abnehmender Grenznutzen von Energiesparmassnahmen). Eine positive Werthaltung gegenüber Themen wie Energieeffizienz, Umwelt- und Klimaschutz oder Nachhaltigkeit fördert energetische Verbesserungen.

### **Z-2.3 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens**

Als **Auslöser** von Erneuerungsmassnahmen steht der alterungsbedingte Ersatz einzelner zentraler Bauelemente im Vordergrund, insbesondere der Gebäudehülle. Die Bauperiode der Wohnbauten und damit die bauliche und komfortmässige Gebäudequalität sind dabei massgeblich, wobei Gebäude aus der Bauperiode 1946-1970 die höchsten Erneuerungsraten aufweisen. Hingegen hatten gemäss Angaben der Befragten Handänderungen, Beratungsangebote, Fördermassnahmen und Gebäudelabels wenig Einfluss auf den Erneuerungszeitpunkt. Das im Wohngebäudebereich feststellbare Erneuerungsverhalten, welches bevorzugt zu Instandsetzungen und nicht zu energetischen Erneuerungen führt, hängt mit dem fehlenden Problembewusstsein, der starken Risikoaversion vieler Eigentümer/innen sowie mit offenbar hinreichendem Komfort vieler erneuerungsbedürftiger Wohnbauten zusammen.

Entsprechend sind die Förderung des Komfortbewusstseins, die Thematisierung von Komfort und von Massnahmen zum Abbau von Risikoaversion zentrale Elemente einer Strategie zur Mobilisierung energetischer Potenziale bei Gebäudeerneuerungen (vgl. Gebädeförderprogramm zum Abbau von Hemmnissen und Risikoaversion). Im Weiteren dürften die stark abnehmenden Grenznutzen energetischer Massnahmen das Anstreben sehr anspruchsvoller energetischer Zielsetzungen erschweren.

## **Z-3 Bürogebäude**

### **Z-3.1 Ausgestaltung und Aussagekraft der empirischen Erhebung**

Eine Befragung von Eigentümer/innen und Bewirtschaftenden von Bürogebäuden bildet die wichtigste Grundlage zur Beantwortung der Forschungsfragen zu den Büro- und Verwaltungsbauten. Die Befragung erfasste einerseits den Zustand der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik, die Ausstattung der Gebäude mit energierelevanten Attributen und die grundlegenden Gebäudemerkmale. Daneben wurden die Bewirtschaftungsziele und -motive, die Entscheidungsprozesse und die beigezogenen Entscheidungsgrundlagen bei Entscheidungen über Instandsetzungen, Erneuerungen oder Ersatzneubauten erhoben.

Werden nur Gebäude mit Büroräumen betrachtet<sup>3</sup>, umfasste der Rücklauf 370 ausgefüllte Fragebogen zu Gebäuden, bisherigen Erneuerungen und Ausstattung sowie 337 ausgefüllte Fragebogen zu den Motiven und dem Verhalten der Eigentümer/innen, was einer Rücklaufquote von 20.5% bzw. 18.7% entspricht.

---

<sup>3</sup> Die Daten mussten um Wohngebäude, Schulgebäude, Werkstätten, Atelierräumlichkeiten etc. bereinigt werden.

Die realisierte Stichprobe weist bezüglich Bauperiode, Standort, Denkmalschutz und Angebotszone keine Verzerrungen gegenüber der Grundgesamtheit auf. Dagegen ist die Eigentümerschaftskategorie «Privatpersonen als Bürogebäudeeigentümer/innen» deutlich überrepräsentiert, während die Stadt Zürich als Eigentümerin sowie Banken und Versicherungen unterrepräsentiert sind. Mittलगrosse Gebäude mit einer Nutzfläche zwischen 331 und 1'730 m<sup>2</sup> sind leicht überrepräsentiert, während sehr kleine Gebäude mit einer Nutzfläche von maximal 330 m<sup>2</sup> leicht unterrepräsentiert sind. Die Abweichungen zwischen der Grundgesamtheit und der realisierten Stichprobe sind insgesamt gering und teilweise durch das Erhebungsverfahren erklärbar. Rückschlüsse von der Stichprobe auf die Grundgesamtheit können als zulässig eingestuft werden.

### **Z-3.2 Erneuerungstätigkeit**

Tabelle 2 gibt eine Übersicht zur Erneuerungstätigkeit bei Bürogebäuden in der Stadt Zürich, differenziert nach den verschiedenen betrachteten Gebäudeelementen. Im Zeitraum 2000 bis 2012 wurde bei 27% der betrachteten Gebäude ein Eingriff (bzw. eine Sanierung) an der Fassade vorgenommen. Unter Berücksichtigung der statistischen Unsicherheit ergibt dies bei der Fassade eine Eingriffsrate von ca. 1.7 bis 2.5% pro Jahr (Tabelle 2). 39% der Fassadenerneuerungen waren energetische Verbesserungen. Folglich ergibt sich eine Rate der energetischen Verbesserungen von rund 0.6% bis 1.1% pro Jahr.

|   | Schätzung gemäss Bürogebäudebefragung: Erneuerungen in der Periode 2000 - 2012 |  |   | Vergleich mit Wohnbauten     |
|---|--|--|---|------------------------------|
| Gebäudeelement                            | Eingriffsrate <sup>4</sup>   | Rate energetischer Verbesserungen <sup>5</sup> | Anteil Eingriffe mit energetischen Verbesserungen | Rate energet. Verbesserungen |
| Fassade                                   | 1.7 - 2.5% p.a.  | 0.6 - 1.1% p.a.                                | 35 – 44%  | 1% p.a.                      |
| Fenster                                   | 2.4 – 3.2% p.a.  | 2.0 - 2.8 p.a.                                 | 83 – 87%  | 3.5% p.a.                    |
| Steildach                                 | 1.5 – 2.5% p.a.  | 1.1 - 2.0 p.a.                                 | 73 – 80%  | 2% p.a.                      |
| Flachdach                                 | 2.4 – 3.7% p.a.  | 1.6 - 2.8 p.a.                                 | 53 – 75%  | 2.4% p.a.                    |
| Kellerdecke                               | 0.8 – 1.4% p.a.  | 0.5 – 1.0 p.a.                                 | 62 – 71%  | 1.1% p.a.                    |
| Heizung, WW-Erzeugung und Wärmeverteilung | 4.3 – 5.2% p.a.  | k.A.   |   |                              |
| Heizung                                   | 3.5 – 4.4% p.a.  | 0.3 – 0.9 p.a.                                 | 9 – 20%   |                              |
| Lüftung & Klimatisierung                  | 4.1 – 5.2% p.a.  | 2.5 – 3.7 p.a.                                 | 61 – 71%  |                              |
| Beleuchtung                               | 4.1 – 5.0% p.a.  | 2.4 – 3.4 p.a.                                 | 61 – 68%  |                              |
| Solaranlage                               | 0.1 – 0.4% p.a.  |  |   |                              |

Tabelle 2: Eingriffsrate und Rate der energetischen Verbesserungen bei Büro- und Verwaltungsgebäuden sowie zum Vergleich die energetischen Erneuerungsraten bei den Gebäudehüllenelementen von Wohnbauten (Letztere kursiv; jeweils in Prozent pro Jahr).

Bei den Gebäudeelementen Fenster und Steildach von Bürogebäuden liegen die geschätzten Eingriffsraten und die Raten der energetischen Verbesserung relativ nah zusammen: Eine Erneuerung bedeutet bei diesen Gebäudeelementen fast immer auch eine energetische Verbesserung. Bei den Gebäudeelementen Flachdach, Kellerdecke, Lüftung und Klimatisierung, Beleuchtung und vor allem bei den Fassaden kommt es häufiger vor, dass die Gebäudeelemente instandgesetzt werden, ohne dass dies zu energetischen Verbesserungen führt. Energetische Verbesserungen an der Heizung sind hier sehr selten, da hier per Definition ausschliesslich der Wechsel auf ein neues, energetisch besseres Heizsystem als energetische Verbesserung betrachtet wird (Definition energetisch besseres Heizsystem, s. Tabelle 28).

Der Vergleich der energetischen Erneuerungsraten von Büro- und Wohnbauten zeigt, dass die Gebäudehülle bei beiden Gebäudekategorien ähnlich häufig energetisch verbessert wird, mit Ausnahme der Fenster, welche bei Bürobauten deutlich häufiger energetisch erneuert werden (3.5% p.a. statt 2.0 – 2.8% p.a.).

### Z-3.3 Ziele, Motive und Entscheidungsprozesse

Bei den Eigentümer/innen und Vertreter/innen der Eigentümerschaft wurden die Wichtigkeit verschiedener Bewirtschaftungsziele, vorhandene Entscheidungsprozesse und ver-

<sup>4</sup> Eingriffsrate: Anteil der Gebäude pro Jahr, bei denen eine Instandsetzung und/oder Erneuerung vorgenommen wird, auch Massnahmen, welche die Energieeffizienz nicht verbessern.

<sup>5</sup> Energetische Erneuerungsrate: Die energetische Erneuerungsrate umfasst nur den Anteil derjenigen Gebäude, bei welchen Erneuerungen vorgenommen wurden, welche die Energieeffizienz verbessern.

wendete Entscheidungsgrundlagen sowie die Auslöser für Erneuerungen und Gründe für und gegen energetische Verbesserungen erhoben. Die wichtigsten Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

### ***Bewirtschaftungsziele bei Büro- und Verwaltungsbauten***

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass der langfristige Erhalt der Gebäudesubstanz, der Kapitalerhalt, die Vermeidung von Leerständen, ein hoher Benutzer/innen-Komfort sowie ein geringer Instandhaltungs- und Erneuerungsaufwand für *alle* Eigentümer/innen hohe Priorität haben. Andere Bewirtschaftungsziele haben hingegen je nach Eigentümer/innen-Gruppe unterschiedliche Priorität:

- Eine hohe Rendite und hohe Mieterträge sowie der Werterhalt bzw. die Wertsteigerung sind vor allem bei Gebäuden wichtig, die vollständig vermietet werden, insbesondere wenn sie Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften, Entwicklungsgesellschaften oder Promotoren gehören.
- Sofern die Gebäudequalität (energetisch, ökologisch, architektonisch) nicht mit den Nutzer/innen-Bedürfnissen bzw. dem Nutzer/innen-Komfort zusammenhängt, ist sie für private Bürogebäudeeigentümer/innen in der Tendenz weniger wichtig als für andere Eigentümer/innen-Kategorien.
- Während sich bei der *energetischen* Gebäudequalität keine relevanten Unterschiede zwischen selbstgenutzten und vermieteten Gebäuden finden, wird die *ökologische* Gebäudequalität (Energieverbrauch, CO<sub>2</sub>- und Schadstoffemissionen) bei selbstgenutzten Gebäuden häufiger als wichtig eingestuft als bei vermieteten. Die architektonische Qualität (Gebäudedesign) wird hingegen bei vermieteten Gebäuden häufiger als wichtig bewertet (vermietungsrelevant).

### ***Entscheidungsprozesse und Entscheidungsgrundlagen***

Die verwendeten Entscheidungsgrundlagen und -prozesse, welche zur Wahl einer bestimmten Erneuerungsmassnahme bzw. zu einem Massnahmenpaket führen, wurden detailliert abgefragt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Erneuerungsentscheide werden je nach Eigentümer/innen-Kategorie von den Eigentümer/innen selbst, der Geschäftsleitung, dem Vereins- oder Genossenschaftsvorstand oder dem Verwaltungsrat getroffen und sind damit in der Regel auf einer oberen Entscheidungsebene angesiedelt.
- Interessanterweise geben die Befragten nur vereinzelt an, Probleme bei der Beschaffung von Informationen zur Gebäudeerneuerung gehabt zu haben. Das könnte darauf hindeuten, dass sie in der Regel Beratung suchen bzw. Zugriff auf entsprechendes Know-how haben. Als wichtigste Ansprechpartner bei anstehenden Erneuerungen werden Architekt/innen, Ingenieur/innen, Planer/innen, interne Planungsabteilungen sowie Baumeister- und HLK<sup>6</sup>-Unternehmungen genannt. Energieberatungen werden in maximal einem Fünftel aller Fälle in Anspruch genommen.
- Steht eine Erneuerung an, werden in ungefähr der Hälfte der Fälle Variantenvergleiche durchgeführt, grösstenteils unter Berücksichtigung zukünftiger Kosten und Erträge, aber nicht immer werden dabei die Energiekosten adäquat berücksichtigt. In der

---

<sup>6</sup> Heizung, Lüftung, Klima

anderen Hälfte der Fälle wird meist deswegen auf einen Variantenvergleich verzichtet, weil aus Sicht der involvierten Personen ohnehin nur eine Variante in Frage kommt.

- Instandsetzungs- und Erneuerungsmassnahmen an Bürogebäuden können in der Stadt Zürich meist ohne Probleme finanziert werden. Bei Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen sind Finanzierungsprobleme tendenziell etwas häufiger als bei reinen Instandsetzungsmassnahmen. Allfällige Finanzierungsprobleme entstehen nicht nur aufgrund fehlender Mittel, sondern auch wegen geringerer Wirtschaftlichkeit von energetischen Erneuerungen im Vergleich zu anderen Investitionsalternativen.
- Die gesetzlichen Auflagen sind die wichtigste Richtlinie für Instandsetzungs- und Erneuerungsentscheide. Labels sind für die Wahl von einzelnen Erneuerungsmassnahmen von untergeordneter Bedeutung (können aber eine Orientierung und Argumente für das zu erreichende Ziel liefern). Die verschiedenen staatlichen Förderinstrumente werden häufig in Anspruch genommen und ebenso häufig als relevant für die Art zukünftiger Erneuerungsentscheide eingestuft.
- Bei rund einem Viertel aller Gebäude, bei denen bisher nur Instandsetzungen durchgeführt wurden, spielten für den Verzicht auf energetische Verbesserungen auch mögliche gesetzliche Auflagen eine Rolle (Brandschutz, energietechnische Auflagen, Ortsbild- und Denkmalschutz sowie hindernisfreies Bauen). Bei drei Vierteln hatten gesetzliche Auflagen hingegen keine hemmende Wirkung.

### **Auslöser für Erneuerungen**

Gemäss den Angaben der Befragten werden Erneuerungen am häufigsten durch die folgenden Gründe *ausgelöst*:

- die alterungsbedingte Notwendigkeit, Gebäudeteile zu ersetzen
- mangelnder Nutzer/innen-Komfort
- ein zu hoher Energieverbrauch und/oder Umwelt- und Klimaschutz
- Bauschäden
- eine gewünschte Erhöhung der Ausnützungsziffer
- die langfristige Planung im Immobilienmanagement

Wenig Einfluss auf den Erneuerungszeitpunkt haben hingegen Handänderungen, Beratungsangebote, Fördermassnahmen und Gebäudelabels. Die vorhandenen staatlichen Förderinstrumente eignen sich gemäss den Angaben der Befragten folglich nicht zum *Auslösen* von Erneuerungen. Wenn aber eine Erneuerung beschlossen ist, fördern diese Massnahmen die Wahl von energetisch besseren Varianten (vgl. folgender Abschnitt).

### **Gründe für die Wahl von Massnahmen mit und ohne energetische Verbesserungen**

Erneuerungen führen gemäss den Angaben der Befragten vor allem unter den folgenden Voraussetzungen zu energetischen Verbesserungen:

- Wenn das Standardvorgehen bzw. die Einhaltung der geltenden Vorschriften bereits eine energetische Verbesserung bringt.

- Wenn aufgrund von schlechtem Nutzungskomfort energetische Massnahmen notwendig sind.
- Wenn die energetischen Erneuerungen mindestens ebenso wirtschaftlich sind wie alternative Massnahmen und/oder keinen grossen zusätzlichen organisatorischen Aufwand mit sich bringen.
- Wenn die baulichen Voraussetzungen des Gebäudes kein relevantes Hindernis darstellen.

Förderlich für energetische Verbesserungen ist, wenn Umweltschutz oder Nachhaltigkeit entweder aus ideellen oder aus Imagegründen zu den Zielen der Immobilienbewirtschaftung gehören. Positiv wirkt sich auch die staatliche Anreizsetzung durch Subventionen und Steuervergünstigungen aus. Gebäudelabels sind für die Wahl der Erneuerungsmassnahmen wenig relevant.

### Z-3.4 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens

Es ist davon auszugehen, dass energetische Verbesserungen in der Regel durch eine Kette von Entscheidungen bestimmt werden (Ott und Bade 2013):

- In einem ersten Schritt wird entschieden, *ob bzw. wann* ein Gebäudeelement saniert wird.
- In einem zweiten Schritt wird über das konkrete Vorgehen und die konkreten Massnahmen entschieden, womit sich auch entscheidet, ob die Erneuerung zu energetischen Verbesserungen führt oder nicht.

Daraus leiten sich für die Untersuchung des Erneuerungsverhaltens zwei Fragestellungen ab:

- Der Erneuerungszeitpunkt hängt zwar gemäss den Aussagen der Befragten am meisten von der Alterung wichtiger Gebäudeelemente ab. Dabei besteht aber vielfach ein relativ grosser Spielraum, der sehr unterschiedlich ausgenutzt wird. Deswegen interessiert: *Durch welche Bestimmungsfaktoren wird die Wahrscheinlichkeit für einen **Eingriff** (reine Instandsetzung oder Erneuerung mit energetischen Verbesserungen) in einem bestimmten Zeitraum erhöht oder gesenkt?*
- *Durch welche Faktoren wird die Wahrscheinlichkeit für eine **energetische Verbesserung** erhöht oder gesenkt?*

Diesen beiden Fragestellungen wurde mittels regressionsanalytischer Verfahren nachgegangen (siehe Kapitel 6.2), wobei die Erneuerungsentscheide für alle Gebäudeelemente in ein einziges Modell integriert wurden. Aus den Ergebnissen lassen sich die folgenden Fazits ableiten:

#### **Unterschiedliche Lebensdauern der einzelnen Gebäudeelemente**

Die verschiedenen Gebäudeelemente weisen wegen ihrer unterschiedlichen Lebensdauer unterschiedliche Eingriffsraten auf: Heizung, Beleuchtung und Fenster werden eher häufiger erneuert, Fassade, Dach und Kellerdecke eher seltener. Auch müssen Flachdächer häufiger instandgesetzt oder erneuert werden als Steildächer.

### ***Energetische Verbesserung als Standardlösung***

Bei den Gebäudeelementen Fenster und Dach werden bei Eingriffen an diesen Elementen meist energetische Verbesserungen vorgenommen. Fenster aus Kunststoff oder Metall müssen nicht mehr regelmässig gestrichen werden, so dass kaum mehr Instandsetzungsarbeiten anfallen. Wenn Arbeiten an den Fenstern stattfinden, werden sie meist ausgetauscht, wodurch aufgrund des technologischen Fortschritts in der Regel immer energetische Verbesserungen realisiert werden. Wir schliessen daraus, dass auch bei Dächern die energetische Verbesserung in der Regel die übliche Variante ist, d.h. ein gegebener Instandsetzungsbedarf kann als Auslöser betrachtet werden, gleichzeitig energetisch zu erneuern.

### ***Unterschiede zwischen verschiedenen Eigentümer/innen***

Anhand unserer Analysen können wir nur bei zwei Eigentümer/innen-Kategorien ein vom Durchschnitt abweichendes Erneuerungsverhalten feststellen: Private Bürogebäudeeigentümer/innen und Unternehmen (ohne Immobiliengesellschaften) führen zwar nicht häufiger Instandsetzungen oder Erneuerungen durch. Sie realisieren im Zuge von Erneuerungsarbeiten aber häufiger energetische Verbesserungen.

### ***Zielsetzungen der Eigentümer/innen***

Unterschiedliche Zielsetzungen der Gebäudeeigentümer/innen scheinen das Erneuerungsverhalten besser zu erklären als die Eigentümer/innen-Kategorien:

- Eine hohe Priorität der energetischen Gebäudequalität erhöht sowohl die Chance von Instandsetzungen/Erneuerungen allgemein und wie auch von energetischen Verbesserungen.
- Eine hohe Priorität der architektonischen Gebäudequalität erhöht die Chance auf energetische Verbesserungen.
- Das Ziel «Hohe Rendite» senkt die Chance von energetischen Verbesserungen.
- Eine hohe Priorität des Ziels «Geringe Massnahmenkosten» erhöht die Chance von energetischen Verbesserungen, allerdings nur sofern ohnehin Instandsetzungs- oder Erneuerungsarbeiten anstehen.

### ***Baujahr***

Erwartungsgemäss lässt sich feststellen, dass Instandsetzungen oder Erneuerungen erst nach einer gewissen Zeit nach der Fertigstellung des Gebäudes auftreten. Neben dem Baujahr finden sich aber auch weitere Zusammenhänge zwischen Erneuerungsverhalten und Baujahr:

- Bei Gebäuden mit Baujahr vor 1931 wurden im Zeitraum 2000 bis 2012 eher die Fassaden instandgesetzt als bei den übrigen Gebäuden, jedoch seltener energetisch verbessert.
- Bei Gebäuden, welche nach 1970 gebaut wurden, wurde häufiger als bei anderen Gebäuden die Lüftungs-/oder Klimaanlage energetisch verbessert. Bei diesen Gebäuden wurden die Lüftungs- oder Klimaanlage tendenziell nachträglich eingebaut.

### ***Geschützte Gebäude***

Ist ein Gebäude geschützt, senkt dies die Wahrscheinlichkeit sehr deutlich, dass die Fassade energetisch verbessert wird. Im Gegenzug wird aber die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass die Heizung energetisch verbessert wird.

### ***Skaleneffekte bei Lüftung und Klima***

Bei grossen Gebäuden ist die Erneuerung von Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit energetischen Verbesserungen wahrscheinlicher als bei kleineren Gebäuden. Hier treten offenbar Skaleneffekte auf, welche wir bei den übrigen Gebäudeelementen nicht in gleicher Form feststellen.

### ***Lüftung und Klima als möglicher Indikator für hohe Komfortansprüche***

Das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage erhöht generell die Chance, dass an einem Gebäude Erneuerungsarbeiten mit energetischen Verbesserungen stattfinden. Dies könnte daran liegen, dass das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit hohen Komfortansprüchen (der Branche) der Nutzer/innen einhergeht.

Als Auslöser und Treiber von Erneuerungen bei Bürobauten stehen der alterungsbedingte Ersatz, mangelhafter Komfort, zu hoher Energieverbrauch, Bauschäden, höhere Ausnutzung und langfristige Bewirtschaftungsplanung im Vordergrund. Label und gesetzliche energetische Auflagen dienen vielen Bewirtschaftern als Orientierungshilfe bei der Massnahmenevaluation. Diese Instrumente sind also bis zu einem gewissen Mass für die Umsetzung von energiepolitischen Zielsetzungen geeignet. Sie liefern Orientierungshilfe bei der Konzeption von Erneuerungsprojekten und helfen den Zuständigen, ihre Investitionsvorschläge gegenüber dem Management zu begründen. Für die Label gelten diese Aussagen sinngemäss. Auch sie dienen gerade im Bürogebäudebereich als wichtige Referenz für das Reporting und für die Auslösung und Konzeption von energetischen Massnahmen.

Bei Bürogebäuden spielen Komfortaspekte und Benutzer/innen-Bedürfnisse eine wichtige Rolle und sind oft zentrale Auslöser und Treiber von Erneuerungen sowie vom Einbau bzw. von der Erneuerung von Lüftungs- und Klimaanlage. Es zeigte sich, dass dies in innerstädtischen Lagen besonders zutrifft. Daneben gelten ähnliche Bestimmungsfaktoren wie bei den Wohnbauten, ausser bei fremdgenutzten Objekten. Bei diesen werden Erneuerungen und Erneuerungszeitpunkte nicht nur primär vom Alter der Gebäudeelemente, sondern sehr stark vom Verlauf der Mietverhältnisse bestimmt, besonders bei Eingriffen in die Fassade oder bei tieferen Eingriffen in die Haustechnik, welche im Bürogebäudebereich fast immer im ungenutzten, leeren Gebäude vorgenommen werden.

### **Z-3.5 Bestimmungsfaktoren der Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung**

Mittels logistischer Regression (siehe Kapitel 6.2) wurde die Wahrscheinlichkeit eruiert, dass ein Gebäude oder ein bestimmter Raumtyp mit einer Lüftung oder eine Kühlung

ausgestattet ist (Ausstattungswahrscheinlichkeit). Folgende Tendenzen lassen sich daraus ableiten:

- **Referenzgebäude** (das heisst ein typisches Bürogebäude mit Eigenschaften, wie sie in der Stadt Zürich am häufigsten vorkommen): Sowohl für Lüftung als auch für Kühlung trägt die Ausstattungswahrscheinlichkeit bei typischen Hauptnutzungen wie Büroräumen und Sitzungszimmern beim Referenzgebäude rund ein Drittel.
- **Abhängigkeit von Gebäudemerkmale**: Gebäude mit Baujahr nach 1970 und grosse Gebäude (mehr als 1000 m<sup>2</sup>) sind erwartungsgemäss deutlich häufiger mit einer Kühlung und vor allem deutlich häufiger mit einer Lüftungsanlage ausgerüstet als das definierte Referenzgebäude (welches die häufigste Konstellation charakterisiert). Diese Gebäude sind auch häufig mit Doppelboden und/oder tief gehängten Decken ausgestattet, was die Notwendigkeit und damit die Wahrscheinlichkeit vor allem für Kühlung zusätzlich erhöht. Bei gemischt genutzten Gebäuden erhöht die Nutzungsform «Büro» die Wahrscheinlichkeit für eine Kühlung. Der Denkmalschutzstatus hat hingegen keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Ausstattung mit Lüftung oder Kühlung.
- **Abhängigkeit vom Gebäudestandort**: Gebäude, die in der Innenstadt stehen, haben tendenziell eher eine Lüftung als solche ausserhalb. Hier dürften die erhöhten Anforderungen an Komfort und Standard eine Rolle spielen.
- **Abhängigkeit von der Art der Gebäudebewirtschaftung**: Gebäude im Eigentum von Privatpersonen werden eher seltener mit einer Lüftung oder Kühlung ausgestattet als solche im Eigentum von «Unternehmungen». Interessanterweise wird die Ausstattungswahrscheinlichkeit nicht statistisch signifikant von Renditezielsetzungen der Eigentümer/innen beeinflusst; es wäre auch als plausibel erschienen, wenn ein hoher Gebäudestandard mit Lüftung und Kühlung mit der Renditezielsetzungen einhergehen würde.
- **Abhängigkeit von Erneuerungsarbeiten**: Wurde in den vergangenen zwölf Jahren die Gebäudehülle erneuert, so erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, dass das Gebäude mit Lüftung / Kühlung ausgestattet ist.

Im Quervergleich haben die Bauperiode und Gebäudegrösse den stärksten Einfluss auf die Lüftungs-Ausstattungswahrscheinlichkeit. Der Einfluss der übrigen Gebäudemerkmale auf die Ausstattungswahrscheinlichkeit bewegt sich in einer ähnlichen Grössenordnung, ist aber geringer.

#### Z-4 Folgerungen für die Clusterbildung

Für die im EFZ-Forschungsprojekt FP-2.2.5 «Clusterbildung» geplante Bildung von eigentümer-, gebäude- und standortorientierten Erneuerungsclustern werden anschliessend aufgrund der im vorliegenden Projekt gemachten Expert/innen-Interviews, der hier vorgenommenen Literaturlauswertungen, Befragungen und Untersuchungen die nachstehenden Folgerungen und Inputs gemacht.

## Wohnungsbauten

Bei den Wohnungsbauten interessieren die folgenden Eigentümer/innengruppen, welche sich mindestens aus der Sicht der Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien unterscheiden können und allenfalls bei der Bildung von Erneuerungsklustern speziell zu berücksichtigen sind:

- Immobiliengesellschaften, Pensionskassen, Versicherungen und grosse private Eigentümer/innen von Wohnbauten: Sie operieren grösstenteils professionell und sind in der Tendenz werterhaltungs- und qualitätsorientiert. Sie brauchen allenfalls Unterstützung bei der strategischen Planung und der Ausrichtung auf die energetischen Langfristzielsetzungen.
- Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften sowie ausgewählte Private: Sie sind in der Regel professionell und agieren wertsteigerungs- und renditeorientiert. Sie sollen auf längerfristige Planung, die energetischen Langfristziele und die ökologische Nachhaltigkeit hingeführt werden.
- Wohnbaugenossenschaften: Sie operieren in der Tendenz werthaltungs- und qualitätsorientiert. Es bestehen jedoch beträchtliche Unterschiede bei der Professionalität der Portfoliobewirtschaftung. Während grosse Genossenschaften im Raum Zürich in den letzten Jahren verbreitet professionelle und langfristig ausgerichtete Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien entwickelt haben, besteht bei mittleren und kleinen Genossenschaften diesbezüglich zum Teil noch beträchtlicher Handlungsbedarf.
- Private Eigentümer/innen: Diese Eigentümerschaft ist sehr heterogen. Das Spektrum geht von professionellen Bewirtschaftenden bis zu Eigentümerschaften, die ihre Liegenschaften einfach halten. In der Tendenz sind sie weniger professionell, vielfach nur eine/einige Liegenschaften besitzend, typischerweise oft werterhaltungsorientiert; (ev. könnte eine Teilgruppe mit älteren privaten Eigentümer/innen (>60-65 Jahre) gebildet werden). Sie sind ebenfalls auf längerfristige Strategien und Planung hinzuführen und bei der Überwindung von Hemmnissen zu und bei Erneuerungen zu unterstützen. Es dürfte allerdings schwieriger sein, sie zu Clustern zusammenzubringen.
- Selbstnutzende: Besitzer/innen eines MFH, in dem sie selbst wohnen (sind tendenziell ökologischer orientiert; oft älter). Auch sie sind auf eine Langfriststrategie hinzuführen und bei der Hemmnisüberwindung zu unterstützen.
- Stockwerkeigentümer/innengemeinschaften: Sie stellen eine Gruppe dar, welcher oftmals eine Strategie fehlt, die Mittelbeschaffung für Erneuerungen eine Herausforderung darstellt und die Entscheidungsprozesse für Erneuerungen durch die rechtliche Regelung des Stockwerkeigentums erschwert ist.
- Die energetische Erneuerungstätigkeit zwischen 1996 und 2010 war bisher bei Gebäuden aus den Bauperioden «vor 1900» und «1946 – 1970» am grössten. Es ist zu prüfen, ob dies auf einen bei diesen Gebäuden bestehenden Handlungsbedarf hinweist (aufgrund des Gebäudealters, bzw. bei den Gebäuden der Periode 1946 –

1970/75 aufgrund der Gebäudequalität) oder ob er deswegen nicht mehr so gross ist (weil in der jüngeren Vergangenheit Erneuerungen erfolgten).

### **Büro- und Verwaltungsbauten**

Auf der Basis der verschiedenen Ergebnisse zu Zielen und Motiven sowie zu den Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens lassen sich im Hinblick auf die Bildung von massnahmenspezifischen Clustern folgende Gebäudemerkmale identifizieren, welche sich für die Bildung dieser Cluster eignen könnten:

- Grösse des Gebäudes (Energiebezugsfläche EBF): Kleinere Gebäude weisen eine tiefere Wahrscheinlichkeit für energetische Verbesserungen im Bereich Heizung/Lüftung/Klima auf als grössere, vermutlich aufgrund fehlender Skaleneffekte.
- Die Ausstattung mit Lüftung und/oder Klimatisierung: Das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage erhöht die Chance auf energetische Verbesserungen und deutet eventuell auf höhere Komfortansprüche hin.
- Schutzstatus: Geschützte Gebäude weisen eine sehr tiefe Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Fassadenerneuerungen auf, wobei gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit für Heizungserneuerungen höher ist.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Ziele der Eigentümer/innen einen deutlich höheren Erklärungsgehalt für das Erneuerungsverhalten aufweisen als die Eigentümer/innen-Kategorie. Im besten Fall stützen die Cluster deswegen stärker auf die Ziele als auf die Eigentümer/innen-Kategorien ab:

- Eigentümer/innen mit hohen Renditezielen: Ein hohes Renditeziel senkt die Wahrscheinlichkeit für langfristig ausgerichtete energetische Massnahmen. Eine hohe Rendite wird vor allem bei vermieteten Gebäuden als wichtig bewertet, vor allem (aber nicht nur) wenn sie Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften, Entwicklungsgesellschaften oder Promotoren gehören.
- Eigentümer/innen, welche der energetischen Gebäudequalität eine geringe Priorität zuschreiben: Bei diesen ist die Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Erneuerungen sowie für Eingriffe generell vermindert. Zwischen der Priorität der energetischen Gebäudequalität und der Eigentümer/innen-Kategorie findet sich kein systematischer Zusammenhang.<sup>7</sup>

Zusätzlich liefern die durchgeführten Interviews mit Akteur/innen und Eigentümer/innen im Bereich der Bürobauten wichtige Hinweise für die Bildung von Akteur-Clustern und lagespezifische Cluster:

- Nutzer-Eigentümer/innen bzw. Selbstnutzende: Herausforderungen sind oftmals die Investitionsprioritäten, die (fehlende) Langfristplanung, die (fehlende) Vorgabe von Zielsetzungen.
- Eigentümer/innen, die Objekte im Grundausbau zur Nutzung vermieten: Herausforderung ist insbesondere die geteilte Verantwortung bzw. der geteilte Nutzen Inves-

---

<sup>7</sup> Nur wenn die energetische Gebäudequalität nicht mit dem Komfort assoziiert ist, ist sie den Privaten weniger wichtig als den übrigen Eigentümer/innen. Diese Gruppe weist allerdings gleichzeitig eine höhere Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Massnahmen auf als andere Eigentümer/innen.

tor/Nutzer und die Aufteilung Grundausbau/Mieterausbau (Strategieentwicklung, Erneuerungsplanung)

- Mieter/innen-Investor/innen, die über den Mieterausbau entscheiden: Herausforderung ist der durch das Mietvertragsverhältnis begrenzte Zeithorizont und der beträchtliche Einfluss- und Investitionsspielraum von Mietenden je nach Ausbaugrad Grundausbau (Bewirtschaftungs- und Erneuerungsplanung).
- Die Lage von Büro-/Verwaltungsliegenschaften im Perimeter eines Versorgungsnetzes (Fernwärme, Abwärme, Umweltwärme) kann ein weiteres Kriterium zur Clusterbildung bzw. für die Eigentümer/innenwahl für ein bestimmtes Bürogebäude-Erneuerungscluster sein.

Diese Folgerungen für die Clusterbildung werden im Teilprojekt FP-2.2.5 von Energieforschung Stadt Zürich aufgegriffen und vertieft.



# 1 Ausgangslage und Fragestellungen

## 1.1 Ausgangslage

Ausgehend von den städtischen Energie- und Klimaschutzzielen sowie den flankierenden städtebaulichen, wohnungs- und sozialpolitischen Zielen will die Stadt Zürich die energetische Gebäudeerneuerung beschleunigen und die Nutzung von Verdichtungs- und Ausbaureserven mit kostengünstigen, gesundheits- und umweltfreundlichen Erneuerungen und Ersatzneubauten fördern.

Der Teilbereich «Gebäude» von «Energieforschung Stadt Zürich - Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft» (EFZ) verfolgt einen kombinierten akteur- und gebäudeorientierten Ansatz, bei dem im Rahmen von Eigentümer- und Gebäudeclustern<sup>8</sup> ein Informations- und Know-how-Austausch sowie gegenseitige Motivation von in Clustern zusammenarbeitenden Akteuren angestrebt werden. Die künftigen Clusteraktivitäten bezwecken, die energetische Gebäudeerneuerung zu beschleunigen und die dabei erreichten energetischen Standards massiv zu verbessern. Die Erfahrungen aus den Clusterarbeiten und -aktivitäten sollen breit kommuniziert werden, um einerseits Vorbild-, Motivations- und Auslösewirkungen zu zeitigen und andererseits um auf den Bedarf an unterstützenden Rahmenbedingungen hinzuweisen (Massnahmen zum Abbau von Hemmnissen und zur Förderung weitgehender energetischer Erneuerungen).

Die Grundlagen für die Bildung von eigentümerorientierten Clustern (nach Merkmalen von Eigentümern), gebäudeorientierten Clustern (nach Gebäude- und Nutzungsmerkmalen) und lokalen Clustern (in Perimetern mit speziellen energetischen Voraussetzungen wie beispielsweise der Möglichkeit von Abwärme- und Umweltwärmenutzung) werden in verschiedenen Forschungsprojekten des Teilbereiches «Gebäude» von EFZ aufgearbeitet:

- Das Forschungsprojekt FP-2.1 «Der Gebäudepark in der Stadt Zürich» (Jakob et al. 2012) liefert eine Analyse des Gebäudeparks der Stadt Zürich. Dabei wird eine Strukturanalyse des Gebäudeparks in der Stadt Zürich hinsichtlich Eigentümerschafts-, Gebäude- und Baualterskategorien sowie hinsichtlich Schutzstatus, Energieversorgung und räumliche Verteilung der Attribute vorgenommen.
- Das Forschungsprojekt FP-2.2.2 «Anreize und Hemmnisse für energetische Erneuerungen» (Wiencke und Meins 2012) untersucht die relevanten Hemmnisse, die die energetisch weitreichende Gebäudeerneuerung behindern und die Anreize, die zur Hemmnisüberwindung beitragen könnten.
- Im Forschungsprojekt FP-2.2.3 «Ziele und Strategien der Erneuerungstätigkeit» (Ott und Bade 2013) werden für Wohnbauten und Büro-/Dienstleistungsbauten die bishe-

---

<sup>8</sup> Eigentümer- oder Gebäude-Erneuerungscluster sind Gruppen von Gebäudeeigentümern, welche mit ihren Gebäuden oder mit einem Teil ihrer Gebäude in der Stadt Zürich gemeinsame, längerfristig ausgerichtete Erneuerungsstrategien entwickeln, Erneuerungsmassnahmen evaluieren und umsetzen.

rige Erneuerungstätigkeit, die massgeblichen Motive, Zielsetzungen und Strategien der jeweiligen Eigentümer sowie die dabei relevanten Rahmenbedingungen anhand bestehender Grundlagen und Akteurinterviews aufgearbeitet.

- Im hier vorliegendem Forschungsprojekt FP-2.2.1 «Erneuerungstätigkeit und Erneuerungsmotive bei Wohn- und Bürobauten» werden insbesondere im Bereich von Büro- und Verwaltungsbauten noch bestehenden Wissenslücken zur energierelevanten Gebäudeausstattung wie auch zum Erneuerungsverhalten, zu den Erneuerungsmotiven und den relevanten Erneuerungshemmnissen geschlossen.

Die Ergebnisse aus den erwähnten Forschungsprojekten sollen einerseits der Identifikation von Eigentümer- und Gebäudeclustern sowie von lokalen Clustern, der von ihnen verfolgten Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien sowie den aktuellen Problemen und Hemmnissen bei energetischen Gebäudeerneuerungen dienen. Sie schaffen somit die Grundlagen für die Bildung von Gebäude- oder Eigentümerclustern sowie für die anschliessende Arbeit in diesen Clustern.

## 1.2 Zielsetzungen und Fragestellungen

Ausgehend von den Grundlagen zum Stadtzürcher Gebäudepark von FP-2.1 (Jakob et al. 2012), verfolgt das hier vorliegende EFZ-Forschungsprojekt FP-2.2.1 die folgenden Zielsetzungen:

- Analyse von bisheriger Erneuerungstätigkeit, Erneuerungsverhalten und Erneuerungsmotiven und den relevanten Einflussfaktoren nach Ziel- bzw. Akteurgruppe für die in der Stadt Zürich zentralen Gebäudekategorien Büro-/Verwaltungsgebäude und Wohnbauten (Mehrfamilienhäuser)
- Erfassung der aktuellen energierelevanten Ausstattung von Büro- und Verwaltungsbauten, um die bei diesen Gebäudekategorien bestehenden empirischen Wissenslücken zu schliessen
- Validierung der relevanten Anreizstrukturen und der Hemmnisse für energetische Erneuerungen bei den untersuchten Gebäudekategorien, in Abstimmung mit und Ergänzung von FP-2.2.2 von (Wiencke und Meins 2012)

Der Fokus der Untersuchungen liegt auf der Analyse der Rolle von gebäudeabhängigen Alterungsprozessen, wirtschaftlichen und rechtlich-politischen Einflussfaktoren sowie nutzungs-, eigentümer- und technologieabhängigen Erneuerungstreibern. Bei den Wohngebäuden steht aufgrund ihrer Relevanz in der Stadt Zürich die Analyse der Situation bei Mehrfamilienhäusern im Vordergrund.

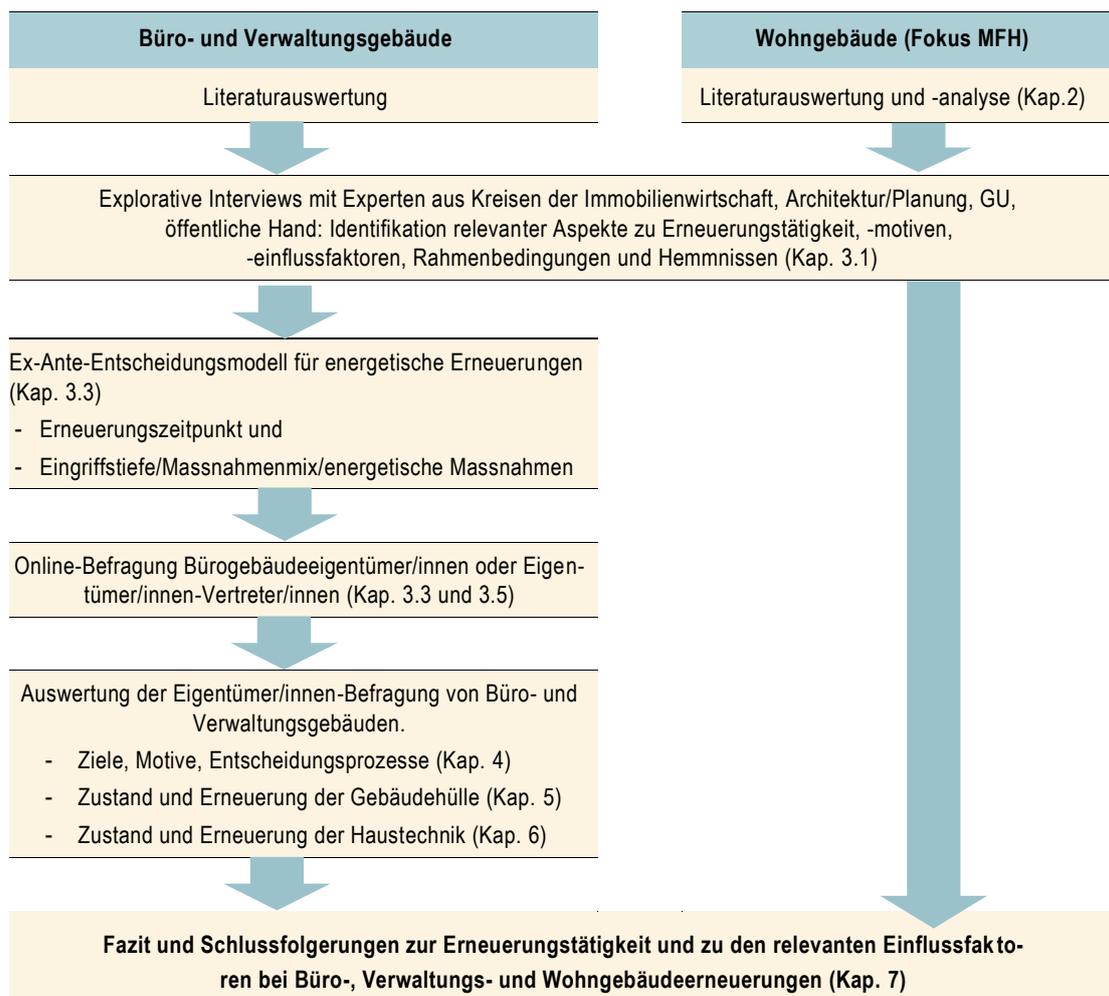
Da bei Wohnbauten in jüngerer und jüngster Zeit umfangreiche empirische Erhebungen zur Erneuerungstätigkeit und zum Erneuerungsverhalten, den massgeblichen Motiven und Einflussfaktoren erarbeitet wurden (Banfi, Ramseier et al. 2011; Banfi, Farsi, Jakob et al. 2012; Ott, Jakob et al. 2005), sollen sich die empirischen Erhebungen im Rahmen

von EFZ primär auf die Situation bei Büro- und Verwaltungsbauten konzentrieren. Bei Wohngebäuden sind die Folgerungen aus den vorliegenden empirischen Studien aufzubereiten.

Vergangene Erhebungen bei Büro- und Verwaltungsbauten umfassen primär den Strom- und Wärmebedarf, Optimierungspotenziale sowie die Entwicklung in den letzten Jahren (Aiulfi et al. 2010). Auslöser, Motive, Verhalten, Hemmnisse und der Ausstattungsgrad wurden dagegen bisher noch nicht hinreichend erfasst. Daher sind hier das Erneuerungsverhalten und die Bewirtschaftungsstrategien von Eigentümer/innen und Bewirtschafter/innen von Bürogebäuden in der Stadt Zürich mit einer Umfrage zu erfassen. Neben dem bisherigen Verhalten werden dabei auch Auslöser und Motive der Entscheidungsträger sowie, in Abstimmung mit FP-2.2.2 (Wiencke und Meins 2012), die für sie allenfalls relevanten Hemmnisse erfasst werden.

### 1.3 Das Vorgehen im Überblick

Die Projektziele wurden mit den in Figur 1 dargestellten Vorgehensschritten umgesetzt:



Figur 1: Vorgehensschritte bei der Analyse des Erneuerungsverhaltens in den Bereichen Büro-/Verwaltungsgebäude und Wohngebäude in der Stadt Zürich

Das konkrete Vorgehen wird in den in Figur 1 erwähnten Kapiteln weitergehend erläutert.

## 1.4 Begriffe

Hauptziel vom Forschungsprojekt FP-2.2.1 ist die Charakterisierung der Ausstattung und des Zustands von Wohn- und Bürogebäuden, der vergangenen Instandsetzungs- und Erneuerungstätigkeit sowie der dahinter liegenden treibenden Faktoren (Motive und Hemmnisse). Nachfolgend wird zunächst die Basis für das Verständnis der in diesem Bericht verwendeten Begriffe und ihrer Bedeutung gelegt:

- **Ausstattung:** Ausrüstung der Gebäude mit Gebäudetechnik, wobei insbesondere Lüftung und Klima sowie Steuerung und Regelung von Interesse sind (weil nicht alle Gebäude damit ausgerüstet sind, dies im Gegensatz beispielsweise zu Heizungsanlagen und Beleuchtungen).
- **Zustand:** Der (Gebäude- oder Bauelement-) Zustand wird in diesem Bericht nur indirekt erfasst und zwar über den Zeitpunkt der letzten Instandsetzung bzw. Erneuerung. Dies stellt eine Annäherung an den Zustand der verschiedenen Bau- und Gebäudetechnikelemente dar; der «Abnutzungsgrad», der bei gegebenem Erneuerungszeitpunkt eine zusätzliche Variation aufweist, konnte nicht erfasst werden.
- **Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung:** siehe Tabelle 3
- **Auslöser:** Als Auslöser werden externe Faktoren bezeichnet, welche Anlass für eine Erneuerung geben. Ein wichtiger Anlass ist die Baufälligkeit bzw. Ersatzbedarf eines Gebäudeelementes oder der Heizung. Ein weiterer Anlass kann der Verkauf oder der Erwerb einer Liegenschaft bzw. die Kündigung/der Ablauf eines längerfristigen Mietvertrags sein (letzteres insbesondere im Bürogebäudebereich). Ferner kann die Absicht bestehen, in Verbindung mit weiteren Massnahmen den Mietzins und die Rendite eines Objekts zu erhöhen. Schliesslich können auch Förderbeiträge für energetische Verbesserungen Anlass für Erneuerungen sein. Nicht als Auslöser bezeichnet werden endogene Faktoren wie intrinsische Motive, Portfoliomanagement und Langfristplanung.

Bei den betrachteten Massnahmen ist zwischen **Instandhaltungs-** und **Instandsetzungsmassnahmen** auf der einen sowie eigentlichen **Erneuerungen** auf der anderen Seite zu unterscheiden (Ott, Jakob et al. 2005).

Bei den Erneuerungen kann zudem unterschieden werden zwischen **nicht-energetischen Erneuerungen** und **energetischen Erneuerungs-Massnahmen** sowie zwischen **Einzelmassnahmen** und **Gesamterneuerungen**. Die folgende Tabelle 3 vermittelt einen Überblick. Daneben wird in der Praxis aber auch oft der Begriff **Sanierung** verwendet, der unspezifisch ist und alle Arten von Massnahmen an Gebäuden umfasst,

bei denen irgendeine Art von Instandsetzung, Erneuerung oder Modernisierung vorgenommen wird. Auch wenn von **Arbeiten an der Gebäudehülle** gesprochen wird, können das unterschiedliche Arbeiten sein, von Instandhaltungen der Gebäudehülle über nicht energierelevante Instandsetzungen bis hin zu energetischen Erneuerungen. Analoges gilt für die Gebäudetechnik. Spezifische Definition der Begrifflichkeiten für die einzelnen Gebäudeelemente sind in Kap. 5.1.1 (Gebäudehülle) bzw. 5.2.2 (Gebäudetechnik) aufgeführt.

| Begriff                              | Beschreibung   | Bedeutung für Verbesserung der energetischen Eigenschaften? |
|--------------------------------------|--|---|
| <b>Instandhaltung</b>                | Die Gebrauchstauglichkeit wird durch einfache und regelmässige Massnahmen aufrechterhalten. Z. B.: Anstrich oder Dichtungsersatz bei Fenstern, Ausbesserung von Aussenwand/ Fassaden/Türen, Reparatur schadhafter Stellen im Dach oder Ausbesserungen von Balkonen.  | Nein  |
| <b>Instandsetzung</b>                | Die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit wird für eine festgelegte Dauer, in der Regel bis ans Ende der pro Bauelement erwarteten Lebensdauer, wieder hergestellt. Z.B.: Neuer Anstrich von Aussenwand/Fassaden/Türen, neue Ziegel bzw. neue Dichtung im Dach, oder ein neues Balkongeländer.  | In der Regel nicht  |
| <b>Nicht-energetische Erneuerung</b> | Der Innenausbau des Gebäudes wird modernisiert, ohne Auswirkungen auf die Gebäudehülle, das Wärmeversorgungssystem und energierelevante Geräte.  | Nein  |
| <b>Energetische Teilerneuerung</b>   | Eines oder mehrere Gebäudeelemente oder das Heizsystem werden ersetzt. Dabei findet in der Regel auch eine energetische Verbesserung statt, da sich der Stand der Technik bezüglich der energetischen Eigenschaften gegenüber früher weiterentwickelt hat. Z.B. Ersatz von Fenstern und Rahmen mit neuen, besser isolierten Fenstern, Fassadenrenovation mit Wärmedämmung, Gesamterneuerung des Dachs (Eindeckung und Wärmedämmung), Ersatz/Vergrösserung eines Balkons unter Vermeidung von Wärmebrücken, Erneuerung der Heiz-, Lüftungs- oder Klimatisierungsanlage. | Ja  |
| <b>Gesamterneuerung</b>              | Bauliche Erneuerungen grösserer Eingriffstiefe erfordern in der Regel bereits aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen eine energetische Verbesserung (Einzelbauteil- oder Systemnachweis). Dabei werden neben der energetisch-qualitativen Verbesserungen einzelner Bauelemente oder des Heizsystems oftmals zusätzliche Werte angestrebt wie Einbau Komfortlüftung, Veränderung Grundrisse, Einbezug Balkon in beheizten Wohnungsparameter, etc.  | Ja  |

Tabelle 3 Überblick zu verschiedenen Begriffen im Zusammenhang mit der Erneuerung von Gebäuden. Je nach Begriff enthalten die Massnahmen auch energetische Verbesserungen des Gebäudes. Quelle: Ott, Jakob, 2005)

Im Fokus des vorliegenden Berichts stehen die energetischen Erneuerungen, d.h. energetische Teilerneuerungen oder Gesamterneuerungen und, in Abgrenzung dazu, energetisch nicht wirksame Instandsetzungen.



## 2 Erneuerungsverhalten im Bereich Wohngebäude

Da zum Erneuerungsverhalten im Wohngebäudebereich sowie zu den treibenden Einflussfaktoren und Hemmnissen neue empirische Untersuchungen für die Schweiz und für Zürich verfügbar sind, werden anschliessend die Ergebnisse dieser Arbeiten zusammenfassend ausgewertet. Soweit vorliegend und möglich, wird ein Bezug zur Situation in der Stadt Zürich hergestellt.

### 2.1 Berücksichtigte Literatur zur Erneuerungstätigkeit bei Wohngebäuden

In diesem Kapitel wird die neuere Literatur ausgewertet, welche die energetisch relevante Erneuerungstätigkeit und ihre Hintergründe im Wohngebäudebereich thematisiert, wobei die Motivationen, das Erneuerungsverhalten und die Hemmnisse aus Sicht der Eigentümer/innen im Fokus stehen. Dabei wird die Literatur mit Bezug auf die Schweiz und, soweit möglich, mit Bezug auf die Stadt Zürich einbezogen. Der Fokus wird auf empirische Arbeiten gelegt. Ebenfalls andiskutiert wird Literatur, welche einen Bogen zwischen der Erneuerungstätigkeit, den Hemmnissen und treibenden Faktoren und energiepolitischen Überlegungen schlägt.

#### 2.1.1 Schweiz

Für die Schweiz wurden erste empirische Grundlagen zu Häufigkeit und Hintergründen bei energetischen Massnahmen an Wohngebäuden durch Jakob et al. (2002) sowie Jakob und Jochem (2003/2009) geschaffen. In Jakob et al. (2002) wurde eine techno-ökonomische Betrachtung von typischen Energieeffizienzmassnahmen durchgeführt, wobei nebst Kostendaten auch Informationen zu typischen Erneuerungen auf Basis von Erhebungen bei Bauunternehmen, Bauökonomien und Herstellern ermittelt wurden. In der zweitgenannten Studie wurden mittels schriftlicher Erhebung die durchgeführten Massnahmen bei Gebäudeeigentümern detailliert erfasst, wobei zwischen energetischen Erneuerungen und nicht-energetischen Instandsetzungen unterschieden wurde. Die Befragung erfasste gebäudeelementspezifisch auch die Gründe und Motivationen, welche die Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten ausgelöst hatten. Zudem wurde abgefragt, durch wen Beratung und Auftragsvergabe erfolgte. Für dieselbe Stichprobe wurden in der Folge gewisse Fragestellungen mittels einer zweiten Erhebungsrunde vertieft, um fördernde und hemmende Faktoren bei der Wahl von energieeffizienten Lösungen zu identifizieren (Ott, Jakob et al. 2005).

Rütter et al. (2008) untersuchten die praktischen Erfahrungen mit Minergie im Wohngebäudebestand. Basis bildete eine schriftliche Befragung von Bauherren in der Deutschschweiz, welche Minergie-Modernisierungen durchführten und einer Vergleichsgruppe ohne Minergie-Modernisierungen sowie leitfadengestützte Expertengespräche bei Mehrfachbauherren und Architekten.

Bruppacher und Truffer (2004) gibt einen Einblick wie private Bauherrschaften entscheiden und Lauper (2009) zeigte die Schlüsselfaktoren energierelevanter Entscheidungen privater Bauherren auf, um ein sozialpsychologisches Handlungsmodell zu überprüfen. Weitere empirische Untersuchungen betreffen Van Wezemaal (2005), Schüssler, Thalmann (2005).

Im Rahmen des CCEM-Projekts „Advanced Retrofit“ untersuchten (Banfi, Farsi, Jakob et al., 2012) anhand verschiedener Ansätze das Entscheidungsverhalten bei Renovationen. Hierbei wurde eine Stichprobe von Eigentümern von Mehrfamilienhäusern mit Baujahr bis und mit 1990 zur Renovationsperiode 1996-2010 befragt. Banfi, Ramseier et al. (2011) führten eine ähnliche Erhebung zur Erneuerung von Einfamilienhäusern (EFH) durch. Auf diese wird jedoch in diesem Bericht nicht näher eingegangen, weil EFH in der Stadt Zürich flächenmässig und energetisch nur eine geringe Rolle spielen.

Müller M. (2012) untersuchte in einer umfangreichen Dissertation, wie die Diffusion von Energieeffizienz-Renovationen beschleunigt werden kann.

Abgeleitet von solchen empirischen Studien wurden in der Folge Strategien und Massnahmenvorschläge. Ausgehend von Ott, Jakob et al. (2005) wurde von Ott und Meier (2005) eine Strategie zur energetischen Erneuerung des Gebäudebestandes für die Schweiz abgeleitet. Dies enthält eine Reihe von aufeinander abgestimmten Massnahmen und energiepolitischen Instrumente und bildet eine gute Grundlage für die Konzeption von energiepolitischen Massnahmen. Vom Bund im Rahmen der Energiestrategie 2050, von den Kantonen und von der Wirtschaft wurde ein Teil der vorgeschlagenen Massnahmen und Instrumente in Form von Vorschlägen aufgegriffen und teilweise umgesetzt. Hierbei sind namentlich die Förderprogramme der Stiftung Klimarappen und von Bund und Kantonen zu nennen.

### **2.1.2 Bezug zur Stadt Zürich**

Die Stichprobe in den Studien von Jakob und Jochem (2003/2009), Ott, Jakob et al. (2005) und Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) umfassen Gebäudestandorte aus den Kantonen AG, BE, BL, TG und ZH. Die umfangreichste Stichprobe betrifft den Kanton ZH, wobei Gebäude der Stadt Zürich eine prominente Rolle spielen. Es wurde u.a. untersucht, ob zwischen den Kantonen oder zwischen einzelnen Gemeinden oder Gemeindetypen statistisch signifikante Unterschiede in Bezug auf die Erneuerungstätigkeit festzustellen sind. Dies trifft nur in einigen wenigen Fällen zu (in der neusten Untersuchung namentlich bei Fassadenerneuerungen), so dass in der Folge davon ausgegangen werden kann, dass die nachfolgenden Unterkapiteln beschriebenen Feststellungen und Erkenntnisse zur Erneuerungstätigkeit so oder in ähnlicher Form auch für die Mehrfamilienhäuser in der Stadt Zürich und für deren Eigentümer gelten. In Sarikaya (2011) wurde die Erneuerungstätigkeit spezifisch für die Stadt Zürich aufgrund von Meldungen im Baublatt (Auswertung für die Stadt Zürich) untersucht.

## 2.2 Erneuerungstätigkeit

### 2.2.1 Auswertung von baubewilligungspflichtigen Arbeiten in der Stadt Zürich

Im Baublatt werden die grösseren, bewilligungspflichtigen Bauvorhaben publiziert. Bei der Auswertung wurde erfasst, wie viele bauliche Massnahmen durchgeführt und in welchem Ausmass dabei energiebezogene Massnahmen ergriffen wurden (Einteilung in energiebezogene und nicht energiebezogene Massnahmen gemäss Tabelle 3). Dabei wurden nur Massnahmen berücksichtigt, die im Baublatt publiziert worden sind, d.h. die Studie berücksichtigte daher nicht alle Umbauvorhaben und Instandsetzungsarbeiten. Massnahmen wie Pinselrenovationen an der Fassade, der Ersatz von Fenstern, die Isolation von Kellerdecken oder Dachböden müssen beispielsweise nicht im Baublatt publiziert werden. Da Pinselrenovationen der Fassade und Fensterersatz in den ausgewerteten Baublatt-Daten in der Regel nicht enthalten sind, werden sowohl die in der Studie von Banfi, Ramseier et al. (2011) ermittelte häufigste Form der energetischen Erneuerung (Fensterersatz) wie auch die häufigste Form der blossen Instandsetzung (Pinselrenovation) nicht vollständig erfasst. Andererseits werden nicht notwendigerweise alle im Baublatt publizierten baulichen Arbeiten auch wirklich durchgeführt; dieser Effekt dürfte im Vergleich zur erstgenannten Feststellung allerdings eine geringere Bedeutung haben.

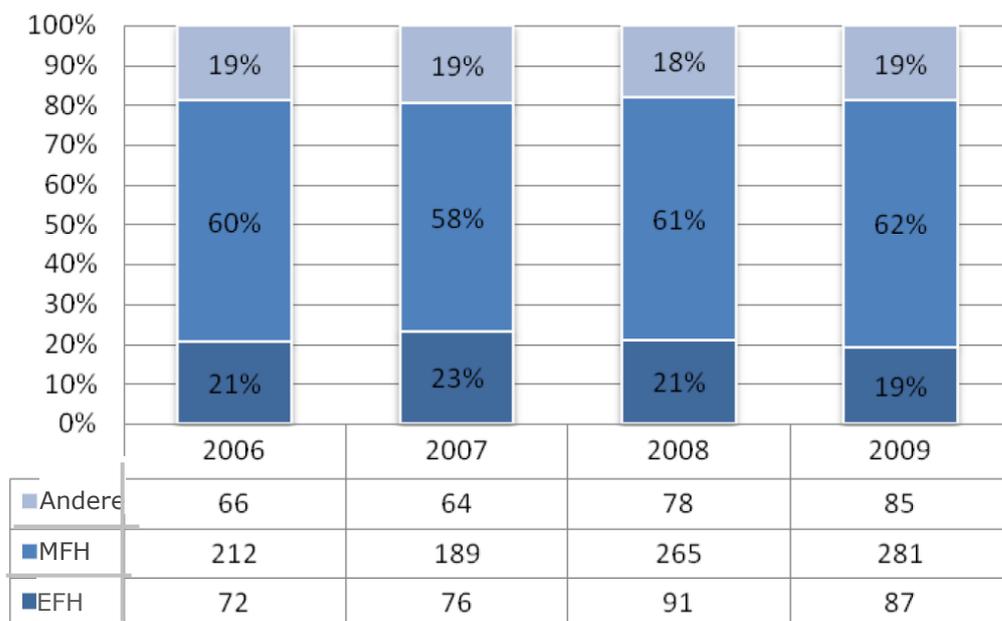
#### «Unterteilung in energiebezogene und nicht energiebezogene Massnahmen bei der Auswertung der Erneuerungstätigkeit gemäss Baublatt»

| Energiebezogene Erneuerungstätigkeiten            | Nicht-energiebezogene Tätigkeiten                    |
|---|--|
| Wärmedämmung von Aussenwänden                     | Installierung von Aussenantennen für Mobilfunkgeräte |
| Wärmedämmung des Daches / Dachbodens              | Renovierung von Innenwänden und -böden               |
| Dachraumumbau                                     | Renovierung von Küche oder Bad                       |
| Ausbau des Dachbodens (neues Dach hinzugefügt)    | Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten               |
| Neue Durchbrüche in der Fassade oder dem Dach     | Kleinere Gebäudeanbauten                             |
| Ersatz von Gebäudetechnikelementen                | Gartenmauern und Fahrradschuppen                     |
| Installation von Generatoren erneuerbarer Energie | Weitere Bautätigkeiten in der Gebäudeumgebung        |

Übernommen aus Sarikaya 2011

Tabelle 4: Unterteilung in energiebezogene und nicht energiebezogene Massnahmen in der Stadt Zürich gemäss Publikation im Baublatt. Pinselrenovationen oder Fensterersatz sind in dieser Darstellung nicht erfasst, da sie im Baublatt nicht publiziert werden müssen

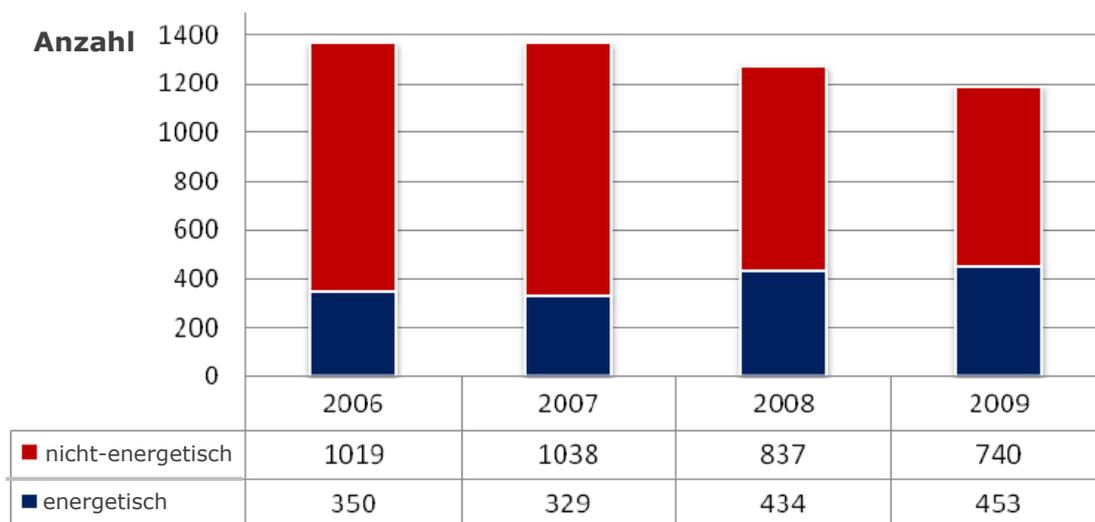
Wie Figur 2 zeigt, betreffen die meisten Baugesuche Wohngebäude (in der Figur als MFH bezeichnet), wobei EFH gemessen an ihrer Verbreitung in der Stadt einen relativ hohen Anteil aufweisen.



Übernommen aus Sarikaya 2011

Figur 2: Anteile von Einfamilienhäusern (EFH), Mehrfamilienhäusern (MFH) und weiteren Gebäuden an energiebezogenen Erneuerungen in der Stadt Zürich in den Jahren 2006 bis 2009 (Basis: Baublatt-Auswertung)

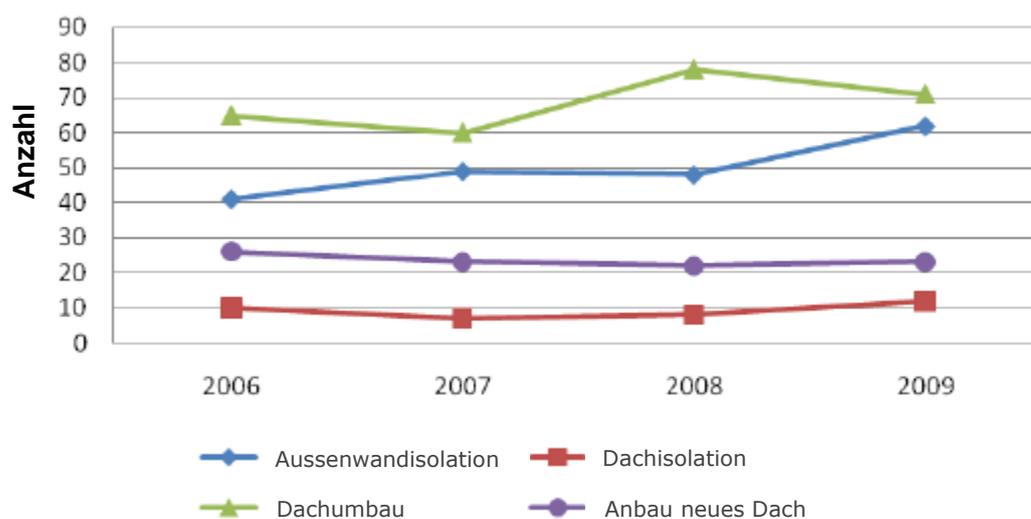
Der Grossteil der Baugesuche betraf nicht-energetische Erneuerungen, Instandsetzungs- und Renovationsarbeiten, wie Figur 3 zeigt. In den Jahren 2008 und 2009 wurden 430 bis 450 Gebäude baubewilligungspflichtig energetisch saniert, d.h. rund 35% aller bewilligungspflichtigen Arbeiten.



Sarikaya (2011)

Figur 3: Zahl der energetischen und der nicht-energetischen Massnahmen, zu denen in der Stadt Zürich pro Jahr Baugesuche eingegeben wurden (Basis: Baublatt). Die Zahl der nicht-energetischen Massnahmen und zum Teil auch der energetischen Massnahmen (namentlich in den Bereichen Fenster, Estrichbodendämmung, Dachinnendämmung, evtl. auch Aussenwärmedämmung) wird unterschätzt, da ein wesentlicher Teil davon nicht im Baublatt publiziert wird.

Zwischen 2006 und 2009 ist bzgl. energetischer Erneuerungen interessanterweise ein zunehmender Trend zu erkennen, sowohl was die Anzahl, vor allem auch was den Anteil betrifft (Figur 3). Der Anstieg ist insbesondere auf Fassadenwärmedämmungen zurück zu führen, wobei auch Dachstockausbauten eher eine zunehmende Tendenz aufweisen (siehe Figur 4). Bei den Mehrfamilienhäusern sind bei den energetischen Massnahmen Dachausbauten auch die häufigste Massnahme, gefolgt von Massnahmen an der Fassade. Reine Dachisolationen werden relativ selten durchgeführt, wobei diese Aussage nur für bewilligungspflichtige Arbeiten gilt, da davon auszugehen ist, dass Wärmedämmungen im Inneren des Gebäudes vom Baublatt nicht erfasst werden.



Übernommen aus Sarikaya (2011)

Figur 4: Zahl der verschiedenen Arten von Erneuerungsmassnahmen bei Mehrfamilienhäusern in der Stadt Zürich gemäss Baublatt. Fensterersatz wird nicht im Baublatt publiziert und ist deshalb hier nicht wiedergegeben. Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der energetischen Massnahmen unterschätzt wird, da ein wesentlicher Teil davon nicht im Baublatt publiziert wird.

### 2.2.2 Erhebung bei Gebäudeeigentümern

Aufgrund der Ergebnisse aus Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) und Jakob, Unterhollenberg und Häberli (2013) kann die Erneuerungstätigkeit anhand der folgenden Ausprägungen charakterisiert werden:

- Anteil erneuerte Gebäudehüllenelemente
- Art der Erneuerungen
- Vollständigkeit
- Jährliche Erneuerungsrate und deren zeitlicher Verlauf

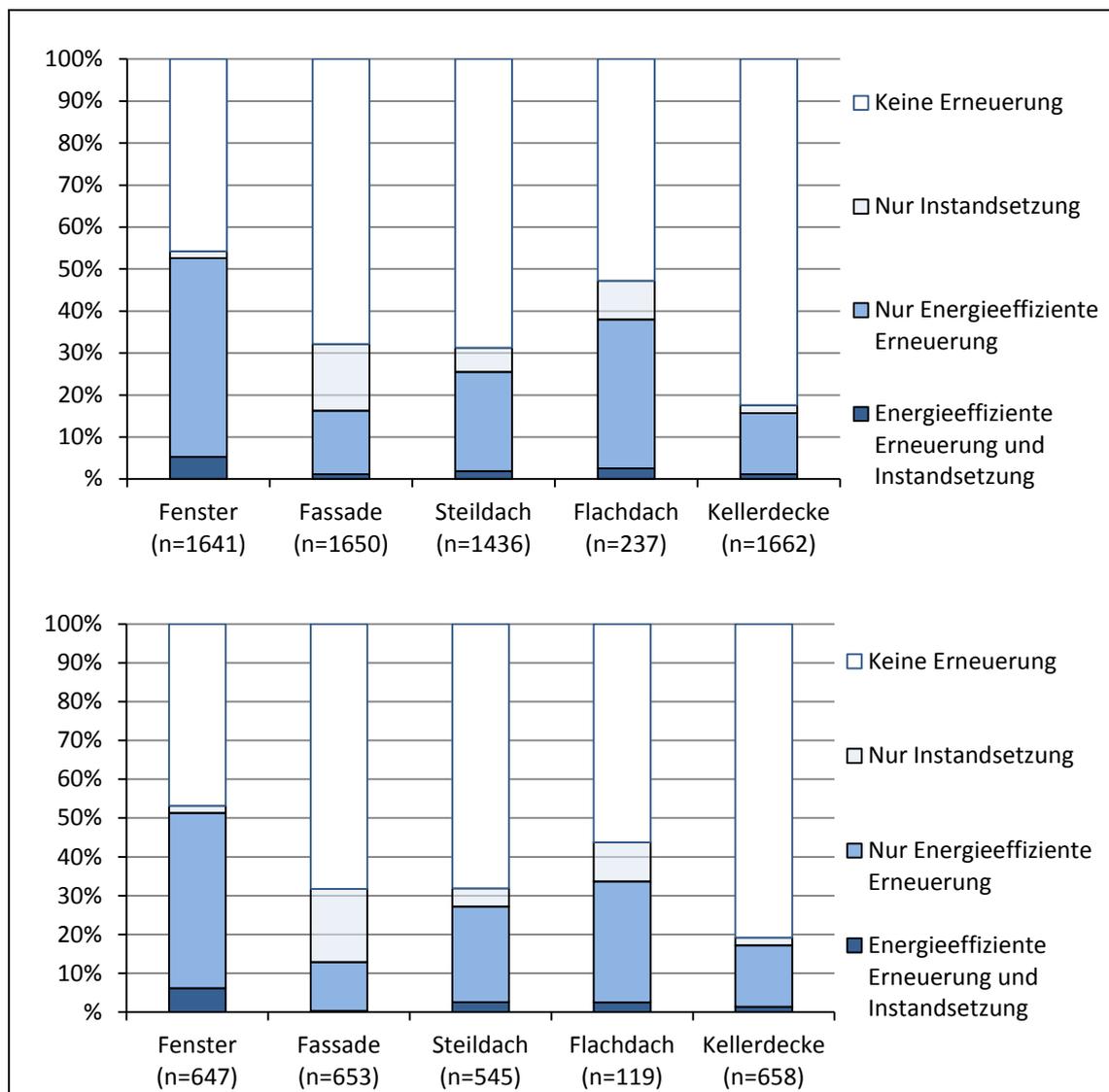
#### **Anteil erneuerte Gebäudehüllenelemente**

Werden die verschiedenen Elemente der Gebäudehülle miteinander verglichen, werden die Fenster am meisten energieeffizient erneuert, gefolgt von den Flachdächern, den

Steildächern, der Kellerdecke und der Fassade. Bei den Fenstern beträgt der Anteil energieeffizienter Massnahmen zwischen 1996 und 2010 rund 50% (siehe Figur 5). Zwischen 1996 und 2010 wurden an 13% der Fassaden (Kanton ZH) bzw. 15% (Gesamtstichprobe der fünf untersuchten Kantone) energetische Erneuerungen durchgeführt. Gemäss Jakob, Unterhollenberg et al. (2013) wurden MFH-Flachdächer im Kanton Zürich zwischen 1996 und 2005 an 35% der Gebäude energieeffizient erneuert. Bei den Steildächern betragen die entsprechenden Werte 28% und beim Keller noch 17%.

### ***Art der Erneuerungen***

Die Massnahmen am Gebäudehüllenelement Fenster sind hauptsächlich energieeffizienter Natur, da es sich bei den Massnahmen in der Regel um Fensterersatz handelt (Jakob, Unterhollenberg et al. 2013). Instandsetzungen, also Reparatur, Anstrich und Verbesserung der Dichtigkeit, wurden wesentlich weniger häufig durchgeführt. An der Fassade dominiert im Gegensatz dazu jedoch die Instandsetzung. Dies wurde bereits durch Jakob und Jochem (2003/2009) in Bezug auf die frühere Renovationsperiode 1986 bis 2000 festgestellt. Massnahmen bei Steil- und Flachdächern beinhalten mehrheitlich eine Energieeffizienzverbesserung, ebenso Massnahmen an der Kellerdecke. Im Dachbereich ist der energetische Anteil deutlich höher als bei der früheren Erhebung, die sich auf die Renovationsperiode 1986 bis 2000 bezog (Jakob und Jochem 2003/2009).



Quelle: übernommen aus Jakob, Unterhollenberg et al. (2013)

Figur 5: **Anteile Erneuerungen und Instandsetzungen** der Gebäudeelemente Fenster, Fassade, Kellerdecke und Dach/Estrichboden in den Kantonen AG, BE, BL, TG und ZH (oben) bzw. im Kanton ZH (unten) von 1996 bis 2010. (Zufallsstichprobe GWR, relativ zur Anzahl Gebäude mit Baujahr bis 1990 an denen keine Massnahme oder eine Massnahme im Zeitraum von 1996 bis 2010 durchgeführt wurde. Diese Stichprobengrösse ist mit "n=" bezeichnet.)

Im Dachbereich war die Renovationspraxis gemäss Jakob et al. (2002) auch gemäss Jakob und Jochem (2003/2009) recht unterschiedlich, vor allem im Bereich Steildach: Situationsbedingt wird entweder das ganze Dach erneuert, eine Wärmedämmung von oben oder von unten angebracht (letzteres vor allem im Fall von Ausbauten des Dachraums) oder es wurde der Estrichboden gedämmt. Im Vergleich zu Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) war der energetische Anteil im Dachbereich in der früheren Untersuchung leicht höher.

### **Vollständigkeit**

Im Gegensatz zu Jakob und Jochem (2003) wurde in der neueren Erhebung auch abgefragt, ob die Massnahmen jeweils das ganze Gebäudehüllenelement bzw. alle Fenster

umfassen. Bei den Fenstern wird oftmals nur ein Teil der Fenster erneuert. Bei den übrigen Gebäudehüllenelementen ist dies in der Regel nicht der Fall. Die Gründe für dieses Verhalten wurden in Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) nicht abgefragt. Wir gehen davon aus, dass dies auf verschiedene Gründe zurück zu führen ist: steuerliche (Verteilung der Abzugsmöglichkeiten auf mehrere Jahre), wirtschaftlich finanzielle (Verteilung der Kosten auf mehrere Budgetjahre) und bautechnische Gründe (unterschiedliche Wetterexposition und Alterung je nach Fassadenorientierung).

### ***Jährliche Erneuerungsrate***

Beim Fenster ergibt sich gemäss Jakob, Unterhollenberg et al. (2013) eine durchschnittliche Erneuerungsrate von 4.0% pro Jahr. Zu betonen ist, dass dieser Wert nicht den gesamten Wohngebäudebestand, sondern nur die Bauperioden bis und mit 1990 betrifft. Bei den Fassaden beträgt die analog definierte mittlere energetische Jahreserneuerungsrate 0.9%/a (Kanton ZH) bzw. 1.0%/a (alle fünf betrachteten Kantone). Bei der Kellerdecke ist sie mit 1.1%/a ähnlich hoch. Wesentlich höher ist sie jedoch bei den Steildächern (1.8%/a) und vor allem bei den Flachdächern (2.4%/a).

### ***Zeitlicher Verlauf***

Der zeitliche Verlauf der Erneuerungstätigkeit ist potentiell ein Gradmesser für die Wirksamkeit von energiepolitischen Massnahmen, weshalb dieser Verlauf an dieser Stelle wiedergegeben wird. Allerdings sind bei der Interpretation weitere Einflussfaktoren mit zu berücksichtigen (siehe unten). Methodisch kann der Verlauf der Erneuerungstätigkeit u.a. mit den folgenden beiden Ansätzen bestimmt werden:

- Vergleich von verschiedenen Studien, welche unterschiedliche Erneuerungsperioden abdecken
- Verlauf innerhalb einer längeren Betrachtungsperiode, welche durch jeweils dieselbe Studie abgedeckt wird.

Beim ersten Ansatz wird Jakob und Jochem (2003/2009) mit der untersuchten Renovationsperiode 1986-2000 mit Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) und einer untersuchten Renovationsperiode von 1996-2010 verglichen. Gemäss Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) wurden an den Gebäudeelementen Dach und Keller im Vergleich zur früheren Untersuchung häufiger energieeffiziente Massnahmen durchgeführt, besonders beim Gebäudeelement Dach. Besonders auffällig sind die Bauperioden „vor 1900“ und „1946 bis 1970“. Vor 1900 wurde in der früheren Untersuchung ein Anteil an energieeffizienten Erneuerungen von 30% und in der späteren Untersuchung von 40% ermittelt. Bei der Bauperiode von 1946-1970 sind es 20% bzw. 40%. Bei den Gebäudeelementen Kellerdecke und Fassade sind die energieeffizienten Anteile in etwa gleich gross. Einen deutlichen Unterschied zwischen den beiden Studien besteht bei Fassadenerneuerungen an Gebäuden aus der Bauperiode 1946-1970, welche gemäss Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) einen Erneuerungsanteil von 20% und gemäss Jakob und Jochem (2003/2009) einen solchen Erneuerungsanteil von 25-40% aufweisen.

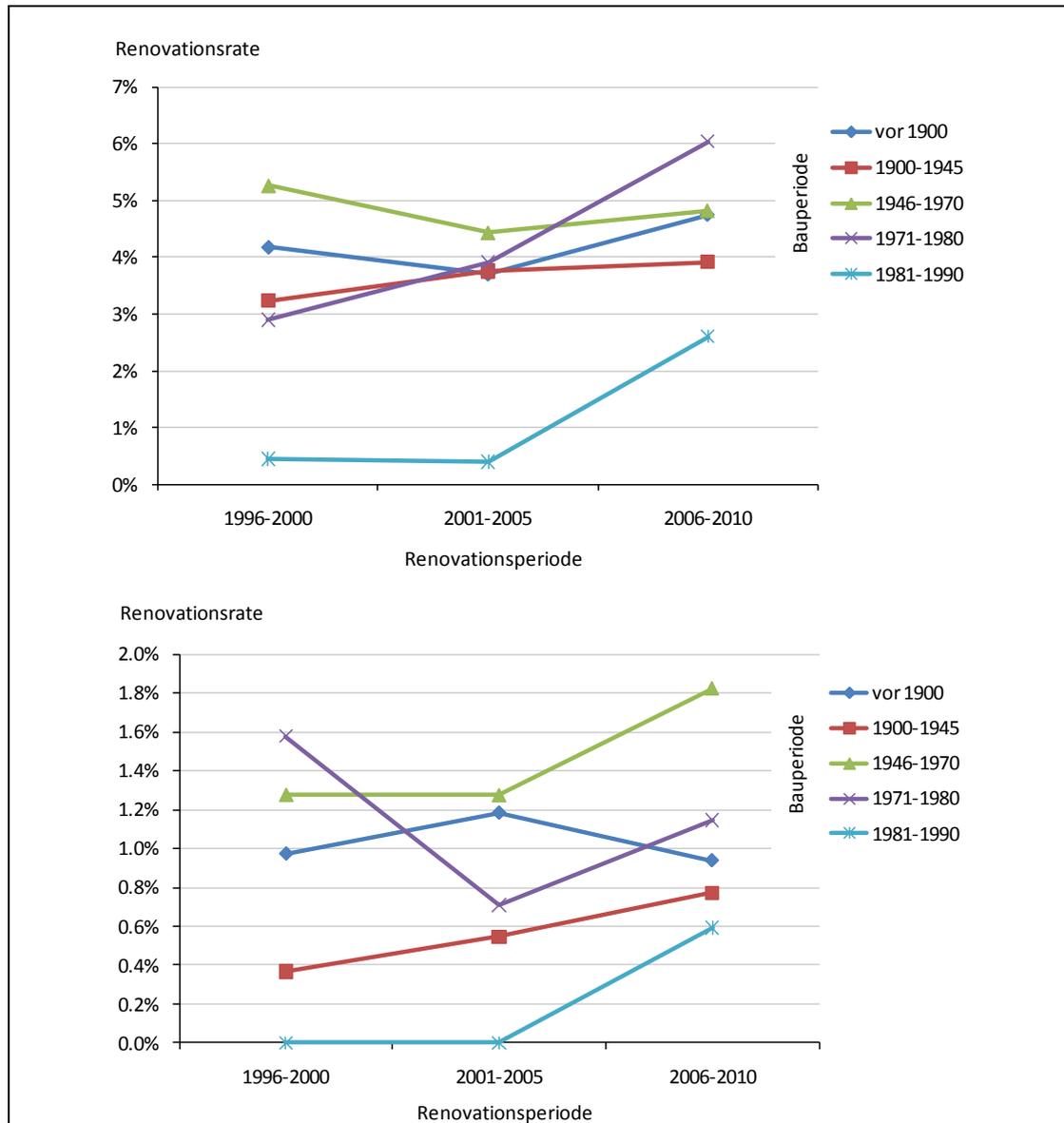
Gemäss Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) sind die Anteile der durchgeführten Massnahmen an Fenstern innerhalb der 15-jährigen Renovationsperiode zwischen 1996-2010 gestiegen, wobei zwischen den verschiedenen Bauperioden der Gebäude gewisse Unterschiede bestehen (Figur 6). Beispielsweise weist die Bauperiode 1946-1970 keinen Anstieg auf und die Bauperioden 1971 bis 1990 nur für die letzte Renovationsperiode (d.h. 2006-2010), siehe Jakob, Unterhollenberg et al. (2013).

Qualitativ ähnliche Befunde wie bei den Fenstern können in Bezug auf Fassadenerneuerungen festgehalten werden, wobei bei einer Bauperiode („vor 1900) nach 2005 sogar ein Rückgang der Erneuerungstätigkeit festzustellen ist. Bei den Steildächern der nach 1945 errichteten Gebäude verliefen die Erneuerungsraten zwischen 1996 und 2005 ziemlich konstant und steigen danach an. Bei den älteren Gebäuden zeigten die Renovationsraten einen sinkenden Trend zwischen der ersten und zweiten Fünfjahres-Renovationsperiode, bevor sie in der dritten Periode wieder anstiegen. Im Dachbereich waren die Renovationsraten aller Bauperioden zwischen 2006-2010 somit höher als zwischen 2001-2005.

Gemessen am Umfeld während der Periode, für welche empirische Grundlagen zur Verfügung stehen, also zwischen Mitte der 1980er Jahre bis 2010, sind die oben aufgeführten Beobachtungen durchaus nachzuvollziehen. Während langer Zeit war das Umfeld relativ stabil.<sup>9</sup> Erst gegen Ende der Betrachtungsperiode, ungefähr zwischen 2006 und 2008, änderte sich das Umfeld in Form von steigenden Energiepreisen, einem verstärkten Bewusstsein (auch auf der politischen Ebene) und einer Verstärkung der (Förder-) Instrumente von Bund, Kantonen und der Privatwirtschaft (Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen).

---

<sup>9</sup> Ab 1986 bis etwa 2005 war das Preisniveau der relevanten Energieträger, namentlich der fossilen, relativ tief. Die energiepolitischen Massnahmen waren nur punktuell und zeitlich beschränkt griffig (im Vergleich zur Periode ab ca. 2008). Gleichzeitig fand aufgrund der Anforderungen im Neubaubereich eine techno-ökonomische Entwicklung statt, die meistens graduell verlief: sukzessive höhere Dämmstärken und tiefere U-Werte, wobei aufgrund der moderaten Preisentwicklung für die Anwender ein zunehmender Nutzen resultierte (Jakob et al. 2002, Jakob und Madlener 2004).



Quelle: übernommen aus Jakob, Unterhollenberg et al. (2013)

Figur 6: **Zeitlicher Verlauf der jährlichen Renovationsrate energieeffizienter Massnahmen** am Beispiel der Gebäudeelemente Fenster (oben) und Fassade (unten). (Rate relativ zur Anzahl Gebäude beim jeweiligen Gebäudeelement, welche vor der entsprechenden Renovationsperiode in den Besitz des Eigentümers gelangt sind)

### **Bewertung der festgestellten Erneuerungstätigkeit**

Aus den energetischen Erneuerungsraten kann der Investitionszyklus abgeleitet werden. Eine Rate von 1% bis 1.5% pro Jahr wie bei den meisten opaken Gebäudeelementen, ergibt einen Zyklus von rund 65 bis 100 Jahren, eine solche von 3% bis 4% pro Jahr (wie bei den Fenstern) einen solchen von 25 bis gut 30 Jahren. Es ist allerdings zu betonen, dass sich die angegebenen Werte unter Berücksichtigung von bereits früher durchgeführten Massnahmen von 20% bis über 30% entsprechend reduzieren.

Nach der empirischen Ermittlung der (energetischen) Erneuerungstätigkeit stellt sich die Frage, ob diese zu tief sei. Schalcher et al. (2011) kommen zum Schluss, dass dies nicht

generell der Fall ist. Ein sogenanntes Erneuerungsdefizit ergibt sich erst, wenn die Erneuerungstätigkeit an energiepolitischen Zielsetzungen gemessen wird (→ ein Defizit energetischer Erneuerung). Gemäss Modellrechnungen für die Schweiz bzw. für die Stadt Zürich kommen Wallbaum, Jakob et al. (2009) bzw. (2010a) zum Schluss, dass mit einer sinngemässen Weiterführung der bisherigen Erneuerungstätigkeit ambitionierte energiepolitische Zielsetzungen verfehlt werden. In Wallbaum, Jakob et al. (2010b) wird aufgezeigt, welchen Effekt eine (realistische) Steigerung der Renovationsrate auf die Zielerreichung hat.

### 2.3 Einflussfaktoren auf die Erneuerungstätigkeit

Die Einflussfaktoren auf die Erneuerungstätigkeit können mit unterschiedlichen Methoden ermittelt werden. Bezugnehmend auf die einbezogene Literatur stehen die folgenden zwei Methoden im Vordergrund:

#### **Ermittlung der Bestimmungsfaktoren von vergangenen Renovationsentscheiden mittels statistischer Methoden (ökonometrische Analyse)**

Die ökonometrische Analyse von Renovationsentscheiden der Vergangenheit zeigt die wichtigsten Einflussfaktoren bezüglich Renovationsentscheide von Mehrfamilienhauseigentümern auf. Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Raten energieeffizienter Erneuerungen nach wie vor ähnlich tief sind wie in Jakob und Jochem (2003/2009). Nachdem sie zwischen 2001 und 2005 gegenüber der vorangehenden Fünfjahresperiode zum Teil leicht gesunken waren, wird für 2006 bis 2010 ein leichter Anstieg ausgewiesen. Dieser betrifft aber nur einzelne Bereiche. In der Regel kann der Anstieg gerade etwa den Rückgang der vorletzten gegenüber der vorvorletzten Fünfjahresperiode kompensieren.

Aus der statistischen (ökonometrischen) Analyse ergibt sich, dass die Wahrscheinlichkeit von energie-effizienten Gebäudehüllenmassnahmen von einzelnen Einflussfaktoren wie folgt abhängt:

- Am grössten ist der Einfluss der Bauperiode, wobei Gebäude der Bauperiode 1946-1970 die höchste Erneuerungsrate aufweisen. Dies wurde bei MFH-Fassadenwärmehüllungen bereits in Jakob und Jochem (2003) festgestellt und ist mutmasslich auf die energetisch ungünstige Bauweise zurückzuführen, welche auch zu Komforteinbussen führt (Jakob und Jochem 2003/2009).
- Einzelne Gebäudeattribute sowie einzelne sozioökonomische Attribute wie das Geschlecht, das Alter sowie der Beruf der Befragten beeinflussen die Erneuerungsrate.
- Bemerkenswert ist, dass Attribute wie Gebäudegrösse, durchschnittliche Mietpreise der Region, Standortkanton, Eigentümer/innentyp und -ausbildung nur punktuell und bei einzelnen Gebäudeelementen einen statistisch signifikanten Einfluss auf das Renovationsverhalten aufweisen.

Bezugnehmend auf Jakob und Jochem (2003) stellen Ott, Jakob et al. (2005) fest, dass bei der Erneuerung der Gebäudehülle meist Instandsetzungsmassnahmen gewählt werden, die keine energetischen Verbesserungen bewirken. Die Autoren orten diverse Ursachen für diese energetischen Erneuerungsdefizite: Vom Gebäudezustand allein wird, mit Ausnahme spezifischer Bauperioden, kein energetischer Erneuerungsbedarf abgeleitet. Erst in Kombination mit steigenden Komfortansprüchen entsteht ein Erneuerungsbedarf. Betont wird auch, dass das Problembewusstsein bei vielen Eigentümer/innen nicht vorhanden ist.

Ähnliche Gründe für oder gegen energetische Erneuerungen im Allgemeinen wurden auch in Bezug auf energetisch weitergehende Erneuerungen gemäss Minergie festgestellt, dies im Vergleich zu energetischen Standarderneuerungen. Gemäss den Befragungsergebnissen von Rütter et al. (2008) bringen Minergie-Bauherren dem Thema ein überdurchschnittlich grosses Interesse entgegen und handeln zum grossen Teil aus idealen Motiven (Umwelt/Klima). Weitere wichtige Gründe sind Überlegungen zur Energiepreisentwicklung und zu Komfort sowie ein guter Informationsstand. Fördergelder sind jedoch gemäss Angaben der Befragten kein wichtiger Entscheidungsfaktor für Minergie, möglicherweise weil Bauherren mit Minergie-Erfahrung davon überzeugt sind, dass Minergie über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes wirtschaftlich ist. Während die Entscheide für Minergie in der Regel bewusst gefällt werden, ist dies bei Entscheiden gegen Minergie nicht der Fall: Für einen grossen Teil der Bauherren, die energetische Modernisierungen ohne Minergie-Standard durchgeführt haben, stand Minergie gar nie zur Diskussion.

### **Ermittlung der Einflussfaktoren auf (hypothetische) Renovationsentscheide**

In einem zweiten Teil von Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) wurden die befragten Eigentümer/innen von Mehrfamilienhäusern gebeten, verschiedene Renovationsalternativen zu bewerten. Aus der Analyse der erfassten Befragungsantworten wurde abgeleitet, dass für Energieeinsparungen grundsätzlich eine signifikante Investitionsbereitschaft besteht (*ceteris paribus*). Die Ergebnisse zeigen allerdings auch eine starke Präferenz zu energetisch nicht wirksamen Instandsetzungsmassnahmen. Dies bedeutet, dass relativ hohe Energieeinsparungen erforderlich sind, um diesen Hang zu Instandsetzungen zu überwinden.

Die Resultate von Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) zeigen auch, dass die marginale Bewertung von Energiesparmassnahmen stark abnehmend ist. Das heisst, dass für die ersten Massnahmen mit einer vergleichsweise hohen Wirkung relativ gesehen eine höhere Investitionsbereitschaft besteht als für sehr weitgehende Gesamtpakete. Ergänzend kann festgestellt werden, dass die befragten Eigentümer mögliche Risiken und Unsicherheiten bei Investitionsentscheiden für energieeffiziente Renovationen mit einbeziehen. Zu solchen Risikofaktoren und Unsicherheiten zählen die künftige Entwicklung der Mietpreiseinnahmen oder Energiekosteneinsparungen, die unter den Erwartungen bleiben könnten, sowie die Irreversibilität der Investitionen und der damit verbundenen Investitionsausgaben. Wenn Förderinstrumente diese Unsicherheits- und Risikofaktoren zu

überwinden helfen, können sie Wirkung erzielen (z.B. durch Risikogarantien). Allfällige Förderbeiträge müssten hoch genug sein, um die Wirtschaftlichkeit auch im ungünstigen Fall sicher zu stellen. Zusätzlich ist es interessant zu sehen, dass eine grosse Anzahl von Teilnehmern eine hohe Investitionsbereitschaft für vorgefertigte Module aufweist, wie sie im CCEM-Projekt «Advanced Retrofit» entwickelt wurden. Eher gering wurden die Attribute Aufstockungen und Lüftungssysteme bewertet (wobei eine in die Module integrierte Lüftung nicht speziell ausgewertet werden konnte). Obwohl die Gründe für die letzten Befunde nicht direkt aus der Befragung hervorgehen, ist davon auszugehen, dass diese Ergebnisse vor allem den konkreten Umständen der betroffenen Gebäude geschuldet sind (Dachstock bereits ausgebaut, Dachstockausbau oder Einbau Lüftungsanlage aufgrund Konstruktionsweise oder Platzverhältnissen (Höhe) nicht möglich).

### ***Einbezogene Informationsquellen sowie wichtige Motive und Einflussfaktoren bei energetischen Entscheidungen***

Für Eigentümer/innen von Mehrfamilienhäusern, die sich für eine Renovation entschieden haben, sind gemäss Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) Architekten, Fachplaner sowie Handwerker und Bauunternehmen die wichtigste Informationsquelle. Von weit geringerer Bedeutung sind Fachmedien, Baufachmessen, öffentliche Beratungsstellen und dergleichen. Bereits bezogen auf die Betrachtungsperiode 1985 bis 2000 wurden ähnliche Feststellungen getroffen (Jakob und Jochem, 2003/2009).

Architekten, Planer und die ausführende Branche spielen also bei Erneuerungsentscheidungen eine zentrale Rolle. Sie sind entsprechend angemessen über die Vorteile von energetischen Erneuerungen zu informieren und für energiebezogene Beratungstätigkeit zu qualifizieren.

Wie bereits durch Ott, Jakob et al. (2005) festgestellt wurde, werden durchgeführte Renovationen auch von Banfi, Farsi, Jakob et al. (2012) durch eine Vielzahl von intrinsischen und exogenen Faktoren begründet. Relativ häufig genannt wurden:

- Werterhaltung und Wertsteigerung des Gebäudes
- das Erreichen der Lebensdauer der Gebäudeelemente.

Umweltschutz- und Energiepreisüberlegungen, Vergrösserung der Wohnfläche sowie weitere qualitative Verbesserungen waren weitere Begründungen, erstere vor allem bei energieeffizienten Erneuerungen. Förderlich für energetische Verbesserungen ist also eine positive Werterhaltung gegenüber Themen wie Energieeffizienz, Umweltschutz oder Nachhaltigkeit.

Bezüglich der Motivation zur Durchführung von Massnahmen am Beispiel der Fassade sticht bei den Eigentümer/innen besonders die Werterhaltung als Grund heraus und zwar sowohl für energieeffiziente als auch nicht-energieeffiziente Massnahmen (Jakob, Unterhollenberg et al. 2013). Konsistent damit ist, dass das Erreichen der Lebensdauer bzw. Bauschäden häufig als Motivationsgrund angegeben wurden. Besonders bei der energie-

effizienten Erneuerung von Fassaden werden auch die Wertvermehrung, Umweltschutz und hohe Energiepreise als Gründe zur Durchführung der Massnahmen genannt.

Hingegen haben gemäss Angaben der Befragten Handänderungen, Beratungsangebote, Fördermassnahmen und Gebäudelabels wenig Einfluss auf den Erneuerungszeitpunkt. Die vorhandenen staatlichen Förderinstrumente eignen sich folglich gemäss der Angaben der Befragten nicht zum **Auslösen** von Erneuerungen, fördern aber bei anstehenden Erneuerungen die **Wahl einer energetisch besseren Variante**.

## 2.4 Abgeleitete Strategien und Instrumente

Auf Basis der Ergebnisse aus den Eigentümerbefragungen und auf Basis der Analyse der Rahmenbedingungen wurden in Ott, Jakob et al. (2005) Strategien und Instrumente abgeleitet und in Ott und Meier (2005) weiter entwickelt, um der energieeffizienten Erneuerung des Gebäudebestandes zum Durchbruch zu verhelfen. Um das vorhandene Potential im Gebäudepark zu nutzen, ist es hierbei besonders wichtig, eine langfristige Strategie zu verfolgen. Die Autoren formulierten eine Liste von zehn Ansatzpunkten für eine Effizienzstrategie im Gebäudebereich. Die vorgeschlagenen Massnahmen beinhalten u.a. den Einbezug eines Effizienzpfades und aller relevanten Akteure in die langfristige Erneuerungspolitik, einen begleitenden Vollzug im Gebäudebereich (Beratung während des Bewilligungsverfahrens, energetische Nachweispflicht), eine Sensibilisierungskampagne und ein Label als Marketingstrategie. Last but not least ist nach wie vor, wie schon von Ott, Jakob et al. (2005) postuliert, die Aus- und Weiterbildung von bauleistungs anbietenden Unternehmen zu verstärken.

Zu erwähnen ist auch die Verbesserung der Wirkung bzw. die Neukonzeption schon bestehender kostspieliger Förderprogramme wie insbesondere der steuerlichen Anreize für energetische Gebäudeerneuerungen, wie sie eine Untersuchung der interdepartementalen Arbeitsgruppe unter der Leitung der Eidgenössischen Steuerverwaltung (ESTV) fordert (Baur et al. 2009).

## 3 Vorgehen und Grundlagen Bürogebäude

### 3.1 Bestehende empirische Grundlagen zu Bürogebäuden in der Schweiz

Menti et al. (1999) sowie Weber (2002) schufen vor gut einem Jahrzehnt wichtige empirische Grundlagen zu Bürogebäuden in der Schweiz. Hierbei wurden für eine Stichprobe von rund 100 Eigentümern insbesondere energetische Daten sowie Daten zu Ausstattungsmerkmalen im Bereich Gebäudetechnik erfasst, namentlich im Bereich Lüftung und Klima.

In einer Nachfolgeuntersuchung, welche teilweise auf derselben Stichprobe beruht, untersuchten Aiulfi et al. (2010) die Verbrauchsentwicklung des Wärme- und Elektrizitätsbedarfs und der energierelevanten Einflussfaktoren von 128 Bürogebäuden der letzten 10 Jahre. Hierbei wurde festgestellt dass der Wärmeverbrauch nicht rückläufig ist, im Strombereich jedoch eher eine Stagnation oder gar eine leichte Erhöhung des Verbrauchs zu verzeichnen ist (jeweils bezogen auf den spezifischen Energieverbrauch pro m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche).

Im Wärmebereich konnte die Abnahme des Verbrauchs mittels vereinfachender statistischer Methoden auf Wärmedämmmassnahmen, Erneuerungen der Heizanlagen und den Einbau von Abwärmenutzung bei Kälteanlagen zurückgeführt werden (siehe auch Jakob, Aiulfi und Primas 2010). Keinen wesentlichen statistisch signifikanten Einfluss hatten dagegen Erneuerungsmassnahmen im Bereich der Lüftungsanlagen, da diese oft von einer Erweiterung der Anlage begleitet waren.

Bei etwa der Hälfte der Bürogebäude, für welche aktuelle Stromverbrauchsangaben und Vergleichswerte für den Zustand vor zehn Jahren vorliegen, nahm der Elektrizitätsverbrauch in dieser Zeit ab, bei der anderen Hälfte ist jedoch eine Zunahme zu verzeichnen. Vor allem der Ausrüstungsgrad mit Lüftungs- und Klimaanlage, die Befeuchtung sowie der Grad an Serverausrüstungen beeinflussen die Entwicklung der Energiekennzahl Elektrizität signifikant. Die Teilenergiekennzahlen für Lüftung / Klima liegen oft deutlich über dem SIA-Standardwert (SIA 2024). Erneuerungsmassnahmen an Beleuchtungsanlagen zeigen zwar eine verbrauchssenkende Wirkung. Insbesondere die Änderung des Ausstattungsgrades führt jedoch in vielen Fällen insgesamt zu einer Steigerung des Stromverbrauchs. Von erheblicher Bedeutung sind dabei auch die hohen Verbrauchsan-teile ausserhalb der Betriebszeiten, die etwa 40% des Gesamtverbrauchs ausmachen.

### 3.2 Explorative Interviews

#### 3.2.1 Zweck und Vorgehen

Zur Vorbereitung der Befragung der Bürogebäudeeigentümer/innen und der Zusammenfassung der aktuellen Literatur zur Erneuerungstätigkeit im Wohngebäudebereich wurden

11 explorative Interviews mit Expert/innen aus den folgenden Bereichen durchgeführt, dokumentiert und ausgewertet:

- Planer/innen und Vertretung SIA (1)
- Investor/innen, GU (4)
- Projektentwickler/innen (1)
- Architekt/innen (2)
- Immobilienmanagement öffentliche Hand (2)
- Privates Immobilienmanagement (1)

Die explorativen Interviews lieferten Erkenntnisse zu möglichen Auslösern, Anreizen und Hemmnissen für Erneuerungen bei Bürogebäuden, Unterscheidungen zwischen Eigentümergruppen und Nutzungsarten, zur Art der durchgeführten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen bei Erneuerungsentscheiden und zum Handlungsbedarf in Bezug auf die Förderung von energetischen Erneuerungen. Die Ergebnisse flossen in die Erarbeitung des Fragebogens für die Online Befragung ein.

### 3.2.2 Ergebnisse der explorativen Interviews

#### ***Was löst bei Bürogebäuden typischerweise Erneuerungen aus?***

Die folgenden Faktoren lösen bei Bürogebäuden typischerweise Erneuerungen aus:

- Alter und Zustand des Gebäudes, technisch-bauliche Probleme, Fälligkeit von Erneuerungen von Gebäudeteilen in normalem Erneuerungszyklus
- Verkauf einer Liegenschaft
- Ablauf Mietvertrag/Mieterwechsel, Nutzungsänderungen
- Marketing- oder Image-Gründe
- Veränderungen im Markt
- Energetische Vorschriften, z.B. Kesselsanierungen

Die Erneuerungen von Bürogebäuden sind von folgenden Merkmalen gekennzeichnet:

- Eine Erneuerung im vermieteten Zustand ist bei Bürobauten in der Regel nicht möglich, die Beeinträchtigung ist zu gross, bzw. die Akzeptanz dafür ist zu gering. Da Gelegenheiten für Erneuerungen rar sind, werden häufig verschiedene Massnahmen kombiniert, wenn eine Erneuerung notwendig ist. Die Aussenhülle wird in der Regel integral erneuert (nicht nur Fenstererneuerung).
- Je weiter sich ein Bürogebäude von Zentrum entfernt in der Agglomeration befindet, desto eher werden Erneuerungen durch einen Mieter- und nicht einen Vermietermarkt bestimmt, d.h. das Angebot ist eher höher als die Nachfrage und zwingt die Anbietenden zu nachfragegerechten und konkurrenzfähigen Angeboten. Die Ausrichtung

auf die Marktbedürfnisse ist daher zentral, Veränderungen bei den Marktbedürfnissen führen in der Agglomeration noch stärker zu einem Erneuerungsbedarf als im Zentrum. Dies und oft auch Denkmalschutzaufgaben führen u.a. dazu, dass Gebäude in der Agglomeration tendenziell auf einem moderneren Stand sind, auch in energetischer Hinsicht.

***Wer entscheidet bzw. wie kommt der Entscheid über die Art der Erneuerung zustande?***

Grundsätzlich entscheiden jeweils der/die Eigentümer/in / Bauherr/in über die Erneuerung. Bei professionellen Investor/innen entscheidet die Geschäftsleitung. Der Entscheid wird jeweils durch Portfoliomanager, Facility Manager oder Objektverantwortliche vorbereitet.

***Welche Akteure und Berater/innen werden bei der Entscheidungsfindung beigezogen, bzw. welche Akteure tragen zur Auslösung des Entscheids bei?***

Interne oder externe Architekt/innen, Gebäudetechnikingenieur/innen, Bauphysiker/innen, HLKS-Planer/innen, andere Energiespezialist/innen oder interne Fachstellen sind an der Entscheidungsfindung in unterschiedlicher Masse beteiligt. Eigentümer/innen mit einem grossen Portfolio entscheiden eher autonom, Eigentümer/innen von nur einem oder von wenigen Gebäuden verlassen sich stärker auf Meinungen der Architekt/innen oder externer Berater/innen. Werden Architekt/innen beigezogen, üben diese oftmals eine zentrale Funktion aus.

***Welche Eigentümergruppen und Gebäude-/Nutzungsarten müssen dabei getrennt betrachtet werden, welche Unterschiede im Erneuerungsverhalten gibt es zwischen diesen?***

Zunächst kann unterschieden werden, ob die Nutzer/innen gleichzeitig auch Eigentümer/innen des Gebäudes sind oder nicht. Welche Auswirkungen dies auf das Erneuerungsverhalten hat, ist allerdings nicht klar: Einerseits wird der Druck zu sanieren im Falle der Eigennutzung kleiner, da die Vermietung des Objekts sicherzustellen ist und das Objekt nicht in Konkurrenz mit anderen Mietobjekten steht. Andererseits ist die Betroffenheit bei Reparatur- oder Erneuerungsbedarf grösser, und die Prozesse zur Abwicklung von Erneuerungen können rascher abgewickelt werden.

Im Falle von Mietverhältnissen ist es zudem wichtig zu unterscheiden, ob das Gebäude von einer einzigen Mieterin gemietet wird («single tenant»), oder ob es verschiedene Mieter/innen gibt. Im ersten Fall gehen Erneuerungen jeweils stark vom Mieter aus, und Erneuerungen werden auf dessen Bedürfnisse abgestimmt; im zweiten Fall verhindern Abstimmungsprobleme tendenziell ein koordiniertes Vorgehen.

Auch die Art der Eigentümer/innen von Bürogebäuden ist von Bedeutung. Professionelle Investor/innen sind oft stark renditeorientiert und führen dann eher selten Energieeffizienzmassnahmen durch. Versicherungen, Pensionskassen und Anlagestiftungen sind

dagegen in der Regel langfristig ausgerichtet und investieren in der Tendenz mit längerfristigem Horizont.

***Welche Einflussfaktoren spielen eine Rolle und welche Bedeutung haben sie (Rahmenbedingungen, Hemmnisse, Anreize)?***

Die folgenden generellen Einflussfaktoren, Hemmnisse und Anreize wurden von den Befragten genannt, wobei zu ergänzen ist, dass die Nennungen zum Teil auf Aussagen einiger weniger Befragten beruhen.

**Ausgangssituation und generelle Rahmenbedingungen – bedeutsame Faktoren:**

- Alter des Gebäudes
- Energieverbrauch des Gebäudes
- Unterhaltskosten des Gebäudes
- Lage: An einer guten Lage muss weniger erneuert werden, als wenn die Lage weniger zentral bzw. die Nachfrage geringer ist.
- Marktumfeld
- Zielgruppe der Mieter/innen und deren Zahlungskraft

**Hemmnisse:**

- Wirtschaftlichkeit / Kosten und Rendite sprechen häufig gegen energetische Erneuerungen
- Bürogebäude muss i.d.R. frei von Mieter/innen sein, damit Erneuerung möglich ist.
- Energetische Erneuerungen führen oftmals dazu, dass eine Baubewilligung nötig wird. Ist dies der Fall, haben verschiedene Amtsstellen die Möglichkeit, Auflagen zu formulieren und Anpassungen an Vorschriften zu fordern, zum Beispiel bezüglich Brandschutz oder Denkmalschutz. Dies kann zu erheblichen Zusatzkosten führen.
- Veränderung des architektonischen Erscheinungsbilds
- Denkmalpflege
- Bestehende Innenarchitektur
- Trennung von Eigentümer/Investor-Rohbau und Mieterausbau verhindert langfristige, energetisch optimierte Lösungen.
- Beim Minergie-Standard für Bürogebäude wird dem Aspekt des Mieterausbaus zu wenig Rechnung getragen.
- Priorisierung von Mitteln bei öffentlicher Hand: Spitäler und Schulen haben Vorrang gegenüber Bürogebäuden.
- Beim Kanton: Der Kanton kann keine Hypotheken aufnehmen auf Liegenschaften, deshalb fehlen dem Kanton häufig entsprechende Investitionsmittel.

**Anreize:**

- Label
- Unternehmensstrategie von Vermieter/in oder Mieter/in
- Image / Reputation von Vermieter/innen oder Mieter/innen bei Kunden und Mitarbeitenden
- Druck von NGO, Nachhaltigkeitsratings bei Unternehmen, bzw. politischer Druck auf öffentliche Hand
- Hervorhebung von beispielhaften Erneuerungen und Lob durch Stadt
- Steigende Energiepreise
- Eigenes Budget für energetische Erneuerungen bei Eigentümer/innen
- Bei einer Erneuerung kann bestehende Ausnutzung trotz veränderter Vorschriften und Baulinien erhalten bleiben, was gegenüber einem Neubau vorteilhaft ist.
- Der Kühlbedarf von Bürogebäuden im Sommer trägt zu Erneuerungen bei.
- Fördergelder haben nur eine schwache Wirkung, insbesondere bei grösseren professionellen Investor/innen, bei denen die finanziellen Mittel für Erneuerungen ohnehin vorhanden sind und Fördergelder deshalb kaum zusätzliche Massnahmen bewirken. Manche Finanzdienstleistenden nehmen zudem aus Prinzip keine Subventionen von Staat an.
- Dass die Aussenwärmedämmung im Kanton Zürich nicht an Nutzfläche angerechnet wird und nicht zu einem Überschreiten der Baulinien führt, ist von grosser Bedeutung.
- Anreize über Grossverbrauchermodell, Bonus auf Strompreis bei Einhaltung der Zielvorgaben.

***Welche Strategien werden bei der Gebäudebewirtschaftung kurz-, mittel- und langfristig befolgt?***

Bei den Strategien ist zu unterscheiden zwischen Strategien, die sich auf das ganze Portfolio von Investierenden beziehen und Strategien, die sich auf ein konkretes Objekt beziehen.

Aus übergeordneter Sicht ist die Wirtschaftlichkeit von Erneuerungsmassnahmen zentral und spricht in der Wahrnehmung der befragten Akteure häufig gegen energetische Massnahmen. Als Korrektiv stehen dem primär Image und Reputation entgegen.

In Bezug auf ein ganzes Portfolio dienen Strategien oft der langfristigen Planung von Investitionen, um zum Beispiel über mehrere Jahre möglichst konstante Ausgaben zu haben.

Je nach Objekt wird oftmals eine individuell angepasste Objektstrategie verfolgt, z.B. «Auf Abbruch bewirtschaften», «Renditeobjekt ohne Erneuerung, Spekulation auf Wertsteigerung des Standorts», «langfristig als Eigentum halten», oder «Verkauf» der Liegenschaft.

Der Kanton Zürich führt in der Projektinitialisierungsphase jeweils eine Nutzwertanalyse durch, bei der die Kriterien Strategiebeitrag, Wirtschaftlichkeit sowie Risiken des Projekts ausschlaggebend sind.

***Welche Rolle spielen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen bei Erneuerungsentscheidungen? Wie wird die Wirtschaftlichkeit verschiedener Erneuerungsvarianten verglichen, inwiefern werden Investitionskosten, Discounted Cash Flow DCF oder Life Cycle Costing LCC verwendet und welcher Zeithorizont kommt dabei zur Anwendung?***

Wirtschaftlichkeitsüberlegungen sind bei Erneuerungsentscheiden von Bürogebäuden zentral.

Bei professionellen Investor/innen ist eine Abstützung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen nur auf die Investitionskosten üblich; Energiepreise und entsprechende Auswirkungen auf Nebenkosten werden dabei nicht berücksichtigt.

Ein Grund für die Nichtberücksichtigung der energetischen Auswirkungen von Erneuerungsmassnahmen in den Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ist zunächst, dass der Vermieter die Energiekosten nicht selbst trägt, sondern diese als Nebenkosten auf den Mieter abwälzt. Hinzu kommt, dass die Energiekosten gemessen an anderen Ausgaben innerhalb der Nebenkosten nur einen geringen Anteil ausmachen. Anders als im Wohnungsmarkt betrachten zudem grössere Unternehmen, welche Liegenschaften mieten, häufig nur die Nettomietkosten, nicht die Bruttomietkosten. Es fehlt demzufolge auf der Mieterseite an Interesse an der Berücksichtigung der Bruttomietkosten. Als Korrektiv steht dem die Nachfrage nach Gebäudelabeln entgegen. Bei Erneuerungen sind Label jedoch schwieriger zu erreichen als bei Neubauten.

Der Zusatznutzen von höheren energetischen Standards für die langfristige Vermietbarkeit bzw. den Marktwert lässt sich nur schwer beweisen; von Seiten der Investierenden ist häufig nur eine geringe Risikobereitschaft vorhanden, weshalb innovative, mutige Ansätze oftmals verworfen werden, auch wenn sie das Potenzial haben, die langfristige Wirtschaftlichkeit eines Objekts zu verbessern.

Wenn es zu Verträgen für Erneuerungen zwischen einer Generalunternehmerin und einem Eigentümer kommt, enthalten diese oftmals keine Vorgaben bezüglich der energetischen Standards. Dies hat zur Folge, dass die Generalunternehmerin die günstigste Lösung verwendet, ohne die langfristigen Kosten aufgrund des Energieverbrauchs in Betracht zu ziehen (Principal-/Agent-Problematik).

Private Investierende mit wenigen Objekten in ihrem Portfolio, die sich stärker durch Architekt/innen beraten lassen, sind hingegen eher geneigt, die Wirtschaftlichkeit von verschiedenen Varianten anhand von deren Lebenszykluskosten, inklusive Energiekosten, zu vergleichen. Dies gilt zudem auch für langfristig ausgerichtete Investierende, insbesondere wenn sie gleichzeitig sowohl Eigentümer/in als auch Mieter/in sind.

**Welche Erneuerungsmassnahmen wurden bisher durchgeführt? Wie wurde erneuert (technische Lösungen für was)? Welche Standards waren üblich/massgeblich?**

Der Ersatz von Fenstern ist relativ häufig. Neue Fenster haben etwa einen U-Wert von  $1.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ , wobei der Trend in Richtung Dreifach-Verglasung mit einem U-Wert von  $0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$  geht.

Bei Fassadenisolierungen sind etwa 20 cm Dämmstoff üblich. Bei Bürogebäuden liegt der Fokus auf hinterlüfteten Fassaden mit Mineralwolle. Hinterlüftete Fassaden verschaffen Spielraum für eine äussere Gebäudehülle mit einem besseren Erscheinungsbild.

Die Kellerdecke wird in den meisten Fällen energetisch saniert, ausser wenn sich die Heizung oder ein Schutzraum darunter befindet. Dies ist meistens eine kosteneffiziente Massnahme.

Totalerneuerungen sind generell eher selten; häufiger werden Ersatzneubauten erstellt.

Denkmalpflegerische Aspekte schränken die erreichbaren Energiestandards ein.

Schallschutz ist bei Bürogebäuden ein wichtiges Thema; dies kann dazu führen, dass Schallschutzforderungen gegenüber energetischen Eigenschaften Vorrang haben, da Fenster mit sehr hohem Schalldämmwert tendenziell einen tiefen U-Wert haben.

Oftmals werden bei Erneuerungen energetische Label angestrebt, z.B. Minergie. Auch wenn das Minergie-Label unter anderem wegen der Notwendigkeit des Einbaus einer Lüftung auch kritisch betrachtet wird, hat es sich am Markt mittlerweile breit durchgesetzt. Allerdings ist das Minergie-Label viel eher für Neubauten geeignet als für Erneuerungen; die Installation der erforderlichen Lüftungskanäle ist aufgrund des Platzbedarfs und der notwendigen Technik bei Erneuerungen oftmals kaum möglich. Der energetische Unterschied zwischen Minergie und den gesetzlichen Standards ist zudem gering geworden.

Beim Heizsystem findet häufig ein Wechsel von Öl auf Gas statt; ein Wechsel auf Wärmepumpen hingegen ist eher selten. Die Installation von Erdwärmesonden bei bestehenden Gebäuden wird häufig als nicht möglich betrachtet. Die Wahrnehmung, dass Wärmepumpen Lärm verursachen, viel Platz benötigen und eine Änderung des Wärmeverteilungssystems bedingen, ist weit verbreitet. Hochtemperatur-Wärmepumpen und technische Lösungen für die Eliminierung von Lärmproblemen sind bisher kaum bekannt. Fernwärme ist ein Thema, sofern Anschlussmöglichkeiten vorhanden sind. Holz-Pellets sind bei Geschäftshäusern kein Thema, aufgrund des Platzbedarfs und wegen Anlieferungsproblemen in der Innenstadt. Sofern spezielle, effiziente Möglichkeiten wie zum Beispiel Seewasserwärmepumpen aufgrund der lokalen Voraussetzungen in Frage kommen, zeigen sich Gebäudeeigentümer tendenziell offen für entsprechende Lösungen.

Bedeutende Themen sind zudem Fernüberwachung, Betriebsoptimierungen und betriebliches Umweltmanagement. Unternehmen, die damit Erfahrung gesammelt haben, berichten von unerwartet hohen und kosteneffizienten Energieeinsparungen, die damit möglich geworden sind.

Die Verknüpfung von energetischen Erneuerungsmassnahmen mit Massnahmen zur Steigerung von Komfort und Gesundheit am Arbeitsplatz gewinnt bei Bürobauten an Bedeutung. Fassadenerneuerungen mit Dreifachverglasung reduzieren das Kälteempfinden in Fensternähe und führen zu hohem Komfort. Die Komfortsteigerung ist einer der Gründe, weshalb Fenstererneuerungen besonders oft vorkommen. Energetische Label werden zudem oftmals mit Aspekten der Ökologie am Arbeitsplatz verbunden. Dementsprechend steigt die Bedeutung von Labels wie Minergie-P-ECO. In diesem Zusammenhang sind auch Grossraumbüros und flexible Arbeitsplätze von Bedeutung, da dies sowohl zu einer höheren Zufriedenheit der Mitarbeitenden mit ihren Arbeitsplätzen als auch aufgrund einer besseren Raumauslastung zu tieferem Energieverbrauch pro Mitarbeiter/in führen kann.

Komfortsteigerungen wie mehr Licht oder grössere Bildschirme machen einen Teil der Energieeinsparungen wieder zunichte.

***Was wäre notwendig, damit mehr Erneuerungen durchgeführt werden und das Erneuerungsverhalten mehr in Richtung Nachhaltigkeit gelenkt wird?***

Die folgenden Vorschläge wurden von den Interviewpartnern gemacht:

- Ermöglichung von Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle ohne Baubewilligungsverfahren; ein solches ist zeitaufwendig und zieht regelmässig erhebliche zusätzliche Kosten aufgrund von verschiedenen Auflagen der Behörden nach sich.
- Energetische Zielvorgaben bei Ausschreibungen.
- Globale Lösungsansätze im Sinne eines Contracting von Bürofläche statt einer Fokussierung auf Nettomiete oder einzelne Erneuerungsentscheide.
- Sensibilisierung und Motivierung der Bauherrschaft.
- Aufzeigen, dass es für alle Arten von unterschiedlich gelagerten Spezialfällen auch spezifische Lösungen gibt, und Spezialfälle, die bei Erneuerungen häufig sind, energetische Erneuerungen nicht ausschliessen.
- Effiziente Gesamtlösungen in Bezug auf Wärme- und Kälteverbrauch und –produktion, Überbrückung der Trennung zwischen Grundausbau und Mieterausbau.
- Instrument zur Verteilung des Risikos von innovativen Massnahmen.
- Bessere Bekanntmachung von Vorzeigeobjekten.
- Vorgabe, dass öffentliche Gebäude Minergie-P-Standard bei Neubau und Erneuerungen erfüllen.
- Reduktion der Anforderungen des Denkmalschutzes.
- Konsequenterer Ausrichtung der Stadt Zürich auf die Förderung erneuerbarer Energien, keine gleichzeitige Förderung des Erdgasabsatzes.
- Stärkere Förderung der Fernwärmenutzung.
- Flexiblere, weniger strikte Umsetzung von Normen und Gesetzen, um sinnvolle Lösungen zu ermöglichen.

- Flexiblere Gesetzgebung, um kreativen Möglichkeiten wie zum Beispiel eine stärkere Gewichtung der erneuerbaren Energien statt Energieeffizienzmassnahmen zu ermöglichen.
- Weiterentwicklung von Standards Richtung Oekologie und Mitarbeiterkomfort, Abbau von Vorurteilen gegenüber Minergie-P.
- Preisanstieg Energie.
- Stärkere Nachfrage und höherer Stellenwert von Image und Reputation, basierend auf Ergebnissen in Umweltberichten.
- Marketing für Möglichkeiten zu Energieeinsparungen durch energetische Erneuerungen.
- Höhere Subventionen.
- Mehr qualifiziertes Personal für Unterhalt der Gebäudetechnik im Betrieb.

***Welchen energierelevanten Ausstattungsgrad haben Bürogebäude heute, welchen energetischen Standard haben die bestehenden (noch nicht erneuerten) Bürogebäude?***

Von den Interviewten wurden folgende Aussagen zum energierelevanten Ausstattungsgrad und energetischen Standard gemacht:

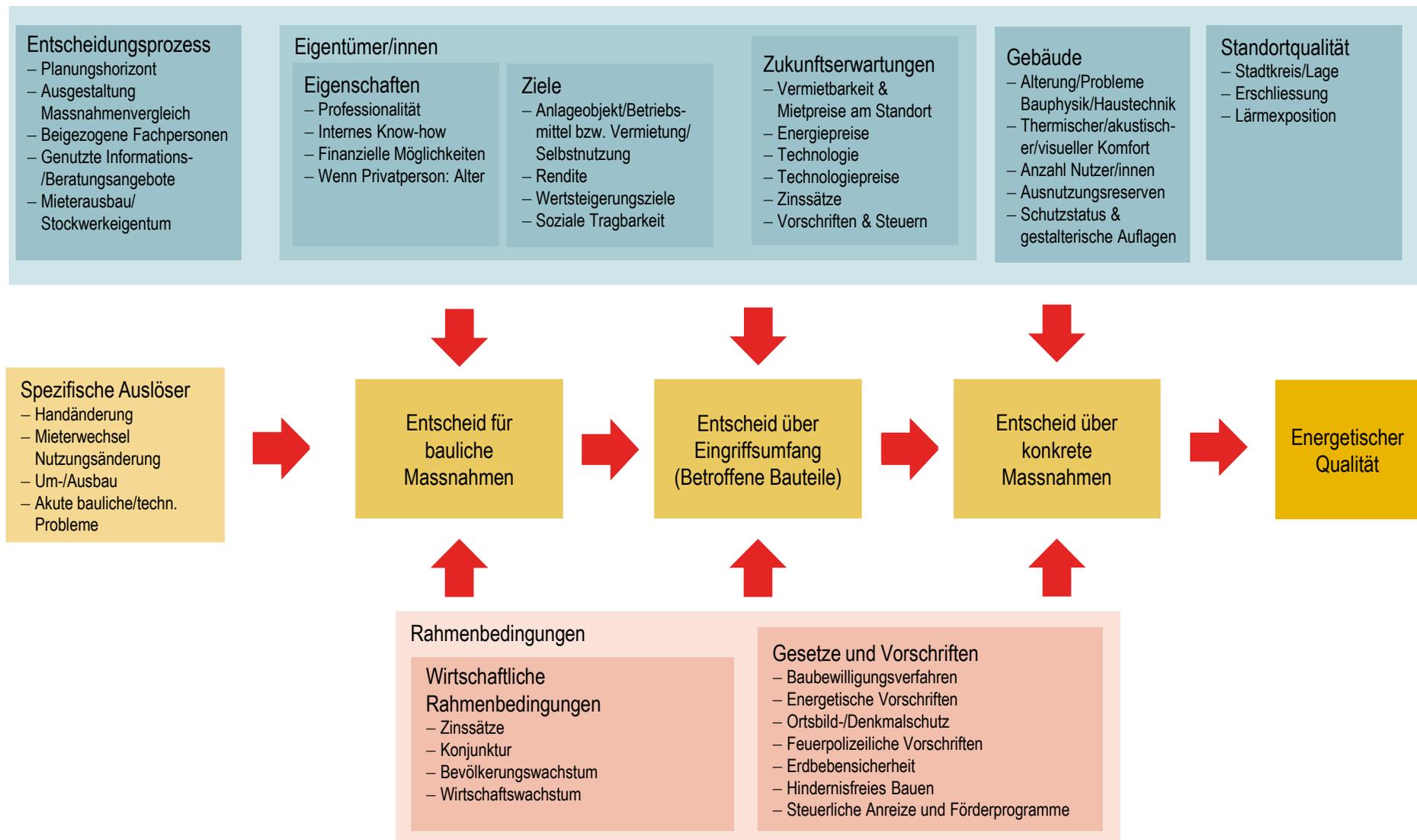
- Die Energieeffizienz bestehender Gebäude entspricht meistens der Energieeffizienzklasse D oder E des GEAK.
- Die Bauweise aus den 80er Jahren mit viel Glas hat zu einem grossen Kühlbedarf geführt.
- Die meisten (älteren) Bürogebäude haben noch keine Kälte-Massnahmen. Eine Abstimmung zwischen Grundausbau und Mieterausbau ist selten.
- Zur Deckung des Kühlbedarfs werden durch Mieter oft Split-Geräte vor Fenstern installiert. Kühldecken werden gegenüber Tabs bevorzugt, da erstere eine flexiblere Nutzung ermöglichen.
- Insgesamt nimmt der Kühlbedarf jedoch zukünftig eventuell wieder ab. Zukünftige Standards werden sich wieder mehr an älteren Gebäuden orientieren, die heutzutage oftmals ein besseres Klima haben als neuere Gebäude (Fensteranteil, Speichermasse).

### **3.3 Entscheidungsmodell für energetische Erneuerungen (ex ante)**

#### **3.3.1 Modell**

Die energetische Qualität eines Gebäudes ist anfangs hauptsächlich durch gesetzliche Vorschriften und geltende Standards zum Zeitpunkt der Erstellung geprägt. Im Laufe der Zeit werden jedoch die während der Gebäudelebensdauer durchgeführten Erneuerungsmassnahmen immer wichtiger. Der Umsetzung von Erneuerungsmassnahmen geht eine

Kette von Entscheidungen voraus, welche von diversen Faktoren beeinflusst wird. Figur 7 zeigt dies mit einem Entscheidungsmodell, welches auf Basis der explorativen Interviews sowie der im Rahmen der Energieforschung Stadt Zürich vorgelagerten Projekte FP-2.2.2 «Anreize und Hemmnisse für energetische Erneuerungen» (Wiencke und Meins 2012) sowie FP-2.2.3 «Erneuerungsziele, nachhaltige Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien» (Ott und Bade 2013) erstellt wurde. Das Modell diene als Grundlage für die Erarbeitung der Online-Befragung sowie für das Auswertungskonzept, weswegen es als Ex-Ante-Modell zu verstehen ist. Im Folgenden wird das Modell kurz beschrieben.



Figur 7: Entscheidungsmodell für Erneuerungsentscheide bei Wohn- und Bürobauten. Die Interdependenzen innerhalb des blau dargestellten Bereichs sind in Figur 8 dargestellt.

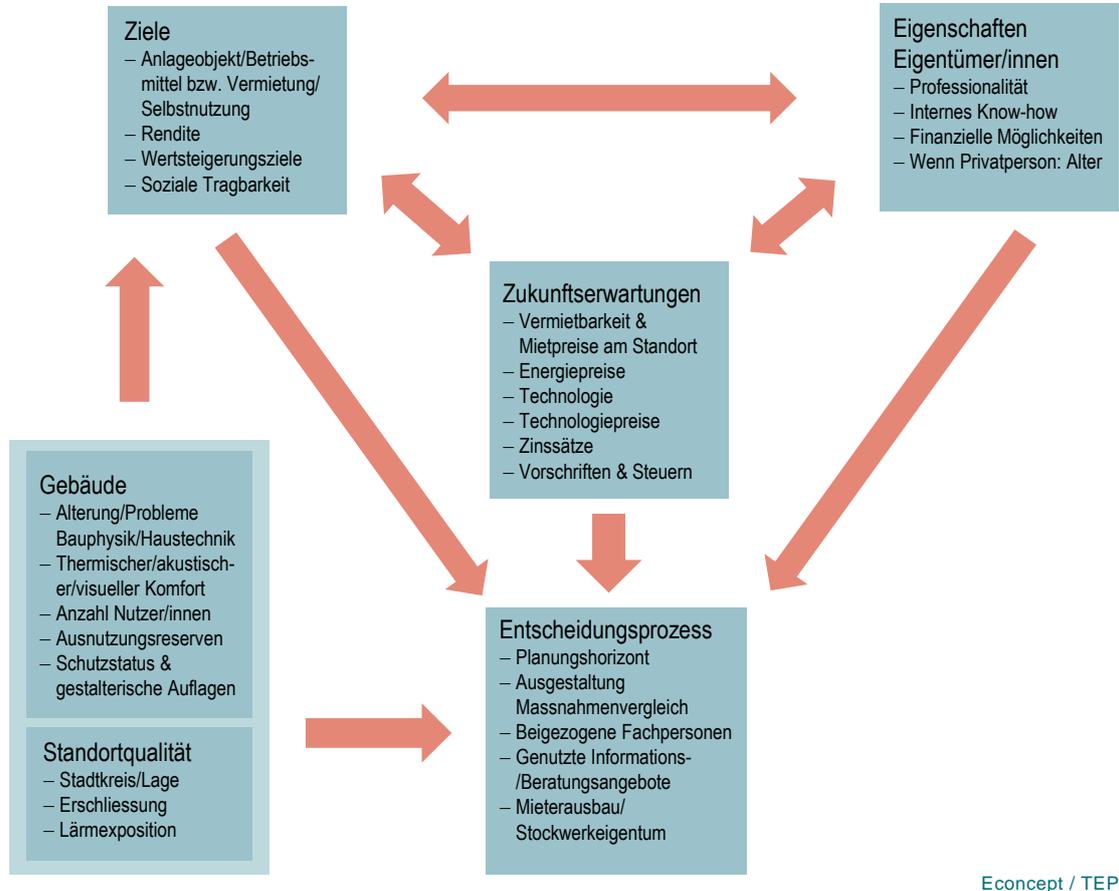
Gelb illustriert und in der Mitte von Figur 7 verläuft der Prozess vom Auslöser für bauliche Massnahmen bis zur realisierten energetischen Qualität, wobei die drei gezeigten Entschiede (Bauliche Massnahmen ja/nein bzw. jetzt oder später; Eingriffsumfang; konkrete Massnahmenwahl) nicht zwingend sequentiell ablaufen müssen, sondern meist in iterativen Prozessen<sup>10</sup> getroffen werden. Ex ante gehen wir davon aus, dass die zu treffenden Entscheidungen von einer ganzen Reihe von Faktoren beeinflusst werden:

- Rot unterlegt: Wirtschaftliche und gesetzliche Rahmenbedingungen.
- Blau unterlegt: Eigenschaften, Ziele und Zukunftserwartungen der Eigentümer/innen sowie Entscheidungsprozesse, Gebäudemerkmale und Standortqualität.
- Die aufgeführten Faktoren sind nicht unabhängig voneinander, sondern beeinflussen sich gegenseitig. Diese Interdependenzen sind in Figur 8 dargestellt. Figur 8 ist folglich als eine Ergänzung von Figur 7 zu verstehen. Die Pfeile bedeuten «hat einen Einfluss auf». Beispielsweise beeinflussen die Eigenschaften der Eigentümer/innen ihre Ziele, ihre Zukunftserwartungen sowie die Ausgestaltung der Entscheidungsprozesse.

---

<sup>10</sup> «In der Bauökonomie ist ein iterativer Prozess das schrittweise Annähern von ursprünglichen Bauzielen an die machbare Umsetzung.» (Fischer und Schwer 2009)

### «Zusammenhänge zwischen den Einflussfaktoren»



Econcept / TEP

Figur 8: Interdependenzen zwischen Eigenschaften, Zielen und Zukunftserwartungen der Eigentümer/innen, Gebäude- und Standortmerkmalen sowie der Ausgestaltung des Entscheidungsprozesses. Die Pfeile bedeuten «hat einen Einfluss auf». Beispielsweise haben die Gebäudeeigenschaften und die Standortqualität einen Einfluss auf die Ziele.

### 3.3.2 Umsetzung in den statistischen Analysen

Die in den statistischen Analysen verwendeten Modelle basieren auf dem in 3.3.1 dargestellten Entscheidungsmodell. Allerdings konnten nicht alle im Entscheidungsmodell aufgeführten Einflussfaktoren in die statistischen Modelle übertragen werden, wobei die folgenden Gründe im Vordergrund standen:

- Manche Einflussfaktoren, insbesondere ein Teil der aufgeführten Rahmenbedingungen, variieren nicht innerhalb der Stadt.
- Nicht zu allen Einflussfaktoren konnten Daten erhoben oder beschafft werden.

Auch waren bei der Umsetzung des Entscheidungsmodells in statistische Modelle Komplexitätsreduktionen notwendig, wodurch die Wechselwirkungen zwischen den Entscheidungen über Massnahmen an den verschiedenen Gebäudeteilen nicht in ihrer vollen Komplexität abgebildet werden konnten.

Die verwendeten statistischen Modelle werden im Kapitel 6 beschrieben.

### 3.4 Online Befragung

Wichtigste Grundlage zur Beantwortung der gestellten Forschungsfragen bildet die durchgeführte Befragung von Eigentümer/innen von Bürobauten. Diese bestand aus zwei Online-Fragebogen mit folgenden Inhalten:

- Fragebogen 1: Zustand Gebäudehülle und Gebäudetechnik, in der Vergangenheit durchgeführte Erneuerungen und Instandsetzungen
- Fragebogen 2: Bewirtschaftungsziele und -motive, Entscheidungsprozesse und beeinflussenden Entscheidungsgrundlagen bei Entscheidungen über Instandsetzungen, Erneuerungen oder Ersatzneubauten.

Zusätzlich wurden grundlegende Gebäudemerkmale sowie Eigenschaften der Eigentümer/innen und befragten Personen erhoben.

Die Befragung wurde zwischen dem 10. Januar bis 13. März durchgeführt. Das Amt für Statistik der Stadt Zürich schrieb per Post 1'806 Personen oder Institutionen an, welche in ihrer Eigenschaft als Eigentümer/innen oder Verwalter/innen als Ansprechpartner für mindestens ein Gebäude mit Büronutzung in der Stadt Zürich registriert sind. Da der Fragebogen relativ umfangreich war, erhielten Adressaten, welche mit mehreren Gebäuden verknüpft waren, jeweils nur einen Fragebogen zu einem ihrer Gebäude. (Dieses wurde zufällig ausgewählt.) Es wurden zwei Reminder versendet.

Von den per Post angeschriebenen Personen wurde der Fragebogen 1 ausgefüllt. Am Ende des Fragebogens 1 wurden sie gebeten, für das Ausfüllen des zweiten Fragebogens die Mail-Adresse einer Person in ein Feld einzugeben, welche über Erneuerungen/Instandsetzungen entscheidet bzw. mit diesen Entscheidungen und den jeweiligen Gründen und Motiven vertraut ist. Zusätzlich bestand die Möglichkeit, direkt mit dem zweiten Fragebogen fortzufahren.

Die Aufteilung der Befragungsinhalte auf zwei Fragebogen erfolgte auf Initiative und aufgrund der Erfahrungen von Statistik Stadt Zürich, um Befragungsinhalt und Adressat besser aufeinander abzustimmen und dadurch einen besseren Rücklauf zu erreichen. Für eventuelle weitere Projekte mit ähnlichen Inhalten in anderen Gemeinden oder Kantonen ist dieses mit einem hohen technischen Aufwand verbundene Vorgehen jedoch nicht zu empfehlen, da der Grossteil der angeschriebenen Personen den zweiten Fragebogen selbst ausgefüllt hat.

Werden nur Gebäude mit Büroräumen betrachtet<sup>11</sup>, umfasste der Rücklauf 370 ausgefüllte Fragebogen 1 sowie 337 ausgefüllte Fragebogen 2, was einer Quote von 20.3% bzw. 18.7% entspricht. Nachfolgend beschränken sich allerdings viele Auswertungen auf Bürogebäude mit einem Büroanteil von mindestens 50%. Für diese umfasste der Rücklauf 324 Fragebogen 1 sowie 278 Fragebogen 2, was wiederum einer Quote von 17.9% bzw. 15.4% entspricht.

---

<sup>11</sup> Die Daten mussten um Wohngebäude, Schulgebäude, Werkstätten, Atelierräumlichkeiten etc. bereinigt werden.

|   | Fragebogen 1 | Fragebogen 2  |
|---|--------------|---|
| <b>Angeschriebene Personen</b>          | 1'806        |   |
| <b>Geöffnete / begonnene Fragebogen</b> | 543          | – Von angeschriebener Person selbst weiter ausgefüllt: 366<br>– Email-Weiterleitung durch angeschriebene Person: 17 |
| <b>Auswertbare Fragebogen</b>           | 403          | 353   |
| <b>Rücklauf I</b>                       | 22.3%        | 19.5%   |
| <b>Gebäude mit Büroräumen</b>           | 370          | 337   |
| <b>Rücklauf II</b>                      | 20.5%        | 18.7%   |
| <b>Gebäude mit Büroanteil über 50%</b>  | 324          | 278   |
| <b>Rücklauf III</b>                     | 17.9%        | 15.4%   |

Tabelle 5: Rücklauf Online-Befragungen

Tabelle 6 zeigt, in welcher Eigenschaft die Befragten den Fragebogen ausgefüllt haben. Rund 40% der Fragebogen wurde von Vertreter/innen der Eigentümerschaft ausgefüllt, rund 60% von Eigentümer/innen oder deren Angestellten.

|   | Fragebogen 1 |            | Fragebogen 2 |            |
|---|--------------|------------|--------------|------------|
|   | Anzahl       | Anteil [%] | Anzahl       | Anteil [%] |
| Ich bin selbst Eigentümer/in oder Miteigentümer/in  | 68           | 21         | 68           | 21         |
| Mein Arbeitgeber/meine Arbeitgeberin ist Eigentümer/in des Gebäudes   | 106          | 33         | 105          | 32         |
| Ich bin der/die Eigentümervertreter/in (oder Verwalter/in, Bewirtschafter/in) oder meine Arbeitgeberin ist der/die Eigentümervertreter/in (Verwalter/in, Bewirtschafter/in) des Gebäudes. | 143          | 44         | 128          | 40         |
| Ich besitze ein Unternehmen, welches Eigentümer des Gebäudes ist  | 7            | 2          | 7            | 2          |
| Nicht bekannt   | 0            | 0          | 16           | 5          |
| <b>Total</b>  | <b>324</b>   | <b>100</b> | <b>324</b>   | <b>100</b> |

Tabelle 6: Antwort auf die Frage: «In welcher Funktion füllen Sie diesen Fragebogen aus?»

### 3.5 Eigenschaften der realisierten Stichprobe und Aussagekraft

Eine wichtige Bemerkung zur Interpretation der Ergebnisse: Um möglichst viel Information auswerten zu können, wurden auch abgebrochene Fragebogen in die Auswertungen einbezogen. Aus diesem Grund kann die Anzahl gültiger Fälle variieren, auch wenn in der Befragung kein Filter gesetzt war.

Um die Repräsentativität der beantworteten Fragebogen im Vergleich zum Bürogebäudebestand der Stadt Zürich zu beurteilen, wurden die drei Datenbestände „Grundgesamtheit aller Bürogebäude“, „versendete Stichprobe“ sowie „beantwortete Fragebogen“ im Hinblick auf verschiedene Gebäudeattribute verglichen. Bei den betrachteten Gebäudeattributen handelt es sich um den Gebäudetyp, die Eigentümerschaftskategorie, die

gesamte Nutzfläche, den Gebäudestandort (Stadtkreiszugehörigkeit), die Angebotszonen sowie den Denkmalschutzstatus. Das mögliche Vorliegen einer signifikanten oder geringfügigen Verzerrung zwischen den Verteilungen wurde anhand des Chi-Quadrat-Tests ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 dargestellt.

|                       | Grundgesamtheit /<br>Versendete Stichprobe | Versendete Stichprobe /<br>Beantwortete Fragebogen | Grundgesamtheit /<br>Beantwortete Fragebogen |
|-----------------------|--|--|--|
| Gebäudetyp            | ✓  | ✓  | ✓  |
| Bauperiode            | o  | ✓  | ✓  |
| Eigentümerschaftskat. | x  | ✓  | x  |
| Nutzfläche            | x  | ✓  | o  |
| Standort              | ✓  | ✓  | ✓  |
| Denkmalschutz         | ✓  | ✓  | ✓  |
| Angebotszonen         | ✓  | ✓  | ✓  |

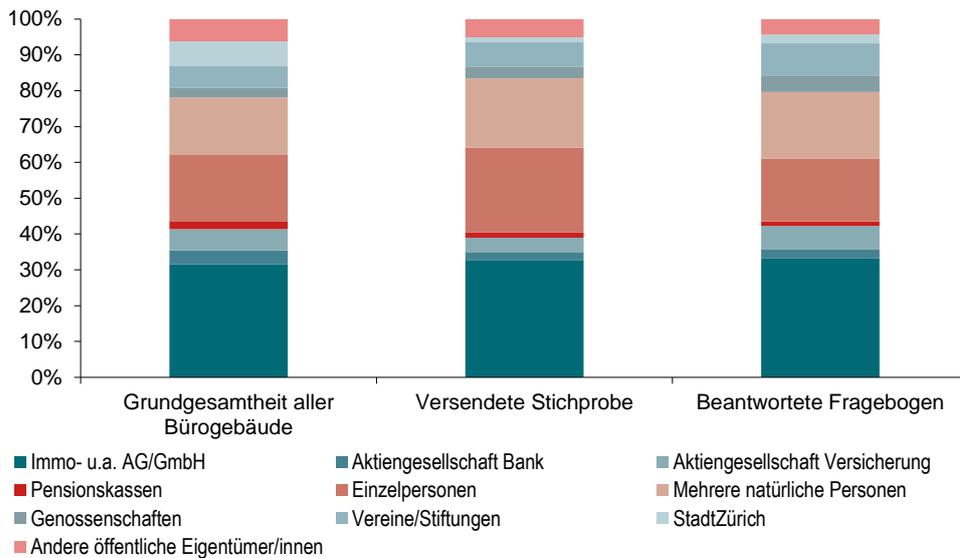
Tabelle 7: Verzerrungen zwischen den Datenbeständen „Grundgesamtheit aller Bürogebäude“, „versendete Stichprobe“ und „Beantwortete Fragebogen“ im Hinblick auf verschiedene Gebäudeattribute

- ✓ Keine Verzerrung
- o Geringfügige Verzerrung
- x Signifikante Verzerrung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass in den allermeisten Fällen keine Verzerrung zwischen den verglichenen Datenbeständen vorliegt. Signifikante Verzerrungen treten lediglich zwischen der Grundgesamtheit und der versendeten Stichprobe bezüglich der Attribute Eigentümerschaftskategorie und Nutzfläche sowie eine geringfügige Verzerrung bezüglich des Attributs Bauperiode auf. Diese werden im Folgenden begründet. Die genannten Verzerrungen sind im Vergleich der Grundgesamtheit mit den beantworteten Fragebogen teilweise wieder aufgehoben.

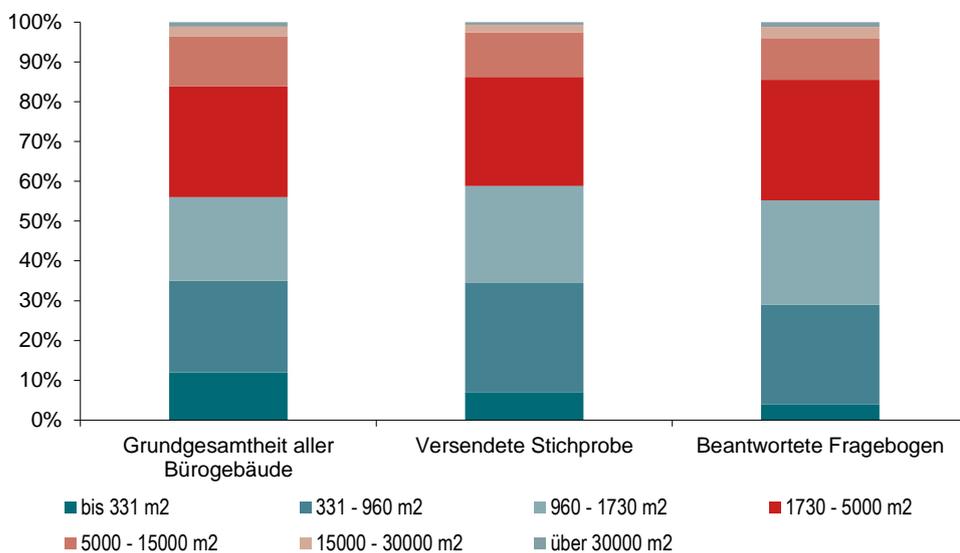
#### **Verzerrungen zwischen der Grundgesamtheit und der versendeten Stichprobe**

Ursache der in Tabelle 7 aufgeführten Verzerrungen ist eine Einschränkung bei der Auswahl der Stichprobe. Beim Versand des Fragebogens wurde darauf geachtet, dass derselbe Eigentümer mehrerer Objekte nur eine begrenzte Anzahl an Fragebogen erhielt. Daher sind private Eigentümer in der versendeten Stichprobe überrepräsentiert, während insbesondere die Stadt Zürich, Banken und Versicherungen unterrepräsentiert auftreten (s. Figur 9).



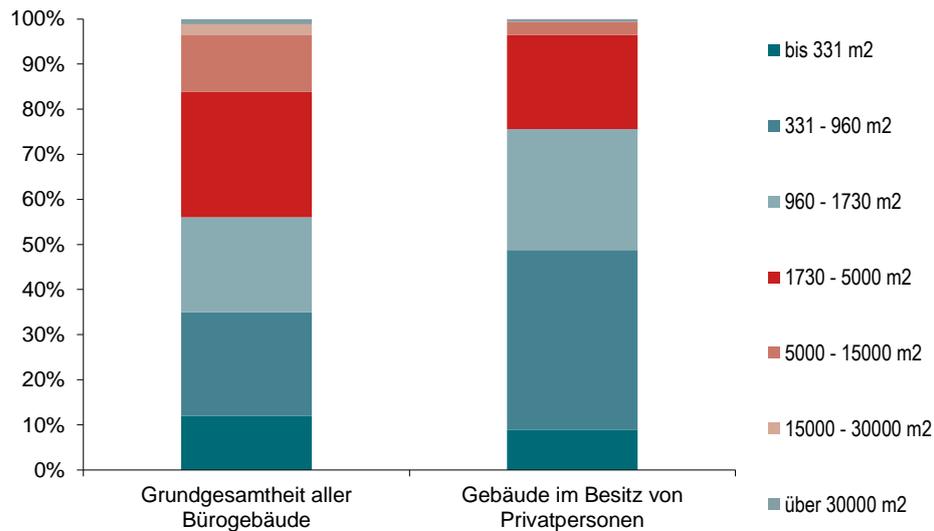
Figur 9: Vergleich der Grundgesamtheit aller Bürogebäude mit der versendeten Stichprobe und den beantworteten Fragebogen bezüglich des Gebäudeattributs „Eigentümerschaftskategorie“

Die Verzerrung bezüglich der Gebäudegrösse (gemessen an der Nutzfläche) lässt sich auf die genannte Verzerrung der Eigentümerstruktur zurückführen. Insbesondere ist in der versendeten Stichprobe die kleinste Gebäudekategorie mit einer Nutzfläche bis 331 m<sup>2</sup> untervertreten, während die beiden folgenden Kategorien mit Nutzflächen bis 960 m<sup>2</sup> und bis 1730 m<sup>2</sup> übervertreten sind (s. Figur 10).



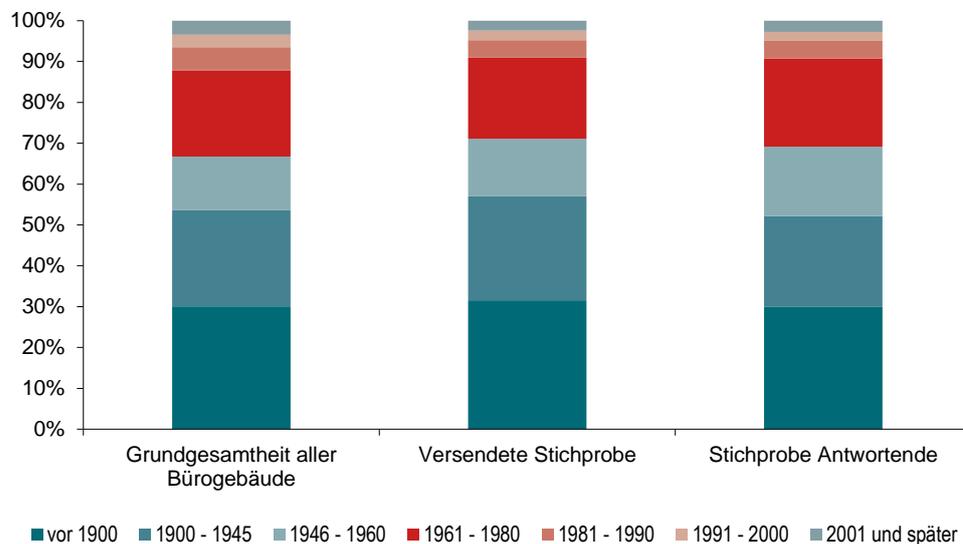
Figur 10: Vergleich der Grundgesamtheit aller Bürogebäude mit der versendeten Stichprobe und den beantworteten Fragebogen bezüglich des Gebäudeattributs „gesamte Nutzfläche“

Figur 11 zeigt, dass rund zwei Drittel der Gebäude im Besitz von Privatpersonen den beiden Gebäudekategorien zwischen 331 und 1730 m<sup>2</sup> angehören. Der Umstand, dass private Eigentümer in der Stichprobe überrepräsentiert sind, führt daher zu einem überrepräsentativen Auftreten dieser beiden Gebäudekategorien in der versendeten Stichprobe.



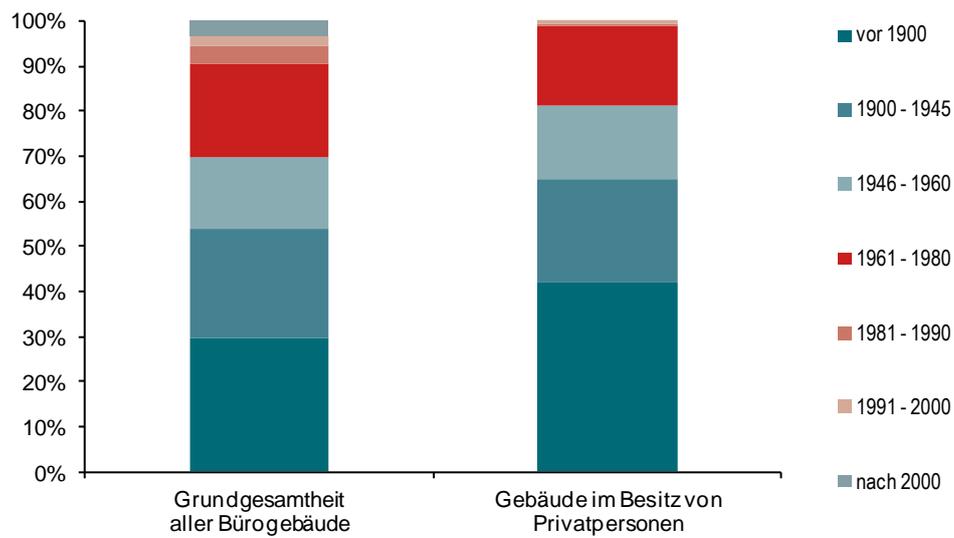
Figur 11: Verteilung der Gebäude im Besitz von Privatpersonen im Vergleich zu allen Gebäuden der Grundgesamtheit nach der gesamten Nutzfläche

Auf die gleiche Ursache ist die geringfügige Verzerrung bezüglich der Bauperiode zurückzuführen. Figur 12 zeigt, dass in der versendeten Stichprobe die älteren Bauperioden bis 1960 leicht über- und die jüngeren Bauperioden ab 1960 leicht untervertreten sind.



Figur 12: Vergleich der Grundgesamtheit aller Bürogebäude mit der versendeten Stichprobe und den beantworteten Fragebogen bezüglich des Gebäudeattributs „Bauperiode“

Aus Figur 13 wird ersichtlich, dass über 80% der Gebäude im Besitz von Privatpersonen vor 1961 erbaut wurden und sich daher das verstärkte Auftreten von Privateigentümern in der versendeten Stichprobe zu einem verstärkten Auftreten der älteren Gebäude führt.



Figur 13: Verteilung der Gebäude im Besitz von Privatpersonen nach der Bauperiode

### **Verzerrung zwischen der Grundgesamtheit Stichprobe und den Antworten**

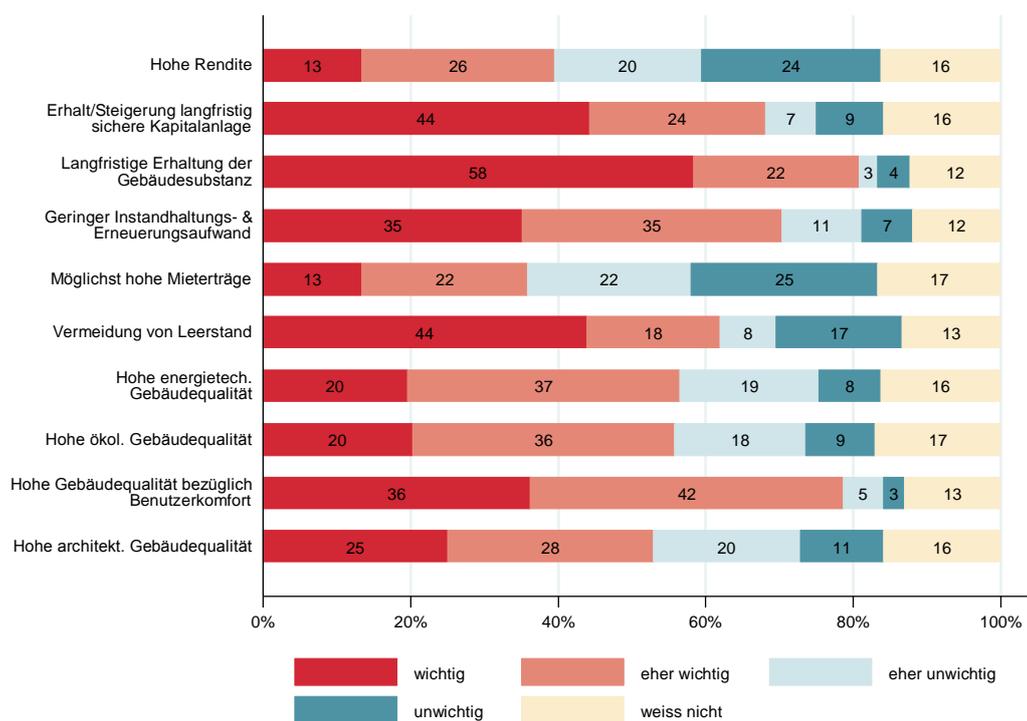
Die signifikante Verzerrung zwischen der Grundgesamtheit aller Bürogebäude und der versendeten Stichprobe bezüglich der Eigentümer führt zu einer ebenfalls signifikanten Verzerrung zwischen der Grundgesamtheit und den beantworteten Fragebogen.

Die Verzerrungen der Verteilung in Hinblick auf die Bauperiode und die Nutzflächen sind jedoch im Vergleich der Grundgesamtheit mit den beantworteten Fragebogen stark abgeschwächt.

## 4 Bürobauten: Ziele, Motive, Entscheidungsprozesse

### 4.1 Bewirtschaftungsziele

Figur 14 zeigt, wie die befragten Personen die Wichtigkeit verschiedener möglicher Bewirtschaftungsziele einstufen. Das am häufigsten als wichtig bewertete Bewirtschaftungsziel ist der langfristige Erhalt der Gebäudesubstanz. Insgesamt hohe Priorität haben ausserdem der Kapitalerhalt, die Vermeidung von Leerständen und ein hoher Benutzerkomfort, sowie ein geringer Instandhaltungs- und Erneuerungsaufwand.



econcept

Figur 14: **Bewirtschaftungsziele.** Antwort auf die Frage: «Wie wichtig waren bei diesem Gebäude seit dem Jahr 2000 die folgenden Bewirtschaftungsziele?»; n=276

Statistisch signifikante Unterschiede<sup>12</sup> zwischen den verschiedenen Eigentümer/innen-Kategorien treten nur bei rund der Hälfte der Bewirtschaftungsziele auf:

- Eine hohe Rendite und hohe Mieterträge sowie der Werterhalt bzw. die Wertsteigerung wird besonders häufig von den Befragten der Kategorie «Immobilienfonds, Immobiliengesellschaft, Entwicklungsgesellschaft oder Promotor» sowie generell bei vermieteten Gebäuden als wichtig eingestuft.

<sup>12</sup> Basierend auf einem Chi-Quadrat-Test mit 95% Signifikanzniveau, die folgenden Kategorien werden aufgrund geringer Fallzahlen *nicht* berücksichtigt: Eigentümergemeinschaften mit Unternehmen oder anderen Gesellschaften als Miteigentümer/innen, Öffentliche Hand, Wohnbaugenossenschaften.

- Die energetische Gebäudequalität hat insbesondere bei Gebäuden im Privateigentum<sup>13</sup> relativ wenig Relevanz: Für nur ungefähr 40% der privaten Eigentümer/innen ist die energetische Gebäudequalität wichtig oder eher wichtig. Innerhalb der anderen Eigentümer/innen-Kategorien liegt dieser Wert bei rund 60% bis 70%. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei der ökologischen (Energieverbrauch, Emissionen) und bei der architektonischen Gebäudequalität (ästhetische Gestaltung und Einpassung).
- Während sich bei der energetischen Gebäudequalität keine relevanten Unterschiede zwischen selbstgenutzten und vermieteten Gebäuden finden, wird die ökologische Gebäudequalität bei selbstgenutzten Gebäuden häufiger als wichtig eingestuft als bei vermieteten. Die architektonische Qualität wird hingegen bei vermieteten Gebäuden häufiger als wichtig bewertet.

Zwischen Gebäuden aus verschiedenen Bauperioden finden sich so gut wie keine Unterschiede in den Bewirtschaftungszielen. Ausnahme bildet lediglich die Rendite: Auf eine hohe Rendite wird bei älteren Gebäuden (Baujahr vor 1946) weniger Wert gelegt als bei neueren Gebäuden (Baujahr nach 1945).

## 4.2 Wahl von Erneuerungszeitpunkt und Massnahmen(-paketen)

### 4.2.1 Auslöser für Erneuerungsmassnahmen

Die Befragten wurden gebeten, die Relevanz verschiedener möglicher Auslöser und Motive für bauliche Massnahmen zu bewerten, unabhängig davon, ob und welche baulichen Massnahmen beim betreffenden Gebäude bisher durchgeführt wurden.

Der wichtigste Auslöser für bauliche Massnahmen ist die alterungsbedingte Notwendigkeit Gebäudeteile zu ersetzen oder zu erneuern (Figur 15), wobei dies für alle Nutzendekategorien gilt. Besonders häufig als wichtig oder eher wichtig eingestuft werden ausserdem die folgenden Motive bzw. Auslöser für bauliche Massnahmen:

- Bauschäden
- Nutzer/innen-Komfort (vor allem Innenraumklima), wobei dies für private Eigentümer/innen und für selbst genutzte Gebäude weniger Relevanz hat als für die übrigen.<sup>9</sup>
- Hohe Energiepreise bzw. Senkung der Energiekosten
- Umwelt und Klimaschutz, wobei dies für Private Eigentümer/innen weniger Relevanz hat als für die übrigen. Unterschiede zwischen selbst genutzten und vermieteten Gebäuden lassen sich hingegen nicht feststellen.
- Bessere Ausnutzung

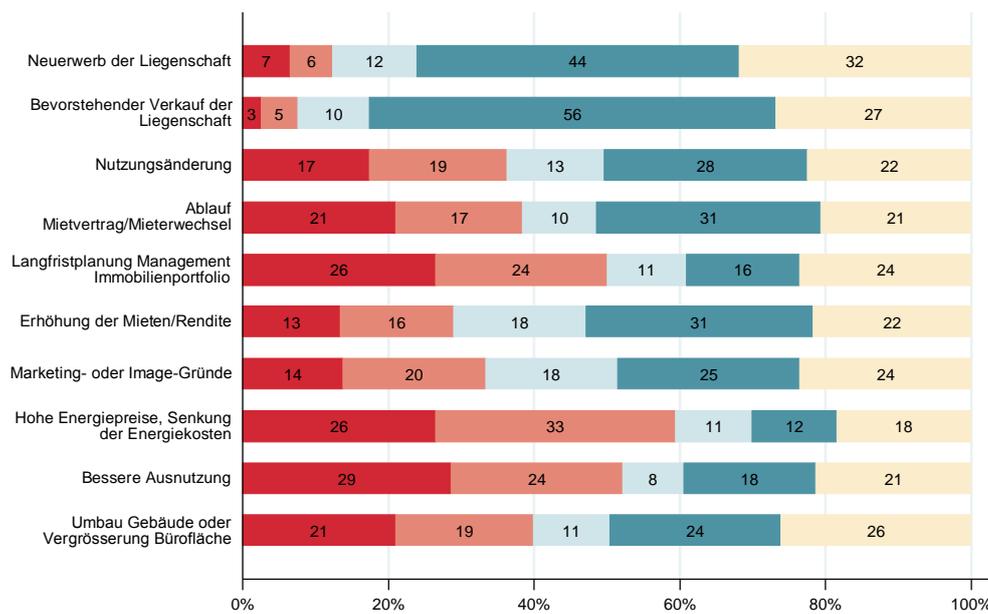
---

<sup>13</sup> In der betrachteten Stichprobe sind ca. 55% der Gebäude von privaten Eigentümer/innen vollständig fremd genutzt. Dies entspricht ungefähr dem Durchschnittswert über alle Eigentümer/innen, welcher bei 53% liegt.

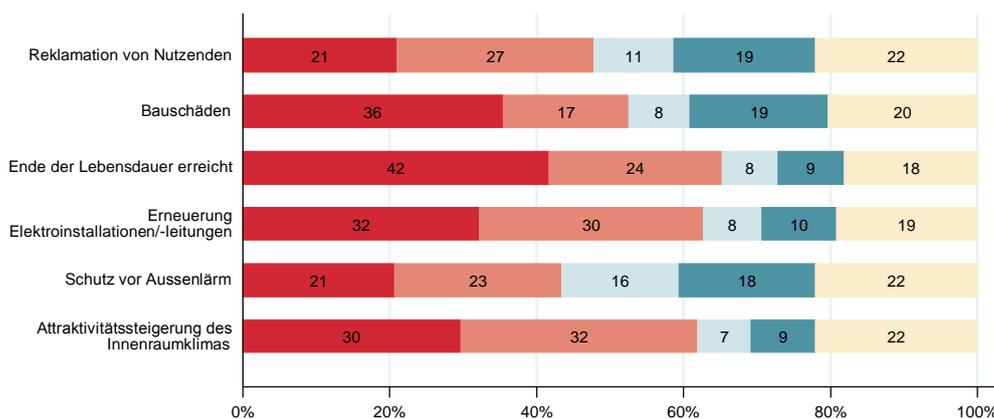
- Langfristige Planung im Immobilienportfolio-Management (sofern ein Portfolio vorhanden ist)
- Reklamationen von Nutzenden, wobei dieser Auslöser bei Gebäuden im Eigentum von Privaten sowie von Verbänden, Vereinen, Stiftungen, kirchlichen Institutionen und Non-Profit- Organisationen weniger relevant ist. (Unterschiede zwischen selbst genutzten und vermieteten Gebäuden bestehen hingegen nicht.)

### Auslöser und Motive für bauliche Massnahmen

#### Bewirtschaftung und Betriebswirtschaft

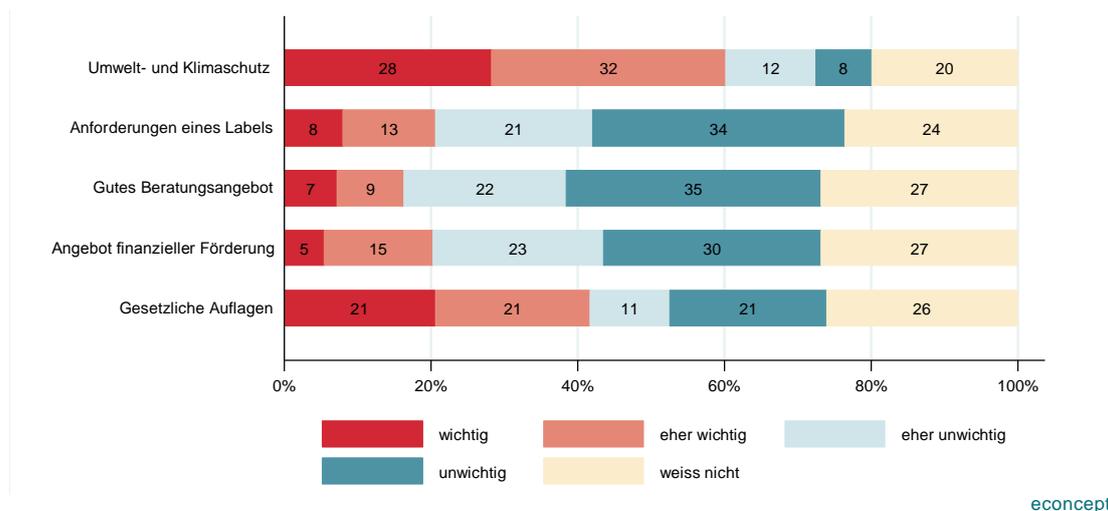


#### Alterung und Nutzende-Komfort



**Figur 16** Gründe für bauliche Massnahmen. Antwort auf die Frage: «Wenn Sie alle baulichen Massnahmen seit dem Jahr 2000 berücksichtigen, wie wichtig waren die folgenden Gründe?»; n=276

## Ideelle Motive, staatliche Förderung, Labels



Figur 15 forts.: **Gründe für bauliche Massnahmen.** Antwort auf die Frage: «Wenn Sie alle baulichen Massnahmen seit dem Jahr 2000 berücksichtigen, wie wichtig waren die folgenden Gründe?»; n=276

Im Mittelfeld rangieren gesetzliche Auflagen, Umbauten und Nutzungsänderungen, die Auflösung von Mietverhältnissen sowie die Erhöhung der Mieten. Wenig relevant als Auslöser für bauliche Massnahmen sind (vgl. nochmals Figur 15):

- Handänderungen (Kauf oder Verkauf)
- Beratungsangebote, wobei die Relevanz für Gebäude im Privateigentum gemäss den Befragungsergebnissen noch tiefer ist als für die übrigen.
- Finanzielle Förderung
- Anforderungen von Gebäudelabeln

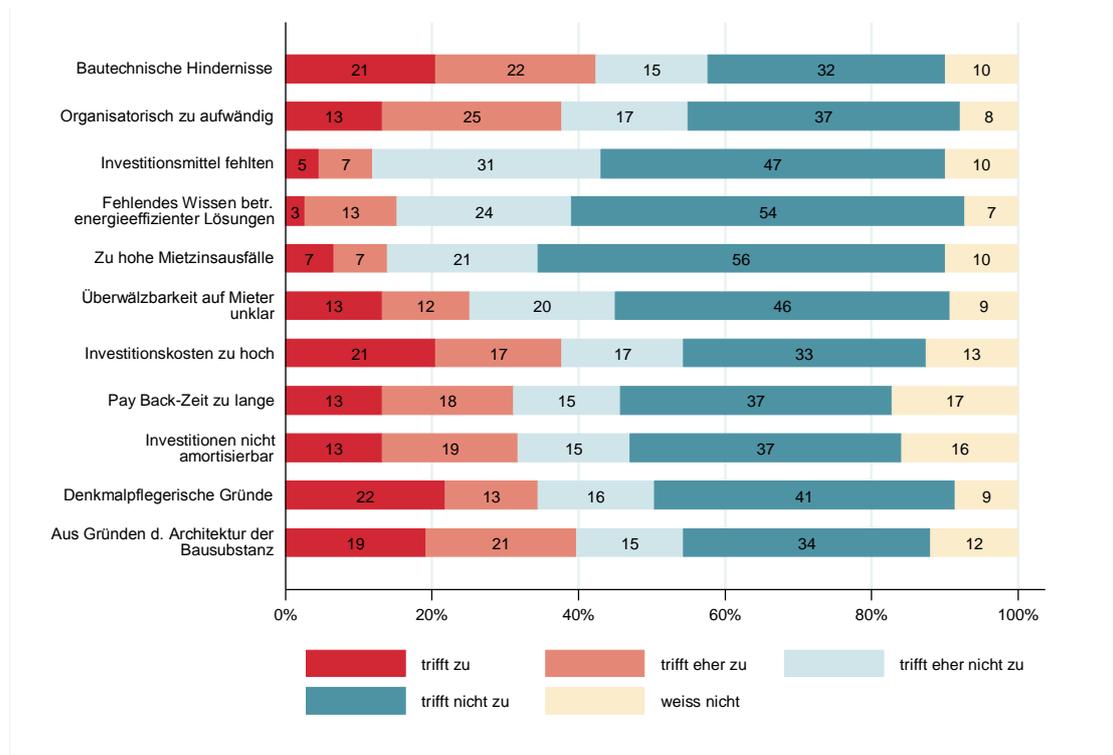
#### 4.2.2 Gründe für die Massnahmenwahl

Bei 179 von 278 betrachteten Gebäuden (64%) wurde seit dem Jahr 2000 mindestens ein Gebäudeelement energetisch verbessert. Bei 151 Gebäuden (54%) wurde zwar mindestens ein Gebäudeelement Instand gesetzt, ohne aber bei dieser Gelegenheit eine energetische Verbesserung herbeizuführen. Figur 16 zeigt die Gründe, welche aus Sicht der Befragten zu einem Verzicht auf eine energetische Verbesserung geführt haben.

Gemäss der Selbsteinschätzung der grossen Mehrheit der Befragten wird nur sehr selten mangels Know-how gegen energetische Verbesserungen entschieden.<sup>14</sup> Auch spielen bei Bürogebäuden offenbar mögliche Mietzinsausfälle eine geringe Rolle für den Verzicht auf energetische Verbesserungen (nur 14% Zustimmung), was daran liegen kann, dass Bürogebäude häufig zum Zeitpunkt von Mietenden- bzw. Nutzungswechseln erneuert werden. Hingegen erhalten die vorgeschlagenen Gründe «Bautechnische Hindernisse» sowie «Aus Gründen der Architektur der Bausubstanz» mit 43% bzw. 40% die meiste Zu-

<sup>14</sup> 78% trifft nicht zu oder trifft eher nicht zu bei «Fehlendes Wissens betreffend energieeffiziente Lösungen».

stimmung. Beinahe ebenso häufig spricht der finanzielle und/oder organisatorische Aufwand gegen energetische Verbesserungen. Dabei stehen nur in wenigen Fällen die Investitionsmittel nicht zur Verfügung («Investitionsmittel fehlten»), deutlich häufiger waren energetische Verbesserungen nicht die wirtschaftlich beste Variante («Investitionskosten zu hoch», «Pay-Back-Zeit zu lange», «Investitionen nicht amortisierbar»).



econcept

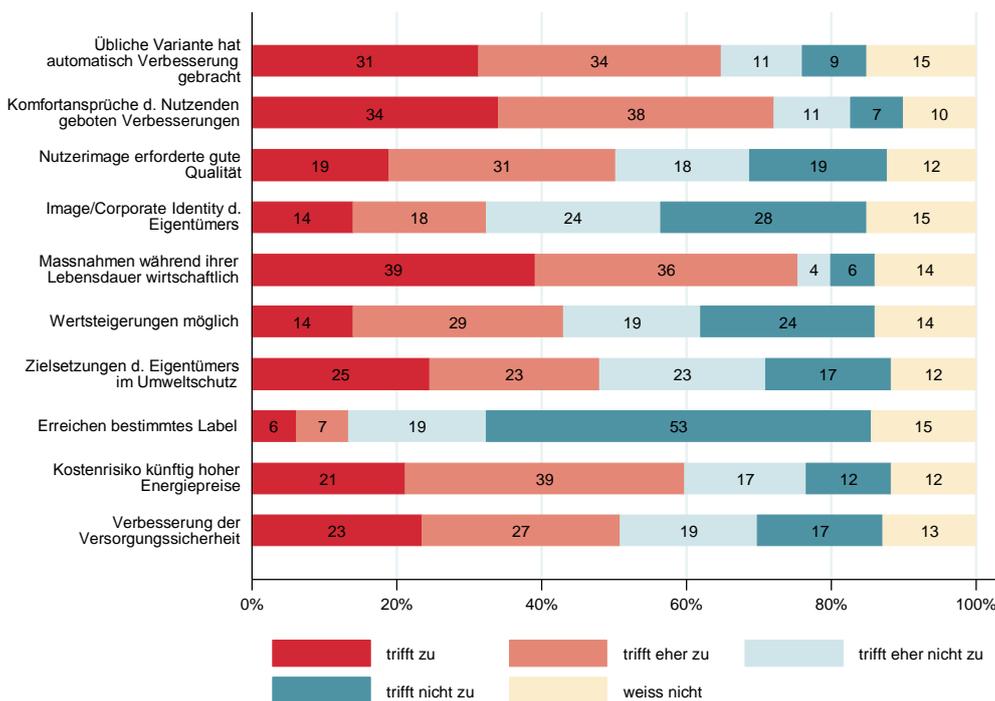
Figur 16: **Gründe gegen eine Erneuerung mit energetischen Verbesserungen.** Antworten auf die Frage: «Warum wurde bei diesen Massnahmen seit dem Jahr 2000 auf eine Erneuerung mit energetischen Massnahmen verzichtet?»; n=151; Frage nur, wenn keine Erneuerungen mit energetischen Massnahmen durchgeführt wurden.

Die von den Befragten als relevant eingestuft Gründe *gegen* (Figur 16) und *für* (Figur 17) energetische Verbesserungen sind insofern konsistent, als dass die Wirtschaftlichkeit eine zentrale Rolle spielt. Von den verschiedenen vorgeschlagenen Gründen *für* energetische Verbesserungen erhielt das Motiv «Die Massnahmen sind während ihrer Lebensdauer wirtschaftlich» 85% Zustimmung. Weitere wichtige Treiber für energetische Verbesserungen sind gemäss den Angaben der Befragten die folgenden (s. Figur 17):

- 72% der Befragten<sup>15</sup> gaben an, dass die Komfortansprüche der Nutzer/innen energetische Verbesserungen geboten. Hier zeigt sich, dass energetische Massnahmen dann besonders attraktiv sind, wenn sie sich positiv auf den Nutzer/innen-Komfort auswirken.

<sup>15</sup> die eine energetische Erneuerung durchführten

- 65% der Befragten<sup>15</sup> haben angegeben, «Die übliche Massnahmenvariante hat automatisch schon eine Verbesserung gebracht». Dies zeigt die Wichtigkeit von Standards und Mindestvorschriften.
- 60%<sup>15</sup> finden es wichtig oder eher wichtig, das Kostenrisiko künftig hoher Energiepreise zu senken.
- In 48% der Fälle<sup>15</sup> gehört der Umweltschutz zu den Zielsetzungen des/der Eigentümer/in, in 50% der Fälle erfordert das Image der Nutzer/innen eine gute energetische Gebäudequalität.



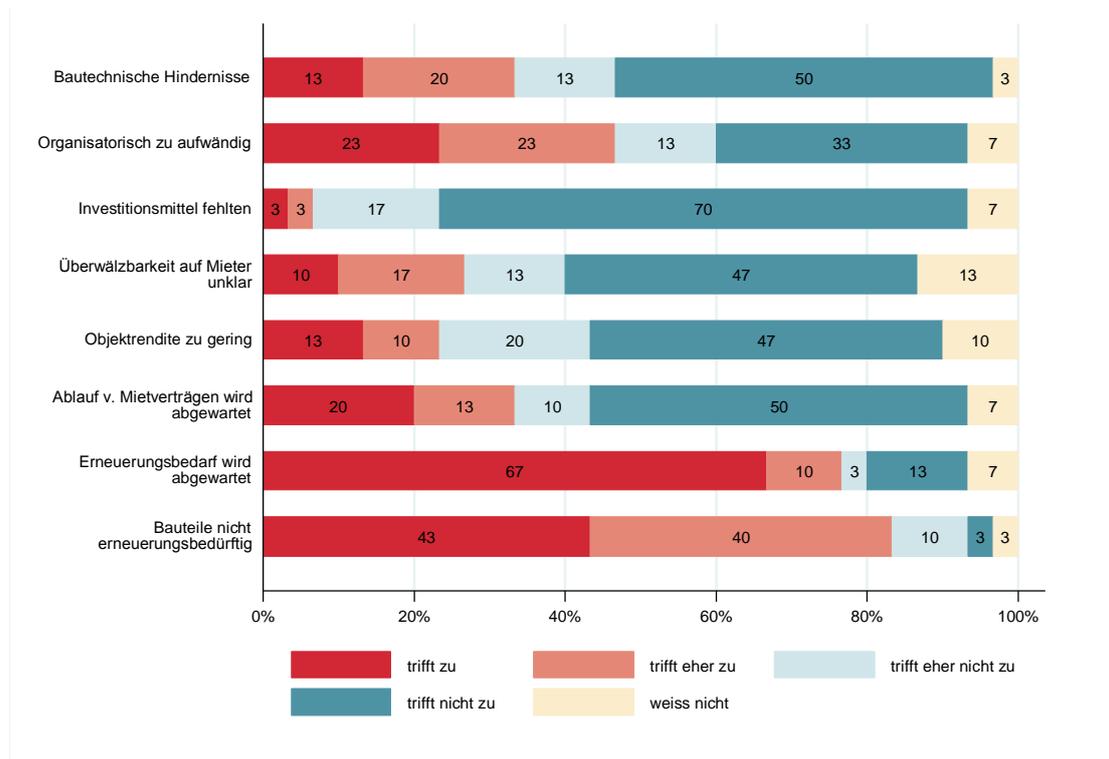
econcept

Figur 17: **Gründe für Massnahmen mit energetischen Verbesserungen.** Antworten auf die Frage: «Warum haben Sie sich bei diesen Erneuerungen für Massnahmen mit energetischen Verbesserungen anstelle von reinen Instandsetzungsmassnahmen entschieden?»; n= 179; Frage nur, wenn Erneuerungen mit energetischen Massnahmen durchgeführt wurden.

#### 4.2.3 Gründe für den generellen Verzicht auf bauliche Massnahmen

Bei rund 10% der betrachteten Gebäude (30 von 278) wurden seit dem Jahr 2000 weder Instandsetzungen noch Erneuerungen durchgeführt und damit generell auf bauliche Massnahmen verzichtet.

Wichtigster Grund für den generellen Verzicht auf Instandsetzungen und/oder Erneuerungen ist aus Sicht der Befragten die fehlende Notwendigkeit (Figur 18: Erneuerungsbedarf wird abgewartet, Gebäudeelemente nicht erneuerungsbedürftig). An zweiter Stelle stehen bautechnische und organisatorische Hindernisse. Finanzielle Gründe spielen eine relativ geringe Rolle, wohl auch weil der generelle Verzicht auf Instandsetzungen aus finanziellen Gründen langfristig nicht nachhaltig sein kann.



econcept

Figur 18: **Gründe gegen bauliche Massnahmen.** Antworten auf die Frage: «Weshalb wurden weder Instandsetzungen noch energetische Erneuerungen durchgeführt?»; n=30; Frage nur, wenn weder Instandsetzungen noch Erneuerungen mit energetischen Massnahmen durchgeführt wurden.

## 4.3 Entscheidungsprozesse und Entscheidungsgrundlagen

### 4.3.1 Entscheidungsträger/innen

Im Hinblick auf die Ausgestaltung von energiepolitischen Erneuerungsklustern ist es wichtig zu wissen, welche Entscheidungen durch wen gefällt werden. Ob, wann und wie Gebäude energetisch verbessert werden, liegt mutmasslich ein zweistufiger oder zumindest zweiteiliger Entscheid zu Grunde (vgl. nochmals Kapitel 3.3):

- Entscheid darüber, welche Gebäudeelemente zu welchem Zeitpunkt saniert werden.
- Entscheid über Art und Umsetzung der Erneuerung.

|  | Entscheid über Zeitpunkt und Auswahl Gebäudeelemente |             | Entscheid für Instandsetzungen |             | Entscheid für energetische Verbesserung |             |
|--|--|-------------|--------------------------------|-------------|---|-------------|
|  | n=289  |             | n=150                          |             | n=178 <sup>(A)</sup>                    |             |
|  | Anteil [%]   | KI          | Anteil [%]                     | KI          | Anteil [%]                              | KI          |
| Der/die private Eigentümer/in                              | 51   | [44.7,56.3] | 44                             | [36.2,52.1] | 51                                      | [43.7,58.5] |
| Die Geschäftsleitung                                       | 27   | [21.8,32.1] | 32                             | [25.0,40.0] | 34                                      | [27.1,41.0] |
| Der Manager der Immobilie(n) bzw. des Immobilienportfolios | 8  | [5.1,11.3]  | 11                             | [6.6,16.8]  | 12                                      | [7.8,17.5]  |
| Der Verwalter bzw. Bewirtschafter                          | 7  | [4.5,10.5]  | 9                              | [5.1,14.4]  | 11                                      | [6.9,16.2]  |
| (Vereins-)Vorstand oder Verwaltungsrat                     | 3  | [1.9,6.3]   | 2                              | [0.6,6.1]   | 2                                       | [0.5,5.1]   |
| Andere   | 5  | [2.9,8.0]   | 3                              | [1.0,7.0]   | 4                                       | [1.9,8.1]   |

Tabelle 8: Entscheidungsträger/innen Antworten auf die Fragen:

«Wer entschied darüber, bei welchen Gebäudeelementen seit dem Jahr 2000 Instandsetzungen oder Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen durchgeführt wurden?»;

«Wer entschied bei den von Ihnen angegebenen Instandsetzungsmassnahmen seit dem Jahr 2000 jeweils über die Art der Massnahme beim Gebäude?»;

«Wer entschied bei den von Ihnen angegebenen energetischen Erneuerungen seit dem Jahr 2000 jeweils über die Art der Massnahme beim Gebäude?»

<sup>(A)</sup> (Mehrfachantworten möglich)

Gemäss den Angaben der Befragten (Tabelle 8) sind Erneuerungsentscheide grundsätzlich auf oberen Ebenen angesiedelt: Je nach Eigentumsverhältnissen und Eigentümer/innen-Kategorie entscheidet in der Mehrheit der Fälle der/die private Eigentümer/in, die Geschäftsleitung, der (Vereins-)Vorstand oder der Verwaltungsrat. Eine differenzierte Auswertung ergibt, dass selbst bei Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften, Entwicklungsgesellschaften oder Promotoren der Entscheid nur in rund 30% der Fälle bei einem Manager oder Verwalter liegt. In den übrigen Fällen entscheidet der/die Eigentümer/in oder die Geschäftsleitung.

Tabelle 8 zeigt auch, dass der Entscheid über den Eingriffszeitpunkt und die betroffenen Gebäudeelemente sowie über Instandsetzungen und energetische Verbesserungen jeweils von denselben Entscheidungsträger/innen gefällt werden. (Zwar unterschieden sich die Häufigkeiten teilweise um ein paar Prozentpunkte, die Konfidenzintervalle überschneiden sich jedoch deutlich.)

#### 4.3.2 Informationsbeschaffung

Für die meisten Erneuerungsprojekte werden Fachpersonen oder interne Fachabteilungen beigezogen. In rund zwei Dritteln der Fälle ist ein Architekt involviert, in einem Drittel der Fälle Ingenieure oder Planer, ebenfalls in einem Drittel der Fälle werden Informationen von HLK<sup>16</sup>-Unternehmen und Anbietern von Baumeisterarbeiten eingeholt. Nur in ca. 17% der Fälle werden Energieberater/innen beigezogen.

<sup>16</sup> Heizung, Lüftung, Klima

|  | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Architekt  | 63         | [57.4,69.1]        |
| Ingenieur, Planer  | 34         | [28.7,40.2]        |
| Unternehmer (Baumeister, HLK <sup>(A)</sup> -Unternehmung) | 32         | [26.1,37.5]        |
| Interne Planungsabteilung                                  | 21         | [16.6,26.6]        |
| Energieberatung  | 17         | [12.5,21.6]        |
| Bekannte   | 10         | [7.2,14.8]         |
| Bauherrenberater   | 9          | [5.9,13.0]         |
| Generalunternehmung  | 5          | [3.2,8.9]          |
| Keine externe Fachperson beigezogen                        | 5          | [2.6,8.0]          |
| Andere   | 3          | [1.8,6.5]          |
| Denkmalpflege  | 1          | [0.4,3.5]          |

Tabelle 9: Antworten auf die Frage: «Mit wem wurde seit 2000 Kontakt aufgenommen, als bei diesem Gebäude Erneuerungs- oder Instandsetzungsmassnahmen in Betracht gezogen wurden?»; n = 260; Mehrfachantworten möglich.

<sup>(A)</sup> Heizung, Lüftung, Klimatechnik

Wenn bei den betrachteten Gebäuden energetische Verbesserungen ins Auge gefasst wurden, gab es gemäss Angabe der Befragten in der Regel keine Probleme, um zu sachgerechten Informationen zu kommen. Nur eine Minderheit von 6% der Befragten gab Schwierigkeiten an, wobei diese nicht nur bei Informationsbeschaffung, sondern auch bei der Beurteilung verschiedener Varianten und im Kontakt mit den zuständigen Ämtern lagen.

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Nein, in der Regel hatten wir keine besonderen Probleme. | 159    | 94         | [88.7,96.7]        |
| Ja, es gab Probleme.                                     | 11     | 6          | [3.27,11.2]        |
| Wir hatten kein energetische Erneuerungsprojekt          | 74     | 30         | [24.9,36.4]        |
| Total  | 240    | 100        |                    |

Tabelle 10: Probleme, sachgerechte Informationen zu erhalten. Antworten auf die Frage «Wenn Sie generell ein energetisches Erneuerungsprojekt hatten: Hatten Sie Probleme, zu sachgerechten Informationen zu kommen?»

### 4.3.3 Vergleich von baulichen Massnahmen mit unterschiedlicher energetischer Wirkung

260 Personen haben den Fragebogenteil zum Thema Variantenvergleich ausgefüllt, wobei nur 207 angaben, dass seit dem Jahr 2000 bauliche Massnahmen an ihrem bzw. an dem von ihnen bewirtschafteten Gebäude stattfanden. Somit liegen für 207 Gebäude Informationen darüber vor, ob und wie verschiedenen Erneuerungsvarianten miteinander verglichen wurden (Tabelle 11).

Bei 85 von diesen 207 Gebäuden (42%, siehe Tabelle 11) wurden in Zusammenhang mit den baulichen Massnahmen unterschiedliche energetische Varianten miteinander verglichen (verschiedene Heizsysteme oder andere Massnahmen mit unterschiedlichen Energieeffizienz-niveaus). Bei ungefähr ebenso vielen (86 von 207) war dies nicht der Fall, wobei dies weitaus am häufigsten damit begründet wird, dass von vorherein nur eine

Variante (nur ein Heizsystem oder nur eine Art von Lüftung/Kühlung) in Frage kam (Tabelle 12) oder von Vorherein keine energetischen Massnahmen an der Gebäudehülle zur Diskussion standen.

|             | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|-------------|--------|------------|--------------------|
| Ja          | 85     | 41         | [34.3,48.1]        |
| Nein        | 86     | 42         | [34.8,48.6]        |
| Weiss nicht | 36     | 17         | [12.5,23.3]        |
| Total       | 207    | 100        |                    |

Tabelle 11: Antworten auf die Frage: «Wurden bei diesem Gebäude bei den Massnahmen seit dem Jahr 2000 vor dem Massnahmenentscheid verschiedene Varianten mit unterschiedlichen Heizsystemen oder Energieeffizienz-Niveaus miteinander verglichen?»

Die von uns vorgeschlagenen Begründungen, welche auf eine zu geringe Relevanz der Energiekosten für die Nutzer/innen, Vermieter/innen oder Käufer/innen abstützen, fanden nur geringe Zustimmung (Tabelle 12). Ebenso scheint der notwendige Aufwand für einen Variantenvergleich in der Regel nicht ausschlaggebend für die Unterlassung desselben zu sein.

|  | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Es stand nur ein Heizsystem zur Diskussion   | 71         | [60.3,79.7]        |
| Es standen keine energetischen Massnahmen an der Gebäudehülle zur Diskussion                           | 35         | [25.4,45.7]        |
| Es stand nur eine Art von Lüftung oder Kühlung zur Diskussion  | 19         | [11.6,28.5]        |
| Die Energiekosten sind Nebenkosten und werden auf die Mietparteien abgewälzt                           | 13         | [7.1,21.9]         |
| Die Energiekosten sind zu wenig relevant   | 8          | [3.9,16.3]         |
| Beim Verkauf eines Objektes sind die Energiekosten nicht relevant                                      | 5          | [1.7,12.0]         |
| Weil dies bisher noch nie so gemacht wurde   | 2          | [0.6,9.1]          |
| Die Ermittlung der Energieeinsparungen und der resultierenden Energiekosteneinsparungen kosten zu viel | 2          | [0.6,9.1]          |
| Die Entwicklung der Energiepreise ist zu ungewiss  | 2          | [0.6,9.1]          |
| Die Käufer des Objekts interessieren sich nicht für die Energiekosten                                  | 2          | [0.6,9.1]          |
| Zu wenig Zeit für entsprechende Abklärungen bzw. Berechnungen  | 0          |                    |
| Vor Mietbeginn wird nicht nach Nebenkosten gefragt   | 0          |                    |

Tabelle 12: Antworten auf die Frage: «Weshalb wurde kein Variantenvergleich bezüglich verschiedener energetischer Varianten durchgeführt?»; n = 86; Mehrfachantworten möglich.

In den 85 Fällen, in denen ein Variantenvergleich durchgeführt wurde, wurden in der Regel Investitionsrechnungen durchgeführt. In nur 6 von diesen 85 Fällen (7%) wurde darauf verzichtet und die verschiedenen in Frage kommenden baulichen Massnahmen *ausschliesslich* auf Basis ihrer Investitionskosten miteinander verglichen.

Wenn Variantenvergleiche zur Anwendung kamen, wurden in den meisten Fällen (70 von 85) auch Energieeinsparungen in den Variantenvergleich einbezogen, wobei dies allerdings teilweise unter Verwendung eines pauschalen Faktors stattfindet (Tabelle 14). In

der Regel wird mit gleichbleibenden oder steigenden Energiepreisen gerechnet (Tabelle 13).

|                                       | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---------------------------------------|--------|------------|--------------------|
| Mit heutigen Energiepreisen           | 38     | 55         | [43.0,66.6]        |
| Mit höheren Energiepreisen als heute  | 19     | 28         | [18.1,39.5]        |
| Mit tieferen Energiepreisen als heute | 3      | 4          | [1.4,13.0]         |
| Weiss nicht                           | 9      | 13         | [6.8,23.5]         |
| Total                                 | 69     | 100        |                    |

Tabelle 13: Antworten auf die Frage «Mit welchen Energiepreisen wurde gerechnet?» Frage nur gestellt, wenn Variantenvergleich und Energiepreise einbezogen.

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Die Energiekosten wurden mit einem pauschalen Faktor in allen Varianten gleich einbezogen            | 20     | 29         | [19.3,41.0]        |
| Die Energiekosten wurden für jede Variante je nach Gebäudetechnik und Gebäudehülle einzeln berechnet | 31     | 45         | [33.4,57.0]        |
| Die Energiekosten wurden auf andere Weise einbezogen   | 1      | 1          | [0.2,10.0]         |
| Weiss nicht  | 17     | 25         | [15.7,36.4]        |
| Total  | 69     | 100        |                    |

Tabelle 14: Antworten auf die Frage: «Wie wurden die Energiekosten in den Variantenvergleich einbezogen?» Frage nur gestellt, wenn Energiekosten einbezogen.

In 15 von 85 Fällen (18%), also bei einer kleinen Minderheit, wurden zwar Variantenvergleiche durchgeführt, die Energiekosten jedoch vollständig ausgeklammert. Dies aus verschiedenen Gründen, am häufigsten aus Gewohnheit und weil die Energiekosten als zu wenig relevant eingestuft werden, aufgrund von Unsicherheiten, aber auch aufgrund von Transaktionskosten, weil Entscheide auf Investitionskostenbasis gefällt werden oder weil die Entscheidungshürden überwältigt werden können (Tabelle 15).

|   | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Weil dies bisher noch nie so gemacht wurde  | 27         | [9.0,57.1]         |
| Die Energiekosten sind zu wenig relevant  | 27         | [9.0,57.1]         |
| Die Ermittlung der Energieeinsparungen und der resultierenden Energiekosteneinsparungen kosten zu viel                                | 20         | [5.6,51.2]         |
| Die Entwicklung der Energiepreise ist zu ungewiss   | 20         | [5.6,51.2]         |
| Die Energiekosten sind Nebenkosten und werden auf die Mietparteien abgewälzt  | 20         | [5.6,51.2]         |
| Aus Risikoüberlegungen wurde der Varianten-Entscheid nur aufgrund der Höhe der Investitionskosten gemacht                             | 20         | [5.6,51.2]         |
| Zu wenig Zeit für entsprechende Abklärungen bzw. Berechnungen   | 13         | [2.8,45.4]         |
| Beim Verkauf eines Objektes sind die Energiekosten nicht relevant   | 7          | [0.7,41.6]         |
| Vor Mietbeginn wird nicht nach Nebenkosten gefragt  | 0          |                    |
| Die Käufer des Objektes interessieren sich nicht für Energiekosten  | 0          |                    |
| Das Investitionskostenbudget stellte den Engpass dar, so dass der Varianten-Entscheid aufgrund der geringsten Investitionskosten fiel | 0          |                    |

Tabelle 15: Antworten auf die Frage: «Wieso wurden die Energiekosten nicht in den Variantenvergleich einbezogen?»; n = 15; Mehrfachantworten möglich.

#### 4.3.4 Finanzierung

Tabelle 16 zeigt die Angaben der Befragten zur Finanzierbarkeit von Instandsetzungsarbeiten und energetischen Erneuerungsinvestitionen. Die Antworten zeigen, dass in der Stadt Zürich Finanzierungsprobleme bei Instandsetzungsarbeiten die Ausnahme sind, jedoch bei energetischen Erneuerungsinvestitionen gelegentlich vorkommen.

Die Unterschiede in den Angaben zu Instandsetzungsarbeiten und energetischen Erneuerungsinvestitionen sind aufgrund der Überschneidung der Konfidenzintervalle nicht statistisch signifikant. Da die Überschneidung jedoch minim ist, deuten die Ergebnisse trotzdem darauf hin, dass nicht nur in unserem Sample, sondern auch generell energetische Erneuerungsinvestitionen etwas schwieriger zu finanzieren sind als Instandsetzungsarbeiten.

|  | Instandsetzungsarbeiten |                    | Energetische Erneuerungsinvestitionen |                    |
|--|-------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
|  | Anteil [%]              | Konfidenzintervall | Anteil [%]                            | Konfidenzintervall |
| Nein, in der Regel hatten wir keine Finanzierungsprobleme  | 94                      | [89.7,96.0]        | 86                                    | [81.3,90.0]        |
| Ja, das vorgegebene Budget für Gebäudeerneuerungen war zu knapp  | 2                       | [1.1,5.3]          | 6                                     | [3.4,9.4]          |
| Ja, andere Erneuerungsinvestitionen oder andere Investitionen waren finanziell attraktiver als energetische Massnahmen | -                       | -                  | 4                                     | [2.2,7.4]          |
| Ja, die Eigenmittel reichten nicht   | 1                       | [0.2,3.2]          | 2                                     | [1.1,5.3]          |
| Ja, wir fanden keine Kredite zu angemessenen Konditionen   | 0                       | [0.1,2.9]          | 0                                     |                    |

Tabelle 16: Antworten auf die Fragen: «Hatten Sie in der Vergangenheit generell Probleme mit der Finanzierung von Instandsetzungsarbeiten (ohne energetische Verbesserungen) bei Bürogebäuden?» und «Hatten Sie in der Vergangenheit generell Probleme mit der Finanzierung von energetischen Erneuerungsinvestitionen bei Bürogebäuden?»; n = 247; Mehrfachantworten möglich.

### 4.3.5 Label und Fördermassnahmen

Tabelle 17 zeigt die Angaben der Befragten zu angestrebten Gebäudestandards. Gemäss diesen Ergebnissen sind die verschiedenen Gebäude-Labels bei Erneuerungsprojekten von untergeordneter Bedeutung, Richtschnur sind vielmehr die gesetzlichen Anforderungen. Bemerkenswert ist auch, dass bei fast der Hälfte der Befragten gar kein Standard angesetzt wird.

|                                      | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--------------------------------------|------------|--------------------|
| Die gesetzlichen Anforderungen       | 55         | [48.6,60.5]        |
| Keine                                | 46         | [39.9,51.8]        |
| Minergie oder Minergie-Eco           | 5          | [3.1,8.6]          |
| Effizienzlabel (A bis G) gemäss GEAK | 3          | [1.2,5.3]          |
| Passivhausstandard                   | 1          | [0.2,2.9]          |
| LEED                                 | 1          | [0.2,2.9]          |
| Andere Label                         | 1          | [0.4,3.4]          |
| Minergie-P oder Minergie-P-Eco       | 0          | [0.1,2.6]          |
| Minergie-A oder Null-/Plusenergie    | 0          |                    |
| DGNB                                 | 0          |                    |
| BREEAM                               | 0          |                    |

Tabelle 17: Antworten auf die Frage: «Welche Standards wurden bei Erneuerungen seit dem Jahr 2000 beim Gebäude angestrebt?»; n = 271; Mehrfachantworten möglich.

Bei 247 Gebäuden haben die befragten Angaben zur bereits beanspruchten Förderinstrumenten gemacht. Insgesamt wurde bei 124 von diesen 247 Gebäuden (50%) mindestens eines der in Tabelle 18 aufgeführten Förderinstrumente beansprucht, bei 123 hingegen keines.

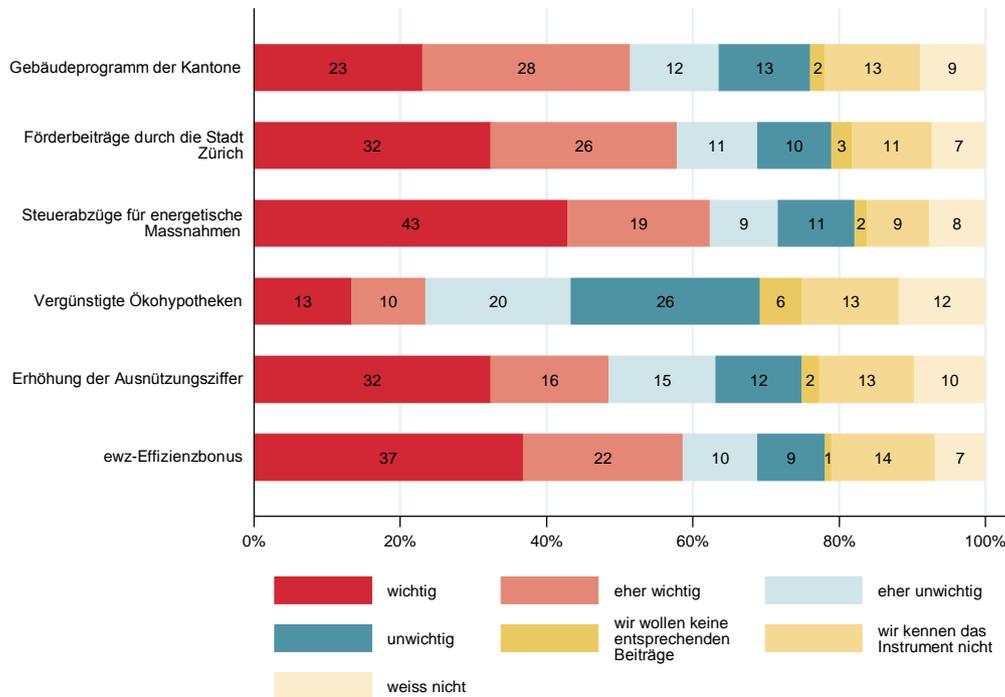
|   | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen      | 14         | [10.3,19.1]        |
| Gebäudeprogramm der Kantone                   | 13         | [9.6,18.2]         |
| Förderbeiträge durch die Stadt Zürich         | 14         | [10.0,18.7]        |
| Steuerabzüge für energetische Massnahmen      | 13         | [8.9,17.3]         |
| Vergünstigte Ökohypotheken                    | 1          | [0.2,3.2]          |
| Erhöhung der Ausnutzungsziffer <sup>(A)</sup> | 7          | [4.3,10.8]         |

Tabelle 18: Antworten auf die Frage: «Welche der folgenden Förderinstrumente haben Sie generell schon beansprucht?»; n = 247; Mehrfachantworten möglich.

<sup>(A)</sup> Ein- um oder Ausbau, durch welchen die Ausnutzungsziffer erhöht wird, führt in der Regel zu erhöhten energetischen Anforderungen an das ganze Gebäude (Wärmedämmvorschriften 2009 der Baudirektion Kanton Zürich).

In 44 Fällen wurde mehr als ein Förderinstrument beansprucht. Am häufigsten wurden Beiträge der Stiftung Klimarappen mit anderen Förderinstrumenten kombiniert (27 Fälle). Steuerabzüge wurden in 19 Fällen mit anderen Förderinstrumenten kombiniert. Zusätzlich wurde von den Befragten die Wichtigkeit der verschiedenen Förderinstrumente bewertet: Die meisten Förderinstrumenten werden ähnlich bewertet, Ausnahme bilden ver-

günstige Ökohypotheken, welche bei Bürobauten gemäss den Antworten der Befragten für eine geringere Anzahl von Gebäuden in Betracht gezogen werden als die übrigen Förderinstrumente (Figur 19).



econcept

Figur 19: Wichtigkeit der Förderinstrumente. Antworten auf die Frage: «Wie wichtig sind für Sie generell die folgenden Förderinstrumente für zukünftige energetische Gebäudeerneuerungen?», n = 247

#### 4.3.6 Einfluss gesetzlicher Vorgaben auf Erneuerungsentscheide

Grundsätzlich spielen die gesetzlichen Auflagen für die energetische Qualität eines Gebäudes eine zentrale Rolle, da diese Mindeststandards festlegen, welche viel stärker wirken als freiwillige Standards oder Labels (vgl. nochmals Tabelle 17 im vorherigen Kapitel). Im Rahmen von Expert/innen-Interviews wird in diesem Zusammenhang jedoch immer wieder beklagt, dass teilweise auf wirkungsvolle energetische Erneuerungen verzichtet werde, weil die zusätzlichen Auflagen im Bereich Brandschutz, Erdbebensicherheit oder Arbeitssicherheit untragbar seien. Gemäss unseren Befragungsergebnissen tritt diese Problematik rund 15% bis 35% der Gebäude auf.

|                | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|----------------|--------|------------|--------------------|
| unwichtig      | 77     | 51         | [43.0,59.0]        |
| eher unwichtig | 39     | 26         | [19.4,33.5]        |
| eher wichtig   | 26     | 17         | [11.9,24.2]        |
| wichtig        | 9      | 6          | [3.1,11.1]         |
| Total          | 151    | 100        |                    |

Tabelle 19: Antwort auf die Frage: «Inwiefern waren Vorschriften (Brandschutz, Erdbeben, Hygiene, SUVA, etc.) ein Grund für den Verzicht auf Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen?»; Frage nur gestellt wenn seit dem Jahr 2000 Instandsetzungen, aber keine energetischen Erneuerungen am Gebäude durchgeführt wurden.

Bei 151 von 278 Gebäuden, für welche der Fragebotenteil zu den gesetzlichen Auflagen ausgefüllt wurde, wurden seit dem Jahr 2000 zwar Instandsetzungen durchgeführt, dabei aber auf energetische Erneuerungen verzichtet. Bei 35 von diesen 151 Gebäuden (23%) geben die Befragten an, dass Vorschriften (Brandschutz, Erdbeben, Hygiene, SUVA, etc.) für den Verzicht auf energetische Verbesserungen wichtig oder sehr wichtig waren. Bei der Mehrheit der Gebäude wirken sich Vorschriften also nicht hinderlich auf energetische Erneuerungsvorhaben aus, bei rund einem Viertel führten sie jedoch zu Problemen. Betroffen sind Gebäude aus allen Eigentümer/innen-Kategorien und Bauperioden.

Gemäss der Befragung sind dabei vor allem die Vorschriften aus den folgenden Bereichen relevant:

- Brandschutz
- Energietechnische Auflagen
- Ortsbild und Denkmalschutz
- Hindernisfreies Baues

Eher in einzelnen Fällen relevant sind hingegen Vorschriften zu Grenzabständen und Erdbebensicherheit sowie das Risiko von Einsprachen (Tabelle 20).

|   | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Feuerpolizeiliche Vorschriften                            | 60         | [42.4,75.3]        |
| Energietechnische Auflagen                                | 34         | [20.0,52.1]        |
| Ortsbild-/Denkmalschutz generell                          | 23         | [11.4,40.5]        |
| Hindernisfreies Bauen                                     | 17         | [7.6,34.3]         |
| Risiko von nachbarrechtlichen Einsprachen                 | 14         | [5.8,31.1]         |
| Grenzabstände & Bauvorschriften                           | 9          | [2.6,24.6]         |
| Ortsbild-/Denkmalschutz in Kernzonen                      | 9          | [2.6,24.6]         |
| Ortsbild-/Denkmalschutz bei inventarisierten Bürogebäuden | 6          | [1.3,21.4]         |
| Ortsbild-/Denkmalschutz bei geschützten Bürogebäuden      | 6          | [1.3,21.4]         |
| Andere  | 6          | [1.3,21.4]         |
| Erdbebensicherheit  | 3          | [0.4,19.2]         |

Tabelle 20: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, um welche Vorschriften es sich handelte»; **n = 35**; Mehrfachantworten möglich. Frage nur gestellt, wenn Vorschriften als wichtig für den Verzicht auf Erneuerungen eingestuft wurden.

#### 4.4 Fazit zu Zielen, Motiven und Entscheidungsprozessen

##### **Bewirtschaftungsziele**

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass der langfristige Erhalt der Gebäudesubstanz, der Kapitalerhalt, die Vermeidung von Leerständen, ein hoher Benutzerkomfort sowie ein geringer Instandhaltungs- und Erneuerungsaufwand für *alle* Eigentümer/innen hohe Prio-

rität haben. Andere Bewirtschaftungsziele haben hingegen für die verschiedenen Eigentümer/innen unterschiedliche Priorität:

- Eine hohe Rendite und hohe Mieterträge sowie der Werterhalt bzw. die Wertsteigerung sind vor allem bei Gebäuden wichtig, die vollständig vermietet werden, insbesondere wenn sie Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften, Entwicklungsgesellschaften oder Promotoren gehören.
- Sofern die Gebäudequalität (energetisch, ökologisch, architektonisch) nicht mit den Nutzer/innen-Bedürfnissen bzw. dem Nutzer/innen-Komfort zusammenhängt, ist sie für Private tendenziell weniger wichtig als für andere Eigentümer/innen.
- Während sich bei der energetischen Gebäudequalität keine relevanten Unterschiede zwischen selbstgenutzten und vermieteten Gebäuden zeigen, wird die ökologische Gebäudequalität bei selbstgenutzten Gebäuden häufiger als wichtiger eingestuft als bei vermieteten. Die architektonische Qualität wird hingegen bei vermieteten Gebäuden häufiger als wichtig bewertet.

### ***Entscheidungsprozesse und Entscheidungsgrundlagen***

Die verwendeten Entscheidungsgrundlagen und –prozesse, welche zur Wahl einer bestimmten Erneuerungsmassnahme bzw. einem Massnahmenpaket führen, wurden relativ detailliert abgefragt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Erneuerungsentscheide werden je nach Eigentümer/innen-Kategorie von den Eigentümer/innen selbst, der Geschäftsleitung, dem Vereins- oder Genossenschaftsvorstand oder dem Verwaltungsrat getroffen und sind damit in der Regel auf einer oberen Entscheidungsebene angesiedelt.
- Probleme bei der Beschaffung von Informationen stellen die Befragten nur vereinzelt fest. Die wichtigsten Ansprechpartner bei anstehenden Erneuerungen sind Architekten, Ingenieure, Planer, interne Planungsabteilungen sowie Baumeister- und HLK<sup>17</sup>-Unternehmungen. Energieberatungen werden in maximal einem Fünftel aller Fälle in Anspruch genommen.
- Steht eine Erneuerung an, werden in ungefähr der Hälfte der Fälle Variantenvergleiche durchgeführt, grösstenteils unter Berücksichtigung zukünftiger Kosten und Erträge, aber nicht immer werden dabei die Energiekosten adäquat berücksichtigt. In der anderen Hälfte der Fälle wird meist deswegen auf einen Variantenvergleich verzichtet, weil aus Sicht der involvierten Personen ohnehin nur eine Variante in Frage kommt.
- Instandsetzungen und Erneuerungen können in der Stadt Zürich meist ohne Probleme finanziert werden. Bei Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen sind Finanzierungsprobleme tendenziell etwas häufiger als bei reinen Instandsetzungsmassnahmen. Allerdings entstehen die Probleme bei der Finanzierung nicht nur auf-

---

<sup>17</sup> Heizung, Lüftung, Klima

grund des Fehlens von Mitteln, sondern auch, weil energetische Erneuerungen weniger wirtschaftlich eingestuft werden als andere Massnahmen.

- Die gesetzlichen Auflagen sind die wichtigsten Richtlinien für Instandsetzungs- und Erneuerungsentscheide. Labels sind für die Wahl von Erneuerungsmassnahmen von untergeordneter Bedeutung. Die verschiedenen staatlichen Förderinstrumenten werden hingegen häufig in Anspruch genommen und ebenso häufig als relevant für zukünftige Erneuerungsentscheide eingestuft. Dies widerspricht zum Teil den Aussagen aus den explorativen Interviews.
- Bei rund einem Viertel aller Gebäude, bei denen bisher nur Instandsetzungen durchgeführt wurden, spielten für den Verzicht auf energetische Verbesserungen auch mögliche gesetzliche Auflagen (Brandschutz, Energietechnische Auflagen, Ortsbild und Denkmalschutz sowie Hindernisfreies Bauen). Bei drei Vierteln hatten gesetzliche Auflagen hingegen keine hemmende Wirkung.

### **Auslöser für Erneuerungen**

Häufigste Auslöser für Erneuerungen sind

- die alterungsbedingte Notwendigkeit Gebäudeteile zu ersetzen,
- mangelnder Nutzer/innen-Komfort
- ein zu hoher Energieverbrauch und/oder Umwelt- und Klimaschutz,
- Bauschäden,
- eine gewünschte Erhöhung der Ausnutzungsziffer,
- und die langfristige Planung im Immobilienmanagement.

Wenig Einfluss auf den Erneuerungszeitpunkt haben hingegen Handänderungen, Beratungsangebote, Fördermassnahmen und Gebäudelabels. Die vorhandenen staatlichen Förderinstrumente eignen sich gemäss der Angaben der Befragten folglich nicht zum *Auslösen* von Erneuerungen, fördern aber bei anstehenden Erneuerungen die Wahl einer energetisch besseren Variante (vgl. folgender Abschnitt).

### **Gründe für die Wahl von Massnahmen mit und ohne energetische Verbesserungen**

Erneuerungen führen gemäss den Angaben der Befragten vor allem unter den folgenden Voraussetzungen zu energetischen Verbesserungen:

- Wenn das Standardvorgehen bzw. die Einhaltung der geltenden Vorschriften bereits eine energetische Verbesserung bringt.
- Wenn aufgrund schlechtem Nutzungskomforts energetische Massnahmen notwendig sind.
- Wenn die energetischen Erneuerungen mindestens ebenso wirtschaftlich sind wie alternative Massnahmen und/oder keinen grossen zusätzlichen organisatorischen Aufwand mit sich bringen.

- Wenn die baulichen Voraussetzungen des Gebäudes kein relevantes Hindernis darstellen.

Ebenfalls förderlich für energetische Verbesserungen ist, wenn Umweltschutz oder Nachhaltigkeit entweder aus ideellen oder aus Imagegründen zu den Zielen der Immobilienbewirtschaftung gehören. Positiv wirkt sich auch die staatliche Anreizsetzung durch Subventionen und Steuervergünstigungen aus. Gebäudelabels sind für die Wahl der Erneuerungsmassnahmen hingegen kaum relevant.

## 5 Ausstattung und Erneuerungsarbeiten

Im Kap. 5 werden die an den verschiedenen Gebäudehüllen- und Gebäudetechnikelementen durchgeführten Arbeiten mittels Methoden der deskriptiven Statistik ausgewertet und analysiert. Bzgl. Lüftung und Kühlung wird zudem die Ausstattung der Gebäude mit Gebäudetechnik dargestellt.

### 5.1 Gebäudehülle

#### 5.1.1 Was gilt als energetische Verbesserung?

Die folgenden Kapitel beschreiben und analysieren die Erneuerungsarbeiten im Bereich Gebäudehülle, wobei insbesondere die Unterscheidung von reinen Instandsetzungen und Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen eine wichtige Rolle spielt. Die untenstehende Tabelle 21 listet deswegen die gewählten Definitionen für reine Instandsetzungen und energetischen Erneuerungen pro Gebäudeelement auf. Um Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten im Allgemeinen zu bezeichnen, werden als Sammelbegriffe «Eingriff» oder «Arbeiten an» verwendet.

| Gebäudeelemente     | Reine Instandsetzung   | Erneuerung mit energetischer Verbesserung   |
|---------------------|--|---|
| Fassade             | Instandsetzung ohne Wärmedämmung (Neuanstrich, Ausbesserung)                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erneuerung mit Wärmedämmung an der Aussenseite der Fassade (Kompaktfassade, hinterlüftete Fassade)</li> <li>– Wärmedämmung durch Innenisolation</li> </ul>   |
| Fenster             | Instandsetzung ohne energetische Verbesserungen (Ausbesserungen, Anstrich Fensterrahmen) | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Neue Fenster 2-fach verglast (Ersatz Verglasung und Rahmen)</li> <li>– Neue Fenster 3-fach verglast (Ersatz Verglasung und Rahmen)</li> <li>– Ersatz der Verglasung</li> </ul>   |
| Dach                | Instandsetzung oder Ersatz der Eindeckung ohne Wärmedämm-Massnahmen                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Gesamterneuerung Dach (Dachbedeckung, Unterkonstruktion und Wärmedämmung oder Komplettersatz)</li> <li>– Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung der Dachschräge von innen/unten</li> <li>– Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung von Estrichboden oder Dachboden</li> </ul> |
| Decke Untergeschoss | Instandsetzung ohne Wärmedämmung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Wärmedämmung Decke</li> <li>– Verbesserung bestehender Wärmedämmung</li> <li>– Wärmedämmung Verrohrung</li> </ul>  |

Tabelle 21: Definitionen von reinen Instandsetzungen und Erneuerungen mit energetischen Verbesserungen

### 5.1.2 Übersicht Erneuerungsverhalten Gebäudehülle

Tabelle 22 gibt eine Übersicht zum Erneuerungsverhalten in der Stadt Zürich, differenziert nach den verschiedenen betrachteten Gebäudeelementen. Im Zeitraum 2000 bis 2012 wurden bei 27% der Prozent der betrachteten Gebäude Arbeiten an der Fassade durchgeführt, wobei der gesamtstädtische Wert innerhalb des angegebenen Konfidenzintervalls, das heisst zwischen 22.6 und 32.3%, liegen dürfte (Tabelle 22). Dies führt auf eine allgemeine Fassadeneingriffsrate von ca. 1.7 bis 2.5% pro Jahr (Tabelle 23). Ca. 39% der Fassadenarbeiten umfassten energetische Verbesserungen. Folglich ergibt sich eine Rate der energetischen Verbesserungen von rund 0.6 bis 1.1% pro Jahr. Die allgemeinen Eingriffsraten und die Raten der energetischen Verbesserungen der übrigen Gebäudeelemente berechnen sich analog.

| Gebäudeelement | Anzahl Gebäude | Arbeiten im Zeitraum 2000 bis 2012 |        |                    | Davon energetische Verbesserungen |        |                    |
|----------------|----------------|------------------------------------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------------------|
|                |                | Anzahl                             | Anteil | Konfidenzintervall | Anzahl                            | Anteil | Konfidenzintervall |
| Fassade        | 324            | 88                                 | 27%    | [22.6, 32.3]       | 34                                | 39%    | [28.4, 49.6]       |
| Fenster        | 321            | 116                                | 36%    | [30.9, 41.7]       | 100                               | 86%    | [76.6, 92.9]       |
| Steildach      | 176            | 45                                 | 26%    | [19.4, 32.7]       | 35                                | 78%    | [62.9, 88.8]       |
| Flachdach      | 144            | 56                                 | 39%    | [30.9, 47.4]       | 41                                | 73%    | [59.7, 48.2]       |
| Kellerdecke    | 319            | 44                                 | 14%    | [10.2, 18.1]       | 30                                | 68%    | [52.4, 81.4]       |

Tabelle 22: Arbeiten an den Gebäuden 2000 bis 2012 und Anteil energetische Verbesserungen.

| Schätzung gemäss Befragung |                                |  |
|----------------------------|--------------------------------|--|
| Gebäudeelement             | Allgemeine Eingriffsrate [%/a] | Rate energetische Verbesserungen [%/a] |
| Fassade                    | 1.7 - 2.5                      | 0.6 - 1.1                              |
| Fenster                    | 2.4 - 3.2                      | 2.0 - 2.8                              |
| Steildach                  | 1.5 - 2.5                      | 1.1 - 2.0                              |
| Flachdach                  | 2.4 - 3.7                      | 1.6 - 2.8                              |
| Kellerdecke                | 0.8 - 1.4                      | 0.5 - 1.0                              |

Tabelle 23: Erneuerungsrate und Rate der energetischen Verbesserungen. Fehlende Werte (Gewählte Antwort «Weiss nicht») werden als keine Erneuerung und keine energetische Verbesserung zwischen 2000 und 2012 behandelt, was tendenziell zu einer Unterschätzung der Rate führt.

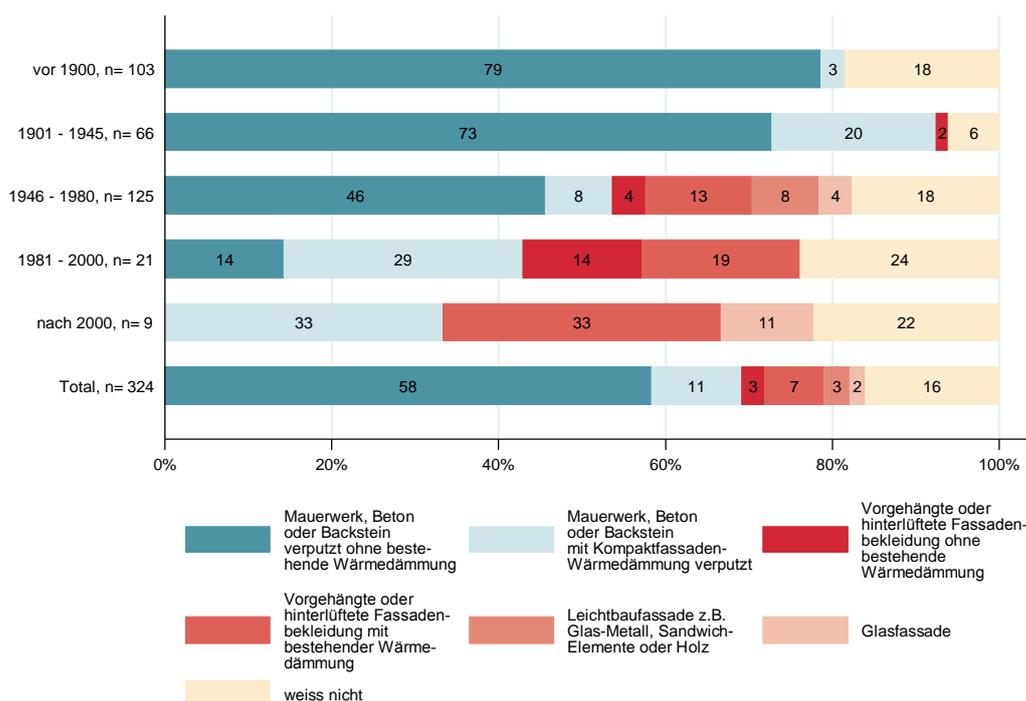
Bei den Gebäudeelementen Fenster und Steildach liegen die geschätzten allgemeinen Eingriffsraten und Raten der energetischen Verbesserung relativ nah zusammen: Eine Erneuerung bedeutet bei diesen Gebäudeelementen fast immer auch eine energetische Verbesserung. Bei den Gebäudeelementen Flachdach, Kellerdecke und vor allem Fassade kommt es hingegen häufiger vor, dass die Gebäudeelemente instandgesetzt werden, ohne dass dies zu energetischen Verbesserungen führt.

### 5.1.3 Massnahmen an der Fassade

Um eine Beurteilung der potenziellen Fassadenerneuerungsarten zu ermöglichen, wurden der bestehende Fassadentyp und die Bauperiode der Gebäude abgefragt. Diesbe-

zätzlich wurde festgestellt, dass der Bürogebäudebestand in der Stadt Zürich zu über 65% vor 1961 erstellt wurde, zu über 50% sogar vor 1945.<sup>18</sup> Demensprechend dominieren Fassaden des Typs «Mauerwerk, Beton oder Backstein verputzt», welche besonders stark bei älteren Gebäuden vertreten sind (Figur 20).

Insgesamt verfügen 224 (69%) der betrachteten 324 Bürogebäude über eine Fassade des Typs «Mauerwerk, Beton oder Backstein verputzt», wobei 189 von diesen 224 (84%) *nicht* wärmegeämmt sind (Figur 20). 10% der Gebäude sind mit einer vorgehängten oder hinterlüfteten Fassade ausgestattet, von denen rund ein Drittel *nicht* wärmegeämmt sind. 5% der Gebäude sind mit Leichtbau- oder Glasfassaden ausgestattet.



TEP/econcept

Figur 20: Art der Fassade nach Baujahr

Bei 27% der Gebäude wurden zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Fassade durchgeführt, bei 23% bereits vor dem Jahr 2000 (Tabelle 24). Bei 35% der Gebäude wurden gemäss Angaben der Befragten keine Arbeiten an der Fassade durchgeführt und 15% der Befragten konnten keine diesbezüglichen Angaben machen. In der Summe wurden an bereits mindestens der Hälfte der Gebäude Fassadenarbeiten durchgeführt.

<sup>18</sup> Bestand gemessen in der Anzahl Gebäude ohne Berücksichtigung der Gebäudegrösse

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 88     | 27         | [22.6,32.3]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 74     | 23         | [18.6,27.8]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 112    | 35         | [29.6,39.9]        |
| Weiss nicht  | 50     | 15         | [11.9,19.8]        |
| Total  | 324    | 100        |                    |

Tabelle 24: Antworten auf die Fragen: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Fassade durchgeführt?»

In über der Hälfte der insgesamt 88 Fälle mit Fassadenerneuerungen zwischen 2000 und 2012 handelte es sich um Instandsetzungen ohne eine Verbesserung der Wärmedämmung, bei rund zwei Fünfteln wurde die Fassade bzw. die Aussenwand hingegen energetisch verbessert, entweder aussen oder innen (Tabelle 25). Wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Fassade durchgeführt wurden, betraf dies in rund zwei Drittel der Fälle die gesamte Fassade. Ein Drittel der in diesem Zeitraum durchgeführten Arbeiten wurde nur an einem Teil der Fassade durchgeführt.

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Erneuerung mit Wärmedämmung an der Aussen-<br>seite der Fassade (Kompaktfassade, hinterlüftete<br>Fassade) | 23     | 26         | [17.9,36.5]        |
| Wärmedämmung durch Innenisolation  | 11     | 13         | [7.0,21.4]         |
| Instandsetzung ohne Wärmedämmung (Neuan-<br>strich, Ausbesserung)  | 48     | 55         | [43.9,64.8]        |
| Andere   | 6      | 7          | [3.0,14.6]         |
| Total  | 88     | 100        |                    |

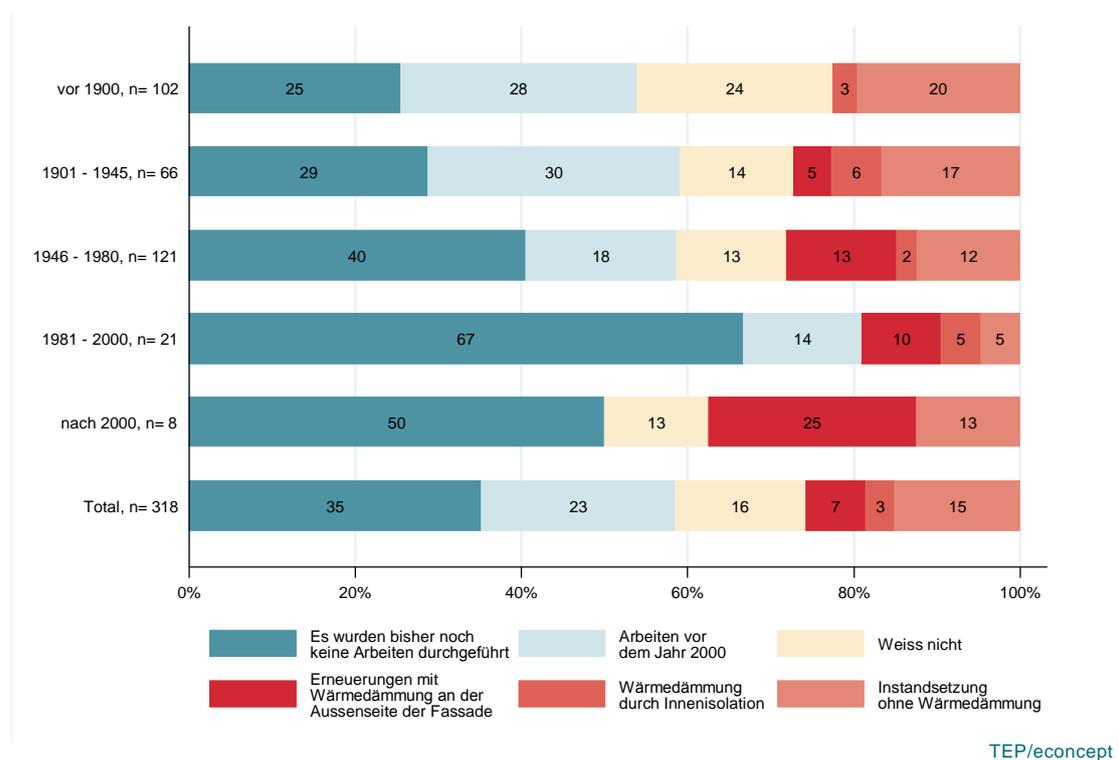
Tabelle 25: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Fassade durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Figur 21 zeigt die Unterschiede zwischen den Bauperioden: Der Anteil Gebäude, bei welchen zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Fassade stattfanden (rot eingefärbter Teil der Balken), liegt auf den ersten Blick bei allen Bauperioden in einer ähnlichen Grössenordnung. Genauer betrachtet weist die Bauperiode 1946 bis 1980 die höchsten Anteile auf, wenn die Bauperiode «nach 2000» mit nur 8 Beobachtungen ausgeklammert wird.<sup>19</sup> Der Anteil der Gebäude, welche im Zeitraum 2000 bis 2012 energetisch verbessert wurden, ist ebenfalls für die Gebäude der Bauperiode 1946 bis 1980 am höchsten und nimmt im Vergleich dazu sowohl mit zunehmendem Alter des Gebäudes als auch bei den jüngeren Gebäuden ab. Der Anteil der Gebäude, bei welchen vor dem Jahr 2000 letztmals Arbeiten an der Fassade stattfanden, ist erwartungsgemäss bei den älteren Gebäuden höher.

Das Muster der höchsten allgemeinen und energetischen Erneuerungsrate bei Gebäuden der Bauperiode 1946 bis 1980 konnte bereits bei den Wohngebäuden beobachtet werden (siehe Kap. 2) sowie Jakob und Jochem (2003/2009). Dies ist zum einen auf das Alter

<sup>19</sup> Abgesehen davon könnten die Befragten bei dieser Bauperiode die Arbeiten während des Neubaus gemeint haben.

der Gebäude dieser Bauperiode zurückzuführen, das während der betrachteten Renovationsperiode zwischen 30 und 60 Jahren lag, was gemäss SIA und CRB ungefähr der typischen Lebensdauer von Fassaden entspricht. Zudem könnte, ähnlich wie bei Wohngebäuden, die energetisch und komfortspezifisch ungenügende Bauqualität mit dünnem Mauerwerk, hohen U-Werten und dadurch tiefen Oberflächentemperaturen an der Wandinnenseite eine Rolle spielen.



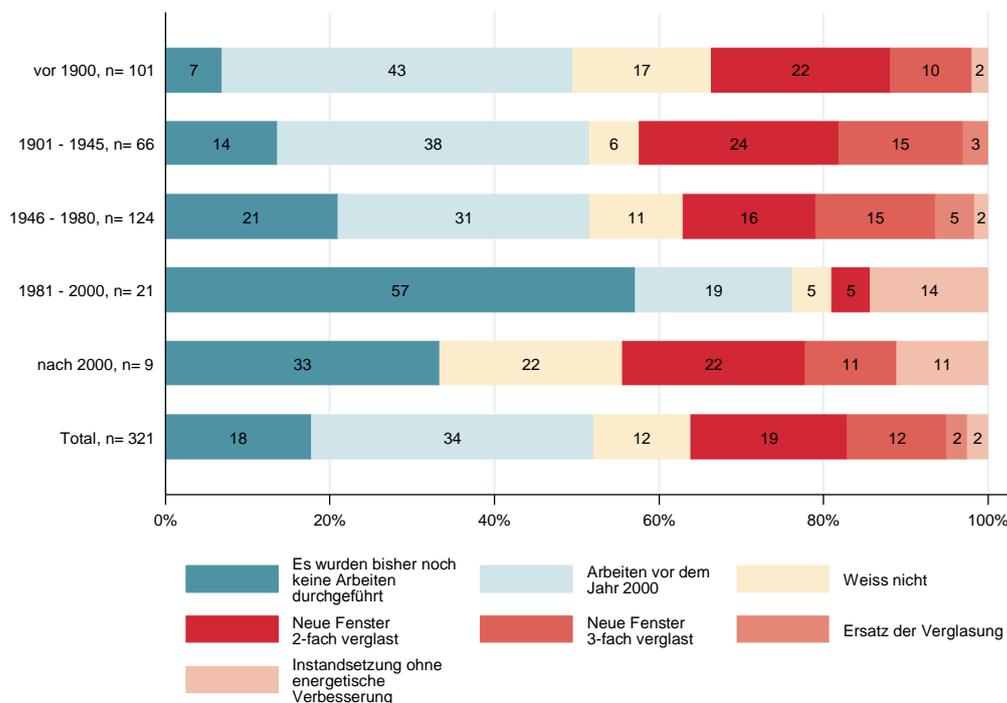
Figur 21: **Durchgeführte Arbeiten an Fassade im Zeitraum 2000 bis 2012 nach Bauperiode.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Fassade durchgeführt wurden.» *Sechs fehlende Werte, da die Kategorie «Anderes» nicht abgebildet ist.*

Bei insgesamt 112 Gebäuden (35%) wurde angegeben, dass noch nie Arbeiten an der Fassade durchgeführt wurden. 97 von diesen 112 Gebäuden wurden vor 1981 gebaut, womit deren Fassaden im Jahr 2013 mindestens 33 Jahre alt sind, d.h. meistens durchaus im erneuerungsbedürftigen Alter. Von diesen 97 Gebäuden haben 71 eine Fassade vom Typ «Mauerwerk, Beton oder Backstein verputzt», 77 liegen im Kreis 1 und 23 sind geschützt oder inventarisiert. Der hohe Anteil geschützter und inventarisierter bzw. im Kreis 1 liegender Gebäude könnte den Umstand von nicht durchgeführten Fassadenarbeiten erklären. (Es ist davon auszugehen, dass viele Gebäude im Kreis 1 ein Erscheinungsbild aufweisen, welches erhalten werden soll.)

#### 5.1.4 Massnahmen an den Fenstern

Zwischen 2000 und 2012 wurden bei rund 36% der Gebäude Arbeiten an den Fenstern vorgenommen. In rund 87% der Fälle führte dies zu energetischen Verbesserungen, indem neue, 2-fach verglaste oder 3-fach verglaste Fenster eingesetzt wurden. Energetische Verbesserungen können bei Arbeiten im Fensterbereich also als Regelfall bezeich-

net werden. Bei acht Gebäuden wurde nur die Verglasung ersetzt, bei weiteren acht wurden lediglich Ausbesserungen vorgenommen. Bei 18% der 321 betrachteten Gebäude wurden die Fenster (und auch das Fensterglas) gemäss den Angaben der Befragten noch nie ersetzt, wobei dieser Anteil mit dem Alter des Gebäudes abnimmt, jedoch auch bei älteren Gebäuden in Anbetracht der möglichen energetischen Verbesserungen und der normalen Lebenszeit eines Fensters eher hoch ist (Figur 22). Zu erklären ist dies möglicherweise durch den Umstand, dass nicht alle Befragten über weit zurück liegende Arbeiten im Bild sind. Besonders hoch ist der Anteil Gebäude ohne bisherige Fenstermassnahmen bei Gebäuden aus der Bauperiode 1981 bis 2000, d.h. bei Gebäuden, die während der betrachteten Renovationsperiode rund 30 Jahre oder jünger waren. Aufgrund des beobachteten Musters (Figur 22) ist davon auszugehen, dass der Fensterersatz bei diesen Gebäuden in den kommenden Jahren vermehrt zum Thema wird.



TEP/econcept

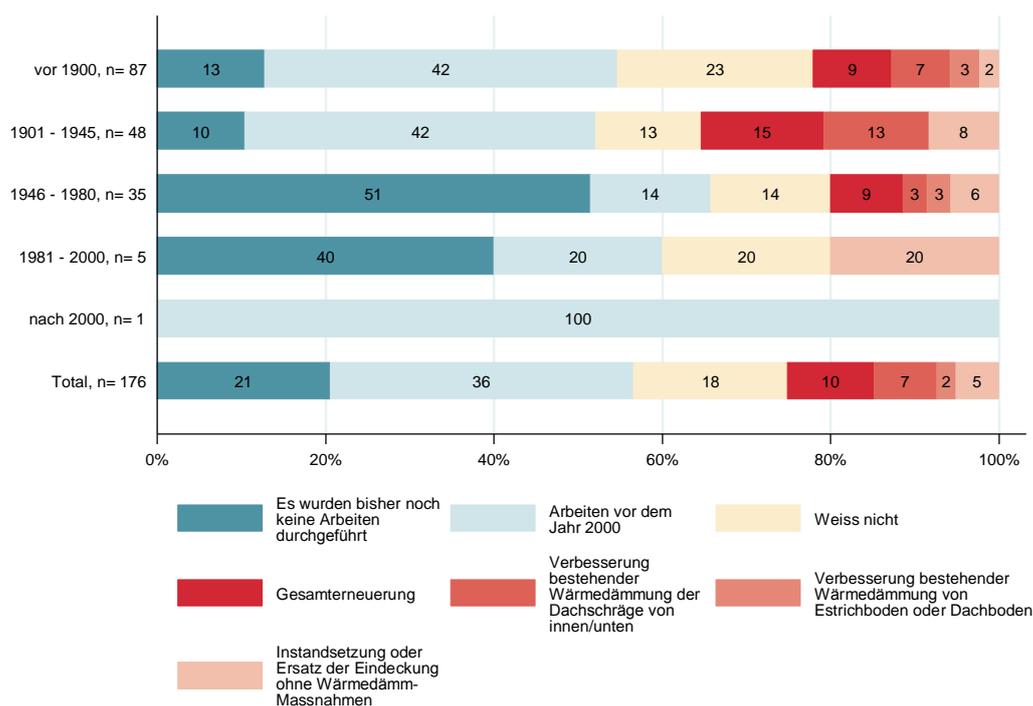
Figur 22: **Durchgeführte Arbeiten an Fenstern nach Bauperiode.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an den Fenstern durchgeführt wurden.»

### 5.1.5 Massnahmen am Dach

Von den betrachteten Gebäuden weisen 144 als hauptsächliche Dachform ein Steildach auf, 176 Gebäude ein Flachdach.

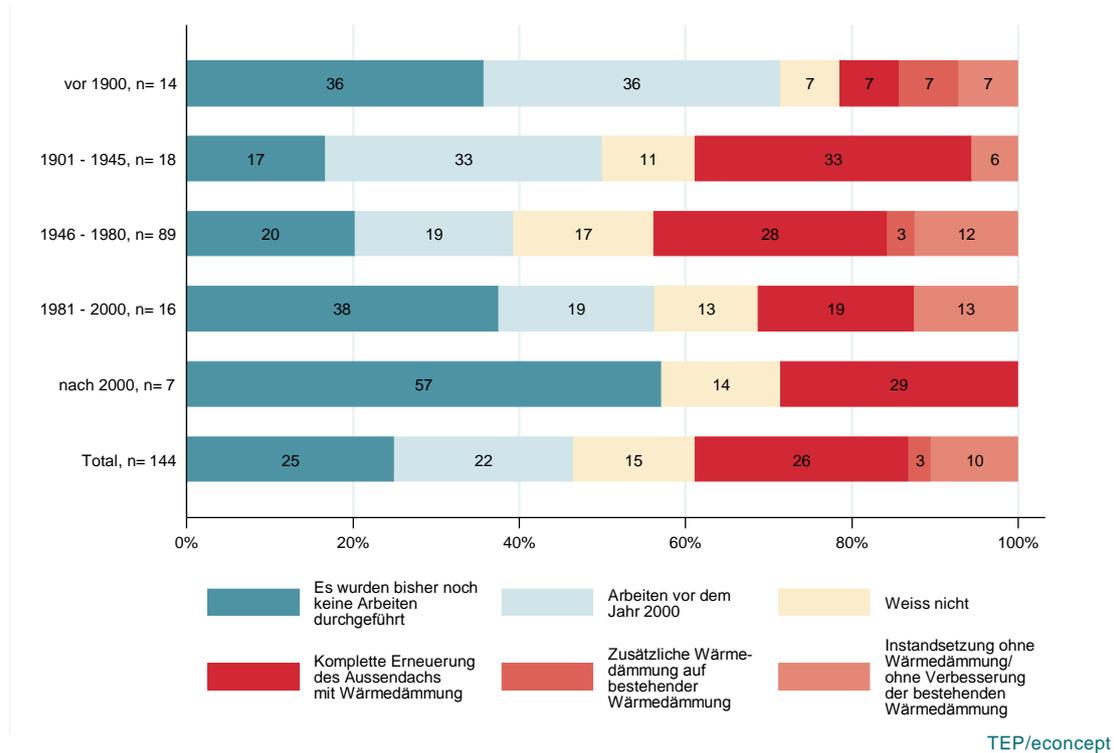
Bei 45 Gebäuden mit Steildächern (24%) und 56 Gebäuden mit Flachdächern (39%) fanden zwischen 2000 und 2012 Reparaturen oder Erneuerungen des Daches statt. In rund 30% der Fälle betraf dies jeweils das ganze Dach, in rund 70% nur ein Teil des Daches.

Bei beiden Dachformen treten die Gesamterneuerungen im Quervergleich aller Erneuerungsarten relativ gesehen am häufigsten auf (siehe Figur 23 und Figur 24). Instandsetzungen ohne energetische Wirkung werden bei rund einem Fünftel bis einem Viertel der zwischen 2000 und 2012 durchgeführten Arbeiten erzielt, wobei der Unterschied zwischen den Dachformen nicht signifikant ist. Bei Arbeiten im Dachbereich von Bürogebäuden können energetische Verbesserungen also als Regelfall bezeichnet werden, wenn auch dieser Umstand im Vergleich zu den Wohngebäuden etwas weniger stark ausgeprägt ist (siehe Kap. 2).



TEP/econcept

Figur 23: **Durchgeführte Arbeiten am Steildach nach Bauperiode.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Steildach durchgeführt wurden.»



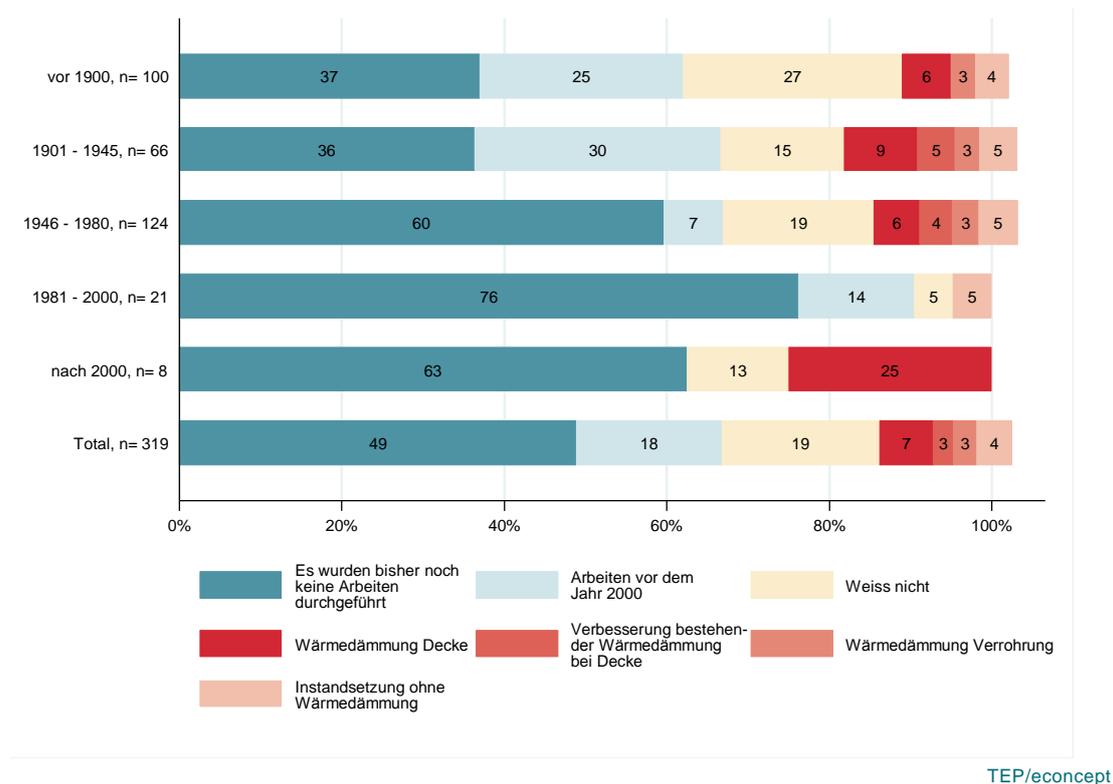
Figur 24: **Durchgeführte Arbeiten am Flachdach nach Bauperiode.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Flachdach durchgeführt wurden.»

### 5.1.6 Massnahmen an der Decke Untergeschoss/Keller

Bei 319 Gebäuden liegen Angaben zu den bisherigen Arbeiten an der Decke des Untergeschosses bzw. des Kellers vor. Bei 44 von diesen 319 Gebäuden (14%) wurden im Zeitraum 2000 bis 2012 Arbeiten durchgeführt (Tabelle 26). In zwei Dritteln der Fälle handelte es sich um energetisch wirksame Massnahmen, bei rund einem Drittel um energetisch nicht wirksame Instandsetzungsarbeiten (Figur 25).

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 44     | 14         | [10.4,18.1]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 57     | 18         | [14.0,22.5]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 156    | 49         | [43.4,54.4]        |
| Weiss nicht  | 62     | 19         | [15.4,24.2]        |
| Total  | 319    | 100        |                    |

Tabelle 26: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Kellerdecke/Decke Untergeschoss durchgeführt?»



Figur 25: **Durchgeführte Arbeiten an der Kellerdecke nach Bauperiode.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Decke Untergeschoss durchgeführt wurden.» (Mehrfachantworten möglich.)

## 5.2 Gebäudetechnik

### 5.2.1 Übersicht Belüftung und Klimatisierung von Bürogebäuden

Tabelle 27 gibt einen Überblick über die Ausstattung der Bürogebäude in der Stadt Zürich mit Lüftungs- und Klimaanlage im Allgemeinen sowie insbesondere zur Belüftung und Klimatisierung von Büroräumen oder Sitzungszimmern im Speziellen.

Die Schwankungen in der Anzahl an Gebäuden zwischen den verschiedenen Zeilen in Tabelle 27 sind darauf zurückzuführen, dass die Fragen zum Teil nicht beantwortet wurden. Von den betrachteten Bürogebäuden verfügt gut die Hälfte (57%) über eine Lüftung und/oder Klimatisierung, während in 57% der Bürogebäude der Stichprobe eine mechanische Lüftung vorhanden ist, dürfte der gesamtstädtische Wert innerhalb des angegebenen Konfidenzintervalls zwischen 51.5 und 63.0% liegen. Die weiteren Werte der Tabelle erklären sich analog.

Bemerkenswert ist der Unterschied zwischen den Anteilen, die sich auf das Gebäude als Ganzes (jeweils 1. und 3. Zeile in Tabelle 27) bzw. auf die Hauptraumnutzungstypen (2. und 4. Zeile) beziehen. Dieser Unterschied könnte, zumindest teilweise, auf die unterschiedlich Anzahl Gebäude zurückgeführt werden, welche bei den raumbezogenen Fragen deutlich tiefer ist als bei den gebäudebezogenen: möglicherweise konnte ein (nicht

vernachlässigbarer) Anteil der Befragten nicht beurteilen, ob und welche Räumlichkeiten gelüftet und/oder gekühlt werden.

| Gebäudeelement                                   | Anzahl Gebäude | Räumlichkeiten belüftet bzw. klimatisiert |        |                    |
|--|----------------|---|--------|--------------------|
|  |                | Anzahl                                    | Anteil | Konfidenzintervall |
| Mechanische Lüftung vorhanden                    | 290            | 166                                       | 57%    | [51.5, 63.0]       |
| Büros / Sitzungszimmer mechanisch belüftet       | 285            | 104                                       | 36%    | [30.9, 42.1]       |
| Kühlung / Klimatisierung vorhanden               | 305            | 167                                       | 55%    | [49.1, 60.4]       |
| Büros / Sitzungszimmer gekühlt bzw. klimatisiert | 299            | 123                                       | 41%    | [35.5, 46.7]       |

Tabelle 27: Belüftung und Klimatisierung von Bürogebäuden in der Stadt Zürich

### 5.2.2 Was gilt als energetische Verbesserung?

Die folgenden Kapitel stellen das Erneuerungsverhalten an den verschiedenen Gebäudeelementen der Gebäudetechnik in der Stadt Zürich dar. Dabei wird zwischen energetischen und nicht-energetischen Massnahmen unterschieden, die in Tabelle 28 im Detail erläutert werden.

| Unterscheidung zwischen energetischen und nicht-energetischen Massnahmen im Bereich Gebäudetechnik |  |   |
|--|--|---|
| Gebäudeelement   | Energetische Massnahmen  | Nicht-energieeffiziente Massnahmen  |
| Heizung  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wechsel auf energetisch besseres Heizsystem</li> <li>(Wechsel auf Heizsystem mit Wärmepumpe, Thermischen Solarkollektoren, Biogas, Fernwärme / Abwärme oder Holz)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brennerersatz</li> <li>- Ersatz Heizkessel mit Brenner, Ersatz Fernwärmeübergabestation, Ersatz Wärmepumpenaggregat o.ä.</li> <li>- Wechsel auf energetisch gleichwertiges oder ein fossiles Heizsystem</li> </ul>                   |
| Luftaufbereitung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ersatz durch kleinere oder gleich grosse Anlage</li> <li>- Erneuerung der Lüftungsanlage</li> <li>- Einbau oder Erneuerung der Wärmerückgewinnung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachträglicher Einbau der Lüftungsanlage</li> <li>- Ersatz durch grössere Anlage</li> <li>- Instandsetzungsarbeiten</li> </ul>   |
| Kälteerzeugung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erneuerung der Anlage</li> <li>- Ersatz oder Erneuerung des Rückkühlers</li> <li>- Ermöglichung von Nachtauskühlung oder Nutzung freier Kälte</li> <li>- Nachrüstung einer Kühlung mit Erdsonde-Wärmepumpe</li> <li>- Betriebsoptimierungsmassnahmen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachrüstung einer zentralen Kälteerzeugung oder Klimaanlage inkl. Be-/Entfeuchtung</li> <li>- Instandsetzung der bestehenden zentralen Kälteerzeugung oder Klimaanlage</li> <li>- Nachrüstung von dezentralen Kühlgeräten</li> </ul> |
| Luftverteilung   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplettersatz Lüftungsverteilung</li> <li>- Lüftungsverteilung energetisch</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Komplett neue Luftverteilungsanlage</li> <li>- Luftverteilung im Gebäude für weitere Räu-</li> </ul>   |

| Unterscheidung zwischen energetischen und nicht-energetischen Massnahmen im Bereich Gebäudetechnik |   |  |
|--|---|--|
| Gebäudeelement   | Energetische Massnahmen   | Nicht-energieeffiziente Massnahmen   |
|  | erneuert  | me nachgerüstet<br>- Instandsetzungsarbeiten an Lüftungsverteilung im Gebäude  |
| Kälteverteilung  | - Energetische Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung / Kälteabgabe   | - Instandsetzungs- oder Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung / -abgabe<br>- Nachrüstung einer Kälteverteilung / -abgabe<br>- Vollständige Erneuerung oder Neuinstallation der Kälteverteilung/ -abgabe |
| Lüftungssteuerung  | - Einbau Regelung durch CO <sub>2</sub> - oder Präsenzsensoren<br>- Feuchtigkeits- oder temperaturabhängige Regelung<br>- Ermöglichung von Free Cooling                               | - Instandsetzungsarbeiten  |
| Kältesteuerung   | - Einbau Regelung durch Präsenzsensoren<br>- Feuchtigkeitsabhängige Regelung<br>- Anhebung der Systemtemperaturen<br>- Variable Systemtemperaturen<br>- Ermöglichung von Free Cooling | - Instandsetzungsarbeiten  |
| Beleuchtung  | - Ersatz durch effizientere Leuchtmittel<br>- Tageslicht- oder Präsenzregelung  | - Ersatz Leuchtmittel<br>- Leuchterneuerung<br>- Ersatz Leuchten<br>- Neuinstallation von Leuchten   |

Tabelle 28: Unterscheidung zwischen energetischen und nicht-energetischen Massnahmen im Bereich Gebäudetechnik

### 5.2.3 Übersicht Erneuerungsverhalten Gebäudetechnik

Tabelle 29 und Tabelle 30 fassen das Erneuerungsverhalten an den verschiedenen Elementen der Gebäudetechnik in der Stadt Zürich zusammen. Aus Tabelle 29 wird ersichtlich, dass die Stichprobengrösse bzgl. der Fragen zur Lüftungs- und Klimaanlage wesentlich reduziert ist, vor allem, weil nicht alle Bürogebäude über eine Lüftungs- oder Klimaanlage verfügen.

Der Anteil der im Zeitraum 2000 bis 2012 durchgeführten Arbeiten (Tabelle 29), liegt bei der Gebäudetechnik zwischen 59% (Beleuchtung) und 61% (Heizung, Warmwassererzeugung und Wärmeverteilung). Arbeiten an Solaranlagen wurden an lediglich 7 der befragten Gebäude verrichtet.

Bei den Gebäudeelementen Lüftung & Klimatisierung sowie Beleuchtung handelte es sich bei rund 2/3 der Arbeiten im Zeitraum 2000 bis 2012 um energetische Verbesserungen (Tabelle 29). Im Fall der Heizung brachten lediglich 15% der Arbeiten eine energetische Verbesserung, da hierzu ausschliesslich der Wechsel auf ein neues, energetisch besseres Heizsystem betrachtet wurde (Definition energetisch besseres Heizsystem, s. Tabelle 28).

*Lesebeispiel Tabelle 29 und Tabelle 30:* An rund 60% der befragten Gebäude wurden Arbeiten an der Lüftung oder Klimatisierung vorgenommen. Der gesamtstädtische Wert dürfte innerhalb des angegebenen Konfidenzintervalls liegen, d.h. zwischen 53.1 und 67.6% (Tabelle 29). Dies ergibt eine Erneuerungsrate von 4.1% bis 5.2% pro Jahr (Tabelle 30). Bei rund 67% aller Arbeiten an Lüftung oder Klimatisierung handelte es sich um energetische Verbesserungen. Daraus ergibt sich eine Rate energetischer Verbesserungen von 2.5% bis 3.7% pro Jahr (67% von 4.1% bis 5.2% pro Jahr). Die Eingriffsraten und die Raten energetischer Verbesserungen der übrigen Gebäudeelemente berechnen sich analog.

| Gebäudeelement                                 | Anzahl Gebäude | Arbeiten im Zeitraum 2000 bis 2012 |        |                    | Davon energetische Verbesserungen |        |                    |
|--|----------------|------------------------------------|--------|--------------------|-----------------------------------|--------|--------------------|
|  |                | Anzahl                             | Anteil | Konfidenzintervall | Anzahl                            | Anteil | Konfidenzintervall |
| Heizung, Warmwassererzeugung & Wärmeverteilung | 279            | 171                                | 61%    | [55.5, 67.0]       |                                   |        |                    |
| Heizung  | 255            | 131                                | 51%    | [45.2, 57.5]       | 19                                | 15%    | [8.4, 20.6]        |
| Lüftung & Klimatisierung                       | 179            | 108                                | 60%    | [53.1, 67.6]       | 72                                | 67%    | [57.6, 75.7]       |
| Beleuchtung                                    | 259            | 153                                | 59%    | [53.0, 65.1]       | 97                                | 63%    | [55.7, 71.1]       |
| Solaranlage                                    | 297            | 7                                  | 2%     | [0.6, 4.1]         |                                   |        |                    |

Tabelle 29: Arbeiten an der Gebäudetechnik 2000 bis 2012 und Anteil energetische Verbesserungen.

| Schätzung gemäss Befragung                     |                     |  |
|--|---------------------|--|
| Gebäudeelement                                 | Eingriffsrate [%/a] | Rate energetische Verbesserungen [%/a] |
| Heizung, Warmwassererzeugung & Wärmeverteilung | 4.3 – 5.2           |  |
| Heizung  | 3.5 – 4.4           | 0.3 – 0.9                              |
| Lüftung & Klimatisierung                       | 4.1 – 5.2           | 2.5 – 3.7                              |
| Beleuchtung                                    | 4.1 – 5.0           | 2.4 – 3.4                              |
| Solaranlage                                    | 0.1 – 0.4           |  |

Tabelle 30: Erneuerungsrate und Rate der energetischen Verbesserungen

In den Bürogebäuden der Stadt Zürich dominieren zentrale Warmwasserheizungen (kombiniert mit der Heizungsanlage) mit einem Anteil von 77% gegenüber dezentralen Warmwasserheizungen mit einem Anteil von 23% (Tabelle 31).

| Art Warmwassersystem   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zentrale Warmwasserheizung<br>(WW kombiniert mit Heizanlage) | 246    | 77         | [71.9,81.2]        |
| Dezentrale Warmwasserheizung                                 | 74     | 23         | [18.8,28.1]        |
| Total  | 320    | 100        |                    |

Tabelle 31: Antworten auf die Frage: «Welche Art von Warmwassersystem verwenden Sie im Gebäude?», n=324 (4 Verweigerungen)

In rund 115 bzw. 35% der betrachteten 324 Gebäude wird zusammen mit anderen Gebäuden eine gemeinsame Heizung verwendet (Tabelle 32). Dies kann als relativ hoher Anteil bezeichnet werden und bedeutet auch, dass in rund einem Drittel der Fälle Entscheide zu Heizungserneuerungen gebäudeübergreifend zu fällen sind, was im Einzelfall ein Hemmnis für innovative Lösungen darstellen, aber auch Chancen für solche bieten kann.

| Gemeinsame Heizung mit anderen Gebäuden | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|--------|------------|--------------------|
| Ja                                      | 115    | 35         | [30.4,40.9]        |
| Nein                                    | 208    | 64         | [58.8,69.3]        |
| Weiss nicht                             | 1      | 0          | [0.0,2.2]          |
| Total                                   | 324    | 100        |                    |

Tabelle 32: Antworten auf die Frage: «Wird zusammen mit andere Gebäuden eine gemeinsame Heizung verwendet?», n=324

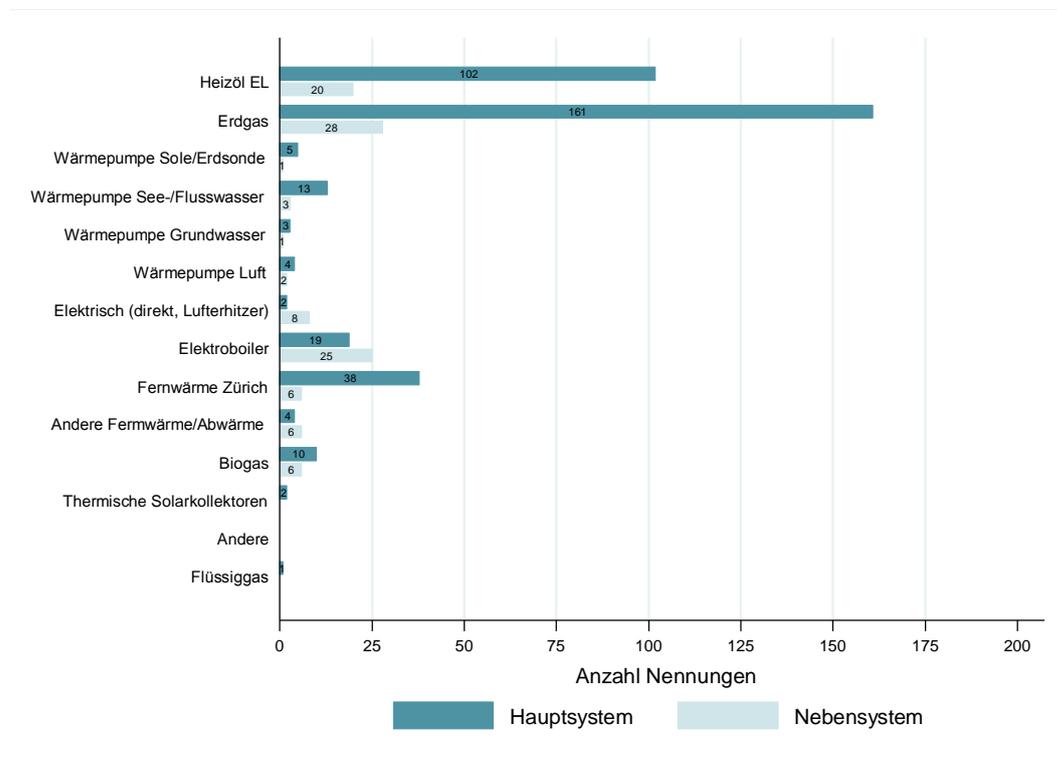
Bei 34% dieser 115 Gebäude, welche eine gemeinsame Heizung verwenden, befindet sich die Heizung im Gebäude, bei rund 65% ausserhalb des Gebäudes (Tabelle 33).

| Heizung im Gebäude | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--------------------|--------|------------|--------------------|
| Ja                 | 39     | 34         | [25.7,43.2]        |
| Nein               | 75     | 65         | [55.9,73.5]        |
| Weiss nicht        | 1      | 1          | [0.1,6.1]          |
| Total              | 115    | 100        |                    |

Tabelle 33: Antworten auf die Frage: «Befindet sich die Heizung im Gebäude?», n=115, Frage nur, wenn zusammen mit anderen Gebäuden eine gemeinsame Heizung verwendet wird.

Als Energieträger kommt im Hauptsystem der Raumwärme- und Warmwassererzeugung der (Figur 26) in den allermeisten Fällen Erdgas zum Einsatz (161 Nennungen), gefolgt von Heizöl-Extraleicht (102 Nennungen) und Fernwärme Zürich (38 Nennungen). Selten werden Elektroheizungen mit Elektroboiler eingesetzt (19 Nennungen) sowie Wärmepumpen mit See- oder Flusswasser (13 Nennungen) und Biogas (10 Nennungen). Die übrigen Energieträger werden im Hauptsystem lediglich in 1 bis 5 der 324 befragten Gebäude eingesetzt (s. Figur 26).

106 Gebäude gaben Energieträger für ein Nebensystem an. Von diesen entfallen 28 Nennungen auf Erdgas, 25 auf Elektroboiler und 20 auf Heizöl-EL (s. Figur 26). Die übrigen Energieträger werden nur selten verwendet (weniger als 10 Nennungen).



TEP/econcept

Figur 26: **Energieträger der Heizungen.** Antworten auf die Frage: «Welche Energieträger verwenden Sie für die Raumwärme- und Warmwassererzeugung im Gebäude?»; Mehrfachnennungen pro System möglich; n = 324

Die häufigsten Hauptsystem-Nebensystem-Kombinationen stellen Erdgas-Heizöl (15 Nennungen) und Erdgas-Elektroboiler (13 Nennungen) dar (s. Tabelle 34). Etwa halb so oft kommen die Kombinationen Heizöl-Elektroboiler (8 Nennungen), Wärmepumpe mit See- oder Flusswasser-Erdgas (7 Nennungen) und Erdgas-Biogas (6 Nennungen) zum Einsatz.

| Hauptsystem-Nebensystem Kombinationen | Anzahl |
|---------------------------------------|--------|
| Heizöl-Elektroboiler                  | 8      |
| Erdgas-Heizöl                         | 15     |
| Erdgas-Elektroboiler                  | 13     |
| Erdgas-Biogas                         | 6      |
| Wärmepumpe See-/Flusswasser-Erdgas    | 7      |

Tabelle 34: Häufigste Hauptsystem-Nebensystem Kombinationen

#### 5.2.4 Massnahmen an Raumwärme und Warmwasser

Bei 131 oder 41% der insgesamt 317 Gebäude wurden zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Heizung vorgenommen, bei weiteren 27% geschah dies vor dem Jahr 2000

(Tabelle 35). Mit 20% als relativ hoch zu bezeichnen ist der Anteil der Befragten, die angaben, keine Kenntnis über durchgeführte Arbeiten zu haben.

| Letztmals Arbeiten an Heizung/Raumwärmer           | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 131    | 41         | [36.0,46.9]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 86     | 27         | [22.5,32.3]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 38     | 12         | [8.8,16.1]         |
| Weiss nicht  | 62     | 20         | [15.5,24.3]        |
| Total  | 317    | 100        |                    |

Tabelle 35: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Heizung/Raumwärme durchgeführt?», n = 324 (Für 7 Gebäude musste diese Frage nicht beantwortet werden)

Bei 13% der 131 Gebäude mit Arbeiten zwischen 2000 und 2012 wurde der Brenner ersetzt, bei 48% der Heizkessel mit Brenner oder die Fernwärmeübergabestation oder das Wärmepumpenaggregat. 41 Gebäude resp. 31% haben eine neue Heizanlage installiert (Tabelle 36).

| Durchgeführte Arbeiten   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Nur Brennerersatz  | 17     | 13         | [8.2,20.0]         |
| Ersatz Heizkessel mit Brenner oder Ersatz Fernwärmeübergabestation oder Ersatz Wärmepumpenaggregat | 63     | 48         | [39.6,56.7]        |
| Wechsel auf neues Heizsystem (gleicher oder anderer Energieträger)                                 | 41     | 31         | [23.9,39.8]        |
| Andere Arbeiten  | 10     | 8          | [4.1,13.7]         |
| Total  | 131    | 100        |                    |

Tabelle 36: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Heizsystem durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Bei 80% der 41 Gebäude mit einem Heizanlagenersatz war vorher eine Ölheizung und bei 18% eine Gasheizung installiert (Tabelle 37), d.h. der Anteil der Öl beheizten Gebäuden war bei diesen Gebäuden deutlich höher im Vergleich zum gesamten Gebäudebestand (siehe Figur 26).

| Vorher installiertes Heizsystem | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---------------------------------|------------|--------------------|
| Ölheizung                       | 80         | [64.0,90.0]        |
| Gasheizung                      | 18         | [8.3,33.2]         |
| Elektrizität-Direktheizung      | 0          |                    |
| Holzheizung                     | 0          |                    |
| Kohleheizung                    | 0          |                    |
| Anderes                         | 8          | [2.3,21.7]         |

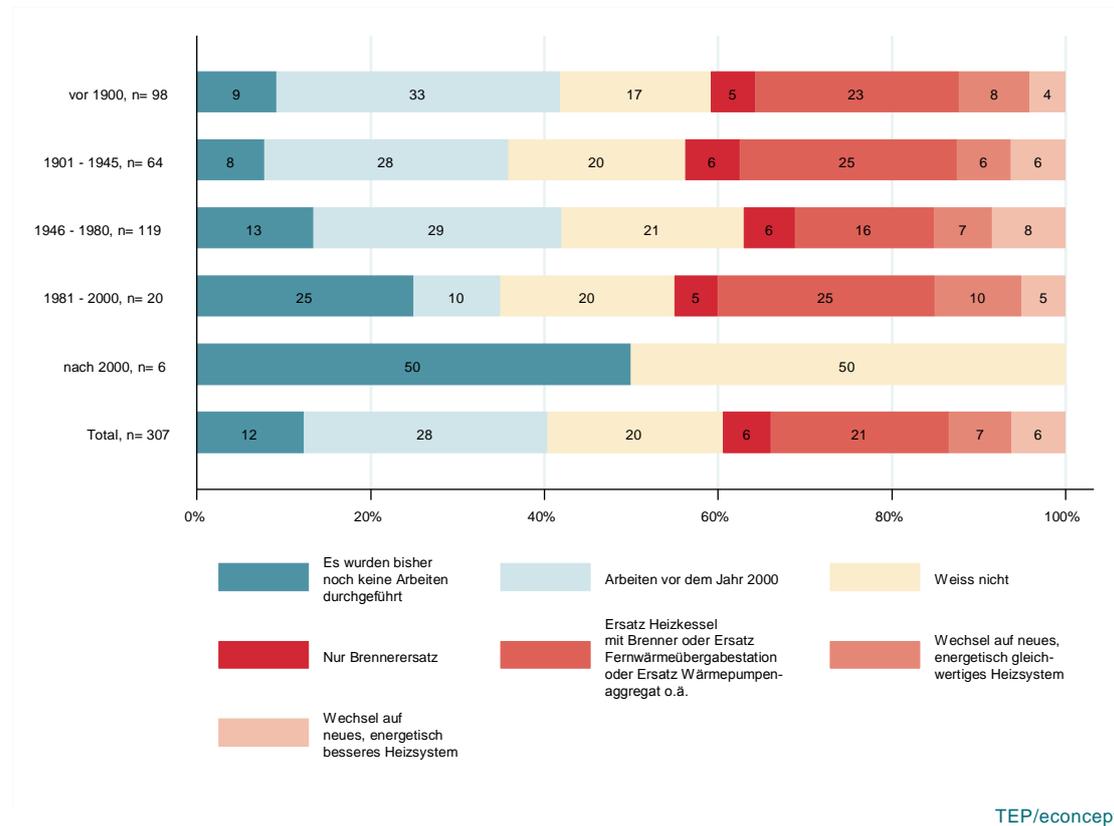
Tabelle 37: Antworten auf die Frage: «Welches Heizsystem war vorher im Gebäude installiert?»; n = 41; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn auf ein neues Heizsystem gewechselt wurde.

Insbesondere bei Gebäuden mit Baujahr vor 1900 wurden Ölheizungen ersetzt (Tabelle 38).

|            | Vor 1900 | 1901 – 1945 | 1946 – 1980 | 1981 - 2000 |
|------------|----------|-------------|-------------|-------------|
| Ölheizung  | 11       | 4           | 8           | 1           |
| Gasheizung | 2        | 1           | 2           | 0           |
| Anderes    | 1        | 0           | 0           | 0           |
| n          | 13       | 5           | 10          | 1           |

Tabelle 38: Antworten auf die Frage: «Welches Heizsystem war vorher im Gebäude installiert?» getrennt nach Gebäudebaujahr; n = 41; Frage nur, wenn ein Wechsel auf ein neues Heizsystem vorgenommen wurde; Mehrfachantworten möglich

Figur 27 verdeutlicht die Unterschiede zwischen den Bauperioden. Der Anteil an Gebäuden, an denen im Zeitraum 2000 bis 2012 Arbeiten an der Heizung durchgeführt wurden, ist für die vier Bauperioden bis Baujahr vor 2000 vergleichbar. Der relativ hohe Anteil bei den Gebäuden der Bauperiode 1981 bis 2000 war nicht unbedingt zu erwarten, waren diese Gebäude doch erst zwischen 0 und gut 30 Jahre alt. Im Gegensatz dazu wurden in jungen Gebäuden mit Baujahr nach 2000 keine Arbeiten durchgeführt.



Figur 27: **Durchgeführte Arbeiten an Heizung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Heizung durchgeführt wurden.»

Bei 35% der 324 Gebäude wurden zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Warmwassererzeugung vorgenommen. Bei 25% erfolgten diese Erneuerungsarbeiten vor dem Jahr 2000 (Tabelle 39).

| Letztmals Arbeiten an WW-Erzeugung                 | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 115    | 35         | [30.4,40.9]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 81     | 25         | [20.6,30.0]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 59     | 18         | [14.4,22.8]        |
| Weiss nicht  | 69     | 21         | [17.2,26.1]        |
| Total  | 324    | 100        |                    |

Tabelle 39: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Warmwassererzeugung durchgeführt?», n = 324

### 5.2.5 Massnahmen am Wärmeverteilsystem

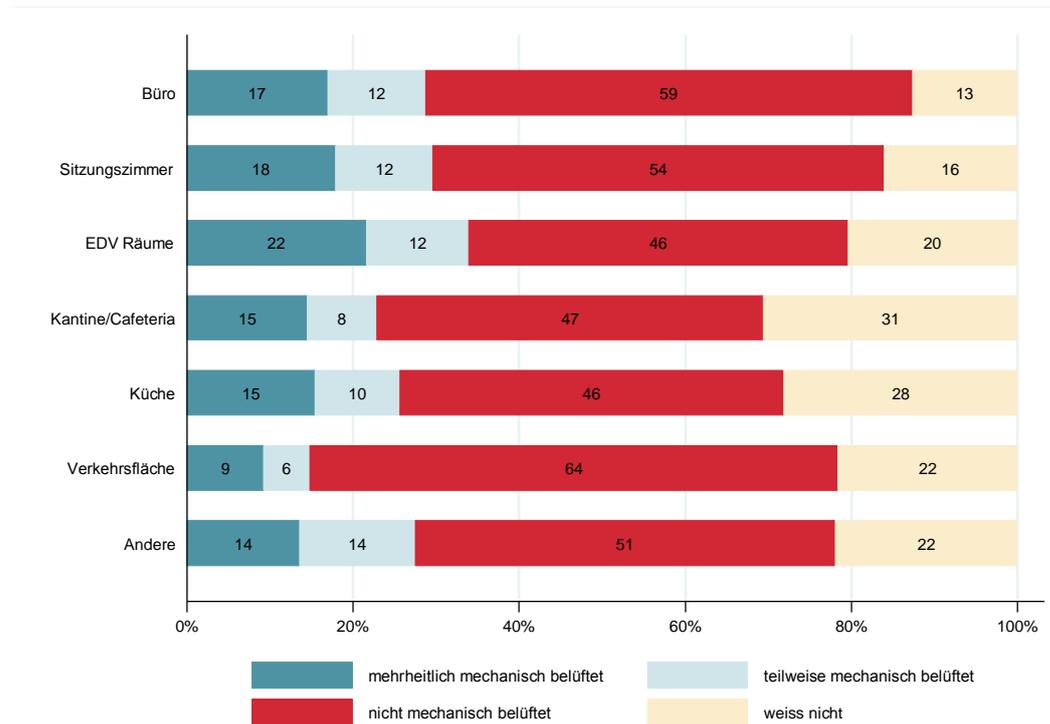
Erneuerungsarbeiten am Wärmeverteilsystem wurden an 99 bzw. 31% der 315 Gebäude zwischen 2000 und 2012 durchgeführt. Bei 23% erfolgten diese Arbeiten vor dem Jahr 2000 und bei 25% wurden bis anhin noch keine Erneuerungen vorgenommen (Tabelle 40).

| Letztmals Arbeiten an Wärmeverteilung/-abgabe      | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 99     | 31         | [26.5,36.8]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 73     | 23         | [18.8,28.2]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 79     | 25         | [20.6,30.2]        |
| Weiss nicht  | 64     | 20         | [16.2,25.2]        |
| Total  | 315    | 100        |                    |

Tabelle 40: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Wärmeverteilung/-abgabe durchgeführt?», n = 324 (Für 9 Gebäude musste diese Frage nicht beantwortet werden)

### 5.2.6 Bestand Lüftung und Klimatisierung

162 der 324 betrachteten Gebäude sind mit einer mechanischen Lüftung ausgestattet. Figur 28 stellt die Belüftung der Bürogebäude nach unterschiedlichen Räumlichkeiten dar. Mit einem Anteil von 34% der Gebäude werden EDV-Räume am häufigsten mehrheitlich oder teilweise mechanisch belüftet, gefolgt von Büros und Sitzungszimmern, für die der Anteil bei 29% bzw. 30% liegt. Küchen und Kantinen/Cafeterien werden in 25% bzw. 23% der Gebäude belüftet und Verkehrsflächen deutlich seltener, in lediglich 15% der Fälle.

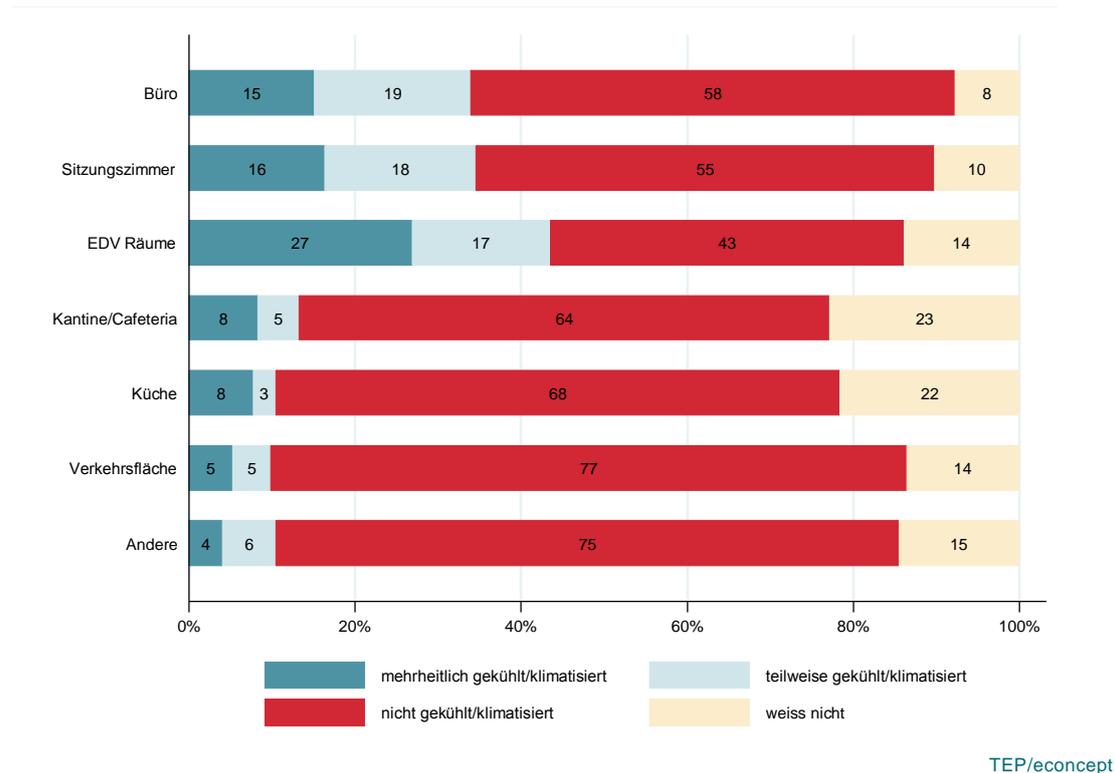


TEP/econcept

Figur 28: **Art der Lüftung.** Antworten auf die Frage: «Wird im Gebäude eine Lüftung eingesetzt?»; n = 324

160 der 324 betrachteten Bürogebäude sind mit einer Kühlung/Klimatisierung ausgestattet. Diese wird hauptsächlich in EDV-Räumen, Büros und Sitzungszimmern und nur selten in Küchen, Kantinen und Verkehrsflächen eingesetzt (s. Figur 29). Während in 44% der Gebäude EDV-Räume und in 34% Büros oder Sitzungszimmer gekühlt werden, beträgt der Anteil an Gebäuden mit Klimatisierung der Kantinen lediglich 13%, der Küchen 11% und der Verkehrsflächen 10%.

Anzumerken ist, dass die oben erwähnten Anteile generell eine Unterschätzung darstellen könnten, weil u.U. nicht alle Befragten in der Lage waren, den Ausstattungsgrad der Räume mit Lüftung oder Kühlung zu beurteilen (siehe Ausführungen im Unterkapitel 5.2.1). Als Fazit kann dennoch festgehalten werden, dass die Flächenhauptnutzungen (Büroräume und Sitzungszimmer) sowie die EDV-Räume häufiger mechanisch belüftet und/oder gekühlt werden als die Nebennutzungen wie Verkehrsflächen.



Figur 29: **Art der Kühlung/Klimatisierung.** Antworten auf die Frage: «Wird im Gebäude eine Kühlung/Klimatisierung eingesetzt?»; n = 324

### 5.2.7 Massnahmen an der Luftaufbereitung

162 der 324 betrachteten Gebäude sind mit einer mechanischen Lüftung ausgestattet. Von diesen 162 Gebäuden haben 59 bzw. 36% zwischen 2000 und 2012 Arbeiten im Bereich Luftaufbereitung durchführen lassen (Tabelle 41), wobei es sich auch um einen Neueinbau einer Lüftungsanlage handeln konnte. Bei weiteren 12% wurde angegeben, dass Arbeiten im Bereich Luftaufbereitung vor dem Jahr 2000 durchgeführt wurden.

| Letztmals Arbeiten an Luftaufbereitung             | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 59     | 36         | [29.3,44.2]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 20     | 12         | [8.1,18.4]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 62     | 38         | [31.0,46.1]        |
| Weiss nicht  | 21     | 13         | [8.6,19.1]         |
| Total  | 162    | 100        |                    |

Tabelle 41: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Luftaufbereitung durchgeführt?»; Frage nur, wenn Lüftungsanlage vorhanden; n = 162; Frage nur, wenn mechanisch belüftet.

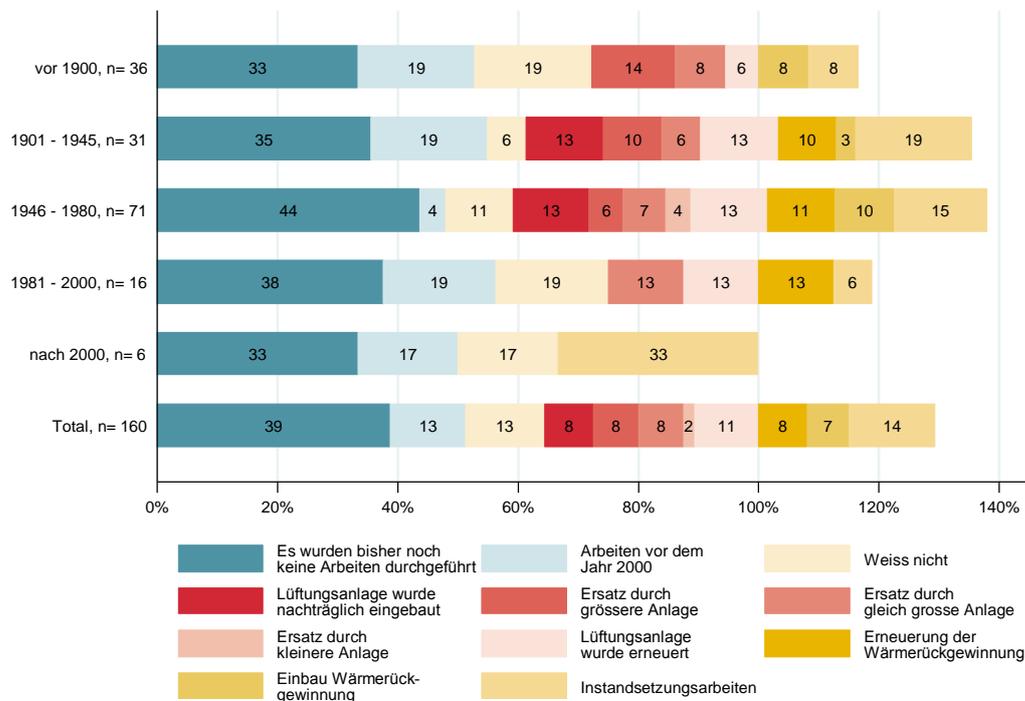
Bei 22% der insgesamt 59 Gebäude, an denen Arbeiten vorgenommen wurden, wurde in der Tat nachträglich eine Lüftungsanlage eingebaut (Tabelle 42). Bei je 20% wurde die bestehende Lüftungsanlage durch eine grössere oder gleich grosse Anlage ersetzt. Lediglich 5% ersetzten die bisherige Anlage durch eine neue, kleinere Anlage. Knapp ein Drittel der Gebäude hat die Lüftungsanlage und 22% die Wärmerückgewinnung erneuert.

Bei 19% wurde eine Wärmerückgewinnung eingebaut und bei 39% wurden Instandsetzungsarbeiten, wie beispielsweise der Ersatz eines Filters, vorgenommen.

| Art der Arbeiten 2000 - 2012                   | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Lüftungsanlage wurde nachträglich eingebaut    | 22         | [13.0,34.8]        |
| Ersatz durch grössere Anlage                   | 20         | [11.7,32.9]        |
| Ersatz durch gleich grosse Anlage              | 20         | [11.7,32.9]        |
| Ersatz durch kleinere Anlage                   | 5          | [1.6,15.1]         |
| Lüftungsanlage (Monobloc, etc.) wurde erneuert | 29         | [18.5,42.0]        |
| Erneuerung der Wärmerückgewinnung              | 22         | [13.0,34.8]        |
| Einbau Wärmerückgewinnung (Nachrüstung)        | 19         | [10.5,31.0]        |
| Instandsetzungsarbeiten                        | 39         | [27.2,52.3]        |
| Anderes  | 5          | [1.6,15.1]         |

Tabelle 42: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Luftaufbereitung durchgeführt wurden.»; n = 59; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Aus Figur 30, welche die Arbeiten entsprechend den Bauperioden gliedert, ist zu entnehmen, dass in jüngeren Gebäuden (Baujahr nach 2000) lediglich Instandsetzungsarbeiten stattfanden, während in allen weiteren Bauperioden alle der oben beschriebenen Arbeiten vorkommen. Aus der Summe der Antworten, welche zwischen 100% und 120% beträgt, lässt sich ableiten, dass bei einem (eher kleinen) Teil der Gebäude mehrere Arbeiten durchgeführt wurden.



TEP/econcept

Figur 30: **Durchgeführte Arbeiten an Luftaufbereitung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Luftaufbereitung durchgeführt wurden.» Mehrfachantworten waren möglich.

160 der 324 betrachteten Gebäude sind mit einer Kühlung/Klimatisierung ausgestattet (Tabelle 43). Zwischen 2000 und 2012 wurden bei 82 respektive 51% der 160 Gebäude Arbeiten im Bereich Kälteerzeugung/Klimaanlage vorgenommen (inkl. Nachrüstung). Mit gut der Hälfte ist dieser Anteil höher als bei der Lüftungsanlage, wo er gut ein Drittel beträgt (s. Tabelle 41).

| Letztmals Arbeiten an Kälteerzeugung               | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 82     | 51         | [43.5,59.0]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 18     | 11         | [7.2,17.2]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 44     | 28         | [21.1,35.0]        |
| Weiss nicht  | 16     | 10         | [6.2,15.8]         |
| Total  | 160    | 100        |                    |

Tabelle 43: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Kälteerzeugung durchgeführt»; n = 160; Frage nur, wenn Kühlung/Klimatisierung vorhanden.

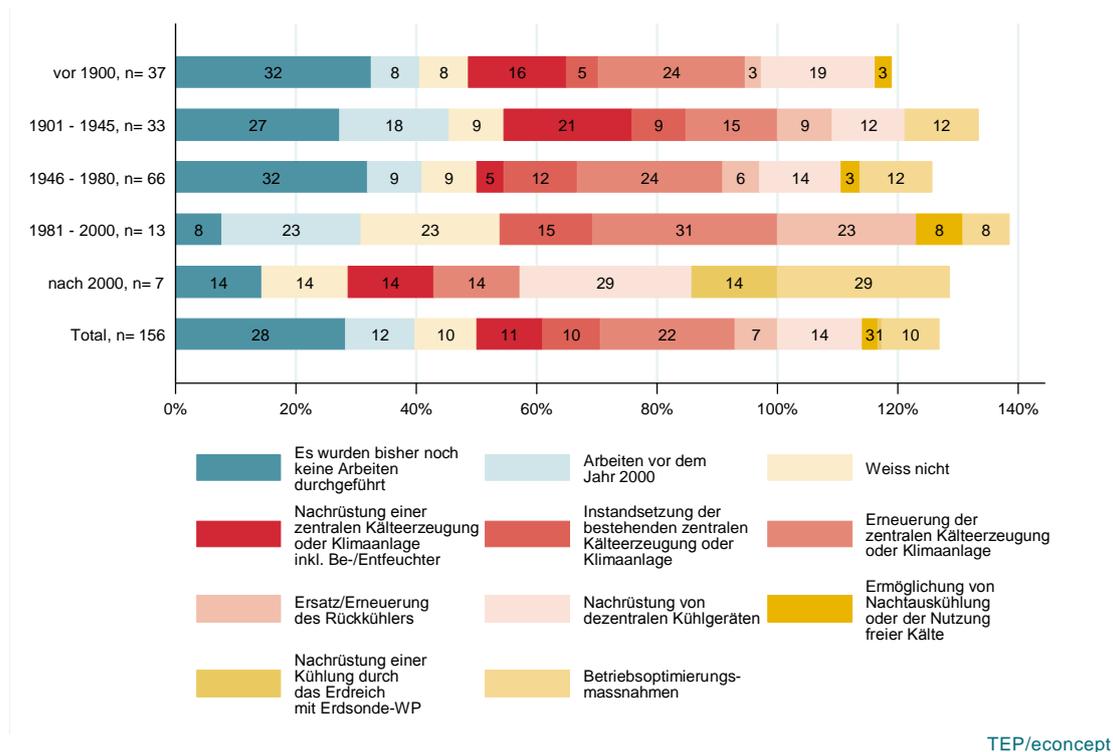
Bei 43% der 82 Gebäude mit Arbeiten im Bereich Klimakälte handelt es sich um die Erneuerung einer bestehende Anlage und bei 18% um Instandsetzungsmassnahmen (Tabelle 44). Gleich häufig wurden Betriebsoptimierungsmassnahmen durchgeführt. Die Erneuerung des Rückkühlers erfolgte bei 13% der Gebäude mit Arbeiten im Bereich Klimakälte und/oder die Nutzung freier Kälte bei 5%, also bei einem relativ geringen Anteil.

Bei einem beachtlichen Teil der Arbeiten im Bereich Klimakälte handelt es sich um die Ausdehnung der Energiedienstleistung Klimakältebereitstellung, sei es in Form der Nachrüstung einer zentralen Kälteerzeugung bzw. Klimaanlage (21%) oder in Form der Nachrüstung von dezentralen Kühlgeräten (27%). Bei einem geringen Bruchteil erfolgte eine Nachrüstung der Kühlung durch das Erdreich mit einer Erdsonden-WP (1%). Bezogen auf die gesamte Stichprobe wurde also bei rund 12% bzw. 40 der 320 Gebäude die Energiedienstleistung Klimakälte erweitert, was einer Steigerungsrate von 1% pro Jahr entspricht. (Es ist jedoch zu bemerken, dass nicht gezwungenermassen die gesamte Gebäudefläche betroffen war).

| Art der Arbeiten 2000 - 2012  | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Nachrüstung einer zentralen Kälteerzeugung oder Klimaanlage inkl. Be-/Entfeuchter | 21         | [13.2,31.1]        |
| Instandsetzung der bestehenden zentralen Kälteerzeugung oder Klimaanlage          | 18         | [11.2,28.4]        |
| Erneuerung der zentralen Kälteerzeugung oder Klimaanlage                          | 43         | [32.3,53.8]        |
| Ersatz/Erneuerung des Rückkühlers   | 13         | [7.5,22.9]         |
| Nachrüstung von dezentralen Kühlgeräten   | 27         | [18.2,37.7]        |
| Ermöglichung von Nachtkühlung oder der Nutzung freier Kälte                       | 5          | [1.8,12.5]         |
| Nachrüstung einer Kühlung durch das Erdreich mit Erdsonde-WP                      | 1          | [0.2,8.5]          |
| Betriebsoptimierungsmassnahmen  | 18         | [11.2,28.4]        |
| Anderes   | 7          | [3.3,15.6]         |

Tabelle 44: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Kälteerzeugung durchgeführt wurden.»; n = 82; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Aus Figur 31 wird einerseits ein grosses Massnahmenspektrum ersichtlich, andererseits wird auch deutlich, dass teilweise mehrere der genannten Erneuerungen durchgeführt wurden. Zwischen den verschiedenen Bauperioden bestehen gewisse Unterschiede, v.a. was die Nachrüstung von zentralen Anlagen oder dezentralen Geräten betrifft, deren Anteile bei den älteren Gebäuden der Bauperiode bis 1945 erhöht sind. Dies ist auf den ersten Blick bemerkenswert, relativiert sich auf den zweiten Blick jedoch; der Anteil ist (auch) deswegen erhöht, weil Gebäude dieser Bauperiode in der Ausgangslage weniger häufig mit Kühlung ausgestattet waren. Deshalb wurden an weniger der älteren Gebäude mit Bauperiode bis 1945 Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten in diesem Bereich durchgeführt und Nachrüstungen fallen anteilmässig stärker ins Gewicht. Bezogen auf die Anzahl Gebäude pro Bauperiode .....



Figur 31: **Durchgeführte Arbeiten an Kälteerzeugung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Kälteerzeugung durchgeführt wurden.»

162 der 324 betrachteten Gebäude sind mit einer Luftverteilungsanlage ausgestattet. 36% dieser Gebäude führten zwischen 2000 und 2012 Arbeiten an der Luftverteilung/-abgabe durch, 12% bereits vor dem Jahr 2000 (Tabelle 45). Bei 38% der 162 Gebäude wurden gemäss Angaben der Befragten bis anhin noch keine Erneuerungen vorgenommen und 13% der Befragten konnten keine diesbezüglichen Angaben machen.

| Letztmals Arbeiten an Luftverteilung/-abgabe       | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 59     | 36         | [29.3,44.2]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 20     | 12         | [8.1,18.4]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 62     | 38         | [31.0,46.1]        |
| Weiss nicht  | 21     | 13         | [8.6,19.1]         |
| Total  | 162    | 100        |                    |

Tabelle 45: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Luftverteilung/-abgabe durchgeführt?»; n = 162; Frage nur, wenn Lüftungsanlage vorhanden.

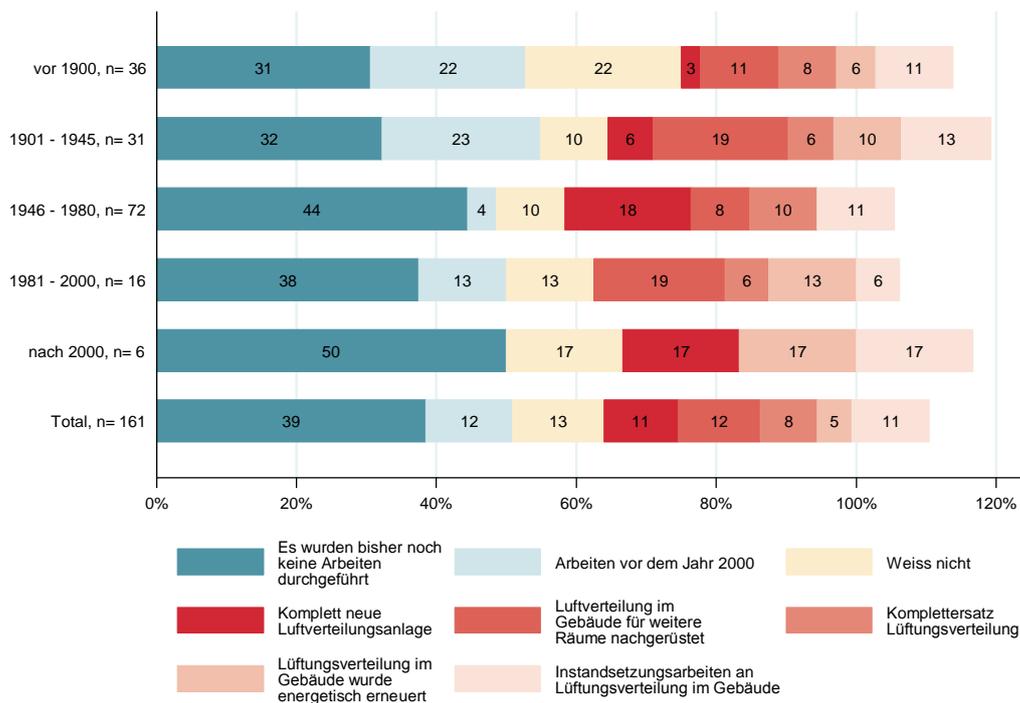
Von den betroffenen 59 Gebäuden mit Arbeiten zwischen 2000 und 2012 haben 29% resp. 16 Gebäude die Luftverteilung komplett erneuert, 22% haben die bestehende Luftverteilung komplett ersetzt und 14% gaben explizit an, eine energetische Erneuerung durchgeführt zu haben (Tabelle 46). Aufgrund des technischen Fortschritts ist davon auszugehen, dass bei diesen Arbeiten, also bei über 50%, jeweils energetische Verbesserungen erzielt wurden, zumindest bis zu einem gewissen Mass. Bei 31% wurden Instandsetzungsarbeiten vorgenommen, wobei hier keine energetischen Verbesserungen zu erwarten sind.

Bei einem Drittel der Arbeiten im Bereich Luftverteilung wurden einzelne Büroräumlichkeiten nachgerüstet.

| Art der Arbeiten 2000 - 2012                             | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Komplett neue Luftverteilungsanlage                      | 29         | [18.8,42.6]        |
| Luftverteilung im Gebäude für weitere Räume nachgerüstet | 33         | [21.7,46.2]        |
| Komplettersatz Lüftungsverteilung                        | 22         | [13.3,35.3]        |
| Lüftungsverteilung im Gebäude wurde energetisch erneuert | 14         | [6.9,25.7]         |
| Instandsetzungsarbeiten an Lüftungsverteilung im Gebäude | 31         | [20.2,44.4]        |
| Anderes  | 3          | [0.8,13.3]         |

Tabelle 46: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Luftverteilung/-abgabe durchgeführt wurden.»; n = 58; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Die durchgeführten Arbeiten an der Lüftungsverteilung weisen für die verschiedenen Bauperioden ähnliche Verteilungen auf, wobei der Anteil der Gebäude ohne Arbeiten bei älteren Gebäuden etwas tiefer ist (Figur 32).



TEP/econcept

Figur 32: **Durchgeführte Arbeiten an Luftverteilung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Luftverteilung/-abgabe durchgeführt wurden.»

160 der 324 betrachteten Gebäude verfügen über ein Kälteverteilssystem. Bei 37% dieser Gebäude wurden Arbeiten an der Kälteverteilung im Zeitraum zwischen 2000 und 2012 durchgeführt, bei weiteren 13% vor 2000. Bei weiteren 36% der 160 Gebäude wurden gemäss Angaben der Befragten bis dato keine Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung durchgeführt.

lung durchgeführt und 14% konnten zu dieser Frage keine Auskunft geben (Tabelle 47). Die Anteilsstruktur ist damit sehr ähnlich wie bei der Lüftungsverteilung (s. Tabelle 45).

| Letztmals Arbeiten an Kälteverteilung/-abgabe      | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 59     | 37         | [29.7,44.7]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 20     | 13         | [8.2,18.7]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 58     | 36         | [29.1,44.1]        |
| Weiss nicht  | 23     | 14         | [9.7,20.8]         |
| Total  | 160    | 100        |                    |

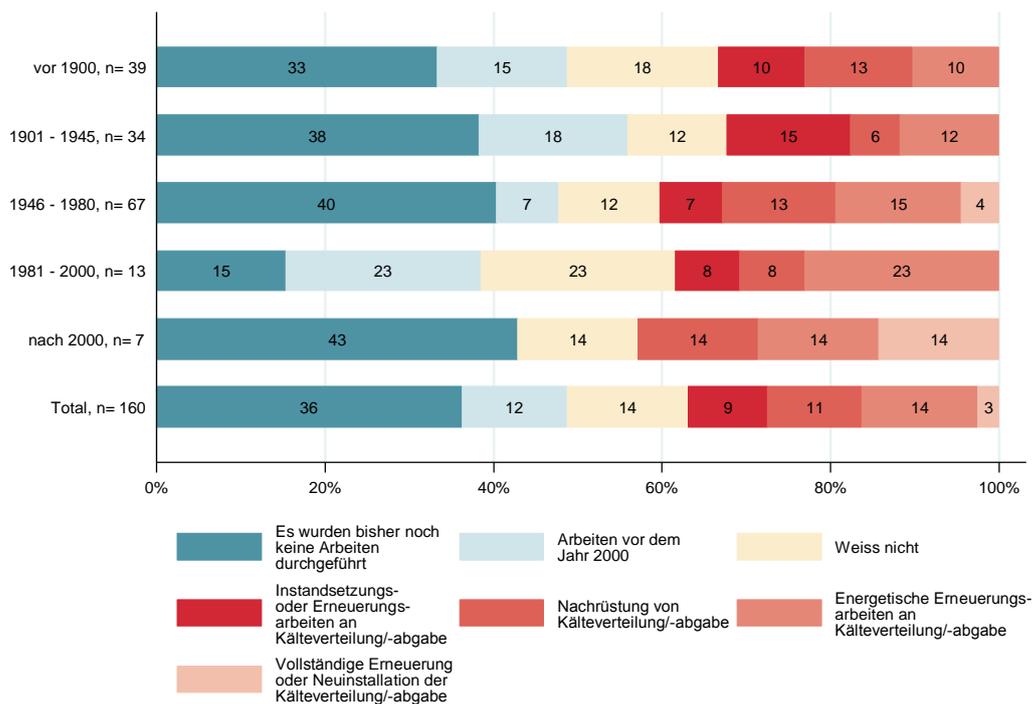
Tabelle 47: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Kälteverteilung/-abgabe durchgeführt?»; n = 160; Frage nur, wenn Kühlung/Klimatisierung vorhanden.

37% der 59 Gebäude mit Arbeiten an der Kälteverteilung/-abgabe im Zeitraum 2000 bis 2012 haben energetische Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung durchgeführt und 25% Instandsetzungs- oder Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung vorgenommen. Bei weiteren 31% der Gebäude mit Arbeiten in diesem Bereich handelte es sich um eine Nachrüstung der bestehenden Kälteverteilung (Tabelle 48). Dieser Anteil ist ähnlich hoch wie bei der Luftverteilung (siehe Tabelle 46).

| Art der Arbeiten 2000 - 2012   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Instandsetzungs- oder Erneuerungsarbeiten an der Kälteverteilung/-abgabe | 15     | 25         | [15.7,38.4]        |
| Nachrüstung von Kälteverteilung/-abgabe                                  | 18     | 31         | [19.9,43.7]        |
| Energetische Erneuerungsarbeiten an Kälteverteilung/-abgabe              | 22     | 37         | [25.7,50.6]        |
| Vollständige Erneuerung oder Neuinstallation der Kälteverteilung/-abgabe | 4      | 7          | [2.5,17.1]         |
| Total  | 59     | 100        |                    |

Tabelle 48: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Kälteverteilung/-abgabe durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Bei der Betrachtung der durchgeführten Arbeiten nach verschiedenen Bauperioden (Figur 33) fällt auf, dass explizite energetische Erneuerungen vor allem in Gebäuden mit Baujahr zwischen 1981 und 2000 durchgeführt wurden (23%). Mit zunehmendem Alter der Gebäude nimmt der Anteil der energetischen Erneuerungen ab.



TEP/econcept

Figur 33: **Durchgeführte Arbeiten an Kälteverteilung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Kälteverteilung durchgeführt wurden.»

### 5.2.8 Massnahmen an der Lüftungssteuerung

Zwischen den Jahren 2000 und 2012 wurden bei 42% bzw. 67 der 160 Gebäude, die über eine Lüftungsanlage verfügen, Arbeiten an der Lüftungssteuerung durchgeführt, bei weiteren 13% vor dem Jahr 2000. Bei 33% wurden gemäss Angaben der Befragten bis heute keine Erneuerungsarbeiten vorgenommen, weitere 13% konnten zu der Frage keine Auskunft geben (Tabelle 49).

| Letztmals Arbeiten an Steuerung/Regelung           | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 67     | 42         | [34.4,49.7]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 20     | 13         | [8.2,18.7]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 52     | 33         | [25.6,40.2]        |
| Weiss nicht  | 21     | 13         | [8.7,19.4]         |
| Total  | 160    | 100        |                    |

Tabelle 49: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Steuerung/Regelung der Lüftung durchgeführt?»; n = 160; Frage nur, wenn Lüftungsanlage vorhanden.

Bei den 67 Gebäuden, die seit 2000 eine Erneuerung im Bereich Lüftungssteuerung/-regelung erfahren haben, wurde sowohl die Betriebsweise (Tabelle 50) als auch die Regelstrategie (Tabelle 51) abgefragt.

Bei 64% dieser 67 Gebäude erfolgt der Betrieb im Anschluss an die Erneuerungsarbeiten in Abstimmung mit den Bürozeiten. Bei 27% dieser Fälle erfolgte im Anschluss an die durchgeführten Arbeiten ein abgestufter, resp. variabler Betrieb und bei 45% der Gebäu-

de eine bedarfsangepasste Steuerung der Luftmenge (Tabelle 50, Mehrfachnennungen möglich). Die Möglichkeiten der betrieblichen Effizienzsteigerungen werden also relativ häufig, aber doch nicht vollumfänglich genutzt.

| Art der Steuerung                                      | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Betrieb während der Bürozeiten                         | 64         | [51.8,74.9]        |
| Zwei-/dreistufiger Betrieb oder voll variabler Betrieb | 27         | [17.4,39.0]        |
| Luftmenge an Bedarf angepasst                          | 45         | [33.1,57.1]        |

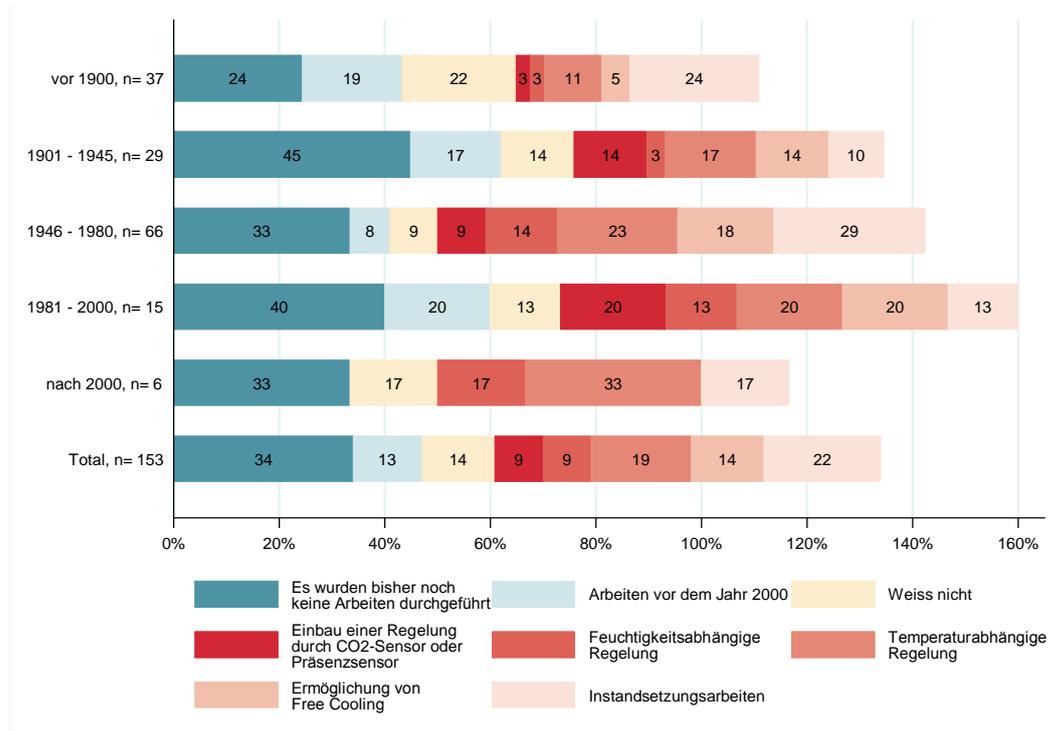
Tabelle 50: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Art der Steuerung vorliegt.»; n = 67; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Im Anschluss an die durchgeführten Arbeiten im Bereich Lüftungssteuerung/-regelung erfolgte die Regelung der Lüftung bei 43% der 67 genannten Gebäude temperaturabhängig, bei 21% feuchtigkeitsabhängig und bei 21% basierend auf einem CO<sub>2</sub>-oder einem Präsenz-Sensor (Tabelle 51, Mehrfachnennungen möglich). Bei 31% der Gebäude mit Arbeiten im Bereich SR wurde Free Cooling ermöglicht. Effizienzsteigerungsmöglichkeiten durch steuer- und regeltechnische Massnahmen wurden also relativ häufig genutzt, d.h. bei schätzungsweise der Hälfte aller Fälle. (Bei 51% der Arbeiten im Bereich Steuerung und Regelung handelt es sich um Instandsetzungsarbeiten.)

| Welche Arbeiten 2000 - 2012  | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Einbau einer Regelung durch CO <sub>2</sub> -Sensor oder Präsenzsensoren | 21         | [12.6,32.6]        |
| Berücksichtigung der Feuchtigkeit bei der Regelung                       | 21         | [12.6,32.6]        |
| Anpassung der Raumtemperatur   | 43         | [31.7,55.6]        |
| Ermöglichung von Free Cooling  | 31         | [21.2,43.7]        |
| Instandsetzungsarbeiten  | 51         | [38.7,62.7]        |
| Anderes  | 12         | [6.0,22.4]         |

Tabelle 51: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Steuerung/Regelung der Lüftung durchgeführt wurden.»; n = 67; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Figur 34 stellt die durchgeführten Arbeiten nach verschiedenen Bauperioden dar. Es fällt auf, dass in älteren Gebäuden mit Baujahr vor 1900 vor allem Instandsetzungsarbeiten und wenige energetische Erneuerungen durchgeführt wurden. Die höchste Erneuerungstätigkeit ist bei den Gebäuden der Bauperioden 1946 - 1980 und 1981 - 2000 zu beobachten, wobei v.a. bei letzterer der Anteil von reinen Instandsetzungsmassnahmen vergleichsweise gering ist. Allerdings ist bei dieser Bauperiode auch der Anteil ohne Arbeiten an der Lüftungsregelung überdurchschnittlich hoch.



TEP/econcept

Figur 34: **Durchgeführte Arbeiten an Regelung der Lüftung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Steuerung/Regelung der Lüftung durchgeführt wurden.»

### 5.2.9 Massnahmen an der Kältesteuerung

Bei 42% bzw. 67 der 160 Gebäude, welche über eine Kühlung/Klimatisierung verfügen, wurden zwischen 2000 und 2012 Arbeiten resp. Erneuerungstätigkeiten im Bereich der Kühlung vorgenommen, bei 13% vor dem Jahr 2000 (Tabelle 52). In beinahe der Hälfte der Fälle wurden gemäss Angabe der Befragten keine Arbeiten durchgeführt bzw. das Wissen darüber fehlte.

| Letztmals Arbeiten an Steuerung/Regelung           | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 67     | 42         | [34.4,49.7]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 21     | 13         | [8.7,19.4]         |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 49     | 31         | [23.9,38.3]        |
| Weiss nicht  | 23     | 14         | [9.7,20.8]         |
| Total  | 160    | 100        |                    |

Tabelle 52: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten bei der Steuerung/Regelung der Kühlung durchgeführt?»; n = 160; Frage nur, wenn Kühlung/Klimatisierung vorhanden.

Bei 63% der 67 im Zeitraum 2000 bis 2012 erneuerten Gebäude läuft die Kühlung während der Betriebszeiten (Tabelle 53). 24% verfügen über einen abgestuften oder variablen Betrieb und bei weiteren 52% ist der Sollwert bedarfsangepasst. Damit ist die Betriebsweise bei den Kälteanlagen ähnlich wie bei den Lüftungsanlagen (s. Tabelle 50).

| Art der Steuerung/Regelung                             | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Betrieb während der Bürozeiten                         | 63         | [50.3,73.6]        |
| Zwei-/dreistufiger Betrieb oder voll variabler Betrieb | 24         | [15.0,35.8]        |
| Sollwert an Bedarf angepasst                           | 52         | [40.1,64.1]        |

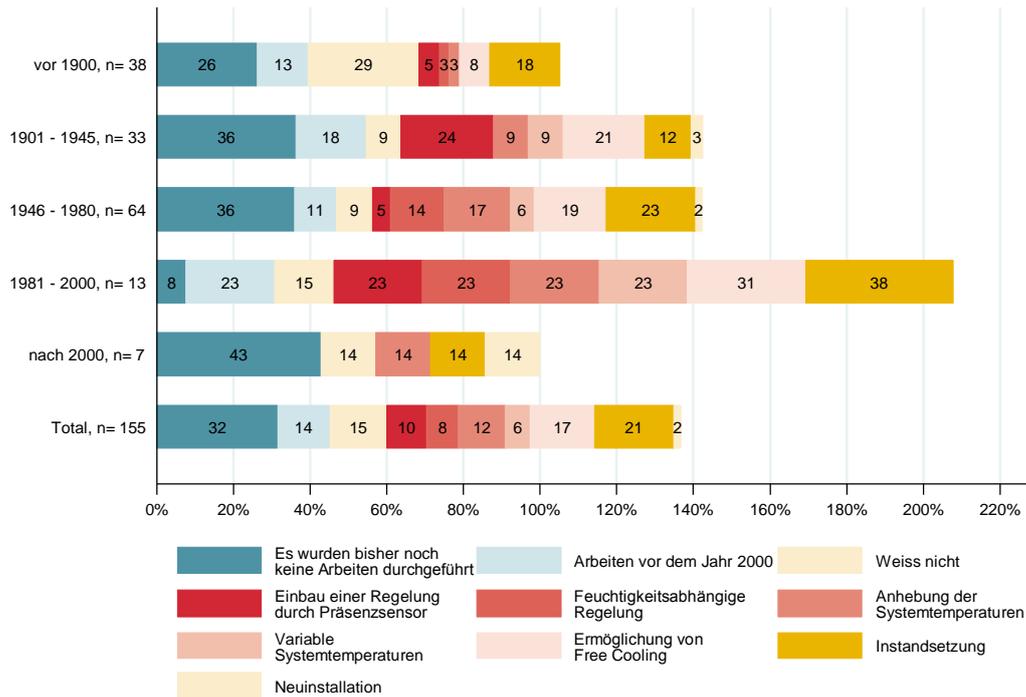
Tabelle 53: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Art der Steuerung/Regelung der Kühlung vorliegt.»; n = 67; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Die 67 im Zeitraum 2000 bis 2012 durchgeführten regeltechnischen Arbeiten sind durch eine grosse Vielfalt gekennzeichnet: In 24% der betroffenen Gebäude wurde ein Präsenzsensoren für die Regelung der Kühlung eingebaut, bei 19% ist die Regelung feuchtigkeitsabhängig und bei 39% wurde eine Free Cooling Möglichkeit eingeführt. Als weitere Effizienzmassnahmen wurde in 28% der Fälle die Systemtemperatur angehoben und in 15% der Fälle eine variable Systemtemperatur eingeführt. Instandsetzungsarbeiten erfolgten bei knapp der Hälfte der Gebäude.

|   | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Einbau einer Regelung durch Präsenzsensoren                   | 24         | [15.0,35.8]        |
| Feuchtigkeitsabhängige Regelung                               | 19         | [11.5,30.9]        |
| Anhebung der Raum- oder Systemtemperaturen                    | 28         | [18.7,40.6]        |
| Variable statt konstante Systemtemperaturen                   | 15         | [8.1,25.9]         |
| Ermöglichung von Free Cooling                                 | 39         | [27.7,51.2]        |
| Instandsetzungsarbeiten an der Steuerung/Regelung der Kühlung | 48         | [35.9,59.9]        |
| Neuinstallation   | 4          | [1.4,13.3]         |
| Anderes   | 7          | [3.1,17.0]         |

Tabelle 54: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Steuerung/Regelung der Kühlung durchgeführt wurden.»; n = 67; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Aus Figur 35 wird ersichtlich, dass sowohl in sehr alten Gebäuden (Baujahr vor 1900) als auch in sehr jungen Gebäuden (Baujahr nach 2000) wenige energetische Erneuerungen durchgeführt wurden. Hingegen wurde die Kühlungssteuerung in Gebäuden mit Baujahr zwischen 1981 und 2000 häufig energetisch verbessert. (Bei der Interpretation ist bei einigen Bauperioden allerdings die geringe Anzahl Gebäude zu beachten.)



TEP/econcept

Figur 35: **Durchgeführte Arbeiten an Regelung der Kühlung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Steuerung/Regelung der Kühlung durchgeführt wurden.»

### 5.2.10 Massnahmen an der Beleuchtung

An 153 respektive 49% der 311 Gebäude wurden zwischen 2000 und 2012 Erneuerungen an der Beleuchtung vorgenommen, bei weiteren 21% der Gebäude vor dem Jahr 2000 (Tabelle 55). Die allgemeine Erneuerungsrate betrug zwischen 2000 und 2012 also rund 4% pro Jahr.

| Letztmals Arbeiten an Beleuchtung                  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 153    | 49         | [43.6,54.8]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 64     | 21         | [16.4,25.5]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 42     | 14         | [10.1,17.8]        |
| Weiss nicht  | 52     | 17         | [13.0,21.3]        |
| Total  | 311    | 100        |                    |

Tabelle 55: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Beleuchtung durchgeführt?»; n = 324 (Für 13 Gebäude musste diese Frage nicht beantwortet werden)

Bei der Mehrheit der 153 Gebäude mit Arbeiten an der Beleuchtung im Zeitraum 2000 bis 2012 wurden in erster Linie Massnahmen ergriffen, die mehr oder weniger weitgehende Energieeffizienzverbesserungen enthalten: Bei knapp der Hälfte wurden die bestehenden Leuchtmittel durch energieeffizientere Leuchtmittel ersetzt (Tabelle 56), wobei 13%-Punkte ganz und 28%-Punkte teilweise auf LED-Leuchtmittel umgestiegen sind (Tabelle 57). Bei 35% der Gebäude wurden die bisherigen Leuchten ersetzt, bei 20% fand eine Leuchten-Erneuerung (z.B. professionelle Komplettreinigung, Erneuerung der Reflek-

toren, Einbau elektronischer Vorschaltgeräte) statt und bei 26% wurde eine Tageslicht- oder Präsenzregelung eingeführt. Bei einer Minderheit von 20% der Arbeiten im Beleuchtungsbereich wurden die bestehenden Leuchtmittel ersetzt, ohne auf eine grössere Energieeffizienz zu achten.

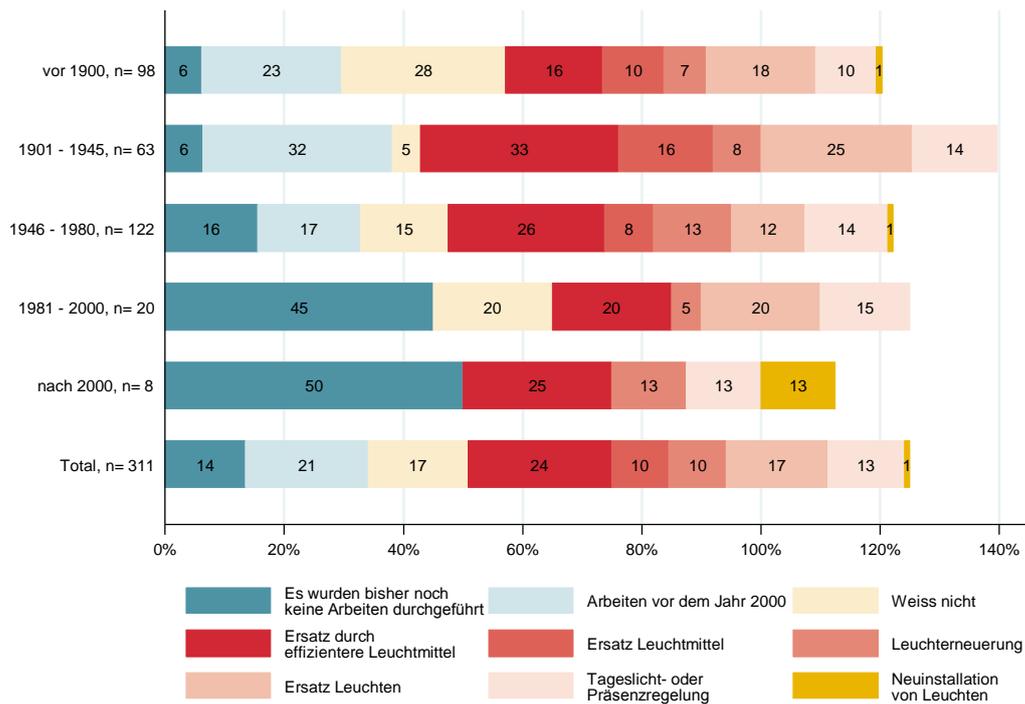
|  | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|------------|--------------------|
| Ersatz eines wesentlichen Anteils der Leuchtmittel durch Leuchtmittel höherer Energieeffizienz | 49         | [41.4,57.3]        |
| Ersatz ohne Verbesserung der Energieeffizienz  | 20         | [14.1,26.9]        |
| Leuchtenerneuerung   | 20         | [14.1,26.9]        |
| Leuchtenersatz   | 35         | [27.6,42.9]        |
| Tageslicht- oder Präsenzregelung   | 26         | [19.9,34.0]        |
| Neuinstallation von Leuchten   | 2          | [0.6,6.0]          |

Tabelle 56: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Beleuchtung durchgeführt wurden.»; n = 152; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

|             | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|-------------|--------|------------|--------------------|
| Ja          | 20     | 13         | [8.6,19.6]         |
| Nein        | 75     | 49         | [41.4,57.3]        |
| Teilweise   | 42     | 28         | [21.0,35.4]        |
| Weiss nicht | 15     | 10         | [6.0,15.8]         |
| Total       | 152    | 100        |                    |

Tabelle 57: Antworten auf die Frage: «Wurden beim Leuchtmittel-Ersatz LED-Leuchtmittel verwendet?»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

Aus Figur 36 wird ersichtlich, dass der Anteil Gebäude, an denen im Zeitraum 2000 bis 2012 Arbeiten energetische Erneuerungen der Beleuchtung (Ersatz durch effizientere Leuchtmittel bzw. Tageslicht- oder Präsenzregelung) durchgeführt wurden, für alle Bauperioden mehr oder weniger vergleichbar ist. Heraus stechen die beiden Bauperioden „1981 bis 2000“ und „nach 2000“, bei welchen bei rund der Hälfte der Gebäude keine Arbeiten im Beleuchtungsbereich durchgeführt wurden.



TEP/econconcept

Figur 36: **Durchgeführte Arbeiten an Beleuchtung.** Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Beleuchtung durchgeführt wurden.»

### 5.2.11 Massnahmen im Bereich Solaranlagen

Nur eine sehr geringe Anzahl Gebäude (7 Gebäude) hat zwischen 2000 und 2012 Erneuerungstätigkeiten an der Solaranlage durchführen lassen (Tabelle 58).

| Letztmals Arbeiten an Solaranlage                  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 7      | 2          | [1.1,4.7]          |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 5      | 2          | [0.7,3.8]          |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 285    | 92         | [88.7,94.8]        |
| Weiss nicht  | 12     | 4          | [2.2,6.7]          |
| Total  | 309    | 100        |                    |

Tabelle 58: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Solaranlage durchgeführt?»; n = 324 (Für 15 Gebäude musste diese Frage nicht beantwortet werden)

Bei 3 der 7 Gebäude wurde eine Photovoltaik-Anlage eingebaut. Die Erweiterung einer bestehenden Photovoltaik-Anlage wurde bei 2 Gebäuden vorgenommen (Tabelle 59). Ebenfalls 2 Gebäude haben eine thermische Solaranlage reparieren resp. ersetzen lassen und bei 1 Gebäude wurde eine solche Anlage neu eingebaut (Mehrfachnennungen möglich).

| Arbeiten an Solaranlage                             | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|------------|--------------------|
| Einbau einer thermischen Solaranlage                | 14         | [1.0,74.3]         |
| Ersatz oder Reparatur einer thermischen Solaranlage | 29         | [4.2,78.5]         |
| Einbau einer Photovoltaik-Anlage                    | 43         | [9.1,85.0]         |
| Ersatz oder Reparatur einer Photovoltaik-Anlage     | 0          |                    |
| Erweiterung einer thermischen Solaranlage           | 0          |                    |
| Erweiterung einer Photovoltaik-Anlage               | 29         | [4.2,78.5]         |

Tabelle 59: Antworten auf die Frage: «Welche Arbeiten sind zwischen 2000 und 2012 an Solaranlagen durchgeführt worden?»; n = 7; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

## 6 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens und der Ausstattung der Gebäude mit Lüftung und Klimatisierung

### 6.1 Einleitung und Inhalt des Kapitels

Es ist davon auszugehen, dass energierelevante Entscheidungen im Allgemeinen und zur Erhöhung der Energieeffizienz im Speziellen in der Regel durch eine Kette von Entscheidungen bestimmt werden (siehe Kap. 3.3 und Ott, Bade 2013). Energierelevante Entscheidungen betreffen sowohl die Ausstattung der Gebäude und Räumlichkeiten mit Gebäudetechnik und Geräten (während des Neubaus und in der Nutzungsphase) als auch Instandsetzungs- und Erneuerungsmassnahmen. Bei letzteren lassen sich die zwei folgenden Schritte unterscheiden:

- In einem ersten Schritt geht es um den Entscheid, ein Gebäude bzw. ein Gebäudeelement zu erneuern oder Instand zu setzen bzw. ob es innerhalb einer bestimmten Zeitperiode erneuert oder instandgesetzt wird.
- In einem zweiten Schritt wird über das konkrete Vorgehen und die konkreten Massnahmen entschieden, womit sich auch entscheidet, ob die Massnahme zu energetischen Verbesserungen führt.

In der Erneuerungspraxis sind diese zwei Schritte aber nicht immer so klar getrennt und erfolgen je nach Entscheidungsprozess sequentiell oder mehr oder weniger gleichzeitig, mit Einbezug von nur einer oder mehreren möglichen Varianten unterschiedlichen Umfangs und/oder energetischer Qualität.

Auch wenn die Zweistufigkeit des Entscheids also nicht immer gegeben sein mag, leiten wir die Modellierung des Erneuerungsverhaltens von den folgenden zwei Fragestellungen ab, auf die wir in den folgenden Kapiteln eingehen:

- Der Erneuerungszeitpunkt hängt zwar gemäss den Aussagen der Befragten am meisten von der Alterung des Gebäudeelements ab. Hierbei besteht jedoch ein relativ grosser Spielraum, der sehr unterschiedlich ausgenutzt wird. Deswegen möchten wir wissen: *Durch welche Faktoren (Determinanten) wird die Wahrscheinlichkeit für einen Eingriff (Instandsetzung oder Erneuerung) in einem bestimmten Zeitraum erhöht oder gesenkt?*
- *Durch welche Faktoren wird die Wahrscheinlichkeit für eine energetische Verbesserung erhöht oder gesenkt?*

Diesen Fragen wird in Kapitel 6.2 mithilfe statistischer Methoden nachgegangen: Für alle Gebäudeelemente gemeinsam wird eine integrierte Analyse des Erneuerungsverhaltens durchgeführt.

In Kapitel 6.3 wird darüber hinaus die Ausstattung der Bürogebäude mit Lüftung und Klimatisierung analysiert. Konkret wird untersucht, von welchen Faktoren die Wahrscheinlichkeit für die Ausstattung eines Gebäudes mit einer Lüftungs- oder Klimaanlage im All-

gemeinen und die Belüftung von Büros und Sitzungszimmern im Besonderen abhängt. Hierbei handelt es sich, im Gegensatz zur Analyse des Erneuerungsverhaltens, um eine Zustandsanalyse. (Es kann nicht unterschieden werden, ob die Ausstattung während des Neubaus oder nachträglich erfolgte).

Das Fazit, welches die Ergebnisse aller durchgeführten Analysen dieses Kapitels 6 berücksichtigt, findet sich in Kapitel 6.4.

## 6.2 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens

Im integrierten Regressionsmodell betrachten wir die Instandsetzungs- bzw. Erneuerungsentscheide zu allen Gebäudeelementen gemeinsam, wobei einige Gebäudeelemente zusammengefasst werden. Auch werden im gleichen Modell sowohl die Eingriffswahrscheinlichkeit als auch die Massnahmenwahl betrachtet. Die zu erklärende Variable hat die drei Ausprägungen 0, 1 oder 2. Sie ist gleich

- 0, wenn zwischen 2000 und 2012 *keine* Instandsetzungen oder Erneuerungen durchgeführt wurden,
- 1, wenn zwischen 2000 und 2012 Instandsetzungen oder Erneuerungen *ohne* energetische Verbesserungen durchgeführt wurden,
- 2, wenn zwischen 2000 und 2012 energetische Verbesserungen realisiert wurden.

Um die Entscheide betreffend aller Gebäudeelemente gemeinsam zu betrachten, wurde eine Panelstruktur generiert, die exemplarisch in Tabelle 60 dargestellt ist. Jedes Gebäude umfasst sieben Datenzeilen, für jedes Gebäudeelement eine. Die zu erklärende (abhängige) Variable (dritte Spalte) variiert zwischen den Elementen eines Gebäudes, da manche Gebäudeelemente instandgesetzt oder erneuert, manche energetisch verbessert und manche gar nicht verändert wurden. Die erklärenden (unabhängigen) Variablen haben für alle Elemente des gleichen Gebäudes jeweils denselben Wert.

### *Lesebeispiel Tabelle 60:*

Beim Beispielgebäude mit der Gebäudenummer 1 wurden Fenster, Fassade und Lüftung/Klima nicht erneuert (outcome = 0), Decke UG und Heizung instandgesetzt (outcome = 1), Dach und Beleuchtung energetisch verbessert (outcome = 2).

Beim Beispielgebäude mit der Gebäudenummer 1 trifft das Attribut  $x_1$  zu ( $x_1=1$ , z.B. ist es ein grosses Gebäude), die anderen beiden Attribute nicht ( $x_2=0$  und  $x_3=0$ ). Beim Beispielgebäude 2 treffen die Attribute  $x_1$  und  $x_3$  zu, nicht jedoch das Attribut  $x_2$ . Das Attribut  $x_2$  trifft weder für Gebäude 1 noch 2 zu ( $x_2=0$ ), sondern nur für weitere, in diesem Lesebeispiel nicht dargestellte Gebäude.

| Gebäudeelement  | Gebäude-<br>nummer | Zu erklärende Variable<br>(Outcome) | Erklärende<br>Variable $x_1$ | Erklärende<br>Variable $x_2$ | Erklärende<br>Variable $x_3$ |
|-----------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 Fassade       | 1                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 2 Fenster       | 1                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 3 Dach          | 1                  | 2                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 4 Decke UG      | 1                  | 1                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 5 Heizung       | 1                  | 1                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 6 Lüftung/Klima | 1                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 7 Beleuchtung   | 1                  | 2                                   | 1                            | 0                            | 0                            |
| 1 Fassade       | 2                  | 1                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 2 Fenster       | 2                  | 2                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 3 Dach          | 2                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 4 Decke UG      | 2                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 5 Heizung       | 2                  | 2                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 6 Lüftung/Klima | 2                  | 1                                   | 1                            | 0                            | 1                            |
| 7 Beleuchtung   | 2                  | 0                                   | 1                            | 0                            | 1                            |

Tabelle 60: Beispielhafte Darstellung der generierten Panelstruktur

Mittels einem multinomialen Logit Modell wird die Eingriffs- bzw. Erneuerungswahrscheinlichkeit sowie das Verhältnis der Chancen („Odds“) Eingriff vs. Nicht-Eingriff bzw. Erneuerung vs. Nicht-Erneuerung<sup>20</sup> geschätzt.<sup>21</sup> Hierbei werden pro Gebäude sieben verschiedene Gebäudeelemente betrachtet und die Zusammengehörigkeit der jeweils sieben Datenzeilen pro Gebäude wird bei der Berechnung der Standardfehler berücksichtigt (Panelstruktur). Mit der Bildung von Interaktionstermen als zusätzliche erklärende Variable können gewisse Einflussfaktoren auf einzelne Gebäudeelemente untersucht werden.

Die betrachteten Einflussfaktoren und Thesen sind in Tabelle 61 aufgelistet.<sup>22</sup>

| Einflussfaktoren   |                  | Thesen   |
|--------------------|------------------|--|
| Gebäude & Standort | Vor 1931 gebaut  | Bei älteren Gebäuden bzw. bei Gebäuden aus den architektur- und bauhistorischen Perioden vor 1931 ist das Erneuerungsverhalten aufgrund anderer baulicher Gegebenheiten vermutlich anders als bei jüngeren Gebäuden. |
|                    | nach 1970 gebaut | Bei Gebäuden mit Baujahr vor 1970 wurde die Lüftungs- oder Klimaanlage vermutlich nachträglich eingebaut. Die Variable dient der Überprüfung, ob sich diese beiden Gruppen im Erneuerungsverhalten unterscheiden.    |
|                    | nach 1980 gebaut | Bei Gebäuden mit Baujahr nach 1980 haben die betrachteten Gebäudehüllenelemente tendenziell das Ende ihrer Lebenszeit noch nicht erreicht.   |
|                    | Flachdach        | Bei Gebäuden mit Flachdach ist das Erneuerungsverhalten aufgrund anderer baulicher Gegebenheiten und der historisch hohen Repara-  |

<sup>20</sup> Chancen und Wahrscheinlichkeit sind nicht zu verwechseln. Chance C und Wahrscheinlichkeit P hängen wie folgt zusammen:  $C = P / (1 - P)$ . Beispiel: Für die Wahrscheinlichkeit  $P = 50\% = 0.5$  beträgt die Chance  $C = 50:50 = 1$ , d.h.  $C \neq 0.5$

<sup>21</sup> siehe zum Beispiel Boes und Winkelmann (2009)

<sup>22</sup> Aufgrund der Erkenntnisse aus vorgelagerten Analysen zu den einzelnen Gebäudeelementen und aufgrund weiterer Tests mit verschiedenen Multinomialen Logit Modellen wurden die Einflussfaktoren «Mauerwerk / Beton / Backstein verputzt» und «Freistehend» im integrierten Modell nicht mehr einbezogen.

| Einflussfaktoren                          |  | Thesen  |
|---|--|---|
|   |  | turanfälligkeit vermutlich anders als bei Steildachhäusern. Flachdächer werden deshalb mutmasslich häufiger erneuert als Steildächer.   |
|   | Gesamtnutzfläche $\geq 1000\text{m}^2$   | Bei grossen Gebäuden sind Arbeiten an der Hülle im Verhältnis zur Nutzfläche günstiger. Gleichzeitig besteht bei grossen Gebäuden ein grossflächigerer Nutzen einer erneuerten Gebäudetechnik als in kleineren Gebäuden.  |
|   | Lüftung/Klima  | Dass Gebäude mit Lüftungs- und/oder Klimaanlage ausgestattet sind, steht u.a. als Proxy für erhöhte Komfortbedürfnisse der Nutzenden und der Kunden.  |
|   | Gebäude ist geschützt  | Die Koordination und die Auflagen des Denkmalschutzes könnten Instandsetzungen/Erneuerungen und/oder energetische Verbesserungen an der Gebäudehülle, insbesondere an der Fassade, erschweren. Dies kann indirekt Auswirkungen auf Arbeiten an der Gebäudetechnik nach sich ziehen (erhöhte Aktivität als Ausgleich).   |
|   | Innenstadt (Kreis1)  | Bei Gebäude an bevorzugten Lagen bestehen mutmasslich erhöhte Ansprüche der Nutzer/innen und Kunden bezüglich Komfort und Ästhetik, welche vermutlich das Erneuerungsverhalten beeinflussen.  |
| Nutzung                                   | Gebäude im Eigentum von Privatpersonen   | Privatpersonen könnten aus Kosten- und Aufwandsgründen Instandsetzungen /Erneuerungen stärker hinausschieben als die übrigen Eigentümer/innen, z.B. wegen Budgetrestriktionen oder geringerer Professionalisierung.   |
|   | Gebäude im Eigentum eines Unternehmens (ohne Immobiliengesellschaften)   | Unternehmen ist möglicherweise die Gebäudequalität wichtiger als anderen Eigentümer/innen. Weiterhin könnte ihr wirtschaftlicher Spielraum grösser sein.  |
|   | Nur ein/e Nutzer/in  | Bei nur einer Nutzer/in bedarf es weniger Koordination, weswegen unterstellt wird, dass nur von einer Partei genutzte Gebäude eher Instand gesetzt/erneuert und energetisch verbessert werden.  |
| Wichtige Ziele                            | Hohe Rendite   | Um hohe Renditen zu erreichen, werden vermutlich die Lebenszeiten der Gebäudeelemente ausgereizt, was die Erneuerungshäufigkeit und –wahrscheinlichkeit reduziert.  |
|   | Geringe Massnahmenkosten   | Um die Kosten zu minimieren, werden vermutlich die Lebenszeiten der Gebäudeelemente ausgereizt.   |
|   | Hohe energetische Qualität   | Um hohe energetische Qualität zu gewährleisten, werden energetisch relevante Gebäudeelemente frühzeitig Instand gesetzt oder erneuert und häufiger energetisch verbessert.  |
|   | Hohe architektonische Qualität   | Wenn bei Gebäuden hohe ästhetische Qualitätsansprüche bestehen, wird das Gebäude vermutlich in gutem Zustand erhalten.  |
| Kontrollvariablen (Entscheid betrifft...) | E_ Fassade   | Aufgrund der Panelstruktur werden Kontrollvariablen (Dummies) verwendet, welche jeweils angeben, auf welches der sieben Gebäudeelemente sich eine Datenzeile bezieht. Durch sie werden zwei Punkte im Modell berücksichtigt, in denen sich die verschiedenen Gebäudeelemente systematisch unterscheiden:<br>– Gebäudeelemente haben unterschiedliche lange Lebensdauern und somit auch unterschiedliche Eingriffswahrscheinlichkeiten.<br>– Bei manchen Gebäudeelementen sind im Falle von Eingriffen energetische Erneuerungen eher der Standard, bei anderen eher die Ausnahme. |
|   | E_ Fenster   |   |
|   | E_ Dach  |   |
|   | E_ DeckeUG   |   |
|   | E_ Heizung   |   |
|   | E_ Lüftung/Klima   |   |
|   | E_ Beleuchtung   |   |
| E_ Huelle                                 | Zusätzliche Kontrollvariable, um Effekte für die Gebäudehülle als Ganzes zu untersuchen. Analog zu den übrigen Kontrollvariablen. Gleich 1 wenn die Datenzeile sich auf eines der Hüllenelemente (Fassade, Fenster, Dach, Decke UG) bezieht. |   |

Tabelle 61: Einflussfaktoren Thesen

Es wurden unterschiedliche Regressionsmodelle aufgestellt und getestet. Schliesslich wurde das in Tabelle 62 dargestellte statistische Modell ausgewählt.

*Lesebeispiel Tabelle 62:*

Die Tabelle enthält drei Spalten mit Odds Ratios (a), (b) und (c), welche wie folgt zu interpretiert sind:

- Spalte (a): Wir betrachten die Odds Ratio<sup>23</sup> der Variable «Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel» mit dem Wert 2.04. Die Chance, dass eine Instandsetzung/Erneuerung ohne energetische Verbesserung *anstatt gar keines Eingriffs stattfindet*, ist bei Gebäuden, bei welchen «Hohe energetische Qualität» ein wichtiges Ziel ist, ca. doppelt so hoch (um den Faktor 2.04) wie bei anderen Gebäuden.
- Spalte (b): Wir betrachten die Odds Ratio der Variablen «Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel» mit dem Wert 3.56. Die Chance, dass eine Erneuerung mit energetischer Verbesserung *anstatt gar keines Eingriffs stattfindet*, ist bei Gebäuden, bei welchen «Hohe energetische Qualität» ein wichtiges Ziel ist, ca. dreieinhalb mal so hoch (Faktor 3.56) wie bei anderen Gebäuden.
- Spalte (c): Wir betrachten die Odds Ratio der Variablen «Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel» mit dem Wert 1.74. Die Chance, dass eine Erneuerung mit energetischer Verbesserung *anstatt einer Instandsetzung/Erneuerung ohne energetische Verbesserung stattfindet*, ist bei Gebäuden, bei welchen «Hohe energetische Qualität» ein wichtiges Ziel ist, knapp doppelt so hoch (Faktor 1.74) wie bei anderen Gebäuden.

---

<sup>23</sup> Odds Ratio: Verhältnis von Chancen (Odds)

| Ergebnisse der Multinomialen Logit Regressionen  |  |                                  |  |  |                             |
|--|--|----------------------------------|--|--|-----------------------------|
| Einflussfaktoren   |  | Anteil im verwendeten Sample [%] | Odds Ratios                            |  |                             |
|  |  |                                  | IS versus kein Eingriff <sup>(a)</sup> | EE versus kein Eingriff <sup>(b)</sup> | EE versus IS <sup>(c)</sup> |
| Gebäude & Standort   | Vor 1931 gebaut * E_Fassade                  | 6.2                              | <b>2.91**</b>                          | <b>0.29**</b>                          | <b>0.10***</b>              |
|  | nach 1970 gebaut * E_LK                      | 3.0                              | 0.51                                   | <b>2.70*</b>                           | <b>5.32***</b>              |
|  | nach 1980 gebaut * E_Huelle                  | 6.0                              | 1.04                                   | <b>0.29**</b>                          | 0.27                        |
|  | Flachdach                                    | 46.9                             | 1.23                                   | 1.35                                   | 1.10                        |
|  | Flachdach * E_Dach                           | 7.0                              | <b>3.36*</b>                           | 1.13                                   | 0.34                        |
|  | Gesamtnutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup>        | 70.1                             | 0.93                                   | 0.95                                   | 1.02                        |
|  | Gesamtnutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup> * E_LK | 9.3                              | 2.12                                   | <b>4.21**</b>                          | 1.98                        |
|  | Lüftung/Klima vorhanden                      | 79.1                             | 1.36                                   | <b>1.95**</b>                          | 1.44                        |
|  | Gebäude ist geschützt                        | 7.2                              | 1.88                                   | 1.45                                   | 0.77                        |
|  | Gebäude ist geschützt * E_Fassade            | 1.0                              | <b>3.12*</b>                           | <b>0.00***</b>                         | <b>0.00***</b>              |
|  | Gebäude ist geschützt * E_Heizung            | 1.1                              | 1.08                                   | <b>5.33*</b>                           | <b>4.93**</b>               |
|  | Innenstadt (Kreis1)                          | 21.7                             | 1.26                                   | 0.67                                   | <b>0.53**</b>               |
|  | Innenstadt (Kreis 1) * E_LK                  | 3                                | 0.64                                   | <b>3.29**</b>                          | <b>5.15***</b>              |
|  | Nutzung                                      | Gebäude im Privateigentum        | 36.5                                   | 1.03                                   | <b>2.71**</b>               |
| Gebäude im Eigentum eines Unternehmens (ohne Immobiliengesellschaften)                         |  | 35.6                             | 0.89                                   | <b>2.71**</b>                          | <b>3.21***</b>              |
| Gebäude gehört Immobilienfonds, Immobiliengesellschaft, Entwicklungsgesellschaft oder Promotor |  | 13.6                             | 0.85                                   | 1.76                                   | 1.98                        |
| Nur ein/e Nutzer/in  |  | 39.3                             | 0.93                                   | 1.15                                   | 1.24                        |
| Wichtiges Ziel   | Hohe Rendite                                 | 44.0                             | 0.82                                   | <b>0.59*</b>                           | 0.72                        |
|  | Geringe Massnahmenkosten                     | 77.6                             | 0.64                                   | 1.10                                   | <b>1.73*</b>                |
|  | Hohe energetische Qualität                   | 67.1                             | <b>2.04***</b>                         | <b>3.56***</b>                         | <b>1.74**</b>               |
|  | Hohe architektonische Qualität               | 63.7                             | 0.93                                   | <b>2.10***</b>                         | <b>2.27***</b>              |
| Kontrollvariablen  | Entscheid betrifft Fassade                   | 14.1                             | Basiskategorie                         |  |                             |
|  | Entscheid betrifft Fenster                   | 15.5                             | 0.45                                   | <b>2.46***</b>                         | <b>5.51***</b>              |
|  | Entscheid betrifft Dach                      | 17.8                             | 0.45                                   | 1.65                                   | <b>3.64*</b>                |
|  | Entscheid betrifft Decke UG                  | 14.8                             | <b>0.50*</b>                           | <b>0.45***</b>                         | 0.90                        |
|  | Entscheid betrifft Heizung                   | 13.5                             | <b>9.62***</b>                         | 0.67                                   | <b>0.07***</b>              |
|  | Entscheid betrifft Lüftung/Klima             | 12.0                             | 2.62                                   | 0.55                                   | <b>0.21**</b>               |
|  | Entscheid betrifft Beleuchtung               | 15.4                             | <b>3.90***</b>                         | <b>3.63***</b>                         | 0.93                        |
| <b>Anzahl Gebäude</b>  |  | 204                              |  |  |                             |
| <b>Anzahl Erneuerungsentscheide</b>  |  | 1'238                            |  |  |                             |
| <b>Log-likelihood</b>  |  | -972.6628                        |  |  |                             |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>   |  | 0.0000                           |  |  |                             |

Tabelle 62: Ergebnisse der Multinomialen Logit Regressionen

(a) Instandsetzung/Erneuerung ohne energetische Verbesserung (IS) versus kein Eingriff

(b) Erneuerung mit energetischer Verbesserung (EE) versus kein Eingriff

(c) Erneuerung mit energetischer Verbesserung versus Instandsetzung oder Erneuerung ohne energetische Verbesserung

\*\*/\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau.

Wir interpretieren die in Tabelle 62 dargestellten Ergebnisse wie folgt:

### **Unterschiede zwischen den Gebäudeelementen**

In den Koeffizienten der Kontrollvariablen zu den einzelnen Gebäudeelementen (Entscheid betrifft Fenster, Entscheid betrifft Dach, etc.) am Ende der Tabelle widerspiegeln sich die unterschiedlich langen Erneuerungszyklen der verschiedenen Gebäudeelemente. *Die ausgewiesenen Odds Ratios zeigen den Unterschied zur Basiskategorie «Fassade»:*

- Fenster und Beleuchtung werden tendenziell eher instandgesetzt oder erneuert und die Heizung eher instandgesetzt als die Fassade (Spalten (a) und (b)). Die Kellerdecke eher seltener. Bei Dach und Lüftung/Klima sind die Koeffizienten nicht signifikant, auch wenn die technische Lebensdauer von Lüftungen oder Klimaanlage sicherer kürzer ist als die Lebensdauer von Fassaden.
- Vorausgesetzt es finden Arbeiten am Gebäudeteil statt, so sind energetische Verbesserungen bei Fenstern, Dach und Beleuchtung wahrscheinlicher als bei Fassaden. Bei der Gebäudetechnik sind sie hingegen weniger wahrscheinlich.

### **Baujahr**

Bei Gebäuden mit Baujahr vor 1931 wurden im Zeitraum 2000 bis 2012 eher die Fassaden instandgesetzt oder erneuert als bei den übrigen Gebäuden, jedoch seltener energetisch verbessert. Bei Gebäuden mit Baujahr nach 1980 waren energetische Erneuerungen an der Hülle hingegen seltener als bei den übrigen Gebäuden. Bei Gebäuden, welche nach 1970 gebaut wurden, wurden häufiger als bei anderen Gebäuden die Lüftungs- oder Klimaanlage energetisch verbessert.

### **Schutzstatus**

Ist ein Gebäude geschützt, senkt das die Chance sehr deutlich, dass die Fassade energetisch verbessert wird. Im Gegenzug wird interessanterweise die Chance erhöht, dass die Heizung energetisch verbessert wird. Dies kann als kompensatorische Aktivität betrachtet werden.

Nicht nur erhöht der Schutzstatus die Chance auf eine Instandsetzung/Erneuerung ohne energetische Verbesserung *anstatt einer Instandsetzung/Erneuerung mit energetischer Verbesserung*. Auch erhöht der Schutzstatus die Chance auf eine Instandsetzung/Erneuerung ohne energetische Verbesserung *anstatt keine Arbeiten durchzuführen*. Dies könnte bedeuten, dass an geschützten Fassaden häufiger Eingriffe notwendig sind oder aus ästhetischen Gründen häufiger Eingriffe durchgeführt werden als an den übrigen Fassaden.

### **Bauliche Merkmale**

Flachdächer müssen häufiger instandgesetzt oder erneuert werden als Steildächer, ansonsten unterscheidet sich das Erneuerungsverhalten zwischen Flachdach- und Steildachhäusern nicht.

Bei grossen Gebäuden ist die Erneuerung von Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit energetischen Verbesserungen wahrscheinlicher als bei kleineren Gebäuden.

Das Vorhandensein einer Lüftung- und/oder Klimaanlage erhöhte generell die Chance, dass an einem Gebäude Erneuerungsarbeiten mit energetischen Verbesserungen stattfinden. Dies könnte daran liegen, dass das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit hohen Komfortansprüchen der Nutzer/innen einhergeht oder dass bei Lüftungs-/Klimaanlagen häufiger Erneuerungsarbeiten notwendig sind, was jeweils u.U. zusätzliche energetische Massnahmen auslösen kann.

### **Standort**

Ein Standort in der Innenstadt erhöht die Chance auf energetische Verbesserung von Lüftungs- und/oder Klimaanlagen. Bei den übrigen Gebäudeelementen hingegen wird die Chance auf energetische Verbesserungen gesenkt.

### **Nutzung**

Ist ein Gebäude im Privateigentum oder Eigentum eines Unternehmens, erhöht dies die Chance für energetische Verbesserungen. Bzgl. der anderen Eigentümer/innen-Kategorien konnten wir im Regressionsmodell keine signifikanten Effekte auf die Erneuerungstätigkeit feststellen, auch wenn die deskriptiven Auswertungen teilweise Unterschiede im Erneuerungsverhalten zeigen. Dass diese Unterschiede im Regressionsmodell nicht zu signifikanten Effekten führen, spricht dafür, dass die Eigentümer/innengruppen mit ähnlichem Erneuerungsverhalten besser anhand von Informationen über ihre Gebäudebestände und ihre Ziele identifiziert werden können anstatt anhand der Eigentümer/innen-Kategorien.

Ob ein Gebäude von einer oder von mehreren Parteien genutzt wird, hat gemäss der Ergebnisse der Regressionsanalysen keinen Einfluss auf das Erneuerungsverhalten.

### **Wichtige Ziele**

Eine hohe Priorität der Zielsetzung «Geringe Massnahmenkosten» führt entgegen unserer Erwartungen nicht zu einem Verzicht auf energetische Massnahmen: Im Gegenteil erhöht diese Zielsetzung die Chance, ein Gebäude energetisch zu verbessern, wenn ohnehin die Instandsetzung oder die Erneuerung eines Gebäudeelementes ansteht. Das Ziel «Geringe Massnahmenkosten» kann also eher als Proxy für ein allgemeines Kostenbewusstsein interpretiert werden, das energetische Erneuerungen begünstigt. Das Ziel «Hohe Rendite» senkt hingegen die Chance auf energetische Verbesserungen.

Wird das Ziel «Hohe energetische Qualität» als wichtig eingestuft, erhöht dies sowohl die Chance auf Instandsetzungen und Erneuerungen generell als auch auf energetische Verbesserungen im Speziellen. Ist eine «Hohe architektonische Qualität» wichtig, erhöht dies ebenfalls die Chance auf energetische Verbesserungen.

## **6.3 Bestimmungsfaktoren der Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung**

Für die statistischen Auswertungen zur Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung betrachten wir insgesamt 369 beantwortete Fragebogen, d.h. im Vergleich zu den vorange-

gangenen Kapiteln zusätzlich 45 Gebäude mit einem Büroanteil < 50%. Diese Entscheidung wurde getroffen, um für Fragen zur Lüftungs- oder Klimaanlage die Stichprobe beantworteter Fragebogen zu erhöhen. Ob gegebenenfalls Abweichungen zur bisher betrachteten Stichprobe (Gebäude mit Büroanteil  $\geq 50\%$ ) bestehen, wurde in den logistischen Regressionen anhand der erklärenden Variable «Gebäude mit Büroanteil < 50%» überprüft. Es traten jedoch lediglich bei der Ausstattung mit Klimatisierungsanlagen Abweichungen auf (s. Tabelle 65).

Anhand von logistischen Regressionsmodellen wurde die Fragestellung untersucht, *von welchen Einflussfaktoren die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein einer Lüftungs- oder Klimaanlage sowie insbesondere für die Belüftung und/oder Klimatisierung von Büros und Sitzungszimmern abhängt.*

Den Regressionsmodellen liegt die folgende Nullhypothese zu Grunde:

*„Die Wahrscheinlichkeit für eine Belüftung oder Klimatisierung der Räumlichkeiten bzw. der Büros oder Sitzungszimmer ist für alle Bürogebäude gleich und von den betrachteten Einflussfaktoren unabhängig.“* Zur Widerlegung der Nullhypothese werden folgende Alternativhypothesen gemäss Tabelle 63 aufgestellt:

| Übersicht Einflussfaktoren und Alternativhypothesen für das Regressionsmodell zur Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung |   |   |
|--|---|---|
| Einflussfaktor   | Alternativhypothese   | Begründung  |
| Baujahr $\geq 1970$  | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude mit Baujahr < 1970  | Zu Beginn der 1970er Jahre wurde verbreitet mit dem Einbau von Lüftungs- und Klimaanlage in Neubauten begonnen.   |
| Nutzfläche $\geq 1000 \text{ m}^2$   | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude mit Nutzfläche < $1000 \text{ m}^2$                         | Bei grossen Büroflächen „lohnt sich“ der Einbau einer Lüftungs- oder Klimaanlage eher als bei kleinen Flächen. Zudem ist davon auszugehen, dass grossflächige Bürogebäude eher von Branchen mit hohen Komfortansprüchen wie Banken und Versicherungen genutzt werden. |
| Denkmalgeschützt   | Seltener belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude ohne Denkmalschutzstatus                                    | Denkmalschutz erschwert möglicherweise den nachträglichen Einbau von Lüftungs- oder Klimaanlage.  |
| Innenstadt (Kreis 1)   | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude in anderen Stadtkreisen                                     | In Gebäuden in der Innenstadt wird möglicherweise aus Prestige Gründen grösserer Wert auf Lüftung oder Klimatisierung gelegt.   |
| Gebäude im Privateigentum  | Seltener belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude im Besitz von Unternehmen                                   | Unternehmen investieren möglicherweise häufiger in den Komfort einer Lüftung bzw. Klimatisierung als Privatpersonen.  |
| Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen   | Seltener belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude im Besitz von Unternehmen                                   | Unternehmen investieren möglicherweise häufiger in den Komfort einer Lüftung bzw. Klimatisierung als übrige Eigentümer/innen.   |
| Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt   | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude, die von dem/der Eigentümer/in nicht selbst genutzt werden. | Der/die Eigentümer/in spürt selbst den Komfortnutzen einer Lüftungs- oder Klimaanlage.  |
| Zielsetzung Rendite  | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude, deren Eigentümer nicht die Zielsetzung Rendite angibt.     | Der/die Eigentümer/in steigert durch den erhöhten Komfort einer Lüftungs- oder Klimaanlage die Mieteinnahmen.   |

| Übersicht Einflussfaktoren und Alternativhypothesen für das Regressionsmodell zur Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung |  |  |
|--|--|--|
| Einflussfaktor   | Alternativhypothese  | Begründung   |
| Gebäudehülle wurde im Zeitraum 2000 bis 2012 energetisch erneuert  | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude, deren Hüllen im Zeitraum 2000 bis 2012 nicht energetisch erneuert wurden. | Eine energetisch gut isolierte Gebäudehülle ermöglicht einen effizienteren Einsatz einer Lüftungs- oder Klimaanlage. |
| Büroanteil < 50% <sup>(A)</sup>  | Seltener belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude mit Büroanteil $\geq 50\%$   | Büroräume werden vermutlich häufiger belüftet bzw. klimatisiert als andere Räumlichkeiten.                           |
| Tiefgehängte Decken oder Doppelböden   | Häufiger belüftet bzw. klimatisiert als Gebäude ohne tiefgehängte Decken oder Doppelböden                                  | Die Lüftungs- oder Klimaanlage wird in die Doppelböden eingebaut.  |
| Mind. eine der Fragen nicht beantwortet <sup>(B)</sup>   |  |  |

Tabelle 63: Übersicht der Einflussfaktoren und Alternativhypothesen für die Regressionsmodelle zur Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung

<sup>(A)</sup> Kontrollvariable zur Überprüfung des Verhaltens der zusätzlichen Stichprobe, s. Abschnitt 5.2.1

<sup>(B)</sup> Kontrollvariable, da nicht beantwortete Fragen mit „0“ statt mit missing values codiert wurden.

Die Ergebnisse der logistischen Regressionen zur Lüftung und Klimatisierung werden als Übersicht zum einen in der Form von Odds-Ratios (Tabelle 64) und zum anderen in Form von marginalen Effekten (Tabelle 65) angegeben, wobei für jede der vier Fragestellungen (siehe Spaltenbeschriftungen) eine separate Regression durchgeführt wurde. Die marginalen Effekte wurden anhand eines typischen<sup>24</sup> Bürogebäudes berechnet. Eine ausführliche Darstellung der einzelnen Regressionsmodelle befindet sich in Anhang A-3.3.

Die abhängigen Variablen (Einflussfaktoren) sind jeweils gleich

- 1, wenn die in der Kopfzeile aufgeführten Räumlichkeiten belüftet bzw. klimatisiert werden.
- 0, wenn die in der Kopfzeile aufgeführten Räumlichkeiten *nicht* belüftet bzw. klimatisiert werden.

*Lesebeispiel* Tabelle 64: Wir betrachten die Fragestellung „Welche Faktoren erhöhen die Wahrscheinlichkeit, dass im Gebäude eine Lüftungsanlage vorhanden ist?“ (Spalte «Mechanische Lüftung vorhanden»). Nur die mit Sternchen bezeichneten Koeffizienten sind signifikant. Bei einem Gebäude, welches nach 1970 erbaut wurde, ist die Chance<sup>25</sup>, dass eine mechanische Lüftung installiert ist, schätzungsweise um den Faktor 5.70 grösser als bei einem Gebäude, welches vorher gebaut wurde.

<sup>24</sup> Ein typisches Bürogebäude bezeichnet ein Gebäude, welches bezüglich der in der Regression verwendeten Merkmale die am häufigsten vorkommenden Werte aufweist. Siehe Anhang A-3.1

<sup>25</sup> Siehe drittunterste Zeile in .

*Lesebeispiel* Tabelle 65: Wir betrachten die Spalte «Mechanische Lüftung vorhanden». Nur die mit Sternchen bezeichneten Koeffizienten sind signifikant.<sup>26</sup> Für ein typisches Bürogebäude<sup>27</sup> gilt: Wenn das Gebäude nach 1970 erbaut wurde, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass eine mechanische Lüftung installiert ist, um 0.39.

Das Muster der Signifikanzniveaus in Tabelle 64 und Tabelle 65 stimmt für alle vier Fragestellungen sehr gut überein. Wir beschränken uns daher bei der Interpretation auf die in Tabelle 65 in Form von marginalen Effekten dargestellten Ergebnisse:

### ***Mechanische Lüftung***

- Die Alternativhypothesen, dass jüngere Gebäude (Baujahr ab 1970) sowie grosse Gebäude (Nutzfläche >1000 m<sup>2</sup>) stärker mechanisch belüftet werden als ältere und kleinere Gebäude werden bestätigt.<sup>28</sup> Sie werden sowohl durch einen statistisch stark signifikanten Zusammenhang (auf dem 1%-Niveau) als auch durch rel. grosse marginale Effekte für das typische Bürogebäude von 0.39 bzw. 0.28 belegt (siehe Tabelle 65).
- Die Alternativhypothesen, dass Gebäude in der Innenstadt, Gebäude mit tiefgehängten Decken oder Doppelböden, Gebäude, die vom Eigentümer selbst genutzt werden, sowie Gebäude, deren Hüllen im Zeitraum 2000 bis 2012 energetisch erneuert wurden, stärker mechanisch belüftet werden als Gebäude ohne diese Eigenschaften, werden bestätigt (durch statistische Signifikanz auf dem 1%- bis 10%-Niveau und marginale Effekte von 0.11 bis 0.17).
- Die Alternativhypothese, dass Gebäude im Privateigentum im Vergleich zu Gebäuden im Besitz von Unternehmen weniger häufig mechanisch belüftet werden, wird ebenfalls bestätigt (statistisch signifikante Zusammenhänge auf dem 5%-Niveau und marginaler Effekt von -0.15).
- Die Ergebnisse für die Belüftung von Büros und Sitzungszimmern sind der Betrachtung des gesamten Gebäudes ähnlich, die marginalen Effekte jedoch etwas geringer.
- Für alle weiteren Einflussfaktoren gilt die Nullhypothese. So sind z.B. denkmalgeschützte Gebäude nicht unterschiedlich häufig mit Lüftung oder Kühlung ausgestattet als Gebäude ohne Denkmalschutz. Eigentümer mit hohen Renditezielsetzungen staten ihre Gebäude ebenfalls nicht unterschiedlich häufig mit Lüftungs- oder Klimaanlage aus als Eigentümer ohne diese Zielsetzungen.

<sup>26</sup> Die Tabelle mit den marginalen Effekten zeigt andere Signifikanzen als die Tabelle mit den Odds-Ratios. Dies liegt daran, dass im Gegensatz zur Odds-Ratio in die Berechnung des marginalen Effektes alle Koeffizienten und nicht nur ein Koeffizient eingehen.

<sup>27</sup> Siehe Anhang A-3.1.

<sup>28</sup> Eine Hypothese kann mittels stat. Methoden nicht „bestätigt“ (sondern nur falsifiziert) werden, d.h. korrekterweise wäre zu formulieren dass die Nullhypothese, dass das Baujahr ab 1970 keinen Einfluss hat, zu verwerfen ist und deshalb die Alternativhypothese angenommen wird. Da solche Formulierungen sprachlich schwerfällig wirken, verwenden wir doch Formulierungen wie „Alternativhypothese bestätigt“.

### **Kühlung bzw. Klimatisierung**

- Durch statistisch stark signifikante Zusammenhänge auf dem 1%-Niveau werden die Alternativhypothesen belegt, dass Gebäude mit tiefgehängten Decken oder Doppelböden häufiger und Gebäude im Privateigentum seltener gekühlt bzw. klimatisiert werden als Gebäude ohne diese Eigenschaft bzw. als Gebäude im Besitz von Unternehmen (marginale Effekte von 0.20 bzw. -0.25).
- Die Alternativhypothesen, dass grosse Gebäude (Nutzfläche > 1000 m<sup>2</sup>) sowie Gebäude in der Innenstadt häufiger gekühlt bzw. klimatisiert werden als Gebäude ohne diese Eigenschaften treffen ebenfalls zu (statistisch signifikante Zusammenhänge auf dem 5%- bis 10%-Niveau und marginale Effekte von 0.16 und 0.11).
- Die Alternativhypothese, dass Gebäude mit Büroanteil < 50% seltener gekühlt bzw. klimatisiert werden als Gebäude mit Büroanteil > 50%, wird ebenfalls bestätigt (statistisch signifikanter Zusammenhang auf dem 10%-Niveau mit einem marginaler Effekt von -0.16).
- Es fällt auf, dass die im oberen Abschnitt beschriebene starke Korrelation zwischen Gebäuden mit Baujahr ab 1970 und mechanischer Lüftung zwischen Gebäuden mit Baujahr ab 1970 und Kühlung bzw. Klimatisierung nicht besteht.
- Die Ergebnisse für die Kühlung bzw. Klimatisierung von Büros und Sitzungszimmern sind den Ergebnissen für das gesamte Gebäudes ähnlich, die marginalen Effekte jedoch meistens geringer (siehe Tabelle 65).
- Für alle weiteren Einflussfaktoren gilt die Nullhypothese. So sind Gebäude, welche vom Eigentümer selbst genutzt werden, nicht häufiger mit einer Kühlung ausgestattet.

Grosse Gebäude (mehr als 1000 m<sup>2</sup>) mit Baujahr nach 1970 sind erwartungsgemäss deutlich häufiger mit einer Kühlung und vor allem deutlich häufiger mit einer Lüftungsanlage ausgerüstet, dies im Vergleich zu älteren Gebäuden bzw. zu kleineren Gebäuden. Diese Gebäude sind auch häufig mit Doppelboden und/oder tief gehängten Decken ausgestattet, was die Wahrscheinlichkeit zusätzlich erhöht, vor allem für Kühlung. Die Kausalität kann hierbei in beide Richtung gehen: zum einen werden in hoch technisierte Gebäuden Doppelböden und/oder tiefgehängte Decken als Installationsraum für Strom und Kommunikation benutzt, wobei eine thermische Entkopplung stattfindet, was den Kühlbedarf zusätzlich erhöht. Zum anderen kann die Lüftungs- und/oder Kälteverteilung die Installation einer tiefgehängten Decke oder eines Doppelbodens nach sich ziehen.

| Räumlichkeiten mehrheitlich oder teilweise mechanisch belüftet bzw. klimatisiert. Zusammenfassung Ergebnisse der Logit-Regressionen [Odds-Ratios] |                                  |   |                                       |   |
|---|----------------------------------|---|---------------------------------------|---|
|   | Mechanische Lüftung<br>vorhanden | Büros / Sitzungszimmer<br>mechanisch belüftet | Kühlung / Klimatisierung<br>vorhanden | Büros / Sitzungszimmer<br>gekühlt bzw. klimatisiert |
| <b>Einflussfaktor</b>   |                                  |   |                                       |   |
| Baujahr $\geq$ 1970   | 5.70***                          | 4.08***                                       | 1.77                                  | 2.06**  |
| Nutzfläche $\geq$ 1000 m <sup>2</sup>   | 3.45***                          | 2.60***                                       | 2.12***                               | 2.92***   |
| Denkmalgeschützt  | 1.14                             | 2.24  | 1.07                                  | 1.63  |
| Innenstadt (Kreis 1)  | 2.00**                           | 1.92**  | 1.67*                                 | 2.56***   |
| Gebäude im Privateigentum <sup>(A)</sup>  | 0.52*                            | 0.71  | 0.31***                               | 0.42***   |
| Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(A)</sup>   | 0.87                             | 0.56*   | 0.80                                  | 0.54*   |
| Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt  | 1.65*                            | 1.52  | 1.15                                  | 1.08  |
| Zielsetzung Rendite   | 1.16                             | 1.45  | 0.98                                  | 1.12  |
| Gebäudehülle wurde im Zeitraum 2000 bis 2012 energetisch erneuert   | 2.12**                           | 1.65*   | 1.53                                  | 1.70*   |
| Büroanteil < 50%  | 0.90                             | 0.96  | 0.48*                                 | 0.41*   |
| Tiefgehängte Decken oder Doppelböden  | 1.67*                            | 1.85**  | 2.48***                               | 2.39***   |
| Mind. eine der Fragen nicht beantwortet   | 0.73                             | 1.25  | 0.65                                  | 0.82  |
| <b>Anzahl Fälle</b>   | 328                              | 321   | 341                                   | 335   |
| <b>Anzahl Fälle mit Lüftung bzw. Klimatisierung</b>   | 185 (56%)                        | 100 (31%)                                     | 179 (52%)                             | 130 (39%)   |
| <b>Chance für Lüftung bzw. Klimatisierung</b>   | 185:143 = 1.29                   | 100:221 = 0.45                                | 179:162 = 1.10                        | 130:205 = 0.63                                      |
| <b>Log-likelihood</b>   | -176.3241                        | -174.9847                                     | -192.3892                             | -178.8471   |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>  | 0.0000                           | 0.0000  | 0.0000                                | 0.0000  |

Tabelle 64: Lüftung / Klimatisierung der Bürogebäude. Zusammenfassung der Ergebnisse der Logit-Regressionen [Odds Ratios]; jeweils eine Regression pro Gebäudeelement. S. Anhang A-3.3.

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau.

<sup>(A)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

| Räumlichkeiten mehrheitlich oder teilweise mechanisch belüftet bzw. klimatisiert. Zusammenfassung Ergebnisse der Logit-Regressionen [Marginale Effekte] |                               |  |                                    |  |
|---|-------------------------------|--|------------------------------------|--|
|   | Mechanische Lüftung vorhanden | Büros / Sitzungszimmer mechanisch belüftet | Kühlung / Klimatisierung vorhanden | Büros / Sitzungszimmer gekühlt bzw. klimatisiert |
| <b>Einflussfaktor</b>   |                               |  |                                    |  |
| Baujahr $\geq$ 1970   | <b>0.39***</b>                | <b>0.18***</b>                             | 0.12                               | <b>0.12*</b>                                     |
| Nutzfläche $\geq$ 1000 m <sup>2</sup>   | <b>0.28***</b>                | <b>0.12**</b>                              | <b>0.16**</b>                      | <b>0.17**</b>                                    |
| Denkmalgeschützt  | 0.03                          | 0.10                                       | 0.02                               | 0.08   |
| Innenstadt (Kreis 1)  | <b>0.15**</b>                 | <b>0.08*</b>                               | <b>0.11*</b>                       | <b>0.15***</b>                                   |
| Gebäude im Privateigentum <sup>(A)</sup>  | - <b>0.15**</b>               | - 0.04                                     | - <b>0.25***</b>                   | - <b>0.14***</b>                                 |
| Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(A)</sup>   | - 0.03                        | - 0.07                                     | - 0.05                             | - <b>0.10*</b>                                   |
| Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt  | <b>0.11*</b>                  | 0.05                                       | 0.03                               | 0.01   |
| Zielsetzung Rendite   | 0.03                          | 0.05                                       | - 0.01                             | 0.02   |
| Gebäudehülle wurde im Zeitraum 2000 bis 2012 energetisch erneuert   | <b>0.17***</b>                | <b>0.06*</b>                               | 0.09                               | <b>0.09*</b>                                     |
| Büroanteil < 50%  | - 0.02                        | - 0.01                                     | - <b>0.16*</b>                     | - <b>0.14*</b>                                   |
| Tiefgehängte Decken oder Doppelböden  | <b>0.11*</b>                  | <b>0.08**</b>                              | <b>0.20***</b>                     | <b>0.14***</b>                                   |
| Mind. eine der Fragen nicht beantwortet   | - 0.07                        | 0.03                                       | - 0.09                             | - 0.03   |
| <b>Anzahl Fälle</b>   | 328                           | 321  | 341                                | 335  |
| <b>Anzahl Fälle mit Lüftung bzw. Klimatisierung</b>   | 185 (56%)                     | 100 (31%)                                  | 179 (52%)                          | 130 (39%)  |
| <b>Log-likelihood</b>   | -176.3241                     | -174.9847                                  | -192.3892                          | -178.8471  |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>  | 0.0000                        | 0.0000                                     | 0.0000                             | 0.0000   |
| <b>Prognostizierte Wahrscheinlichkeit für typisches Gebäude<sup>(B)</sup></b>   | 0.3366                        | 0.1501                                     | 0.3204                             | 0.2029   |

Tabelle 65: Lüftung/ Klimatisierung der Bürogebäude. Zusammenfassung der Ergebnisse der Logit-Regressionen [Marg. Effekte]; jeweils eine Regression pro Gebäudeelement. S. Anhang A-3.3.

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau.

<sup>(A)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

<sup>(B)</sup> Festlegung typisches Gebäude s. Anhang A-3.1

## 6.4 Schlussfolgerungen

### 6.4.1 Erneuerungsverhalten

#### ***Unterschiedliche Lebensdauern der einzelnen Gebäudeelemente***

Mittels der statistischen Modellen wird bestätigt, dass die unterschiedlichen Gebäudeelemente, bedingt durch ihre unterschiedliche Lebensdauer, unterschiedliche Erneuerungsraten aufweisen: Heizung, Beleuchtung und Fenster werden eher häufiger erneuert, Fassade, Dach und Kellerdecke eher seltener. Auch werden Flachdächer häufiger instandgesetzt oder erneuert als Steildächer.

#### ***Energetische Verbesserungen teilweise als Standard***

Bei den Gebäudeelementen Fenster und Dach kommt es nur selten vor, dass im Rahmen von Arbeiten an diesen Gebäudeelementen *keine* energetischen Verbesserungen realisiert werden. Zu erklären ist dies durch den Umstand, dass Fenster aus Kunststoff oder Metall nicht mehr regelmässig gestrichen werden müssen, so dass kaum noch Instandsetzungsarbeiten anfallen. Wenn Arbeiten an den Fenstern stattfinden, werden sie meist ausgetauscht, wodurch aufgrund des technologischen Fortschritts in der Regel immer energetische Verbesserungen realisiert werden.

#### ***Unterschiede zwischen verschiedenen Eigentümer/innen***

Anhand unsere Analysen können wir nur bei zwei Eigentümer/innen-Kategorien ein vom Durchschnitt abweichendes Erneuerungsverhalten feststellen: Private und Unternehmen (ohne Immobiliengesellschaften) führen zwar nicht häufiger Instandsetzungen oder Erneuerungen durch, jedoch realisieren sie im Zuge von Erneuerungsarbeiten häufiger energetische Verbesserungen.

#### ***Zielsetzungen***

Verschiedene Zielsetzungen der Gebäudeeigentümer scheinen das Erneuerungsverhalten besser zu erklären als die Eigentümer/innen-Kategorien:

- Eine hohe Priorität der energetischen Gebäudequalität erhöht sowohl die Chance auf Instandsetzungen/Erneuerungen allgemein und ebenso auf energetische Verbesserungen.
- Eine hohe Priorität der architektonischen Gebäudequalität erhöht die Chance auf energetische Verbesserungen.
- Das Ziel «Hohe Rendite» senkt die Chance auf energetische Verbesserungen.
- Eine hohe Priorität des Ziels «Geringe Massnahmenkosten» erhöht die Chance auf energetische Verbesserungen, allerdings nur sofern ohnehin Instandsetzungs- oder Erneuerungsarbeiten anstehen.

#### ***Baujahr***

Erwartungsgemäss lässt sich feststellen, dass Instandsetzungen oder Erneuerungen erst nach einer gewissen Zeit nach Fertigstellung des Gebäudes auftreten. Daneben finden sich aber auch weitere Zusammenhänge zwischen Erneuerungsverhalten und Baujahr:

- Bei Gebäuden mit Baujahr vor 1931 wurden im Zeitraum 2000 bis 2012 eher die Fassaden instandgesetzt oder erneuert als bei den übrigen Gebäuden, jedoch seltener energetisch verbessert.
- Bei Gebäuden, welche nach 1970 gebaut wurden, wurden häufiger als bei anderen Gebäuden die Lüftung-/oder Klimaanlage energetisch verbessert. Bei diesen Gebäuden wurden die Lüftungs- oder Klimaanlage tendenziell nachträglich eingebaut.

### ***Geschützte Gebäude***

Ist ein Gebäude geschützt, senkt dies die Chance sehr deutlich, dass die Fassade energetisch verbessert wird. Im Gegenzug wird aber die Chance erhöht, dass die Heizung energetisch verbessert wird.

### ***Skaleneffekte bei Lüftung und Klima***

Bei grossen Gebäuden ist die Erneuerung von die Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit energetischen Verbesserungen wahrscheinlicher als bei kleineren Gebäuden. Hier treten offenbar Skaleneffekte auf, welche wir bei den übrigen Gebäudeelementen nicht in gleicher Form feststellen.

### ***Lüftung und Klima als möglicher Indikator für hohe Komfortansprüche***

Das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage erhöhte generell die Chance, dass an einem Gebäude Erneuerungsarbeiten mit energetischen Verbesserungen stattfinden. Dies könnte daran liegen, dass das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimaanlage mit hohen Komfortansprüchen der Nutzer/innen einhergeht.

## **6.4.2 Ausstattung mit Lüftung und Klimatisierung**

Mittels logistischer Regression wurden in Kapitel 6.3 die Wahrscheinlichkeit eruiert, dass ein Gebäude oder ein bestimmter Raumtyp mit einer Lüftung oder eine Kühlung ausgestattet ist (Ausstattungswahrscheinlichkeit). Folgende Tendenzen lassen sich daraus ableiten:

- **Referenzgebäude** (das heisst ein typisches Bürogebäude mit Eigenschaften, wie sie in der Stadt Zürich am häufigsten vorkommen): Sowohl für Lüftung als auch für Kühlung beträgt die Ausstattungswahrscheinlichkeit für typische Hauptnutzungen wie Büroräume und Sitzungszimmer für das definierte Referenzgebäude rund ein Drittel.
- **Gebäudemerkmale:** Gebäude mit Baujahr nach 1970 und grosse Gebäude (mehr als 1000 m<sup>2</sup>) sind erwartungsgemäss deutlich häufiger mit einer Kühlung und vor allem deutlich häufiger mit einer Lüftungsanlage ausgerüstet. Diese Gebäude sind auch häufig mit Doppelboden und/oder tief gehängten Decken ausgestattet, was die Wahrscheinlichkeit zusätzlich erhöht, vor allem für Kühlung. Bei gemischt genutzten Gebäuden erhöht zudem die Nutzungsform „Büro“ die Wahrscheinlichkeit für eine Kühlung. Der Denkmalschutzstatus hat hingegen keinen statistisch signifikanten Einfluss.
- **Gebäudestandort:** Gebäude, die in der Innenstadt stehen, haben tendenziell eher eine Lüftung als solche ausserhalb. Hier dürften die erhöhten Anforderungen an Komfort und Standard eine Rolle spielen

- **Gebäudewirtschaft:** Gebäude im Privateigentum werden eher weniger häufig mit einer Lüftung- oder Kühlung ausgestattet, dies im Vergleich zum Eigentübertyp „Unternehmen“. Interessanterweise wird die Ausstattungswahrscheinlichkeit nicht statistisch signifikant von Renditezielsetzungen der Eigentümer beeinflusst; plausibel wäre auch gewesen, dass mit solchen Zielsetzungen ein hoher Gebäudestandard mit Lüftung und Kühlung einhergeht.
- **Erneuerungsarbeiten:** Wurde in den vergangenen zwölf Jahren die Gebäudehülle erneuert, so erhöht dies die Wahrscheinlichkeit, dass das Gebäude mit Lüftung / Kühlung ausgestattet ist.

Im Quervergleich haben die Gebäudemerkmale Bauperiode und Grösse den stärksten Einfluss auf die Lüftungs-Ausstattungswahrscheinlichkeit. Der Einfluss der übrigen Attribute auf die Ausstattungswahrscheinlichkeit bewegt sich in einer ähnlichen Grössenordnung.

## 7 Diskussion und Schlussfolgerungen

### 7.1 Erneuerungsrhythmus und Erneuerungstätigkeit

Die Untersuchungen der Erneuerungstätigkeit bei Wohnbauten zeigen, dass in den letzten Jahren (seit 2005) die energetische Erneuerungsrate zumindest bei Fassaden und Fenstern zugenommen haben und je nach Bauperiode der Gebäude bei 2.6% - 6% p.a. bei Fenstern bzw. 0.6% - 1.8% p.a. bei Fassaden liegen. Bei Fenstern besteht somit kein Sanierungsstau, bei Fassaden kann nur bei einem Teil der Gebäude von einem Defizit im Hinblick auf energetische Erneuerungen gesprochen werden.

Bei Bürobauten besteht tendenziell ein Überangebot an Büroflächen, was dazu führt, dass Bürogebäudeeigentümer/innen dafür besorgt sein müssen, dass ihre Büroflächen konkurrenzfähig sind. Dabei spielt bei Büroflächen neben dem Standort der Komfort der Büroräume eine zentrale Rolle. Daneben wird die Erneuerungstätigkeit bei fremdgenutzten Bürogebäuden stärker als bei Wohnbauten durch die Ausgestaltung der Mietverträge mit typischen Vertragslaufzeiten und Verlängerungsperioden geprägt. Grössere Erneuerungen, insbesondere Erneuerungen an der Gebäudehülle, können bei Bürogebäuden in der Regel nicht im genutzten Zustand vorgenommen werden können. Die Raten mit energetischen Verbesserungen bei der Gebäudehülle sind vergleichbar mit denjenigen bei Wohnungsbauten.

| Schätzung gemäss Befragung: Erneuerungen in der Periode 2000 - 2012 |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| Gebäudeelement  | Gesamt-Eingriffsrate [%/a] | Rate energetische Verbesserungen [%/a] |
| Fassade   | 1.7 - 2.5                  | 0.6 - 1.1                              |
| Fenster   | 2.4 - 3.2                  | 2.0 - 2.8                              |
| Steildach   | 1.5 - 2.5                  | 1.1 - 2.0                              |
| Flachdach   | 2.4 - 3.7                  | 1.6 - 2.8                              |
| Kellerdecke   | 0.8 - 1.4                  | 0.5 - 1.0                              |

Tabelle 66: Gesamt-Eingriffsrate und Rate der energetischen Verbesserungen an der Gebäudehülle von Büro- und Verwaltungsbauten.

Die Erneuerungsraten bei der Haustechnik von Bürobauten sind deutlich höher als bei der Gebäudehülle. Allerdings sind die Raten von Erneuerungen mit erneuerbaren Energien oder deutlich höherer Energieeffizienz deutlich tiefer als die jeweiligen gesamten Eingriffsraten, es werden somit bei weitem nicht alle Gelegenheiten für energetische Verbesserungen im Rahmen von Erneuerungen wahrgenommen. Am augenfälligsten ist dies bei Heizanlagen. Dort werden Brennerersatz und der Ersatz mit dem selben Kessel sowie der Wechsel auf ein energetisch gleichwertiges oder ein fossiles Heizsystem nicht als effizienzsteigernde energetische Massnahmen betrachtet. Erst der Wechsel auf ein energetisch besseres Heizsystem, wie beispielsweise auf eine Wärmepumpe, die Nutzung thermischer Solarkollektoren, auf Biogas, Fernwärme / Abwärme oder Holz, gelten als Energieeffizienz steigernde Erneuerungen. Die Rate derartiger energetischer Verbesserungen ist deutlich geringer verglichen mit der Gesamt-Eingriffsrate bei Heizanlagen (Tabelle 67).

| Schätzung gemäss Befragung: Erneuerungen in der Periode 2000 - 2012 |                            |  |
|---|----------------------------|--|
| Gebäudeelement  | Gesamt-Eingriffsrate [%/a] | Rate energetische Verbesserungen [%/a] |
| Heizung, Warmwassererzeugung & Wärmeverteilung                      | 4.3 – 5.2                  | k.A.                                   |
| Heizung   | 3.5 – 4.4                  | 0.3 – 0.9                              |
| Lüftung & Klimatisierung  | 4.1 – 5.2                  | 2.5 – 3.7                              |
| Beleuchtung   | 4.1 – 5.0                  | 2.4 – 3.4                              |
| Solaranlage   | 0.1 – 0.4                  | k.A.                                   |

Tabelle 67: Gesamt-Eingriffsrate und Rate der energetischen Verbesserungen bei der Gebäudetechnik von Büro- und Verwaltungsbauten

## 7.2 Ziele und Motive bei der Gebäudebewirtschaftung und -erneuerung

### Bürogebäude:

Bei den Bürogebäuden stehen die Ziele Erhalt der Gebäudesubstanz, Vermeidung von Leerständen, hoher Benutzerkomfort und geringer Instandhaltungs- und Erneuerungsaufwand im Vordergrund. Nur ein Teil der Eigentümerschaft (v.a. Immobilienfonds, -gesellschaften und Entwicklungsgesellschaften/Promotoren) strebt primär hohe Renditen und Mieterträge an. Die Zielsetzungen bei selbst genutzten und bei vermieteten Gebäuden weisen ausser bei der ökologischen und bei der architektonischen Gebäudequalität keine relevante Unterschiede auf (Selbstnutzende stufen ökologische Qualität etwas höher ein, Vermietende die architektonische Qualität).

Die Erneuerungsentscheidungen werden bei Bürobauten von den Eigentümer/innen bzw. deren Geschäftsleitung gefällt, welche in etwa der Hälfte der Fälle auch verschiedene Varianten prüft. Die Finanzierung bietet in der Regel keine Probleme, im Gegensatz zu den gesetzlichen Auflagen (wie Brandschutz, energetische Auflagen, Denkmal- und Ortsbildschutz, hindernisfreies Bauen), welche zum Teil zu einem Verzicht auf baubewilligungspflichtige energetische Erneuerungen zugunsten von energetisch nicht wirksamen Instandsetzungen führen.

Als Auslöser und Treiber von Erneuerungen bei Bürobauten stehen der alterungsbedingte Ersatz, mangelhafter Komfort, zu hoher Energieverbrauch und Bauschäden, höhere Ausnutzung und langfristige Bewirtschaftungsplanung im Vordergrund. Gesetzliche energetische Auflagen dienen vielen Bewirtschaftler/innen als Orientierungshilfe bei der Massnahmeevaluation. Das liefert einen wichtigen Hinweis darauf, dass die energetischen Vorschriften gerade im Bürogebäudebereich möglichst aktuell und anspruchsvoll sein sollten. Sie liefern Orientierungshilfe bei der Konzeption von Erneuerungsprojekten und helfen den Zuständigen, ihre Investitionsvorschläge gegenüber dem Management zu begründen.

## Wohngebäude

Bei Wohnbauten spielen gemäss Angabe der Befragten vor allem die Bauperiode (bzw. die Bauweise) sowie einzelne Merkmale der Gebäudebesitzenden (Alter, Geschlecht, Beruf) sowie deren Einstellungen eine Rolle beim Erneuerungsverhalten. Erstaunlicherweise scheinen gemäss Angaben der Befragten Fördergelder kein massgeblicher Entscheidungsfaktor bei der Erneuerung gewesen zu sein, was bei Bürogebäudebesitzer/innenn noch mehr zutrifft (das könnte allenfalls zwischenzeitlich etwas geändert haben, weil die Gebäude-Förderprogramme massiv ausgebaut wurden). Interessant sind die grosse Präferenz von Wohngebäudeeigentümer/innen zu energetisch nicht wirksamen Instandsetzungen auf der einen Seite sowie die stark abnehmende Wertschätzung für weitergehende Energiesparmassnahmen auf der anderen Seite. Für die Ausgestaltung von Fördermassnahmen ergibt das einen Hinweis darauf, dass hohe Förderbeiträge für anspruchsvolle energetische Standards bzw. Massnahmen angeboten werden sollten, um zusätzliche energetische Einsparungen auszulösen und nicht mit kleineren Beiträgen primär Mitnahmeeffekte zu erzeugen.

## 7.3 Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens

### Wohngebäude

Als Auslöser von Erneuerungsmassnahmen steht der alterungsbedingte Ersatz einzelner zentraler Bauelemente im Vordergrund, insbesondere der Gebäudehülle. Die Bauperiode der Wohnbauten und damit die bauliche und komfortmässige Gebäudequalität sind massgeblich, wobei Gebäude aus der Bauperiode 1946-1970 die höchsten Erneuerungsraten aufweisen. Die im Wohngebäudebereich feststellbaren energetischen Erneuerungsdefizite, welche bevorzugt zu Instandsetzungen und nicht zu energetischen Erneuerungen führen, hängen mit dem Problembewusstsein, der starken Risikoaversion vieler Eigentümer/innen sowie mit offenbar hinreichendem Komfort vieler erneuerungsbedürftiger Wohnbauten zusammen.

In diesem Zusammenhang sind die Förderung des Komfortbewusstseins (vgl. die Minergie-Strategie), die Thematisierung von Komfort und von Massnahmen zum Abbau von Risikoaversion zentrale Elemente einer Strategie zur Mobilisierung energetischer Potenziale bei Gebäudeerneuerungen (vgl. Gebädeförderprogramm zum Abbau von Hemmnissen und Risikoaversion). Es zeigt sich auch, dass die stark abnehmenden Grenznutzen energetischer Massnahmen das Anstreben sehr anspruchsvoller energetischer Zielsetzungen erschweren. Aus diesem Grund sollten sich Förderprogramme vor allem auf anspruchsvolle energetische Standards konzentrieren (wie z.B. die geplante Einforderung eines GEAK Plus als Fördervoraussetzung), sofern dies gesamtwirtschaftlich effizient ist und/oder für energiepolitischen Zielsetzungen erforderlich ist.

### Bürogebäude

Gemäss den Umfrageergebnissen sind die wichtigsten Auslöser für Instandsetzungen oder Erneuerungen die alterungsbedingte Notwendigkeit, mangelnder Komfort, ein zu hoher Energieverbrauch bzw. Umwelt- oder Klimaschutz, Bauschäden, eine gewünschte

Erhöhung der Ausnützungsziffer sowie die langfristige Planung im Immobilienmanagement. Energetische Verbesserungen werden gemäss der Umfrage vor allem dann realisiert, wenn schon das Standardvorgehen bzw. die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften zu energetischen Verbesserungen führt, der Komfort deutlich verbessert werden kann und energetische Massnahmen keinen zusätzlichen zeitlichen, organisatorischen und / oder finanziellen Aufwand generieren.

Im Rahmen der multivariaten statistischen Analysen konnten nur ein Teil dieser Gründe operationalisiert werden. Im Wesentlichen stimmen aber die Ergebnisse der Regressionsanalysen mit den deskriptiven ausgewerteten Umfrageergebnissen überein. Mit Hinblick auf die Bildung von massnahmenspezifischen Clustern sind vor allem die folgenden Ergebnisse interessant:

Nur bei zwei Eigentümer/innenkategorien lässt sich ein vom Durchschnitt abweichendes Erneuerungsverhalten nachweisen: Private und Unternehmen (ohne Immobiliengesellschaften) führen zwar nicht häufiger Instandsetzungen oder Erneuerungen durch, jedoch realisieren sie im Zuge von Erneuerungsarbeiten häufiger energetische Verbesserungen. Ansonsten erklären die Zieleetzungen der Eigentümer/innen das Erneuerungsverhalten besser als die Eigentümer/innen-Kategorien. Die Analysen ergaben, dass eine hohe Priorität der Zielsetzung «energetische Gebäudequalität» sowohl die Wahrscheinlichkeit für Instandsetzungen/Erneuerungen allgemein wie auch für energetische Verbesserungen erhöht. Eine hohe Priorität für «geringe Massnahmenkosten» steigert die Wahrscheinlichkeit für energetische Verbesserungen im Rahmen von ohnehin stattfindenden Instandsetzungen. Eine hohe Priorität des Ziels «Hohe Rendite» senkt die Chance auf energetische Verbesserungen. Einen deutlichen Einfluss hat auch der Schutzstatus: Ist ein Gebäude geschützt, wird tendenziell auf energetische Verbesserungen der Fassade verzichtet und stattdessen die Heizung energetisch verbessert.

## 7.4 Folgerungen für die Clusterbildung

Teilbereich 2 von Energieforschung Stadt Zürich plant eigentümer-, gebäude- und standortorientierten Erneuerungsclustern zu bilden. Anschliessend werden aufgrund der hier gemachten Expert/innen-Interviews, Literaturauswertungen und der hier vorgenommenen Befragung von Bürogebäudeeigentümer/innen sowie einige Folgerungen im Hinblick auf die im EFZ-Projekt FP-2.2.5 «Clusterbildung» vorzunehmende Clusterbildung gemacht.

### Wohnungsbauten

Bei den Wohnungsbauten interessieren die folgenden Eigentümer/innengruppen, welche sich mindestens aus der Sicht der Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien unterscheiden können und allenfalls bei der Bildung von Erneuerungsclustern zu berücksichtigen sind:

- Immobiliengesellschaften, Pensionskassen, Versicherungen und grosse private Eigentümer/innen von Wohnbauten: Sie operieren grösstenteils professionell und sind in der Tendenz werterhaltungs- und qualitätsorientiert. Sie brauchen allenfalls Ver-

stärkung bei der strategischen Planung und der Ausrichtung auf die energetischen Langfristzielsetzungen.

- Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften sowie ausgewählte Private: Sie sind in der Regel professionell und agieren wertsteigerungs- und renditeorientiert. Sie sollen auf längerfristige Planung, die energetischen Langfristziele und die ökologische Nachhaltigkeit hingeführt werden.
- Wohnbaugenossenschaften: Sie operieren in der Tendenz werthaltungs- und qualitätsorientiert. Es bestehen jedoch beträchtliche Unterschiede bei der Professionalität der Portfoliobewirtschaftung. Während grosse Genossenschaften im Raum Zürich in den letzten Jahren verbreitet professionelle und langfristig ausgerichtete Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien entwickelt haben, besteht bei mittleren und kleinen Genossenschaften diesbezüglich zum Teil noch beträchtlicher Handlungsbedarf.
- Private Eigentümer/innen: Diese Eigentümerschaft ist sehr heterogen. Das Spektrum geht von professionellen Bewirtschaftenden bis zu Eigentümerschaften, die ihre Liegenschaften einfach halten. In der Tendenz sind sie weniger professionell, vielfach nur eine/einige Liegenschaften besitzend, typischerweise oft werterhaltungsorientiert; (ev. könnte eine Teilgruppe mit älteren privaten Eigentümer/innen (>60-65 Jahre) gebildet werden). Sie sind ebenfalls auf längerfristige Strategien und Planung hinzuführen und bei der Überwindung von Hemmnissen zu und bei Erneuerungen zu unterstützen. Es dürfte allerdings schwieriger sein, sie zu Clustern zusammenzubringen.
- Selbstnutzende: Besitzer/innen eines MFH, in dem sie selbst wohnen (sind tendenziell ökologischer orientiert; oft älter). Auch sie sind auf eine Langfriststrategie hinzuführen und bei der Hemmnisüberwindung zu unterstützen.
- Stockwerkeigentümer/innengemeinschaften: Sie stellen eine Gruppe dar, welcher oftmals eine Strategie fehlt, die Mittelbeschaffung für Erneuerungen eine Herausforderung darstellt und die Entscheidungsprozesse für Erneuerungen durch die rechtliche Regelung des Stockwerkeigentums erschwert ist.
- Die energetische Erneuerungstätigkeit zwischen 1996 und 2010 war bisher bei Gebäuden aus den Bauperioden «vor 1900» und «1946 – 1970» am grössten. Es ist zu prüfen, ob dies auf einen bei diesen Gebäuden bestehenden Handlungsbedarf hindeutet (aufgrund des Gebäudealters, bzw. bei den Gebäuden der Periode 1946 – 1970/75 aufgrund der Gebäudequalität) oder ob er deswegen nicht mehr so gross ist (weil in der jüngeren Vergangenheit Erneuerungen erfolgten).

### **Büro- und Verwaltungsbauten**

Auf Basis der verschiedenen Ergebnisse zu Zielen und Motiven sowie zu den Bestimmungsfaktoren des Erneuerungsverhaltens lassen im Hinblick auf die Bildung von massnahmenspezifischen Clustern folgende Gebäudemerkmale identifizieren, welche sich für die Bildung dieser Cluster eignen könnten:

- Grösse des Gebäudes (m<sup>2</sup> EBF): Kleinere Gebäude weisen eine tiefere Wahrscheinlichkeit für energetische Verbesserungen im Bereich Heizung/Lüftung/Klima auf als grössere, vermutlich aufgrund fehlender Skaleneffekte
- Die Ausstattung mit Lüftung und/oder Klimatisierung: Das Vorhandensein einer Lüftungs- und/oder Klimatisierungsanlage erhöht die Chance auf energetische Verbesserungen und deutet eventuell auf höhere Komfortansprüche hin.
- Schutzstatus: Geschützte Gebäude weisen eine sehr tiefe Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Fassadenerneuerungen auf, wobei gleichzeitig die Wahrscheinlichkeit für Heizungserneuerungen höher ist.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Ziele der Eigentümer/innen einen deutlich höheren Erklärungsgehalt für das Erneuerungsverhalten aufweisen als die Eigentümer/innen-Kategorie. Im besten Fall stützen die Cluster deswegen stärker auf die Ziele als auf die Eigentümer/innen-Kategorien ab:

- Eigentümer/innen mit hohen Renditezielen: Ein hohes Renditeziel senkt die Wahrscheinlichkeit für langfristig ausgerichtete energetische Massnahmen. Eine hohe Rendite wird vor allem bei vermieteten Gebäuden als wichtig bewertet, vor allem (aber nicht nur) wenn sie Immobilienfonds, Immobiliengesellschaften, Entwicklungsgesellschaften oder Promotoren gehören.
- Eigentümer/innen, welche der energetischen Gebäudequalität eine geringe Priorität zuschreiben: Bei diesen ist die Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Erneuerungen sowie für Eingriffe generell vermindert. Zwischen der Priorität der energetischen Gebäudequalität und der Eigentümer/innen-Kategorie findet sich kein systematischer Zusammenhang.<sup>29</sup>

Zusätzlich liefern die durchgeführten Interviews mit Akteur/innen und Eigentümer/innen im Bereich der Bürobauten wichtige Hinweise für die Bildung von Akteur-Clustern und lagespezifische Cluster:

- Nutzer-Eigentümer/innen bzw. Selbstnutzende: Herausforderungen sind oftmals die Investitionsprioritäten, die (fehlende) Langfristplanung, die (fehlende) Vorgabe von Zielsetzungen.
- Eigentümer/innen, die Objekte im Grundausbau zur Nutzung vermieten: Herausforderung ist insbesondere die geteilte Verantwortung bzw. der geteilte Nutzen Investor/Nutzer und die Aufteilung Grundausbau/Mieterausbau (Strategieentwicklung, Erneuerungsplanung)
- Mieter/innen-Investor/innen, die über den Mieterausbau entscheiden: Herausforderung ist das durch das Mietvertragsverhältnis begrenzte Zeithorizont und der beträchtliche Einfluss- und Investitionsspielraum von Mietenden je nach Ausbaugrad Grundausbau (Bewirtschaftungs- und Erneuerungsplanung).

---

<sup>29</sup> Nur wenn die energetische Gebäudequalität nicht mit dem Komfort assoziiert ist, ist sie den Privaten weniger wichtig als den übrigen Eigentümer/innen. Diese Gruppe weist allerdings gleichzeitig eine höhere Wahrscheinlichkeit für energetisch wirksame Massnahmen auf als andere Eigentümer/innen.

- Die Lage von Büro-/Verwaltungliegenschaften im Perimeter eines Versorgungsnetzes (Fernwärme, Abwärme, Umweltwärme) kann ein weiteres Kriterium zur Clusterbildung bzw. für die Eigentümer/innenwahl für ein bestimmtes Bürogebäude-Erneuerungscluster sein.

.

## Zitierte und zusätzlich verwendete Literatur

- Aiulfi D, Maschio I, Dellsperger V, Brunet L, Primas A, Hagel M, Benz-Karlström P, Jakob M, Honegger-Ott A, Grodofzig Fürst B (2010). Energieverbrauch von Bürogebäuden und Grossverteilern – Erhebung des Strom- und Wärmeverbrauchs, der Verbrauchsanteile, der Entwicklung in den letzten 10 Jahren und Identifizierung der Optimierungspotentiale, im Auftrag des Bundesamts für Energie, Forschungsprogramm Energiewirtschaftliche Grundlagen.
- AWEL (2011) Das Gebäudeprogramm – Statistische Auswertungen. Jahresstatistik 2010, Statistik 1. Halbjahr 2011 und Statistik 3. Quartal 2011 für die Gemeinde Zürich.
- Bamberg S & Möser G (2007) Twenty years after Hines, Hungerford, and Tomera: A new meta-analysis of psycho-social determinants of pro-environmental behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 27, 14-25.
- Banfi S, Farsi M, Jakob M, Häberli A, Karydas K, Manser J, Volkart K (2012) An Analysis of Investment Decisions for Energy-Efficient Renovation of Multi-Family Buildings. Centre for Energy Policy and Economics (CEPE) der ETH Zürich und TEP-Energie GmbH i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Competence Centre for Energy and Mobility (CCEM), Kantone BL, TG and ZH, Stadt Zurich.
- Banfi S, Ramseier C, Filippini M, Alberini A, Jakob M, Knellwolf-Piéro D (2011) Erneuerung von Einfamilienhäusern – Eine mikroökonomische Analyse für ausgewählte Schweizer Kantone. Studie des CEPE ETH Zürich im Auftrag des Bundesamts für Energie.
- Bättig M, Ott W, Kistler D (2009) Grundlagen der Wirtschaftspolitik Nr. 18 – Rechtliche und verfahrensmässige Hemmnisse für energetische Massnahmen im Gebäudebereich. Studie im Auftrag des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO, Bern.
- Baur M, Schneider L, Himmel M, Gutzwiller M, Wiederkehr S, König F (2009) Steuerliche Anreize für energetische Sanierungen von Gebäuden - Studie der interdepartementalen Arbeitsgruppe.
- BMVBS (2011) Finanzierungsstrategien wohnungswirtschaftlicher Akteure unter veränderten Rahmenbedingungen auf den Finanzierungsmärkten. BMVBS-Online-Publikation 04/2011.
- Boes S und Winkelmann R (2009) Analysis of Microdata, Second Edition. Springer Berlin 2009.

- Bruppacher S, & Truffer B (2004) Effekte von Pilot- und Demonstrationsprojekten auf Einstellungen gegenüber "Grünem Strom" und erneuerbaren Energien. *Umweltpsychologie*, 8(1), 108-119.
- Building Performance Institute Europe (2010) Financing Energy Efficiency (EE) in Buildings. Input to European Roundtable, Brussels, Nov. 2010.
- Darley J M & Beniger J R (1981) Diffusion of energy conserving innovations. *Journal of Social Issues*, 37(2), 150-171.
- Darley J M (1978) Energy conservation techniques as innovations, and their diffusion. *Energy and Buildings*, 1, 339-343.
- Fischer R, Schwer P (2009) Module für das Haus der Zukunft. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich und Interact Verlag, Hochschule Luzern 2009.
- Fuller M (2010) Driving Demand for Home Energy Improvements: Motivating residential customers to invest in comprehensive upgrades that eliminate energy waste, avoid high bills, and spur the economy. presentation at Behavior, Energy and Climate Change Conference, Sacramento, November 2010.
- Green W H (2003) *Econometric Analysis*, Prentice Hall, New Jersey 2003.
- Grosser S N & Bruppacher S (2007) Decisions in the Construction Planning Process: Development of a Dynamic Model about Individual's Energy Efficiency Intention over Time. A paper prepared for presentation at the 25th International Conference of the System Dynamics Society July 29 – August 2, 2007.
- Interessensgemeinschaft privater professioneller Bauherren IPB, Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren (2010) Nachhaltiges Immobilienmanagement, Die Risiken von morgen sind die Chancen von heute. BBL, Vertrieb Bundespublikationen, Bern 2010.
- Jakob M, Jochem E, Christen K (2002) Grenzkosten bei forcierten Energieeffizienzmassnahmen bei Wohngebäuden. CEPE und HBT, ETH Zürich, Studie im Auftrag des Forschungsprogramms EWG des Bundesamts für Energie (BFE). September.
- Jakob M, Jochem E (2003, redaktionelle Anpassungen 2009) Quantitative Erhebung des Erneuerungsverhaltens im Bereich Wohngebäude, CEPE, ETH Zürich i.A. BFE, BWO, Kt. AG, BE, BL, TG, ZH.
- Jakob M, Madlener, R (2004) Riding down the experience curve for energy-efficient building envelopes: the Swiss case for 1970–2020.
- Jakob M (2007) The drivers of and barriers to energy efficiency in renovation decisions of single-family home-owners. CEPE Working Paper series.

- Jakob M, Aiulfi D, Primas A (2010) Survey and analysis of the energy consumption of a sample of office buildings and retail facilities. In: Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings Conference 2010 (IEECB'10), Frankfurt, 13 -14 April 2010.
- Jakob M, Unterhollenberg S, Gross N, Honegger-Ott A, Nägeli C (2012) Der Gebäudepark in der Stadt Zürich. Grundlagenbericht im Hinblick auf die Identifikation und Bildung von Clustern. Energieforschung Stadt Zürich, Zürich 2012.
- Jakob M, Unterhollenberg S, Häberli A (2013) Analyse der Erneuerung und Instandsetzung von Ein- und Mehrfamilienhaus-Gebäuden im Kanton Zürich. TEP Energy i.A. Kanton ZH, Zürich 2013.
- Kemper C (2012) Masterthesis Projektentwicklung im Bestand, Viel Potential – wenige Realisierungen? Universität Zürich, Zürich 2012.
- Lauper E (2009) Schlüsselfaktoren energierelevanter Entscheidungen privater Bauherren – Überprüfung eines sozialpsychologischen Handlungsmodells. Lizentiatsarbeit an der Universität Bern, Interfakultäre Koordinationsstelle für Allgemeine Ökologie.
- Menti U-P, Weber L, Keller I et al. (1999) Energieverbrauch in Bürogebäuden. Zürich, April 1999.
- Mischler B (2005) Der Gebäudebestand der Stadt Zurich. Publiziert durch Statistik Stadt Zurich, [ [http://www.stadtzuerich.ch/prd/de/index/statistik/publikationsdatenbank/Analysen/A\\_013\\_2005.html](http://www.stadtzuerich.ch/prd/de/index/statistik/publikationsdatenbank/Analysen/A_013_2005.html) , 2011-10-17].
- Mosler H-J und Gutscher H (1998) Umweltpsychologische Interventionsformen für die Praxis. Umweltpsychologie 2(2), 64-79. [http://www.eawag.ch/forschung/siam/lehre/spez\\_umweltpsychologie/pdf/IF.pdf](http://www.eawag.ch/forschung/siam/lehre/spez_umweltpsychologie/pdf/IF.pdf).
- Mosler H-J, Tobias R (2007) Umweltpsychologische Interventionsformen neu gedacht. Umweltpsychologie, 11. Jg., Heft 1, 2007, 35-54.
- Motiva Oy (2007) BEHAVE Evaluation of Energy Behavioural Change Programmes, Work Package 3, Evaluation of Projects and Best Practices, Intelligent Energy – Europe (IEE), EIE/06/086/S12.443558, Final Draft Report, 13 December 2007 [[http://www.energy-behave.net/pdf/WP3\\_report\\_final.pdf](http://www.energy-behave.net/pdf/WP3_report_final.pdf), 2011-10-11].
- Müller M (2012) How can the Diffusion of Energy-Efficient Renovations of Buildings be Accelerated? Dissertation Universität St. Gallen.
- Müller M O, Ulli-Beer S (2008) Diffusionsdynamik energieeffizienter Renovationen: Akteursanalyse. Bericht zum ersten Workshop am 20. Juni 2008. Arbeitspapiere aus der IKAÖ, Nr. 2, Universität Bern, Oktober 2008. [[http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/arbeitspapier\\_02.pdf](http://www.ikaoe.unibe.ch/publikationen/arbeitspapier_02.pdf), 2011-10-18].

- Neuhoff K, Amecke H, Novikova A, Stelmakh K (2011) Energetische Sanierung: Handlungsbedarf auf vielen Ebenen; DIW Wochenbericht Nr. 34 2011.
- Neuhoff K, Amecke H, Novikova A, Stelmakh K (2011a) Thermal Efficiency Retrofit of Residential Buildings: The German Experience, CPI Report.
- Nolan J M, Schultz P W, Cialdini R B, Goldstein N J, Griskevicius V (2008) Normative Social Influence is Underdetected, *Pers Soc Psychol Bull* 2008 34: 913.
- OECD (2011) Greening Household Behaviour: The Role of Public Policy. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/978926409875-en>.
- Ott W, Bade S (2013) Erneuerungsziele, nachhaltige Bewirtschaftungs- und Erneuerungsstrategien. FP-2.2.3, im Auftrag von Energieforschung Stadt Zürich, 23. Mai 2013.
- Ott W, Jakob M, Baur M, Kaufmann Y, Ott A (2005) Mobilisierung der energetischen Erneuerungspotenziale im Wohnbaubestand. Bundesamt für Energie, Bern 2005.
- Ott W, Von Grünigen S (2011) Wirtschaftlichkeit von Neubau- und Erneuerungsinvestitionen in der 2000-Watt-Gesellschaft. Econcept AG, Zürich 2011.
- Ott, Meier (2005) Grundlagen für eine Strategie Gebäudepark Schweiz. Für das Bundesamt für Energie, Zürich, 2005.
- Pichler V (2009) Wirtschaftlichkeit von integralen Erneuerungsmassnahmen im Wohnungsbau. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich 2009.
- Rey U (2011) Bauliche Verdichtung durch Ersatzneubau in der Stadt Zürich. Im Auftrag der Stadtentwicklung Zürich.
- Rütter H, Hässig W, Jakob M et al. (2008) Praxistest Minergie-Modernisierung. Rütter und Partner i.A. Bundesamt für Energie, Bern.
- Salvi M und Meins E (2010) Der Minergie-Boom unter der Lupe – eine Marktanalyse. ZKB, Center for Corporate Responsibility (Hrsg.), Zürich 2010.
- Sarikaya Karer (2011) Energy-efficient building activities in Zurich between 2006 – 2009 and potential improvements for the retrofitting of multiple dwelling units. Graduate School of the Environment Centre for Alternative Technology Machynlleth/School of Computing and Technology University of East London, Nov. 2011.
- Schalcher H R, Boesch H-J, Bertschy K, Sommer H, Matter D, Gerum J, Jakob M (2011) Was kostet das Bauwerk Schweiz in Zukunft und wer bezahlt dafür? Fokusstudie des Nationalen Forschungsprogramms 54 «Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung». Bern/Zürich, 2011.

- Schaub A (2010) Wohnungsmarkt Kreis 8 / Stadt Zürich: Repräsentative Bevölkerungsbefragung im Auftrag der Stadtentwicklung Zürich, gfs-zürich, markt und Sozialforschung.
- Schnorf P (2011) Klausurtagung des Verbandes Gebäudehüllen-Unternehmungen Inputreferat «Baumarkt Schweiz» 28. April 2011, Präsentation.
- Schultz, P W et al. (2007) The Constructive, Destructive, and Reconstructive Power of Social Norms. *Psychological Science* 18(5), 429-434.
- Schüssler R, Thalmann Ph (2005) Was treibt und hemmt den Wohnungsbau – Ergebnisse einer Bauträger- und Investorenbefragung. Prognos, EPFL. i.A. Bundesamt für Wohnungswesen (Hrsg.), Schriftenreihe Wohnungswesen, Band 76, Grenchen, September 2005.
- SIA, schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (2011) SIA-Effizienzpfad-Energie – Merkblatt 2040; Ausgabe 2011.
- Sorell S et al. (2004) *The economics of energy efficiency: barriers to cost-effective investment*, Edward Elgar Publishing.
- Sorrell S et al (2000) *Reducing Barriers to Energy Efficiency in Public and Private Organisations (BARRIERS)*. Coordinated by the University of Sussex. The Joule III Programme, Contract number JOS3CT970022.
- Stadt Zürich (2008) *Bauen für die 2000-Watt-Gesellschaft, Sieben Thesen zum Planungsprozess*. Amt für Hochbauten Stadt Zürich, Zürich 2008.
- Stadt Zürich (2009a) *Positionen zur städtischen Wohnpolitik*. Stadtrat von Zürich, Zürich 2009.
- Stadt Zürich (2009b) *Materialien zum Wohnen in Zürich, Medieninformation*. Stadtentwicklung, Zürich 2009.
- Stadt Zürich (2010) *Statistisches Jahrbuch der Stadt Zürich, Bau- und Wohnungswesen*,
- Stadt Zürich (2010) *RES – Räumliche Entwicklungsstrategie des Stadtrats für die Stadt Zürich*. Stadt Zürich, Hochbaudepartement HBD und Amt für Städtebau AfS, Zürich 2010.
- Stadt Zürich (2012) *Programm Wohnen*. Stadtrat von Zürich, Bezug durch Stadtentwicklung Zürich, Präsidialdepartement, Zürich 2012.
- Stieß I, Birzle-Harder B, Deffner J (2009) *So ein Haus ist auch die Sparkasse von einem. Motive und Barrieren von Eigenheimbesitzerinnen und –besitzern gegenüber einer energieeffizienten Sanierung: Ergebnisse einer qualitativen Untersuchung*. Frankfurt am Main.
- Stiess I, van der Land V, Birzle-Harder B, Deffner J (2010) *Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung*

– Ergebnisse einer standardisierten Befragung von Eigenheimsanierungen. Frankfurt am Main.

Ulli-Beer S, Bruppacher S, Grösser S, Geisshüsler S, Müller M, Mojtahedzadeh M, Schwaninger M, Ackermann F, Andersen D, Richardson G, Stulz R, Kaufmann-Hayoz R (2006) Understanding and accelerating the diffusion process of energy-efficient buildings: Introducing an Action Science Venture. Paper prepared for the 24th International Conference of the System Dynamics Society, (23-27 July 2006) Nijmegen NL.

Van Wezemaal J E (2005) Investieren in Bestand: Eine handlungstheoretische Analyse der Erhalts- und Entwicklungsstrategien von Wohnbau-Investoren in der Schweiz. Ostschweizerische Geographische Gesellschaft, Heft 8, St Gallen 2005.

Wallbaum H, Heeren N, Jakob M, Gabathuler M, Gross N, Martius G (2009) Gebäudeparkmodell SIA Effizienzpfad Energie Dienstleistungs- und Wohngebäude - Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz – Grundlagen zur Überarbeitung des SIA Effizienzpfades Energie. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Bundesamt für Energie (BFE), Bern, September.

Wallbaum H, Jakob M, Heeren N, Gross N, Martius G (2010a) Gebäudeparkmodell – Büro-, Schul- und Wohngebäude – Vorstudie zur Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für den Gebäudepark der Stadt Zürich. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Fachstelle nachhaltiges Bauen, Zürich, Mai.

Wallbaum H, Jakob M, Heeren N, Toloumis Ch (2010b) 7-Meilenschritte - Wirkungsanalyse anhand des Gebäudeparkmodells Stadt Zürich. ETH Zürich und TEP Energy i.A. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Fachstelle nachhaltiges Bauen, Zürich, Mai.

Weber L, (2002) Energie in Bürogebäuden. Verbrauch und energierelevante Entscheidungen, vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich (Hrsg.) Zürich.

Wiencke A und Meins E (2012) Anreize und Hemmnisse bei energetischen Sanierungen. Energieforschung Stadt Zürich, Zürich 2012.

## Anhang

### A-1 Tabellen Instandsetzungen und Erneuerungen

#### A-1.1 Fassade

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 88     | 27         | [22.6,32.3]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 74     | 23         | [18.6,27.8]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 112    | 35         | [29.6,39.9]        |
| Weiss nicht  | 50     | 15         | [11.9,19.8]        |
| Total  | 324    | 100        |                    |

Tabelle 68: Antworten auf die Fragen: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Fassade durchgeführt?»

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Erneuerung mit Wärmedämmung an der Aussen-<br>seite der Fassade (Kompaktfassade, hinterlüftete<br>Fassade) | 23     | 26         | [17.9,36.5]        |
| Wärmedämmung durch Innenisolation  | 11     | 13         | [7.0,21.4]         |
| Instandsetzung ohne Wärmedämmung (Neuan-<br>strich, Ausbesserung)  | 48     | 55         | [43.9,64.8]        |
| Andere   | 6      | 7          | [3.0,14.6]         |
| Total  | 88     | 100        |                    |

Tabelle 69: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Fassade durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

#### A-1.2 Fenster

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 118    | 37         | [31.4,42.0]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 111    | 34         | [29.4,39.7]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 57     | 18         | [13.8,22.2]        |
| Weiss nicht  | 37     | 11         | [8.4,15.4]         |
| Total  | 323    | 100        |                    |

Tabelle 70: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an den Fenstern durchgeführt?»

|   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|--------|------------|--------------------|
| Neue Fenster 2-fach verglast<br>(Ersatz Verglasung und Rahmen)                              | 61     | 53         | [43.4,61.6]        |
| Neue Fenster 3-fach verglast<br>(Ersatz Verglasung und Rahmen)                              | 39     | 34         | [25.5,42.8]        |
| Ersatz der Verglasung   | 8      | 7          | [3.5,13.3]         |
| Instandsetzung ohne energetische Verbesserungen<br>(Ausbesserungen, Anstrich Fensterrahmen) | 8      | 7          | [3.5,13.3]         |
| Total   | 116    | 100        |                    |

Tabelle 71: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an den Fenstern durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

### A-1.3 Dach

|  | Steildach |            |                    | Flachdach |            |                    |
|--|-----------|------------|--------------------|-----------|------------|--------------------|
|  | Anzahl    | Anteil [%] | Konfidenzintervall | Anzahl    | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
| Zwischen 2000 und 2012                             | 45        | 26         | [20, 33]           | 56        | 39         | [31, 47]           |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 63        | 36         | [29, 43]           | 31        | 22         | [16, 29]           |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 36        | 20         | [15, 27]           | 36        | 25         | [19, 33]           |
| Weiss nicht  | 32        | 18         | [13, 25]           | 21        | 15         | [10, 21]           |
| Total  | 176       |            |                    | 144       |            |                    |

Tabelle 72: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten am Dach durchgeführt?»

|                         | Steildach |            |                    | Flachdach |            |                    |
|-------------------------|-----------|------------|--------------------|-----------|------------|--------------------|
|                         | Anzahl    | Anteil [%] | Konfidenzintervall | Anzahl    | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
| an einem Teil des Dachs | 13        | 30         | [17.6,45.1]        | 15        | 27         | [16.6,40.2]        |
| am ganzen Dach          | 31        | 70         | [54.9,82.4]        | 41        | 73         | [59.8,83.4]        |
| Total                   | 44        | 100        |                    | 56        | 100        |                    |

Tabelle 73: Antworten auf die Frage: «Die Massnahmen wurden durchgeführt...»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Gesamterneuerung Dach<br>(Dachbedeckung, Unterkonstruktion und Wärmedämmung oder Komplettersatz) | 18     | 41         | [27.0,56.4]        |
| Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung der Dachschräge von innen/unten               | 13     | 30         | [17.6,45.1]        |
| Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung von Estrichboden oder Dachboden               | 4      | 9          | [3.3,22.6]         |
| Instandsetzung oder Ersatz der Eindeckung ohne Wärmedämm-Massnahmen                              | 9      | 20         | [10.7,35.5]        |
| Total  | 44     | 100        |                    |

Tabelle 74: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Steildach durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden und das Gebäude ein **Steildach** hat.

|   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|--------|------------|--------------------|
| Komplette Erneuerung des Aussendachs mit Wärmedämmung   | 37     | 66         | [52.4,77.5]        |
| Zusätzliche Wärmedämmung auf bestehender Wärmedämmung   | 4      | 7          | [2.6,18.0]         |
| Instandsetzung (Reparatur schadhafter Stellen) ohne Wärmedämmung/ohne Verbesserung der bestehenden Wärmedämmung | 15     | 27         | [16.6,40.2]        |
| Total   | 56     | 100        |                    |

Tabelle 75: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Flachdach durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden und das Gebäude ein **Flachdach** hat.

|   | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---|--------|------------|--------------------|
| Gesamterneuerung Dach (Dachbedeckung, Unterkonstruktion und Wärmedämmung oder Komplettersatz) | 18     | 41         | [27.0,56.4]        |
| Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung der Dachschräge von innen/unten            | 13     | 30         | [17.6,45.1]        |
| Wärmedämmung/Verbesserung bestehender Wärmedämmung von Estrichboden oder Dachboden            | 4      | 9          | [3.3,22.6]         |
| Instandsetzung oder Ersatz der Eindeckung ohne Wärmedämm-Massnahmen                           | 9      | 20         | [10.7,35.5]        |
| Total   | 44     | 100        |                    |

Tabelle 76: Antworten auf die Frage: «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 am Steildach durchgeführt wurden.»; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden und das Gebäude ein **Steildach** hat.

#### A-1.4 Decke Untergeschoss/Keller

|  | Anzahl | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|--|--------|------------|--------------------|
| Zwischen 2000 und 2012                             | 44     | 14         | [10.4,18.1]        |
| Vor dem Jahr 2000                                  | 57     | 18         | [14.0,22.5]        |
| Es wurden bisher noch keine Arbeiten durchgeführt. | 156    | 49         | [43.4,54.4]        |
| Weiss nicht  | 62     | 19         | [15.4,24.2]        |
| Total  | 319    | 100        |                    |

Tabelle 77: Antworten auf die Frage: «Wann wurden beim Gebäude letztmals Arbeiten an der Kellerdecke/Decke Untergeschoss durchgeführt?»

|                                       | Anteil [%] | Konfidenzintervall |
|---------------------------------------|------------|--------------------|
| Wärmedämmung Decke                    | 48         | [33.0,62.8]        |
| Verbesserung bestehender Wärmedämmung | 18         | [9.1,33.0]         |
| Wärmedämmung Verrohrung               | 20         | [10.7,35.5]        |
| Instandsetzung ohne Wärmedämmung      | 32         | [19.4,47.5]        |

Tabelle 78: Antworten auf die Frage «Bitte geben Sie an, welche Arbeiten zwischen 2000 und 2012 an der Decke Untergeschoss durchgeführt wurden.»; n = 44; Mehrfachantworten möglich; Frage nur, wenn zwischen 2000 und 2012 Arbeiten durchgeführt wurden.

## A-2 Regressionsanalyse Erneuerungsverhalten

### A-2.1 Anteile und Korrelationen der erklärenden Variablen im vollständigen Sample

| Merkmal            |  | Anzahl gültige Werte | Anteil |
|--------------------|--|----------------------|--------|
| Gebäude & Standort | Vor 1931 gebaut                        | 324                  | 48%    |
|                    | nach 1980 gebaut                       | 324                  | 10%    |
|                    | Freistehend                            | 324                  | 37%    |
|                    | Flachdach                              | 324                  | 45%    |
|                    | Mauerwerk / Beton / Backstein verputzt | 272                  | 82%    |
|                    | Gesamtnutzfläche $\geq 1000\text{m}^2$ | 324                  | 68%    |
|                    | Gebäude ist geschützt                  | 324                  | 6%     |
|                    | Innenstadt (Kreis 1)                   | 324                  | 24%    |
| Nutzung            | Gebäude im Privateigentum              | 324                  | 40%    |
|                    | Gebäude im Eigentum eines Unternehmens | 324                  | 32%    |
|                    | Nur ein/e Nutzer/in                    | 324                  | 35%    |
| Wichtige Ziele     | Hohe Rendite                           | 247                  | 44%    |
|                    | Geringe Massnahmenkosten               | 252                  | 77%    |
|                    | Hohe energetische Qualität             | 247                  | 64%    |
|                    | Hohe architektonische Qualität         | 246                  | 60%    |

Tabelle 79: Anzahl gültige Werte und Anteile im vollständigen Sample

| Korrelationen                             |                    |                     |                  |              |   |   |                               |
|---|--------------------|---------------------|------------------|--------------|---|---|-------------------------------|
|   | Vor 1931<br>gebaut | nach 1980<br>gebaut | Freiste-<br>hend | Flachdach    | Mauerwerk<br>/ Beton /<br>Backstein<br>verputzt | Gesamt-<br>nutzfläche<br>≥ 1000m <sup>2</sup> | Gebäude<br>ist ge-<br>schützt |
| Vor 1931 gebaut                           | 1.00               |                     |                  |              |   |   |                               |
| nach 1980 gebaut                          | -0.30              | 1.00                |                  |              |   |   |                               |
| Freistehend                               | -0.20              | 0.13                | 1.00             |              |   |   |                               |
| Flachdach                                 | -0.50              | 0.18                | <b>0.22</b>      | 1.00         |   |   |                               |
| Mauerwerk / Beton /<br>Backstein verputzt | <b>0.44</b>        | <b>-0.20</b>        | -0.13            | <b>-0.36</b> | 1.00  |   |                               |
| Gesamtnutzfläche ≥<br>1000m <sup>2</sup>  | <b>-0.26</b>       | 0.05                | 0.01             | <b>0.24</b>  | -0.14   | 1.00  |                               |
| Gebäude ist<br>geschützt                  | <b>0.26</b>        | -0.09               | -0.15            | <b>-0.22</b> | 0.13  | 0.09  | 1.00                          |
| Innenstadt (Kreis1)                       | <b>0.35</b>        | -0.05               | <b>-0.26</b>     | <b>-0.25</b> | 0.07  | 0.10  | <b>0.23</b>                   |
| Gebäude im<br>Privateigentum              | <b>0.28</b>        | <b>-0.22</b>        | -0.11            | -0.19        | 0.14  | <b>-0.28</b>                                  | 0.02                          |
| Nur ein/e Nutzer/in                       | -0.05              | 0.10                | 0.11             | -0.01        | -0.06   | -0.06   | -0.07                         |
| Hohe Rendite                              | -0.11              | 0.06                | 0.01             | -0.06        | 0.00  | 0.17  | 0.04                          |
| Geringe<br>Massnahmenkosten               | -0.04              | -0.15               | -0.01            | 0.07         | 0.06  | 0.13  | -0.06                         |
| Hohe<br>energetische<br>Qualität          | -0.07              | -0.03               | 0.00             | 0.05         | 0.00  | <b>0.21</b>                                   | -0.03                         |
| Hohe<br>architektonische<br>Qualität      | 0.03               | 0.03                | -0.11            | -0.15        | 0.01  | 0.12  | 0.11                          |

Tabelle 80: Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen (n=324)

| Korrelationen                                     |                     |                           |                    |                                 |   |   |   |
|---|---------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|---|---|---|
|   | Innenstadt (Kreis1) | Gebäude im Privateigentum | Nur eine Nutzer/in | Hohe Rendite als wichtiges Ziel | Geringe Massnahmenkosten als wichtiges Ziel | Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel | Hohe architektonische Qualität als wichtiges Ziel |
| Innenstadt (Kreis1)                               | 1.00                |                           |                    |                                 |   |   |   |
| Gebäude im Privateigentum                         | -0.03               | 1.00                      |                    |                                 |   |   |   |
| Nur ein/e Nutzer/in                               | -0.09               | <b>-0.21</b>              | 1.00               |                                 |   |   |   |
| Hohe Rendite als wichtiges Ziel                   | 0.02                | -0.13                     | -0.18              | 1.00                            |   |   |   |
| Geringe Massnahmenkosten als wichtiges Ziel       | 0.05                | -0.12                     | -0.06              | 0.14                            | 1.00  |   |   |
| Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel     | 0.02                | -0.19                     | 0.08               | 0.20                            | 0.09  | 1.00  |   |
| Hohe architektonische Qualität als wichtiges Ziel | 0.14                | 0.03                      | -0.04              | 0.08                            | 0.09  | 0.33  | 1.00  |

Tabelle 81: Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen (n=324)

| Korrelationen                                     |                   |                              |                          |                           |                                 |   |   |   |
|---|-------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|---|---|---|
|   | Im Privateigentum | Eigentum von Immobilienfirma | Eigentum von Unternehmen | Eigentum Öffentliche Hand | Hohe Rendite als wichtiges Ziel | Geringe Massnahmenkosten als wichtiges Ziel | Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel | Hohe architektonische Qualität als wichtiges Ziel |
| Im Privateigentum                                 | 1                 |                              |                          |                           |                                 |   |   |   |
| Eigentum von Immobilienfirma                      | -0.34             | 1.00                         |                          |                           |                                 |   |   |   |
| Eigentum von Unternehmen                          | -0.59             | -0.26                        | 1.00                     |                           |                                 |   |   |   |
| Eigentum Öffentliche Hand                         | -0.12             | -0.06                        | -0.09                    | 1.00                      |                                 |   |   |   |
| Hohe Rendite als wichtiges Ziel                   | -0.15             | <b>0.24</b>                  | 0.03                     | -0.02                     | 1.00                            |   |   |   |
| Geringe Massnahmenkosten als wichtiges Ziel       | -0.09             | 0.11                         | 0.08                     | 0.07                      | 0.07                            | 1.00  |   |   |
| Hohe energetische Qualität als wichtiges Ziel     | -0.15             | 0.07                         | 0.14                     | 0.00                      | 0.20                            | 0.11  | 1.00  |   |
| Hohe architektonische Qualität als wichtiges Ziel | 0.07              | -0.01                        | -0.02                    | -0.08                     | 0.05                            | 0.04  | 0.33  | 1.00  |

Tabelle 82: Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen (n=324)

## A-3 Regressionsanalyse Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung

### A-3.1 Typisches Gebäude zur Fragestellung „Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung (zur Berechnung von marginalen Effekten)“

| Merkmal            |                                    | Häufigste Ausprägung |
|--------------------|------------------------------------|----------------------|
| Gebäude            | Baujahr $\geq$ 1970                | 0                    |
|                    | Nutzfläche > 1000 m <sup>2</sup>   | 1                    |
|                    | Denkmalgeschützt                   | 0                    |
|                    | Innenstadt (Kreis1)                | 0                    |
| Eigentum & Nutzung | Eigentübertyp privat               | 1                    |
|                    | Eigentübertyp Unternehmen          | 0                    |
|                    | Eigentübertyp Sonstige Besitzer    | 0                    |
|                    | Selbstnutzung Eigentümer/in        | 0                    |
|                    | Zielsetzung Rendite                | 0                    |
|                    | Gebäudehülle energetisch erneuert  | 0                    |
|                    | Büroanteil < 50%                   | 0                    |
|                    | tiefhängende Decken / Böden        | 0                    |
|                    | Mind. eine Frage nicht beantwortet | 0                    |

Tabelle 83: Für die Berechnung von marginalen Effekten verwendete Merkmalsausprägungen für die Fragestellung „Ausstattung mit Lüftung oder Klimatisierung“

### A-3.2 Anteile und Korrelationen im vollständigen Sample

| Einflussfaktor     |  | Anzahl gültige Werte | Anteil |
|--------------------|--|----------------------|--------|
| Gebäude            | Baujahr $\geq$ 1970                              | 369                  | 10%    |
|                    | Nutzfläche > 1000 m <sup>2</sup>                 | 369                  | 67%    |
|                    | Denkmalgeschützt                                 | 369                  | 6%     |
|                    | Innenstadt (Kreis1)                              | 369                  | 23%    |
| Eigentum & Nutzung | Eigentübertyp privat                             | 369                  | 42%    |
|                    | Eigentübertyp Unternehmen                        | 369                  | 32%    |
|                    | Eigentübertyp Sonstige                           | 369                  | 27%    |
|                    | Selbstnutzung Eigentümer/in                      | 369                  | 49%    |
|                    | Zielsetzung Rendite <sup>(A)</sup>               | 369                  | 34%    |
|                    | Gebäudehülle energetisch erneuert <sup>(A)</sup> | 369                  | 32%    |
|                    | Büroanteil < 50%                                 | 369                  | 12%    |
|                    | tiefhängende Decken / Böden <sup>(A)</sup>       | 369                  | 36%    |

Tabelle 84: Anteile der für die logistischen Regressionen verwendeten Einflussfaktoren

<sup>(A)</sup> missing values wurden als 0 codiert

In einer Reihe der ausgefüllten Fragebogen wurde eine oder mehrere der Fragen zu den in Tabelle 84 mit <sup>(A)</sup> gekennzeichneten Einflussfaktoren nicht beantwortet. Um diese Fragebogen trotzdem in die logistischen Regressionen mit einzubeziehen, wurden die nicht

beantworteten Fragen mit «0» codiert und den Regressionsmodellen zusätzlich die erklärende Variable «Mind. eine Frage nicht beantwortet» hinzugefügt.

| Korrelationen                      |                   |                                 |                  |            |                   |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
|------------------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------|------------|-------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------------|
|                                    | Baujahr<br>≥ 1970 | Fläche<br>> 1000 m <sup>2</sup> | Denkmalgeschützt | Innenstadt | Eigentümer privat | Eigentübertyp<br>Unternehmen | Eigentübertyp<br>Sonstige | Selbstnutzung<br>Eigentümer/in | Zielsetzung<br>Rendite | Gebäudehülle<br>energ. ern. | Büroanteil < 50% | tiefhängende<br>Decken / Böden | Mind. 1 Frage<br>nicht beantwortet |
| Baujahr ≥ 1970                     | 1.00              |                                 |                  |            |                   |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Nutzfläche > 1000 m <sup>2</sup>   | 0.07              | 1.00                            |                  |            |                   |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Denkmalgeschützt                   | -0.12             | 0.06                            | 1.00             |            |                   |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Innenstadt (Kreis1)                | -0.16             | 0.08                            | <b>0.21</b>      | 1.00       |                   |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Eigentübertyp privat               | <b>-0.28</b>      | <b>-0.29</b>                    | 0.01             | -0.01      | 1.00              |                              |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Eigentübertyp Unternehmen          | <b>0.23</b>       | <b>0.29</b>                     | 0.07             | 0.07       | <b>-0.58</b>      | 1.00                         |                           |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Eigentübertyp Sonstige             | 0.07              | 0.02                            | -0.08            | -0.07      | <b>-0.51</b>      | <b>-0.41</b>                 | 1.00                      |                                |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Selbstnutzung Eigentümer/in        | -0.08             | -0.07                           | -0.01            | -0.09      | -0.13             | 0.15                         | -0.02                     | 1.00                           |                        |                             |                  |                                |                                    |
| Zielsetzung Rendite                | 0.07              | 0.09                            | 0.08             | 0.01       | -0.03             | -0.02                        | 0.05                      | -0.17                          | 1.00                   |                             |                  |                                |                                    |
| Gebäudehülle energetisch erneuert  | 0.03              | 0.05                            | 0.07             | 0.00       | -0.09             | 0.06                         | 0.04                      | 0.09                           | 0.00                   | 1.00                        |                  |                                |                                    |
| Büroanteil < 50%                   | -0.01             | -0.06                           | -0.03            | -0.05      | 0.07              | -0.04                        | -0.04                     | 0.15                           | 0.02                   | -0.06                       | 1.00             |                                |                                    |
| tiefhängende Decken / Böden        | 0.20              | 0.15                            | -0.05            | 0.03       | -0.15             | <b>0.20</b>                  | -0.05                     | 0.16                           | 0.02                   | <b>0.22</b>                 | -0.11            | 1.00                           |                                    |
| Mind. eine Frage nicht beantwortet | 0.02              | -0.04                           | -0.07            | -0.04      | -0.01             | -0.01                        | 0.02                      | -0.09                          | <b>-0.32</b>           | -0.15                       | 0.05             | -0.15                          | 1.00                               |

Tabelle 85: Korrelationen zwischen den erklärenden Variablen

### A-3.3 Lüftung und Klimatisierung

| Mechanische Lüftung vorhanden                                   |   |                   |  |              |                      |
|---|---|-------------------|--|--------------|----------------------|
| Einflussfaktor  |   | Anteil<br>(n=328) | P-Wert<br>Chi-Quadrat-<br>Zusammenhangs-Test | Logit-Modell |                      |
|   |   |                   |  | Odds Ratio   | dy/dx <sup>(A)</sup> |
| Gebäude   | Baujahr ≥ 1970  | 20%               | 0.000  | 5.70***      | 0.39***              |
|   | Nutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup>                           | 67%               | 0.000  | 3.45***      | 0.28***              |
|   | Denkmalgeschützt  | 6%                | 0.599  | 1.14         | 0.03                 |
|   | Innenstadt (Kreis 1)                                      | 21%               | 0.068  | 2.00**       | 0.15**               |
| Eigentum  | Gebäude im Privateigentum <sup>(B)</sup>                  | 40%               | 0.000  | 0.52*        | - 0.15**             |
|   | Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(B)</sup> | 28%               | 0.205  | 0.87         | - 0.03               |
|   | Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt                  | 52%               | 0.087  | 1.65*        | 0.11*                |
|   | Zielsetzung Rendite                                       | 34%               | 0.171  | 1.16         | 0.03                 |
|   | Gebäudehülle im Zeitraum 2000 - 2012 energ. erneuert      | 34%               | 0.000  | 2.12**       | 0.17***              |
|   | Büroanteil < 50%  | 12%               | 0.397  | 0.90         | - 0.02               |
|   | Tiefgehängten Decken oder Doppelböden                     | 40%               | 0.000  | 1.67*        | 0.11*                |
|   | Mind. eine der Fragen nicht beantwortet                   | 46%               | 0.018  | 0.73         | - 0.07               |
| <b>Anzahl Gebäude</b>   |   |                   |  |              | 328                  |
| <b>Anzahl Gebäude mit mechanischer Lüftung</b>                  |   |                   |  |              | 185                  |
| <b>Log-likelihood</b>   |   |                   |  |              | -176.3241            |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>                        |   |                   |  |              | 0.0000               |
| <b>Prognostizierte Wahrscheinlichkeit für typisches Gebäude</b> |   |                   |  |              | 0.3366               |

Tabelle 86: Analysen mit abhängiger Variable «Mechanische Lüftung vorhanden».

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau,

<sup>(A)</sup> Marginale Effekte berechnet anhand eines typischen Bürogebäudes (siehe Anhang A-3.1)

<sup>(B)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

| Büros / Sitzungszimmer mechanisch belüftet                      |   |                   |  |              |                      |
|---|---|-------------------|--|--------------|----------------------|
| Einflussfaktor  |   | Anteil<br>(n=321) | P-Wert<br>Chi-Quadrat-<br>Zusammenhangs-Test | Logit-Modell |                      |
|   |   |                   |  | Odds Ratio   | dy/dx <sup>(A)</sup> |
| Gebäude   | Baujahr ≥ 1970  | 20%               | 0.000  | 4.08***      | 0.18***              |
|   | Nutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup>                           | 66%               | 0.000  | 2.60***      | 0.12**               |
|   | Denkmalgeschützt  | 6%                | 0.070  | 2.24         | 0.10                 |
|   | Innenstadt (Kreis 1)                                      | 20%               | 0.046  | 1.92**       | 0.08*                |
| Eigentum  | Gebäude im Privateigentum <sup>(B)</sup>                  | 40%               | 0.001  | 0.71         | - 0.04               |
|   | Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(B)</sup> | 28%               | 0.242  | 0.56*        | - 0.07               |
|   | Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt                  | 52%               | 0.219  | 1.52         | 0.05                 |
|   | Zielsetzung Rendite                                       | 35%               | 0.092  | 1.45         | 0.05                 |
|   | Gebäudehülle im Zeitraum 2000 - 2012 energ. erneuert      | 34%               | 0.007  | 1.65*        | 0.06*                |
|   | Büroanteil < 50%  | 11%               | 0.710  | 0.96         | - 0.01               |
|   | Tiefgehängten Decken oder Doppelböden                     | 40%               | 0.000  | 1.85**       | 0.08**               |
|   | Mind. eine der Fragen nicht beantwortet                   | 45%               | 0.478  | 1.25         | 0.03                 |
| <b>Anzahl Gebäude</b>   |   |                   |  | 321          |                      |
| <b>Anzahl Gebäude mit belüfteten Büros / Sitzungszimmern</b>    |   |                   |  | 100          |                      |
| <b>Log-likelihood</b>   |   |                   |  | -174.9847    |                      |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>                        |   |                   |  | 0.0000       |                      |
| <b>Prognostizierte Wahrscheinlichkeit für typisches Gebäude</b> |   |                   |  | 0.1501       |                      |

Tabelle 87: Analysen mit abhängiger Variable «Büros / Sitzungszimmer mechanisch belüftet».

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau,

<sup>(A)</sup> Marginale Effekte berechnet anhand eines typischen Bürogebäudes (siehe Anhang A-3.1)<sup>(B)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

| Kühlung / Klimatisierung vorhanden                              |   |                   |  |              |                      |
|---|---|-------------------|--|--------------|----------------------|
| Einflussfaktor  |   | Anteil<br>(n=341) | P-Wert<br>Chi-Quadrat-<br>Zusammenhangs-Test | Logit-Modell |                      |
|   |   |                   |  | Odds Ratio   | dy/dx <sup>(A)</sup> |
| Gebäude   | Baujahr ≥ 1970  | 19%               | 0.001  | 1.77         | 0.12                 |
|   | Nutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup>                           | 66%               | 0.000  | 2.12***      | 0.16**               |
|   | Denkmalgeschützt  | 6%                | 0.842  | 1.07         | 0.02                 |
|   | Innenstadt (Kreis 1)                                      | 22%               | 0.064  | 1.67*        | 0.11*                |
| Eigentum  | Gebäude im Privateigentum <sup>(B)</sup>                  | 41%               | 0.000  | 0.31***      | - 0.25***            |
|   | Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(B)</sup> | 27%               | 0.132  | 0.80         | - 0.05               |
|   | Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt                  | 51%               | 0.219  | 1.15         | 0.03                 |
|   | Zielsetzung Rendite                                       | 35%               | 0.639  | 0.98         | - 0.01               |
|   | Gebäudehülle im Zeitraum 2000 - 2012 energ. erneuert      | 34%               | 0.004  | 1.53         | 0.09                 |
|   | Büroanteil < 50%  | 11%               | 0.015  | 0.48*        | - 0.16*              |
|   | Tiefgehängten Decken oder Doppelböden                     | 39%               | 0.000  | 2.48***      | 0.20***              |
|   | Mind. eine der Fragen nicht beantwortet                   | 46%               | 0.005  | 0.65         | - 0.09               |
| <b>Anzahl Gebäude</b>   |   |                   |  | 341          |                      |
| <b>Anzahl Gebäude mit mechanischer Lüftung</b>                  |   |                   |  | 179          |                      |
| <b>Log-likelihood</b>   |   |                   |  | -192.3892    |                      |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>                        |   |                   |  | 0.0000       |                      |
| <b>Prognostizierte Wahrscheinlichkeit für typisches Gebäude</b> |   |                   |  | 0.3204       |                      |

Tabelle 88: Analysen mit abhängiger Variable «Kühlung / Klimatisierung vorhanden».

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau,

<sup>(A)</sup> Marginale Effekte berechnet anhand eines typischen Bürogebäudes (siehe Anhang A-3.1)<sup>(B)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

| Büros / Sitzungszimmer gekühlt bzw. klimatisiert                |   |                   |  |              |                      |
|---|---|-------------------|--|--------------|----------------------|
|   | Einflussfaktor  | Anteil<br>(n=335) | P-Wert<br>Chi-Quadrat-<br>Zusammenhangs-Test | Logit-Modell |                      |
|   |   |                   |  | Odds Ratio   | dy/dx <sup>(A)</sup> |
| Gebäude   | Baujahr ≥ 1970  | 20%               | 0.001  | 2.06**       | 0.12*                |
|   | Nutzfläche ≥ 1000m <sup>2</sup>                           | 66%               | 0.000  | 2.92***      | 0.17**               |
|   | Denkmalgeschützt  | 6%                | 0.187  | 1.63         | 0.08                 |
|   | Innenstadt (Kreis 1)                                      | 22%               | 0.001  | 2.56***      | 0.15***              |
| Eigentum  | Gebäude im Privateigentum <sup>(B)</sup>                  | 41%               | 0.000  | 0.42***      | - 0.14***            |
|   | Gebäude im Besitz übriger Eigentümer/innen <sup>(B)</sup> | 27%               | 0.497  | 0.54*        | - 0.10*              |
|   | Gebäude von Eigentümer/in selbst genutzt                  | 51%               | 0.554  | 1.08         | 0.01                 |
|   | Zielsetzung Rendite                                       | 35%               | 0.280  | 1.12         | 0.02                 |
|   | Gebäudehülle im Zeitraum 2000 - 2012 energ. erneuert      | 34%               | 0.002  | 1.70*        | 0.09*                |
|   | Büroanteil < 50%  | 11%               | 0.012  | 0.41*        | - 0.14*              |
|   | Tiefgehängten Decken oder Doppelböden                     | 39%               | 0.000  | 2.39***      | 0.14***              |
|   | Mind. eine der Fragen nicht beantwortet                   | 46%               | 0.035  | 0.82         | - 0.03               |
| <b>Anzahl Gebäude</b>   |   |                   |  | 335          |                      |
| <b>Anzahl Gebäude mit mechanischer Lüftung</b>                  |   |                   |  | 130          |                      |
| <b>Log-likelihood</b>   |   |                   |  | -178.8471    |                      |
| <b>P-Wert LR-Test alle Koeffizienten</b>                        |   |                   |  | 0.0000       |                      |
| <b>Prognostizierte Wahrscheinlichkeit für typisches Gebäude</b> |   |                   |  | 0.2029       |                      |

Tabelle 89: Analysen mit abhängiger Variable «Büros / Sitzungszimmer gekühlt bzw. klimatisiert».

\*/\*\*/\*\*\*: signifikant auf dem 10%-Niveau / 5%-Niveau / 1%-Niveau,

<sup>(A)</sup> Marginale Effekte berechnet anhand eines typischen Bürogebäudes (siehe Anhang A-3.1)<sup>(B)</sup> Vergleichsgruppe: Gebäude im Besitz von Unternehmen

## A-4 Fragebogen

Fragebogen Teil 1: Bewirtschafter/innen- bzw. Bewirtschafter/innen/Eigentümer/innenfragebogen (falls die Eigentümer/innen auch die Bewirtschafter/innen sind) zum Gebäude (Ausstattung und bisherige Massnahmen)

Fragebogen Teil 2: Eigentümer/innenfragebogen zu den Gründen und Motiven des Erneuerungsverhaltens