Universität Zürich[UZH]

Masterthese

Zur Erlangung des

Master of Advanced Studies in Real Estate

Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

Finanzielle Bewertung der Flexibilität

Verfasser: Daniel Küpfer

Adresse: Wanderstrasse 10; CH-4054 Basel

E-Mail: daniel_kuepfer@gmx.ch

Telefon: +41 76 334 77 00

Eingereicht bei: Heinrich Kunz

Korreferent: Dr. Mihnea Constantinescu

Abgabedatum: 12. August 2011

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis **V**

Abbildungsverzeichnis **VI**

Tabellenverzeichnis **VII**

Executive Summary **VIII**

1 Einleitung **1**

1.1 Problemstellung ... 1

1.2 Zielsetzungen ... 2

1.3 Vorgehen ... 2

2 Die Immobilie Bürohochhaus **3**

2.1 Definition und Abgrenzung ... 3

2.1.1 Zielobjekte der Arbeit ... 3

2.1.2 Standort ... 4

2.1.3 Hochhausspezifische Regulatorien und Normen ... 4

2.2 Grobüberblick der massgebenden Fachbereiche und Gewerke ... 5

2.2.1 Architektur ... 5

2.2.2 Tragwerk ... 6

2.2.3 Gebäudetechnologie ... 7

2.2.4 Fassade ... 9

2.2.5 Aufzugsanlagen ... 9

2.3 Bürobau ... 10

2.3.1 Zellenbüro ... 11

2.3.2 Grossraumbüro ... 12

2.3.3 Gruppenbüro ... 13

2.3.4 Kombibüro ... 13

2.3.5 Business-Club ... 14

2.3.6 Reversibles Büro 15

2.3.7 Nonterritoriales Büro 15

2.4 Arbeitsgesetzliche Vorschriften 16

2.4.1 Licht, Beleuchtung, Sicht ins Freie 16

2.4.2 Raumklima 17

2.4.3 Raumluftqualität 18

2.4.4 Wohlbefinden am Arbeitsplatz 18

2.5 Geometrische Anforderungen an die Büroorganisationsformen 19

2.6 Trends und Nachfrage im Bürobau 23

3 Flexibilität 25

3.1 Definition und Notwendigkeit der Flexibilität 25

3.1.1 Nachhaltigkeit durch Flexibilität 26

3.1.2 Planung der Flexibilität 26

3.1.3 Typologien der Flexibilität 27

3.2 Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten 28

3.2.1 Flexibilität in der Architektur 28

3.2.2 Flexibilität im Tragwerk 31

3.2.3 Flexibilität in der Gebäudetechnologie 32

3.2.4 Flexibilität in der Fassade 34

3.2.5 Flexibilität in den Aufzugsanlagen 34

3.3 Erkenntnisse in Bezug auf Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten 35

3.3.1 Denken und Planen in Szenarien 35

3.3.2 Flexibilitäten in Abhängigkeit der Geschosshöhe 36

3.4 Bewertung der Flexibilität 37

3.4.1 Flexibilitätsgrad 37

3.4.2 Anwendbarkeit der ESI®-Bewertung bei Bürohochhaus-Neubauten 38

3.5 Nachfrage nach Flexibilität 39

4 Finanzielle Bewertung der Flexibilität 42

4.1 Statische Bewertungsmethoden ... 42

4.2 Dynamische Bewertungsmethoden ... 43

4.3 Bewertung eines flexiblen Konzeptes in den Planungsphasen ... 44

4.3.1 Entscheidungspunkt 1: Berechnung des $NPV_{dynamisch}$ ... 47

4.3.2 Entscheidungspunkt 2: Berechnung des $NPV_{statisch}$ ... 48

4.3.3 Ermittlung der risikoadjustierten Marktmieten ... 48

4.3.4 Bestimmung des Diskontsatzes ... 49

5 Durchführung der Bewertung anhand eines realistischen Beispiels 50

5.1 Projektdefinition ... 51

5.1.1 Projektgrundlagen ... 51

5.1.2 Ermittlung der Markmieten in Zürich, Kreis 5 ... 52

5.2 Entscheidung 1 (2012): Dynamischer Netto-Kapitalwert ($NPV_{dynamisch}$) ... 54

5.2.1 Aufgabenstellung ... 54

5.2.2 Durchführung der Bewertung ... 54

5.2.3 Auswertung der Resultate ... 56

5.3 Entscheidung 2 (2014): Statischer Netto-Kapitalwert ($NPV_{statisch}$) ... 58

6 Schlussbetrachtung 59

6.1 Fazit ... 59

6.2 Diskussion und Ausblick ... 60

Anhang

Literaturverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

ArGV	Verordnung zum Arbeitsgesetz
BZO	Bau- und Zonenordnung
CCRS	Center for Corporate Responsibility and Sustainability (der Universität Zürich)
DCF	Discounted Cash Flow (Barwert zukünftiger Zahlungsströme)
ESI	Economic Sustainability Indicator (CCRS)
EVD	Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement
GF	Geschossfläche (SIA 416)
HNF	Hauptnutzfläche (SIA 416)
NNF	Nebennutzfläche (SIA 416)
NPV	Net Present Value (Netto-Kapitalwert)
PBG	Planungs- und Baugesetz
SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
VKF	Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitübersicht Bürokonzepte; Spath / Kern (2003), S. 127 11

Abbildung 2: Nachfragezyklen und Bedeutungsgrad unterschiedlicher Bürokonzepte bei Neubauten; Spath / Kern (2003), S. 136 23

Abbildung 3: Flexibilität als Realoption in der Projektentwicklung..... 45

Abbildung 4: Zwei-Schritt Binomialbaum..... 47

Abbildung 5: Entscheidungspunkte / Zeitverhältnisse (Definition der Laufzeiten siehe Tabelle 8)..... 50

Abbildung 6: Angebotsmieten Kreis 5; vgl. o.V. Wüest & Partner AG (2011) 53

Abbildung 7: NPV in [CHF] für Projekt 1: 20 Regelgeschosse 54

Abbildung 8: NPV in [CHF] für Projekt 2: 21 Regelgeschosse 54

Abbildung 9: Entwicklung des Optionswertes..... 56

Abbildung 10: Elastizität (Delta) zwischen dem dynamischen und dem statischen Kapitalwertkriterium der maximal wirtschaftlich vertretbaren Erstellungskosten 57

Abbildung 11: Prozentuale Elastizität der Erstellungskosten zwischen dem dynamischen und dem statischen Kapitalwertkriterium im Vergleich mit der Volatilität [%] der Mieten..... 57

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Minimale lichte Höhe in Abhängigkeit der Bodenfläche; vgl. Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009), Art. 5, Absatz 3 17

Tabelle 2: Kenngrössen Büro 20

Tabelle 3: Bewertung Abstand Kern - Fassade 21

Tabelle 4: Bewertung lichte Raumhöhe 21

Tabelle 5: Bewertung der Bodenaufbauten 22

Tabelle 6: Gewichtung der Teilindikatoren und Sub-Teilindikatoren; Holthausen / Meins / Christen (2009), S. 12 38

Tabelle 7: Zusammensetzung Diskontsatz 49

Tabelle 8: Gebäudedaten, Zeitverhältnisse und Kosten der Projekte 1 und 2 51

Tabelle 9: Ertragswerte der Projekte 1 und 2 52

Tabelle 10: Ermittlung der Marktmieten 52

Executive Summary

Bürohochhaus-Neubauten sind sehr komplexe Gebäude. Anforderungen an die Flexibilität müssen deshalb bereits in der Projektdefinition oder den Wettbewerbsgrundlagen definiert werden. Die Planung der Flexibilität ist ein integraler Prozess und das Denken in Szenarien ist hierfür ein wichtiges Instrument.

Eine strikte Trennung zwischen Primär- und Sekundärstruktur ist unter dem Aspekt der Flexibilität nicht zwingend erforderlich. Essentiell hingegen sind die strukturelle Abgrenzung zum Mieterausbau und kosteneffiziente Mieterausbaumöglichkeiten. Ein weiteres massgebendes Kriterium der Flexibilität ist die Geschosshöhe und im speziellen die lichte Raumhöhe, welche zugleich einen grossen Einfluss auf die Raumqualität hat. Unter Einhaltung der gemäss Bau- und Zonenordnung maximal möglichen Gebäudehöhe gilt es, eine wirtschaftliche und flexible Geschosshöhe und somit die Anzahl der auszuführenden Regelgeschosse festzulegen. Die in dieser Arbeit entwickelte finanzielle Bewertung der Flexibilität kann unter Anderem für diese Entscheidung beigezogen werden.

Es wurde festgestellt, dass eine spezifische Nachfrage nach Flexibilität bei Bürogebäuden vorhanden ist, die in Zukunft noch zunehmen wird. Vermietungsrisiken können durch Flexibilität reduziert werden.

In Anlehnung an die Preisbildung in einer Marktwirtschaft wurde der Aspekt der Flexibilität im Kontext von Angebot und Nachfrage analysiert. In dieser Arbeit wurden hierfür zwei Bewertungsparameter, der objektspezifische Flexibilitätsgrad und die marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität, entwickelt.

Die finanzielle Bewertung der Flexibilität wurde in zwei Entscheidungszeitpunkte während des Planungsprozesses unterteilt, einer vor Beginn der strategischen Planung und der andere vor Beginn des Bauprojektes. Im ersten entspricht die Flexibilität einer sogenannten Planungsflexibilität und wird anhand der Realoptionstheorie unter Berücksichtigung des dynamischen Kapitalwertkriteriums bewertet. Im zweiten wird die Ausführung einer flexiblen Bauweise durch eine DCF-Bewertung mit risikoadjustierten Marktmieten unter Berücksichtigung des statischen Kapitalwertkriteriums bewertet.

Anhand eines fiktiven Beispiels wurde die in dieser Arbeit entwickelte Systematik zur Bewertung der Flexibilität modellhaft angewendet. Hierbei wurde festgestellt, dass die Bewertung mittels Realoptionstheorie ein flexibles Projekt höher bewertet als die statische Bewertung und somit den finanziellen Handlungsspielraum auf Seiten des Investors vergrössert.

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Bei der Planung und Entwicklung eines Bürohochhauses stellt sich für den Investor oder Projektentwickler bereits in einer frühen Projektphase die Kernfrage nach der ökonomisch sinnvollen Flexibilität. Gerade bei einem Hochhaus, wo die Erstellungskosten höher und die Planungs- und Bauzeiten länger sind als bei normalen Hochbauten, kommt diesem Thema eine wichtige Bedeutung zu in Anbetracht von langfristigen und risikooptimierten Erträgen. Die Konsequenzen aus einmal gefällten Entscheiden wiederholen sich bei einem Hochhaus vielfach und können sich sowohl positiv als auch negativ auswirken. Erfüllen Bürohochhäuser die Anforderungen für allfällige Umnutzungen oder Anpassungen nicht oder nur unter Inkaufnahme von sehr grossen Aufwendungen und Kosten, kann ein Rück- und Neubau, noch weit vor Erreichen der möglichen Nutzungsdauer der Primärstruktur, unumgänglich werden.

Es existiert umfangreiche Literatur zum Thema Flexibilität im Allgemeinen oder auch spezifiziert auf den Bürobau, welche unter den Aspekten der Langlebigkeit und Nachhaltigkeit flexible Bauweisen im Grundsatz empfiehlt. Jedoch beschränken sich hierbei die meisten Untersuchungen auf qualitative oder empirische Beobachtungen; eine finanzielle Bewertung dieser Thematik wird hierbei oft ausser acht gelassen. An dem Punkt soll diese Arbeit anknüpfen und die Beantwortung der Frage einer ökonomisch sinnvollen Flexibilität spezifisch an Bürohochhäusern untersuchen.

Ein sehr bedeutender und nach Festlegung absolut irreversibler Faktor ist in diesem Zusammenhang die Geschosshöhe der Regelgeschosse. Unter Voraussetzung eines baurechtlich ausnutzungsmaximierten Projektes wird bei einem Bürohochhaus entweder die Ausnutzungsziffer oder aber die maximal erlaubte Gebäudehöhe massgebend. Das heisst, die Flexibilität ist nicht nur eine Frage höherer Baukosten, sondern auch unter Umständen eine Frage des Verzichts auf zusätzliche Mieteinnahmen.

Die Arbeit ist grundsätzlich in die schweizerische Normen- und Gesetzgebung eingebettet. Analysen und Berechnungen werden am Beispiel der Stadt Zürich unter Berücksichtigung realer Marktbedingungen durchgeführt.

1.2 Zielsetzungen

- Die wesentlichen typologischen Merkmale eines Bürohochhauses aufzeigen
- Büroorganisationsformen und Trends im Bürobau analysieren und aufzeigen
- Gesamtüberblick über das Thema Flexibilität verschaffen
- Möglichkeiten der Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten spezifisch aufzeigen und qualitativ bewerten
- Analysieren der Flexibilität während der Planungsphase
- Erarbeiten einer Methode für die finanzielle Bewertung einer flexiblen Bauweise, wenn möglich unter Anwendung der Realoptionstheorie
- Durchführung einer finanziellen Bewertung an einem fiktiven Beispielobjekt unter realen Randbedingungen

1.3 Vorgehen

Nach der Definition und Abgrenzung der Arbeit soll in einer ersten Phase die Immobilie Bürohochhausbau im Allgemeinen durch das Analysieren der wesentlichen Fachdisziplinen und Regulatorien typologisiert werden. Das Aufzeigen der verschiedenen Büroorganisationsformen und Trends im Bürobau ist hierbei ein wesentlicher Bestandteil.

In der zweiten Phase werden die theoretischen Aspekte der Flexibilität als solches aufgezeigt sowie der spezifischen Frage nachgegangen, welche Massnahmen und Konzepte von Flexibilitäten in der Planung und Erstellung eines Bürohochhauses langfristige und ausreichende Anpassungsfähigkeiten generieren können. Die integralen Zusammenhänge sowie der Bezug zur Praxis werden durch das Führen von Expertenbefragungen erarbeitet. Bei dieser Untersuchung wird unter Anderem ein spezieller Fokus auf die Geschosshöhe gelegt.

In einer dritten Phase soll untersucht werden, mit welcher Methodik und Vorgehensweise Investitionen in die Flexibilität finanziell bewertet werden können.

In einer letzten Phase wird anhand eines fiktiven Büro-Hochhausprojektes am Standort Zürich Kreis 5 eine finanzielle Bewertung der Flexibilität durchgeführt.

Die Arbeit endet mit einer Schlussfolgerung und dem Ausblick.

2 Die Immobilie Bürohochhaus

2.1 Definition und Abgrenzung

In der Schweiz sind Hochhäuser definiert als „Bauten, die nach Baugesetzgebung als Hochhaus gelten oder deren oberstes Geschoss mehr als 22m über dem der Feuerwehr dienenden angrenzenden Terrain liegt bzw. mehr als 25m Traufhöhe aufweist.“[1] Diese Arbeit befasst sich ausschliesslich mit Bürohochhäusern in der Schweiz unter Berücksichtigung der hier geltenden einschlägigen Normen und Gesetzgebungen.

2.1.1 Zielobjekte der Arbeit

Nach der ersten Bauphase von Hochhäusern ab 1960 verzeichnet Zürich seit dem Jahr 2000 wieder eine markante Zunahme an Hochhausprojekten. Zwischen 2005 und heute sind rund zwanzig Gebäude mit einer Höhe von über 40m in der Stadt Zürich erstellt worden oder befinden sich aktuell noch in der Bauphase, ein Grossteil davon in Zürich-West, mit dem Prime Tower als prominentestem und seinen 126m höchstem Kubus. Diverse weitere Projekte befinden sich derzeitig noch in der Planung. Auslöser der angestiegenen Hochhausbautätigkeit sind neben dem wirtschaftlichen Aufschwung sicherlich auch die seit 2001 geltenden Richtlinien für die Planung und Beurteilung von Hochhausprojekten, aufgrund welcher vereinfachte Bewilligungsverfahren möglich sind.[2]

Von den in den letzten sechs Jahren gebauten oder noch im Bau befindlichen Hochhäusern sind abgesehen von der Sockelnutzung ca. 40% der Hochhäuser reine Büro- und Verwaltungsbauten. Des Weiteren sind aktuell grosse Bürohochhäuser im Raum Zürich wie beispielsweise das 21-Geschossige Hochhaus WestLink Wien der SBB Immobilien oder der 18-Geschossige Skykey der Steiner AG mit über 40’000m^2 Bürofläche in der Ausführungsplanung respektive wurde eben mit der Erstellung begonnen.

Diese Arbeit beschränkt sich auf den baurechtlichen Kontext des Kantons Zürich. Die maximale Bauhöhe der hier untersuchten Zielobjekte beträgt 80m. Diese Höhe ent-

---

[1] o.V. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) 2003, Brandschutzarbeitshilfe Hochhäuser, S. 5

[2] vlg. o.V. Hochbaudepartement der Stadt Zürich, Amt für Städtebau: Hochhäuser in Zürich, Richtlinien für die Planung und Beurteilung von Hochhausprojekten 2001

spricht dem Gebiet I und II der Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich[3] und ist unter anderem teilweise für die Kreise 4, 5 und 9 anwendbar. Höhere Gebäude sind nur im Gebiet I mit einer Sonderbauvorschrift oder einem Gestaltungsplan möglich.

Weiter werden in dieser Arbeit reine Bürohochhäuser analysiert. Mischnutzungen (z. Bsp. Wohnen und Büro) werden hierbei zwecks Eingrenzung des Themas nicht untersucht.

Die Methoden und Denkweisen, auf welchen diese Arbeit aufbaut, können auch für andere Standorte, höhere Gebäude oder Nutzungsarten sinngemäss angewandt werden.

2.1.2 Standort

Ein wesentlicher Faktor bei einem Bürohochhaus ist sein Standort und die damit verbundenen Komponenten wie beispielsweise Erreichbarkeit, Infrastruktur, Repräsentativität und Konkurrenzobjekte. Diese Faktoren haben einen direkten Einfluss auf den Landpreis, die erzielbaren Marktmieten, die Vermietbarkeit und somit auch auf die Rentabilität eines Bürohochhauses. Besonders bei einem Bürohochhaus mit seinen höheren Erstellungs- und Betriebskosten sowie des meist verhältnismässig grossen Flächenangebotes müssen eine sehr sorgfältige Standortevaluation der Makro- und Mikrolage sowie Marktanalysen durchgeführt werden. Ein noch so hochwertiges und flexibles Bürohochhaus kann am falschen Standort nicht langfristig erfolgreich betrieben werden und umgekehrt kann ein weniger attraktives Gebäude an guter Lage durchaus gute Renditen erzielen.

Die Standortwahl wird in dieser Arbeit nicht weiter untersucht. Die hier getroffenen Modellannahmen sowie deren räumlichen Eingrenzung entsprechen einem realistischen Umfeld für Bürohochhäuser und bilden somit eine nachvollziehbare und reale Basis für die folgenden Analysen in dieser Arbeit.

2.1.3 Hochhausspezifische Regulatorien und Normen

Für Hochhäuser gelten neben den üblichen Normen- und Regelwerken für Hochbauten zusätzliche Bestimmungen, welche ein Projekt, seine Kosten und somit auch seine Rentabilität massgebend beeinflussen.

---

[3] vlg. o.V. Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich (PBG) sowie Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich (BZO), zit. in Hochbaudepartement der Stadt Zürich, Amt für Städtebau: Hochhäuser in Zürich, Richtlinien für die Planung und Beurteilung von Hochhausprojekten 2001, S. 4

Hierbei definieren vor allem die Brandschutzvorschriften der Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen (VKF) massgebende Parameter für die Projektierung eines Hochhauses:[4]

1. Pro Treppenhaus max. 600m^2 Bruttogeschossfläche
2. Fluchtwege von max. 35m Gesamtlänge
3. Entfernung von max. 50m zwischen 2 Treppenhäusern
4. Bei Räumen mit mehr als 100 Personen sind immer 2 Treppenhäuser gefordert
5. Ab 50m Traufhöhe ist ein Feuerwehrlift mit Notstromaggregat erforderlich
6. Feuerwiderstand EI 90 für alle Fluchtweg-Korridore, Treppenhäuser, Tragstruktur
7. Gewährleistung der Rauchfreiheit durch Überdruck von Treppenhaus zu Schleuse
8. Entrauchungsöffnungen über Dach

2.2 Grobüberblick der massgebenden Fachbereiche und Gewerke

Im Vergleich zu einem standardisierten Büroflachbau sind bei einem Bürohochhaus grössere Abhängigkeiten und Komplexitäten zwischen den verschiedenen Gewerken festzustellen. Die technischen Abhängigkeiten und Anforderungen der verschiedenen Gewerke werden im Folgenden im Sinne eines Gesamtüberblickes und ohne Anspruch auf Vollständigkeit dargelegt.

2.2.1 Architektur

Die architektonische Ausdrucksweise eines Hochhauses, sein Alleinstellungsmerkmal sowie sein möglichst langlebiges von der Gesellschaft akzeptiertes Design sind auch aus der ökonomischen Sichtweise wichtige Aspekte für dessen langfristige gewinnbringende Vermarktung und Bewirtschaftung. Schlussendlich gilt es bei jedem Projekt, eine ausgewogene Balance zwischen Investoreninteressen, Nutzeransprüchen, architektonischer Gestaltung der Umwelt, Funktionalität, Flexibilität, Effizienz und Kosten zu finden.

Im Rahmen dieser Arbeit wird die Architektur auf eine funktionale und messbare bautechnische Disziplin reduziert, welche übergeordnet die interdisziplinäre Planung eines Hochhauses steuert und prägt.

[4] vgl. Graf 2010, S. 26-27, zit. in Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF)

Wesentlicher Effizienzparameter für die Erfolgsberechnung eines Gebäudes ist das Verhältnis der Hauptnutzfläche zur Geschossfläche (HNF/GF)[5]. In der Literatur findet man hier verschiedene Angaben:

HNF/GF = 0.69 (bei einer Gebäudegrundfläche von 680m^2) [6]

HNF/GF = 0.65 bis 0.82 (bei einer Gebäudegrundfläche von ca. 1300m^2) [7]

HNF/GF = 0.43 bis 0.65[8]

Neben einer flächeneffizienten Architektur trägt vor allem auch eine gemäss den brandschutzspezifischen Vorschriften maximal ausgenutzte Bruttogeschossfläche pro Treppenanlage massgebend zu einem höheren Ausnutzungsgrad bei.

Weitere wichtige Aspekte der Architektur sind die Schaffung möglichst vieler hochwertiger und natürlich belichteter Räume sowie die Optimierung des Flächenbedarfs pro Arbeitsplatz im Hinblick auf verschiedene Büroorganisationsformen. Schlussendlich geht es hier primär um das Definieren von Ausbauraster und Raumtiefen, welche später in dieser Arbeit noch detaillierter untersucht werden.

2.2.2 Tragwerk

Ein Hochhaus erfährt neben hohen Schwerelasten vor allem auch massgebende horizontale Kräfte infolge Wind oder Erdbeben. Das Abtragen von horizontalen Kräften erfolgt entweder über eine Kern-, Fassaden- oder Rahmenaussteifung, wobei die verschiedenen Systeme auch kombiniert zur Anwendung gebracht werden können. Steifere Tragwerke beispielsweise wie die bei Flachbauten gängige Schachtelbauweise kommen bei Hochhäusern weniger zur Anwendung, da solche Tragwerke die notwendige dynamische Energiedissipation bei einem Erdbeben meist nicht erfüllen können. Folglich werden Hochhäuser oft schon aufgrund der statischen Erfordernisse als Skelettbauten konzipiert.

---

[5] vlg. o.V. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 416 2003, S. 9

[6] vgl. Graf 2010, S. 46

[7] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 42

[8] vgl. Richter 2006, S. 143 (Analyse von 25 Bürohochhäusern in Deutschland. Weiter wird in dieser Untersuchung keine signifikante Abhängigkeit zwischen der Verhältniszahl HNF/GF und der Gebäudehöhe ermittelt werden, woraus abgeleitet wird, dass bei zunehmender Höhe die Konstruktionsfläche nur unwesentlich die Flächeneffizienz schmälert. Die untersuchten Hochhäuser haben Höhen zwischen 72.5m und 259.0m.)

2.2.3 Gebäudetechnologie

Die Büroarbeit, welche oft hohe geistige Leistungsfähigkeit fordert, benötigt auch entsprechend behagliche und komfortable Räume. An Raumklima, Luftqualität, Hygiene und Akustik werden somit hohe Anforderungen gestellt. Die Gebäudetechnik hat einen sehr grossen Stellenwert und ist massgeblich am langfristigen Erfolg eines Hochhauses beteiligt. Normalerweise wird bei Büro-Hochhäusern mindestens ein mittlerer, tendenziell jedoch eher ein hoher Ausstattungsstandard ausgeführt[9], der dementsprechend auch hohe Investitionskosten auslöst. Die grösste Herausforderung zur Erreichung eines komfortablen Raumklimas liegt bei voll verglasten Fassaden, welche einen sehr hohen Energieeintrag aufweisen.

Systeme zur Belüftung, Beheizung, Kühlung und Wasserversorgung sind ein sehr umfangreiches Gebiet und werden im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert dargestellt. Grundsätzlich muss ein Raum be- und entlüftet und je nach Anforderungen und Exposition beheizt und gekühlt werden können. Im Folgenden werden stichwortartig verschiedene Ausführungsvarianten von Büroausbaukonzepten ohne Anspruch auf Vollständigkeit dargelegt:[10]

1) Statisch beheizt, natürliche Belüftung über Fensterelemente, keine Kühlung
2) Variante 1) mit zusätzlicher mechanischen Nachtlüftung, welche die unverkleideten Betondecken als Speicher aktiviert (Nachtauskühlung)
3) Kühlung und Heizung der Betonmasse durch ein in die Betondecke eingelegtes aktives Kühlwasser-System
4) Beheizung und Kühlung der Räume über Gebläsekonvektoren im Fensterbereich, bei gleichzeitiger natürlicher Belüftung, Räume können wahlweise gekühlt oder geheizt werden
5) Beheizung über Konvektoren; Kühlung über Kühler, die oberhalb der Schrankelemente eingesetzt sind. Kühlung oder Beheizung kann raumweise in Betrieb gehen bei einer hohen Lastanpassung
6) Lüftungsvariante, Luft wird im oberen Schrankbereich tangential in den Raum geblasen und durchströmt diesen raumfüllend, Beheizung erfolgt mittels Konvektoren

---

[9] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 186

[10] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 187-191

7) Mechanisierte Lüftung als Grundlast kombiniert mit natürlicher Lüftung über Parallelausstellfenster, kombinierte Heiz- und Kühldecken mit Bauteilaktivierung[11]

Die Installationen und Leitungssysteme können entweder veränderbar in Doppelböden oder untergehängten Decken geführt werden oder starr in den Geschossdecken einbetoniert werden. Oft wird eine Kombination der beiden Konzepte angewendet, wobei Grundausbauten tendenziell starr und mieterspezifische Ausbauten veränderbar ausgeführt werden.

Die Problematik bei der Anwendung von Doppelböden in Kombination mit untergehängten Decken liegt darin, dass hierdurch die Betondecke nicht mehr energetisch als Speichermasse aktiviert werden kann. Eine träge Temperatursteuerung ohne aktive Kühlung, wie beispielsweise die Anwendung von thermoaktivierten Bauteilsystemen ist folglich nicht realisierbar. Zudem resultieren aus der Kombination von Doppelböden mit untergehängten Decken höhere Geschosshöhen.

Die Technikflächen und Technikzentralen können bei einem Hochhaus zentral oder dezentral organisiert werden, wobei jeweils bis maximal 25 Geschosse zentral versorgt werden können. Bei einem 80m hohen Hochhaus können somit alle Stockwerke von einer Zentrale aus versorgt werden. Eine zentrale Versorgung hat den Vorteil, dass für die Technik - abgesehen von den Steigzonen - wenig bis keine Flächen auf den einzelnen Geschossen benötigt werden. Entsprechend müssen jedoch anderweitig genügend Raumkapazitäten geschaffen werden. Oft werden sowohl Technikflächen auf dem Dach als auch in den Untergeschossen vorgesehen.[12]

Auch die mechanische Lüftung kann zentral oder dezentral organisiert werden. Dezentrale raumlufttechnische Anlagen erfordern im Fassadenbereich der Geschosse Flächen für Nachbehandlungsgeräte, welche sich meistens im Doppelboden befinden. Bei einer zentralen Organisation wird die Luft an einer Stelle angesaugt und über einen Lüftungskanal in die einzelnen Geschosse verteilt. Eine zentrale Lüftung benötigt folglich mehr Schachtfläche als eine dezentrale.

Die vertikalen Steigzonen stellen die Leitungsführung und sämtliche erforderliche Verbindungen zwischen den Technikräumen und den einzelnen Geschossen sicher. In ihnen verlaufen sinnbildlich die haustechnischen Nervenstränge.

---

[11] Projekt: Prime Tower, Zürich

[12] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 199-201

Auf die Energieerzeugung und deren Effizienzen (Kältemaschinen, Wärmepumpen, Erdsonden, etc.) wird hier nicht weiter eingegangen.

2.2.4 Fassade

Grundsätzlich muss unterschieden werden, ob die Fassade tragend oder von der Tragstruktur losgelöst ausgeführt werden soll.

Die Fassade hat speziell bei einem Hochhaus eine hoch komplexe und multifunktionale Aufgabe. In ihr müssen Themen wie Isolation, sommerlicher Wärmeschutz, Sonnenschutz, Blendschutz und allenfalls auch Lüftung gelöst werden. Bei einem hohen Glasanteil ist der Gesamtenergiedurchlass entscheidend. Ein innen liegender Sonnenschutz beeinflusst beispielsweise den Gesamtenergiedurchlassgrad negativ und kann zu überhitzten Räumen an exponiert ausgerichteten Lagen führen.[13] Für die Planung der Gebäudetechnik ist in einer sehr frühen Phase festzulegen, ob die Fassade öffenbar ist und dadurch eine natürliche und individuelle Belüftung stattfinden kann.

Wird eine Fassade mit Brüstungsbändern vorgesehen, können Brüstungskanäle ausgeführt werden, welche Raum für eine flexible Medienführung bieten. Ein negativer Aspekt bei Brüstungsbändern ist, dass durch die grössere Breite wertvolle vermietbare Hauptnutzfläche verloren geht.

Für den Betrieb und Unterhalt muss die Reinigung sowie die Auswechselbarkeit von Fassadenteilen sichergestellt werden. Dies kann entweder von innen her oder über einen Fassadenlift erfolgen.

Das Fassadenraster sollte mit dem architektonischen Ausbauraster übereinstimmen und ist so zu bestimmen, dass eine flächeneffiziente Raumeinteilung möglich ist.

Weitere Beschreibungen der verschiedenen Fassadensysteme können der Fachliteratur entnommen werden.

2.2.5 Aufzugsanlagen

Die Aufzugsanlagen sind unter Berücksichtigung der erforderlichen Förderleistungen und den sich ergebenden Wartezeiten zu dimensionieren. Bei Bürohochhäusern bildet hierbei die zu bedienende Büronutzfläche die rechnerische Grundlage, über welche sich die wahrscheinliche mittlere Belegung der Geschosse ermitteln lässt. Als empfehlenswerter Kennwert gilt hierbei für hochwertige Bürogebäude 13m^2 Büronutzfläche pro

[13] vgl. Herkel / Kuhn 2007, S. 85

Person einzusetzen, wobei diese Zahl von der tatsächlichen Belegung der einzelnen Geschosse deutlich nach oben oder unten abweichen kann. Weitere wichtige Parameter bei der Dimensionierung der Aufzugsanlagen sind die sogenannte 5-Minuten-Förderleistung, mittlere Wartezeiten, Halteverlustzeit und Geschwindigkeit, auf welche jedoch hier nicht weiter eingegangen wird. [14]

Hochhäuser ab einer Traufhöhe von mehr als 50m sind zusätzlich mit Feuerwehraufzügen auszurüsten. Der Feuerwehraufzug ist in einem separaten Schacht zu erstellen und mit einer Sicherheitsstromversorgung auszurüsten.[15] Die Feuerwehraufzüge können somit als Rettungsaufzüge genutzt werden, ansonsten sind sie normale Aufzüge und dienen dem Personen- oder Lasttransport.

Im Zusammenhang mit dem Brandschutz gibt es noch diverse Regelungen bezüglich der Ausführung und Lage der Aufzugsanlagen zu berücksichtigen, die hier nicht weiter ausgeführt werden.

In einem Hochhaus mit bis zu ca. 25 Geschossen werden üblicherweise alle Geschosse von einer einzigen Aufzugsgruppe angefahren. Eine Gruppierung der Aufzugsanlagen beispielsweise in Nah- und Ferngruppen ist erst ab höheren Gebäuden in Betracht zu ziehen.[16]

2.3 Bürobau

Verschiedene Büroorganisationsformen erfordern spezifische Raumgrössen, Grundrisse, Raumhöhen und Gebäudeformen. Bereits in einer frühen Planungsphase muss deshalb festgelegt werden, welche Büroorganisationsformen zu berücksichtigen sind. Da zu diesem Zeitpunkt oft noch keine späteren Nutzer im Projektierungsprozess beteiligt sind, basiert dieser Entscheid primär auf Annahmen bezüglich der Nutzernachfrage und künftigen Trends im Bürobau. Um den teilweise grossen Unsicherheiten in den Annahmen entgegenzuwirken, muss bereits frühzeitig festgelegt werden, wie viel Flexibilität einzuplanen und somit auch auszuführen ist.

Die in den letzten 60 Jahren entwickelten „klassischen“ Bürokonzepte Zellenbüro, Grossraumbüro, Gruppenbüro und Kombibüro werden auch heute noch in vielen Bürogebäuden vorgefunden. In den letzten Jahrzehnten wurde jedoch die Büro- und Ar-

[14] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 235

[15] vgl. o.V. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) 2003, Brandschutzarbeitshilfe Hochhäuser, S.13

[16] vgl. Eisele / Kloft 2002, S. 239

beitswelt durch enorme technische Fortschritte stark geprägt. Die Globalisierung und der Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft führen zu neuen Formen der Zusammenarbeit von Unternehmern und Menschen und fordern intensive Kommunikation, hohe Effizienz und gesteigerte Produktivität. Dieser immer noch anhaltende Entwicklungsprozess führt zur stetigen Anpassung und Flexibilisierung der heutigen bestehender Bürokonzepte. Die immer wieder durch Wissenschaftler neu entwickelten visionären Zukunftsformen von Büros stützen sich jedoch grösstenteils in einer abgeänderten Form wieder auf die „klassischen" Bürokonzepte ab.[17]

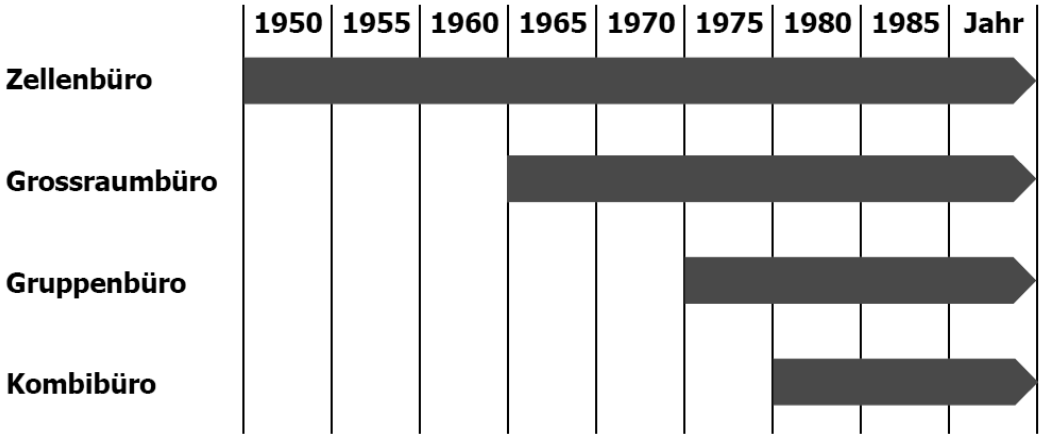


Abbildung 1: Zeitübersicht Bürokonzepte; Spath / Kern (2003), S. 127

Nachfolgend werden die heute gängigen Büroorganisationsformen vorgestellt und kurz erläutert. Für Bilder und Mustergrundrisse der verschiedenen Büroorganisationsformen wird auf den Anhang 1 verwiesen.

2.3.1 Zellenbüro[18]

Das Zellenbüro gilt als Klassiker unter den Büroorganisationsformen und besteht aus der Aneinanderreihung von Ein- und Mehrpersonenbüros entlang der Fassade, welche über einen gemeinsamen Flur erschlossen werden. Die Büros können in Ein-, Zwei- oder Dreibundanlagen[19] organisiert werden, wobei vor allem die letzten beiden Varianten dunkle und wenn überhaupt nur stirnseitig belichtete Flure vorzuweisen haben, was einen grossen räumlichen Nachteil darstellt. Bei Bürohochhäusern mit innen liegenden

[17] vgl. Spath / Kern 2003, S. 127

[18] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 57-58

[19] vlg. Eberle et al. 2007: „Der Bünder bezeichnet ein Gebäude mit Gangerschliessung, die an einer oder an mehreren Stellen Treppenkerne aufweist. Er findet bei Schul-, Spital-, Büro- und Laborbauten Verwendung. Üblich sind Ein-, Zwei- und Dreibünder. Der Einbünder ist aus Gang und Raumschicht aufgebaut, der Zweibünder besitzt einen zentralen Gang mit zwei angelagerten Raumschichten, während der Dreibünder aus Raum-, Gang-, Raum-, Gang- und Raumschicht gefügt ist. Letzterer ist im Spital- und Laborbau üblich, hier dient die zentrale Raumschicht als Versorgungszone."

Kernen kommen jedoch fast ausschliesslich Einbundanlagen zur Anwendung. Die Flure beherbergen keine weitere Nutzung. Informelle Kommunikation, spontane Begegnungen und Möglichkeiten zum Verweilen bietet dieser Bürotyp so gut wie gar keine.

Zellenbüros werden von Nutzergruppen nachgefragt, bei welchen hochkonzentriertes Arbeiten, vertrauliche Kundengespräche sowie die Arbeit mit vertraulichen Dokumenten im Vordergrund stehen. Typische Branchen sind beispielsweise Anwaltskanzleien, Human Resource Abteilungen, Banken und Versicherungen.

In der Schweiz ist das Zellenbüro ein sehr verbreiteter Bürotyp.

2.3.2 Grossraumbüro[20]

Abgeleitet aus Typologien des Fabrikbaues wurden Grossraumbüros, auch „Open-Space-Büros“ genannt, in den 60-er Jahren im Zuge des wirtschaftlichen Aufschwunges errichtet. Charakteristisch für Grossraumbüros sind frei gestaltbare weitgehend stützenfreie Räume. Einzige feste Einbauten sind Treppenkerne mit Aufzug und Toiletten, die ganze restliche multifunktionale Nutzfläche wird flurlos erschlossen.

Die räumliche Problematik bei Grossraumbüros besteht unter Anderem in den unterschiedlichen Qualitäten zwischen fensternahen und in der Gebäudemitte platzierten Arbeitsplätzen, welche fehlende natürliche Belichtung aufweisen. Weiter kann die notwendige Vollklimatisierung nicht individuell gesteuert werden, was oft zu einem allgemeinen Unwohlsein am Arbeitsplatz führt. Durch die offene Struktur wird eine arbeitsübergreifende, direkte Kommunikation gefördert. Bei konzentriertem Arbeiten überwiegen jedoch die Nachteile der akustischen Störungen, Mangel an Rückzugsmöglichkeiten als auch fehlender Privatheit.

Grossraumbüros eigenen sich somit vor allem für Nutzergruppen, bei welchen die Kommunikation und der Austausch von Informationen im Vordergrund stehen, wie zum Beispiel bei Call-Centern oder Börsenhandelsplätzen.

Die überwiegenden negativen Punkte jedoch führten dazu, dass klassische Grossraumbüros heutzutage bei Neubauten eher die Ausnahme darstellen.

---

[20] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 56-57

2.3.3 Gruppenbüro[21]

Die Weiterentwicklung des Grossraumbüros in den 80-er Jahren führte zu dem Typus Gruppenbüro, welches Räume mit maximal 25 Mitarbeitern vorsieht und somit bedeutend kleiner ist als das Grossraumbüro. Durch diese Massnahme wird vor allem eine Verkleinerung der Raumtiefe erreicht, was eine natürliche Belichtung und Belüftung für viele Arbeitsplätze ermöglicht. Die Vorzüge der schnellen, spontanen Kommunikation bleiben jedoch erhalten, wodurch sich Gruppenbüros vor allem für zusammengehörige Organisationseinheiten, Kleingruppen und Teams eignen. Der Typus Gruppenbüro reicht somit vom grossen Mehrpersonenbüro bis zum „kleinen Grossraumbüro“ oder „Open-Plan-Office“. Je nach Grössenanforderung können die Büros als Ein- oder Zweibund organisiert werden, oder aber im Falle von grossen Räumen können sie auch über einen zentralen Bereich ähnlich wie beim Grossraumbüro erschlossen werden.

Gruppenbüros eignen sich vor allem wenn Teamfähigkeit, Kommunikation und Informationsaustausch im Vordergrund stehen. Typische Nutzergruppen sind somit kreative Nutzer wie Architekten, Werbeagenturen, Grafikbüros und dergleichen.

Das Gruppenbüro als grosses Mehrpersonenbüro lässt sich auch mit Zellen- oder Kombibüros kombinieren, wodurch dieser Typus für ein breites Nutzerspektrum attraktiv und somit auch zukunftsfähig ist.

2.3.4 Kombibüro[22]

Das Kombibüro entstand in den späten 70-er Jahren aus der Idee, die Vorteile der bis dahin bekannten Büroorganisationsformen Grossraum- und Zellenbüro zu vereinen und dadurch optimale Bedingungen für Kommunikation und Konzentration zu schaffen. Anders als beim Gruppenbüro, welches sich aus einem ähnlichen Gedanken heraus entwickelte, werden beim Kombibüro effektiv die beiden unterschiedlichen Raumstrukturen abgebildet und existieren sozusagen in veränderter Form nebeneinander. Organisiert als Dreibund reihen sich entlang der Fassade die Standardarbeitsplätze, wobei der Mittelbund durch einen offenen Gemeinschaftsbereich ersetzt wird. Die offene Raumstruktur ermöglicht den schnellen Wechsel zwischen Konzentration und Kommunikation. Das konzentrierte Arbeiten findet in individuell gestaltbaren Zellen (auch Denkzellen oder Arbeitskojen genannt) statt, die aufgrund der reduzierten Raumtiefe deutlich kompakter sind als das übliche Zellenbüro, da sämtliche Geräte und sonstige Tätigkeiten in

[21] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 57

[22] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 58

die Mittelzone, den sogenannten „Allraum“, ausgelagert werden. Mit diesen Massnahmen werden Platzersparnisse erreicht. Die Flurwände sind verglast, womit der Gemeinschaftsbereicht auch indirekt mit Tageslicht versorgt wird. Der Gemeinschaftsbereich dient primär der Kommunikation oder temporären Teamarbeit. Weiter können Nutzungen wir Besprechungsbereiche, Archiv, Ablagen, Kopierer, Drucker sowie Kaffeebars in diesem Raum untergebracht werden.

Das Kombibüro ist sowohl mit Einzel- als auch mit Mehrpersonenbüros vereinbar. Es ist jedoch darauf zu achten, dass genügend Platz für die Funktionen in der Mittelzone gewährleistet ist.

Das Kombibüro hat sich mittlerweile längst etabliert und gilt unter heutigen Aspekten als zukunftsträchtigste unter den klassischen Büroformen.

2.3.5 Business-Club[23]

Der Business-Club ist die konsequente Weiterentwicklung des Kombibüros. Die räumliche Struktur der beiden Formen unterscheidet sich nur geringfügig. Neben der identischen Grundstruktur ist das Raumangebot des Business-Clubs vielfältiger, da es weniger Standardarbeitsplätze dafür vermehrt Gruppen- und Steharbeitsplätze, Begegnungszonen und Lesebereiche vorsieht. Das Konzept des Business-Clubs basiert auf einem nonterritorialen Bürokonzept, was bedeutet, dass die Mitarbeiter keinen persönlichen Arbeitsplatz mehr haben, sondern sich aufgabenspezifisch einen geeigneten Ort zum arbeiten suchen. Diese Büroorganisation nimmt also die Tatsache auf, dass innerhalb bestimmter Unternehmen ein Grossteil der Arbeit nicht konventionell am Arbeitsplatz erledigt wird, sondern vermehrt in Projektgruppen und Besprechungen. Weiter entspricht die Idee dieses Konzeptes auch einer Flächenoptimierung, da in anderen Büroorganisationsformen je nach Unternehmensart bis zu 25% der persönlich zugewiesenen Arbeitsplätze im Mittel leer stehen können.

Der Business-Club eignet sich für Unternehmen mit eigenverantwortlichen Mitarbeitern, welche einen grossen Teil ihrer Arbeit auswärts erledigen und die gemeinsamen Räumlichkeiten vorwiegend für Austausch und Kommunikation untereinander benötigen.

---

[23] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 58-59

In Anbetracht aktueller Tendenzen der Arbeitswelt bezüglich erhöhter Mobilitäts- und Flexibilitätsansprüchen birgt der Business-Club für einige Unternehmensstrukturen die grössten Zukunftspotentiale.

2.3.6 Reversibles Büro[24]

Das reversible Büro, auch „Lean Office“ genannt, ist keine eigene Organisationsform im weiteren Sinn, sondern ermöglicht die unterschiedliche Belegung mit verschiedenen Büroorganisationsformen innerhalb eines Gebäudes oder auf einer Etage.

Bezogen auf die Gebäudestruktur wird somit eine möglichst hohe Flexibilität angestrebt. Auf Nutzerebene soll möglichst unkompliziert auf unterschiedliche oder wechselnde Anforderungen innerhalb eines Unternehmens reagiert werden können. Zellen-, Gruppen-, Kombibüro und Business-Club müssen wirtschaftlich und den Nutzeranforderungen entsprechend realisiert werden können.

Sämtliche Trennwände und Einbauten sollten so ausgebildet werden, dass mit möglichst geringem Aufwand Änderungen vorgenommen werden können.

Das reversible Büro wird künftig an Bedeutung gewinnen, da es für Investoren als auch die Unternehmen immer schwieriger wird, sich dauerhaft auf eine Organisationsstruktur festzulegen.

Bezugnehmend auf das Thema dieser Arbeit beinhaltet das reversible Büro ein sehr hohes Mass an Flexibilität.

2.3.7 Nonterritoriales Büro[25]

Das nonterritoriale Büro ist strukturell kein neuer Bürotypus. Sämtliche der sechs erläuterten Büroorganisationsmodelle wie Grossraumbüro, Gruppenbüro, Zellenbüro, Kombibüro, Business-Club und reversibles Büro können als nonterritoriale Büros oder sogenannte „Just-in-Time-Büros“ eingerichtet werden. Das organisatorische Merkmal besteht darin, dass die Beschäftigten keinen dauerhaft zugewiesenen Arbeitsplatz mehr besitzen und dadurch weniger Arbeitsplätze als beschäftigte Mitarbeiter erforderlich sind. Nonterritoriale Büros reduzieren somit die Bürokosten pro Mitarbeiter. Speziell bei Betrieben, in denen die Mitarbeiter viel Aussendienstarbeit verrichten oder die Ar-

[24] vgl. Eisele / Staniek 2005, S. 59

[25] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 116

beit auch teilweise von zu Hause aus („Homeoffice“) ausüben können, bietet sich dieses Konzept an.

Als Randbemerkung gilt es an dieser Stelle festzuhalten, dass bei vermehrtem Umsetzen dieser Organisationsform in den Unternehmungen die Nachfrage nach flexiblen Konzepten zunehmen und die quantitative Nachfrage nach Büroflächen generell abnehmen könnte.

2.4 Arbeitsgesetzliche Vorschriften

In den Verordnungen 3 und 4 zum Arbeitsgesetz[26] sind unter anderem die gesetzlichen Anforderungen an Büroräumlichkeiten festgehalten. Im Wesentlichen werden hierbei Vorgaben in den Bereichen Licht, Beleuchtung, Sicht ins Freie, Raumklima sowie Raumluftqualität definiert.

Normalerweise haben Büros in Hochhäusern einen relativ hohen Standard und die gesetzlich festgehaltenen Minimalanforderungen werden meist schon aufgrund der im Projekt definierten Zielgruppen sowie vermarktungstechnischen Überlegungen übertroffen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit werden im Folgenden wesentliche Punkte in Bezug auf Bürohochhäuser dargelegt.

2.4.1 Licht, Beleuchtung, Sicht ins Freie

Grundsätzlich sollen die Arbeitsplätze natürlich belichtet werden können. Weiter ist von den Arbeitsplätzen aus der Blick ins Freie durch Fassadenfenster zu gewährleisten.[27]

Die gesetzlich minimal erlaubte lichte Höhe[28] von 2,50m bei Büronutzung ergibt sich primär aus der Begründung, dass Büroarbeit vorwiegend aus sitzender Tätigkeit und leichter Arbeit besteht und somit das Raumklima wenig oder nicht belastet wird. In Ausnahmefällen können auf kommunaler Ebene auch noch geringere Raumhöhen zum Beispiel begründet durch eine beschränkte Bauhöhe erlaubt werden.

In der folgenden Tabelle werden - abgeleitet aus dem Arbeitsgesetz - die minimalen lichten Höhen aufgezeigt.

---

[26] Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Mai 2010)
Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009)

[27] vgl. o.V. Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009), Art. 17, Absatz 2

[28] vgl. o.V. Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009), Art. 5, Absatz 3

Bodenfläche von höchstens [m2]	Minimale lichte Höhe für Arbeitsräume allgemein gemäss ArGV 4 [m]	Minimale lichte Höhe bei Büronutzung (Annahme) [m]
100	2,75	2.5
250	3,00	2.50 - 2.75
400	3,50	2.75 - 3.00
>400	4,00	2.75 - 3.00

Tabelle 1: Minimale lichte Höhe in Abhängigkeit der Bodenfläche; vgl. Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009), Art. 5, Absatz 3

Die ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze darf durch die geringere Raumhöhe nicht beeinträchtigt werden. Die hier angenommenen minimalen Raumhöhen in der letzten Spalte der Tabelle 1, welche das gesetzliche Minimum von 2.50m übersteigen, ergeben sich aus Komfortüberlegungen, den Raumproportionen und zwecks Verbesserung des Raumklimas. Bei Hochhäusern mit geringeren Kern-Fassaden-Abständen und dadurch hoher natürlicher Belichtung der Büros, können geringere lichte Höhen als in Tabelle 1 empfohlen allenfalls in Kauf genommen werden.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass eine höhere lichte Raumhöhe die Raumqualität deutlich erhöht und somit für das Wohlbefinden der Mitarbeiter eine wichtige Rolle spielt. Eine zu gering gewählte lichte Raumhöhe kann bei einem Bürohochhaus einen eklatanten und irreparablen Fehler darstellen. Empirische Daten, welche diese Aussage quantitativ untermauern, konnten im Rahmen dieser Arbeit keine gewonnen werden.

An dieser Stelle ist auch darauf hinzuweisen, dass beispielsweise in Deutschland strengere Richtlinien bezüglich minimalen lichten Raumhöhen gelten als hier in der Schweiz. Dieses Wissen kann von Bedeutung sein, wenn beispielsweise deutsche Unternehmen als Zielgruppe angesprochen werden sollen.

2.4.2 Raumklima

Das Raumklima wird unter anderem bestimmt durch die Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftzug, Luftgeschwindigkeit sowie Wärmestrahlung.[29]

Für Büroarbeitsplätze von Personen mit mehrheitlich sitzender, geistiger Tätigkeit werden Temperaturen von 22 bis 26 Grad Celsius im Sommer und 21 bis 23 Grad Celsius

[29] vgl. o.V. Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Mai 2010), Art. 16

im Winter empfohlen. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte im Sommer zwischen 30% und 60% und im Winter zwischen 30% und 50% betragen.[30]

Die Luftgeschwindigkeit (Luftzug) sollte 0,1m/s im Winter und 0,2m/s im Sommer nicht überschreiten.

Das subjektive Wohlbefinden ist jedoch auch abhängig von der Person, der Tätigkeit, der Kleidung und der Jahreszeit und entsprechend individuell verschieden. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie wichtig es ist, dass die Mitarbeiter das Raumklima individuell steuern können und inwiefern sich dies auf das allgemeine Wohlbefinden der Mitarbeiter auswirkt. Je nach Büroorganisationsform ist die Umsetzbarkeit einer individuellen Steuerung jedoch nur beschränkt möglich.

2.4.3 Raumluftqualität[31]

Die Luft in Arbeitsräumen kann durch verschiedenste Quellen verunreinigt werden. Unter Anderem durch die arbeitenden Menschen selbst, durch die Aussenluft, Baumaterialien, Mobiliar und Geräte sowie durch Fremdgerüche.

Normale Büros mit einer geringen Belegung und ohne Schadstoffquellen im Raum können natürlich über Fenster belüftet werden, wobei ein regelmässiges, kurzes und intensives Lüften, das sogenannte Stosslüften mindestens einmal pro Stunde empfohlen wird. Für mechanische Lüftungen als auch Klimaanlagen müssen fachtechnische Normen und Richtlinien beachtet werden.

Beim Bau und Renovation von Häusern und Räumen müssen grundsätzlich schadstoffarme Materialien verwendet werden.

2.4.4 Wohlbefinden am Arbeitsplatz

Das Wohlbefinden der einzelnen Mitarbeiter in Ihrer Arbeitsumgebung kann wesentlich zum Erfolg und zur Produktivität eines Unternehmens beitragen. Hierbei ist stets zwischen individuellen Ansprüchen und Wünschen sowie den Flächenkosten in Franken pro Arbeitsplatz abzuwägen. Eine repräsentative Umfrage der Hochschule Luzern für das Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement EVD, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, hat zusammengefasst folgende Schlussfolgerungen ergeben:

---

[30] vgl. Monn / Guldimann 2006, S. 2

[31] vgl. o.V. Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3) vom 18. August 1993 (Stand am 1. Mai 2010), Art. 17 und 18

„Aus den Resultaten dieser Studie ist ersichtlich, dass Symptome mit arbeitsorganisatorischen und umgebungsbedingten Faktoren zusammenhängen. Bei der Planung und dem Einrichten von Büroarbeitsplätzen müssen daher alle diese Aspekte berücksichtigt werden. Generell wurden in kleinen Büros weniger problematische Situationen vorgefunden als in grossen. Die Unzufriedenheit mit den Ausstattungs- und Einrichtungsverhältnissen und die Nennung von beeinträchtigenden Umgebungsfaktoren nehmen mit zunehmender Anzahl Personen im Raum zu. In grösseren Räumen ist ein spezielles Augenmerk auf die Raumakustik zu legen. Lärm im Raum durch Gespräche und Geräte muss durch schallabsorbierende Elemente reduziert werden. Eine genügende Anzahl an Rückzugs- und Ruhearbeitsplätzen kann das Problem entschärfen. Grössere Büros sind nicht generell schlechter als kleine. […] Grundsätzlich kann die Attraktivität des Arbeitsplatzes und die Produktivität mit kleineren Bürogrössen deutlich verbessert werden.“[32]

Als Ausblick auf die Thematik von flexiblen Bürohochhäusern kann somit festgehalten werden, dass grundsätzlich alle Büroorganisationsformen unter Berücksichtigung spezifischer Regeln und Anforderungen in hoher Qualität ausgeführt werden können. Werden jedoch gewisse der oben beschriebenen Anforderungen in der Planung nicht oder ungenügend berücksichtigt, kann dies die spätere Nutzung und entsprechend auch Flexibilität des Bürohochhauses stark einschränken.

2.5 Geometrische Anforderungen an die Büroorganisationsformen[33]

Bei den folgenden Ausführungen wird von einer Tragstruktur bestehend aus zentrischem Kern und innen liegenden Fassadenstützen ausgegangen. Der Raum zwischen Kern und Fassade wird somit stützenfrei überspannt. Die ganze Erschliessung, das heisst Lifte, Nottreppenhäuser, Steigzonen sowie Sanitäranlagen und weitere Nebenräume befinden sich im Kernbereich. Mit dieser Grundrissorganisation werden bei einem Hochhaus verhältnismässig viele attraktive Büroflächen mit Fassadenanteil geschaffen. Räume ohne natürliche Belichtung, wie sie bei dreibündigen Erschliessungstypen oder bei den Kombibüros und Business-Club vorkommen, gibt es bei dieser Grundrissstruktur wenig oder keine. Dies bedeutet jedoch nicht, dass diese Büroorganisationsmodelle deswegen nicht realisierbar sind. Die Anordnung und Organisation der

[32] Amstutz et al. 2010, S.6-7

[33] vgl. Eisele, Staniek 2005, S. 60-65 (Die Grundlagen für die Untersuchungen im Kapitel 2.5 wurden dem Bürobauatlas entnommen)

Arbeitsplätze und Begegnungszonen müssen jedoch entsprechend angepasst werden. Bei konventionellen Bürobauten mit grösseren Gebäudetiefen wird die Mittelzone spezifisch für Räume ohne Tageslichtbedarf genutzt. Bei einem Bürohochhaus mit innen liegendem Kern sind weniger Räume in der unbelichteten Mittelzone vorhanden. In der folgenden Tabelle werden die verschiedenen Büroorganisationsformen unter Angabe ihrer spezifischen Kenngrössen und Anforderungen vorgestellt.

	Büroorganisationsmodelle					
Kenngrössen	Grossraumbüro	Gruppenbüro	Zellenbüro	Kombibüro	Business-Club	Reversibles Büro
Raumtiefe	20 - 30m	5 - 15m	4,50 - 7,20m	3,60 - 4,50m	3,6 - 4,5m / 12m	3,60 - 7,20m
Fassadenraster	irrelevant	irrelevant	1,20 - 1,55m	1,20 - 1,55m	1,20 - 1,55m	1,20 - 1,55
Raumbreite Einzel AP	-	-	2,40 - 3,00m	2,30 - 3,00m	2,30 - 3,00m	2,30 - 3,00m
Raumbreite Doppel AP	-	-	3,60 - 4,50m	3,50 - 4,50m	3,50 - 4,50m	3,50 - 4,50m
Gebäudetiefe	20 - 30m	12 - 24m	12 - 13m	14 - 17m	ab 14m	14 - 15m
Lichte Raumhöhe	min. 3m	min. 3m	min. 2,50m	2,75 - 3,00m	min. 3m	min. 3m
Raumfläche	400 bis 1200m2	100 bis 300m2	10 bis 50m2	9 bis 12m2	9 bis 12m2	
Durchschnittlicher AP-Bedarf/MA	12 - 15m2	12 - 15m2	10 - 14m2	8 - 12m2	8 - 12m2	8 - 15m2
Anzahl MA/Raum	20 - 100	8 - 25	1 / 2-5	1 / 2-5	1,5 - 2	konzeptabhänig
Physikalisch-technische Merkmale						
Natürliche Belichtung pro AP	ca. 40%	ca. 75%	100%	ca. 90%	ca. 95%	75 - 100%
Natürliche Belüfung pro AP	ca. 40%	ca. 75%	100%	ca. 80%	ca. 80%	50 - 100%
Raumklima	klimatisiert	Lüftung	natürlich	nat. / Lüftung	nat. / Lüftung	nat. / Lüftung
Steuerung klimat. Faktoren	automatisiert	indiv. / autom.	individuell	individuell	indiv. / autom.	indiv. Autom.
Infrastrukturelle Versorgung	DB	DB / HB	Raumweise BK	HB	HB	DB
Technische Flexibilität AP	hoch	mittel	mittel	hoch	hoch	sehr hoch
Räumliche Merkmale						
Erschliessungstyp	Loft	Zweibund / Loft	Ein - bis Dreibund	Dreibund	konzeptabhängig	konzeptabhängig
Erschliessung der AP	flurlos	über Flurzone	über Flur	über Flurzone	über SZ	konzeptabhängig
Flurwände	-	-	konventionell	transparent	transparent	konzeptabhängig
Gemeinschaftsflächen	zentral	zentral	zentral	in MZ	in SZ	konzeptabhängig
Kommunikationszonen	am AP	am AP	zentral	in MZ	in SZ	konzeptabhängig
Arbeitsplatzspezifische Merkmale						
Konzentration	niedrig	mittel	hoch	hoch	mittel	konzeptabhängig
Kommunikation MZ/AP	hoch	hoch	niedrig	hoch / mittel	hoch / niedrig	konzeptabhängig
Bewegungsmögl.MZ/AP	hoch	hoch	niedrig	hoch / mittel	hoch / niedrig	konzeptabhängig
Standardisierung der AP	mittel	mittel	hoch	hoch	niedrig	niedrig
Non-territoriale Konzepte	möglich	möglich	bedingt möglich	möglich	möglich	möglich
Statusbildung	niedrig	mittel	hoch	hoch	niedrig	konzeptabhängig

Abkürzungen
AP Arbeitsplatz
BGF Bruttogeschossfläche
BK Brüstungskanal
DB Doppelboden
HB Hohlraumboden
MZ Mittelzone
SZ Sonderzone

Tabelle 2: Kenngrössen Büro

Als nächstes werden verschiedene Raumtiefen, das heisst Abstände zwischen Kern und Fassade untersucht und anhand eines einfachen Algorithmus in der Tabelle 3 bewertet.

Liegt der Abstand zwischen dem minimalen und maximalen Wert der jeweiligen Büroorganisationsform, wird dies mit der Zahl „1“ bewertet, für alle übrigen Fälle mit „0“. Abstände über dem maximalen Wert werden auch mit „0“ bewertet, da die Büroorganisationsform aufgrund des überdimensionierten Raumes nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Die Abstände, welche am höchsten bewertet sind, weisen die grösste geometrische Flexibilität auf und erlauben somit die Ausführung der meisten Büroorganisationsformen.

			Büroorganisationsmodelle												
			Grossraumbüro		Gruppenbüro		Zellenbüro		Kombibüro		Business-Club			Reversibles Büro	
			min. [m]	max. [m]	min. [m]	max. [m]	min. [m]	max. [m]	min. [m]	max. [m]	min. [m]	max. [m]	[m]	min. [m]	max. [m]
Raumtiefe (ab Fassade)			*20.00*	*30.00*	5.00	15.00	4.50	7.20	3.60	4.50	3.60	4.50	0.00	3.60	7.20
Trennwand (nicht tragend)			*0.00*	*0.00*	0.00	0.00	0.10	0.10	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05
Flurbreite			*0.00*	*0.00*	0.00	0.00	2.00	2.00	1.30	1.30	1.30	1.30	0.00	2.00	2.00
Mittelzone / Sonderzone			*0.00*	*0.00*	3.00	3.00	0.00	0.00	3.00	3.00	3.00	3.00	12.00	3.00	3.00
Distanz Kern - Fassade			***20.00***	***30.00***	**8.00**	**18.00**	**6.60**	**9.30**	**7.95**	**8.85**	**7.90**	**8.80**	**12.00**	**8.65**	**12.25**
		Bewertung													
Distanz Kern - Fassade	6.00	0			0		0		0		0			0	
Distanz Kern - Fassade	6.50	0			0		0		0		0			0	
Distanz Kern - Fassade	7.00	1			0		1		0		0			0	
Distanz Kern - Fassade	7.50	1			0		1		0		0			0	
Distanz Kern - Fassade	**8.00**	**4**			1		1		1		1			0	
Distanz Kern - Fassade	**8.50**	**4**			1		1		1		1			0	
Distanz Kern - Fassade	9.00	3			1		1		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	9.50	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	10.00	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	10.50	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	11.00	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	11.50	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	12.00	2			1		0		0		0			1	
Distanz Kern - Fassade	12.50	1			1		0		0		0			0	

Tabelle 3: Bewertung Abstand Kern - Fassade

Die Grundrissbewertung ergibt, dass bei einem Abstand zwischen Kern und Fassade von 8,00m bis 8,50m am meisten Büroorganisationsformen wirtschaftlich ausführbar sind.

Das Grossraumbüro bleibt in dieser Betrachtung unbewertet, da eine Halle mit der erforderlichen Raumtiefe aufgrund des innen liegenden Kernes so nicht realisierbar ist. Die Ausführung der Büroorganisationsform Grossraumbüro ist jedoch rein typologisch und funktionell auch mit einer Raumtiefe von 8,00m bis 8,50m möglich.

Die Anforderung an die lichte Raumhöhe ist je nach Büroorganisationsform unterschiedlich. Wie bereits in Kapitel 2.4.1 dargelegt, benötigen zusammenhängende Flächen aus Komfort- und Raumluftqualitätsansprüchen eine höhere Geschosshöhe als klein strukturierte Einheiten. Die minimalen Höhen für die verschiedenen Büroorganisationsmodelle gemäss Bürobauatlas werden in der folgenden Tabelle 4 untersucht.

			Büroorganisationsmodelle					
			Grossraumbüro	Gruppenbüro	Zellenbüro	Kombibüro	Business-Club	Reversibles Büro
			min. [m]	min. [m]	min. [m]	min. [m]	min. [m]	min. [m]
Lichte Raumhöhe			**3.00**	**3.00**	**2.50**	**2.75**	**3.00**	**3.00**
		Bewertung						
lichte Raumhöhe	2.50	1	0	0	1	0	0	0
lichte Raumhöhe	2.75	2	0	0	1	1	0	0
lichte Raumhöhe	**3.00**	**6**	1	1	1	1	1	1

Tabelle 4: Bewertung lichte Raumhöhe

Die Untersuchung ergibt, dass eine lichte Höhe von 3,00m sämtliche Büroorganisationsformen ermöglicht. Unter Berücksichtigung einer Raumtiefe zwischen Kern und Fassade von 8,00m bis 8,50m sollte eine minimale lichte Raumhöhe von mindestens 2,75m aufgrund der daraus resultierenden Raumproportionen trotzdem genügen. Bei hohen Raumqualitätsansprüchen ist dennoch eine lichte Raumhöhe in der Grössenordnung von 3,00m anzustreben.

Die infrastrukturelle Versorgung und technische Flexibilität bezogen auf den Arbeitsplatz haben insbesondere auf die Geschosshöhe einen massgebenden Einfluss und werden in dieser Arbeit noch genauer analysiert. Die Bewertung - abgestützt auf den Bürobauatlas der Ausführbarkeit von verschiedenen Büroorganisationsmodellen im Zusammenhang mit dem System des Bodenaufbaus - ergibt, dass grundsätzlich Doppelbodensysteme sämtliche Büroorganisationsform zulassen.

			Büroorganisationsmodelle					
			Grossraumbüro	Gruppenbüro	Zellenbüro	Kombibüro	Business-Club	Reversibles Büro
Erforderliches System			DB	HB/DB	BK/HB/DB	HB/DB	HB/DB	DB
		Bewertung						
Brüstungskanal	BK	1	0	0	1	0	0	0
Hohlboden	HB	4	0	1	1	1	1	0
Doppelboden	DB	6	1	1	1	1	1	1

Tabelle 5: Bewertung der Bodenaufbauten

Auch das Fassadenraster ist ein wichtiger Bestandteil für das Ermöglichen verschiedener Büroorganisationsformen. Grundsätzlich sollte es zwischen 1,20m und 1,55m liegen. Das Fassadenraster hat einen direkten Einfluss auf die Unterteilbarkeit von Räumen und deren Flächeneffizienz, Grösse und Organisationsstruktur und somit letzten Endes auch auf die Wirtschaftlichkeit eines Grundrisses. Das genaue Raster ist projektspezifisch zu bestimmen und wird an dieser Stelle nicht mehr weiter untersucht.

2.6 Trends und Nachfrage im Bürobau

Die oben beschriebenen Büroorganisationsformen entsprechen grundsätzlich der Bandbreite der heute vorhandenen Büronutzungsarten in der Schweiz, wobei derzeitig das Kombibüro am besten bewertet wird.[34] Die folgende Grafik zeigt die Nachfragezyklen verschiedener Bürokonzepte in Deutschland, wobei für die Schweiz ähnliche Entwicklungen erwartet werden können. Hierbei ist zu vermerken, dass heute Standard-Zellenbüros wenngleich mit abnehmender Tendenz am meisten nachgefragt werden. In den letzen 15 Jahren haben die Kombibüros eine grosse und weiter anhaltende Nachfrage zu verzeichnen.

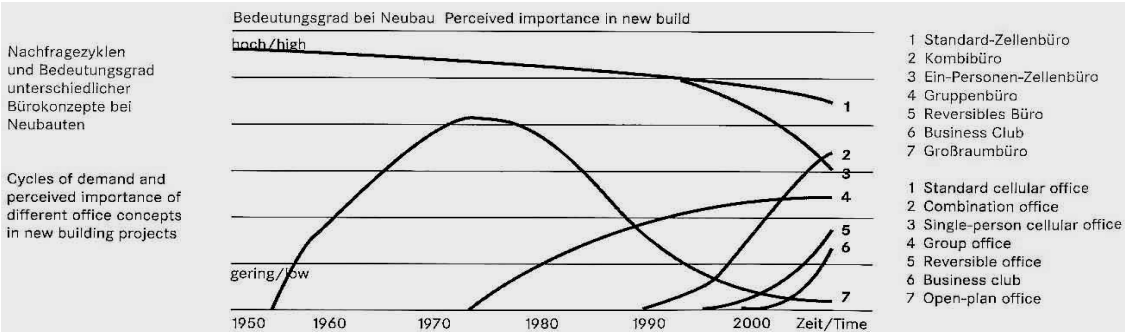


Abbildung 2: Nachfragezyklen und Bedeutungsgrad unterschiedlicher Bürokonzepte bei Neubauten; Spath / Kern (2003), S. 136

Ein Unternehmen, welches auf der Suche nach neuen Büroflächen ist, wird sich bezüglich des konkreten Projektes vor allem für zwei Faktoren interessieren: Flächeneffizienz und Flächenproduktivität einer Liegenschaft. Flächeneffizienz kennzeichnet die Möglichkeit der Arbeitsplatzverdichtung, während Flächenproduktivität die Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter pro Fläche angibt. Der Versuch, beide Faktoren zu optimieren mündet oftmals in einem Zielkonflikt, da sich bei einer zu hohen Flächeneffizienz die Mitarbeiter unter Umständen gegenseitig stören oder unwohl fühlen, was wiederum ihre Arbeitsproduktivität schmälert. Gut gestaltete Büroflächen zeichnen sich durch die Lösung dieses Zielkonfliktes aus. Nur flexible Flächen lösen den Konflikt zwischen Verdichtung und Produktivität. Der Raum muss sich an Änderungen der individuellen Arbeitsplatzanforderungen und der Unternehmensstrukturen anpassen können. In den meisten Bürobranchen sind offene und kombinierte Raumkonzepte weiterhin im Trend, wobei sich hier Grossraumbüros mit Gruppenbüros und flexiblen sowie transparenten Zellenbüros ergänzen lassen.[35]

---

[34] vgl. Amstutz / Schwehr 2010, S. 36

[35] vgl. Neff et al. 2010, S. 28-29

Wissensgenerierung und Wissenstransfer werden zukünftig angesichts zunehmender heterogen zusammengesetzten Teams, sich rasch ändernden Organisationsstrukturen und Aufgaben immer wichtiger. Es werden neben den Räumen für formelle Kommunikation (z. Bsp. Sitzungszimmer) Raumangebote für informelle Kommunikation (z. Bsp. „Meetingpoints“, Cafeterias oder Druckerzonen) immer wichtiger. Im Gegenzug sind bei Grossraumbüros unpersonifizierte Ruhearbeitsplätze für das konzentrierte Arbeiten vorzusehen.[36]

„In Zukunft immer wichtiger wird auch die Flexibilität in Office-Gebäuden: Die Raumstrukturen müssen sich kostengünstig und zeitsparend an sich ändernde Bedürfnisse der Organisation anpassen lassen; bei der Gestaltung der Arbeitsplätze ist den wechselnden Arbeitszeiten und Arbeitsorten der Mitarbeitenden Rechnung zu tragen; zur Optimierung der Arbeitsplatzbelegung.“[37]

„Eine künftig auch zu integrierende Sonderform ist das Einmannbüro verschiedenster Branchen, das in projektbezogenen Partnerschaften flexibel auf unterschiedliche grosse Nachfragen reagieren kann. […] In diesem Zusammenhang entstehen neue Formen von Bürostrukturen mit kleinen, aber auch flexibel grossen Kern-Mieteinheiten, die mittels gemeinschaftlich genutzter Bereiche wie Besprechungs-, Service (Sanitäranlagen, Küche, Empfang, Pausenzonen), wie auch strukturelle Verknüpfung über die gemeinschaftliche Nutzung von Kommunikations- und Steuerungssystemen verfügen.“[38]

Globalisierte und stark vernetzte Unternehmungen könnten vermehrt nonterritoriale Büroorganisationen in Betracht ziehen und dadurch Ihren Büroflächenbedarf optimieren.

Zusammengefasst kann hier festgehalten werden, dass grundsätzlich flexible Büroräume in Zukunft vermehrt nachgefragt werden.

---

[36] vgl. Amstutz 2008, S. 67

[37] Amstutz 2008, S. 68

[38] Richter 2006, S. 116

3 Flexibilität

3.1 Definition und Notwendigkeit der Flexibilität

Unter Flexibilität im Allgemeinen versteht man die Fähigkeit auf neue Anforderungen, Gegebenheiten oder Trends im Laufe der Lebensdauer des Gebäudes angemessen reagieren zu können. Aus Investorensicht ist eine Zusatzinvestition in die Flexibilität jedoch nur dann sinnvoll, wenn durch diese langfristig ein geringerer Leerstand, geringere Umbaukosten oder höhere Mieten erzielt werden können. Finanztechnisch formuliert heisst dies, dass die Summe der Werte sämtlicher durch die Flexibilität gekauften Optionen grösser sein muss, als die hierfür erforderlichen Mehrinvestitionen in die Bausubstanz oder allfällige entgangene Mieterträge aus dem Verzicht auf zusätzliche vermietbare Flächen zugunsten der Flexibilität.

Bei Bürogebäuden kann die Flexibilität den drei Ebenen Prozess, Nutzung und Struktur zugeordnet werden. Unter Prozess sind vorwiegend konjunkturell abhängige oder unternehmenspolitische Veränderungen, unter Nutzung die räumliche Attraktivität und Arbeitsplatzgestaltung und unter Struktur die zunehmende Technisierung des Baus sowie unterschiedliche Lebensdauer der Bauteile und Komponenten eingeordnet.[39]

Konstruktionsbedingt sind bei Betrachtung des Gesamtgebäudes die drei Teilsysteme *Primär-*, *Sekundär-* und *Tertiärsystem* zu differenzieren.[40]

Das *Primärsystem* wird gebildet aus Trag- und Installationsstruktur und Erschliessungssystem. Die Investition ins *Primärsystem* wird für 50 bis 100 Jahre ausgelegt.

Das *Sekundärsystem* wird gebildet aus Fassade (Verglasung), Haustechnik, nicht tragende Innenwände, Bodenaufbauten, Deckenverkleidungen, Kommunikationsmittel und Beleuchtung. Die Investition ins *Sekundärsystem* wird für 15 bis 50 Jahre ausgelegt.

Das *Tertiärsystem* wird gebildet aus Verkabelungen, Apparate und Einrichtungen sowie Mobiliar. Die Investition ins *Tertiärsystem* wird für 5 bis 15 Jahre ausgelegt

Bei einem flexiblen Gebäude sollen diese drei Systeme möglichst voneinander unabhängig funktionieren und verändert werden können. Weiter sollen die Systeme den Aus-

[39] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 15

[40] vgl. o.V. Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern: Richtlinie Systemtrennung 2009, S. 3

tausch und die Optimierung von Bauteilen ermöglichen und erlauben, eine Raumfläche ohne technische Beeinträchtigung zu erweitern.[41]

3.1.1 Nachhaltigkeit durch Flexibilität

In verschiedenen Normen, Empfehlungen und Merkblättern, wie beispielsweise in der Empfehlung SIA 112/1[42], den entwurfsrelevanten Kriterien aus dem Minergie-ECO[43] Fragenkatalog oder der ESI®-Bewertung[44], wird die Flexibilität und Polyvalenz als zentrales Kriterium unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit eines Gebäudes hoch bewertet. Die drei Säulen der Nachhaltigkeit - namentlich Ökologie, Ökonomie und Soziales - werden durch eine flexible Bauweise positiv beeinflusst und geprägt.

Abgesehen von der Flexibilität werden in dieser Arbeit jedoch keine weiteren Aspekte der Nachhaltigkeit untersucht.

3.1.2 Planung der Flexibilität

Bereits in Vorstudien und frühen Projektphasen muss entschieden werden, welche Flexibilitätsansprüche das Gebäude erfüllen soll. Hierbei ist das Denken in Szenarien und das Abschätzen deren Eintrittswahrscheinlichkeiten als wichtiges Hilfsmittel zu empfehlen. Das Einschätzen der Zukunft erfordert eine gute Branchenkenntnis, Gespür für die Entwicklung gesellschaftlicher und technologischer Trends, Visionärgeist als auch das Analysieren von Entwicklungen in der Vergangenheit. Das Erarbeiten von Zielkriterien für Flexibilitätsansprüche ist komplex und erfordert von Planenden wie auch vom Investor eine entsprechende Auseinandersetzung mit dieser Thematik. Eine grosse Herausforderung stellt hierbei auch die Steuerung und Koordination der Flexibilitätsplanung dar, da die unterschiedlichen Beteiligten verschiedene Interessen und Vorstellungen vertreten. Oftmals erfährt ein Projekt bereits während der Planungsphase Änderungen der Nutzeransprüche, welche beispielsweise durch ein entsprechend flexibel konzipiertes Tragwerkskonzept und die Trennung der Primär- und Sekundärsysteme mit relativ wenig Aufwand umgesetzt werden können, ohne dass die ganze Planung und Statik vollständig überarbeitet werden muss. Eine sogenannte planerische Flexibilität ist gera-

---

[41] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 66

[42] vlg. o.V. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 112/1 Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Ergänzungen zum Leistungsmodell 112 (2005, 2. Aufl.), S. 39

[43] vgl. o.V. Faltblatt „Nachhaltiges Bauen mit Minergie-ECO“, eco-bau (3/2011), S. 3

[44] vgl. o.V. Holthausen / Meins / Christen 2009, S. 11-14

de bei Renditeobjekten mit mehreren Mietparteien, deren Anforderungen teilweise noch nicht bekannt sind, ein wichtiges Kriterium.

3.1.3 Typologien der Flexibilität

Die verschiedenen Ausprägungen von Flexibilität in Gebäuden können in vier Flexibilitätstypen *Erweiterungsflexibilität*, *Interne Flexibilität*, *Nutzungsflexibilität* und *Planungsflexibilität* unterteilt werden.[45]

Erweiterungsflexibilität

- vertikale Erweiterung durch Aufbauten und Unterfangungen
- horizontale Erweiterung durch Anbauten
- strukturelle Erweiterbarkeit mit modularen Elementen

Interne Flexibilität

- Einfache und schnelle Anpassung innerhalb bestehender Strukturen
- Änderbarkeit der Tertiär-, Sekundär- und oft auch der Primärstruktur
- Sanierung / Austauschbarkeit beschädigter Elemente des Gesamtgebäudes

Nutzungsflexibilität

- Änderung der ursprünglichen Nutzung
- Anpassungsfähigkeit der Struktur und Gebäudetechnik an neue Anforderungen
- Funktionale Flexibilität (von Mono-Nutzung zu Poly-Nutzung oder Neu-Nutzung)

Planungsflexibilität

- Flexibilität während des gesamten Planungsprozesses
- Ermöglicht Reaktion auf spontane Änderungen oder neu definierte Anforderungen während der Planung
- Umgehung von Zeitaufwand und Verzögerungen des Bauprozesses

Diese Arbeit befasst sich schwerpunktmässig mit der *internen Flexibilität und der Planungsflexibilität* bei Bürohochhaus-Neubauten, welche beispielsweise den Einbau unterschiedlicher Bürotypen, die Unterteilbarkeit der Mietflächen sowie eine einfache Modernisierung der Flächen erlaubt um dadurch Vermietungsrisiken zu reduzieren.

Auf die *Erweiterungsflexibilität* und *Nutzungsflexibilität* wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

---

[45] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 32-63

3.2 Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

Im Folgenden wird untersucht, welche Flexibilitäten bei Bürohochhäusern technisch möglich sind und gewinnbringend umgesetzt werden können. Hierfür sollen die wesentlichen Flexibilitätsmöglichkeiten der verschiedenen Gewerke untersucht und bewertet werden.

Ergänzend zur Literaturrecherche wurden zwei Expertenbefragungen durchgeführt. Die Resultate dieser Befragungen werden jeweils am Schluss der Unterkapitel wiedergegeben. Angaben zu den Experten und die gestellten Fragen in den Interviews können dem Anhang 2 entnommen werden.

3.2.1 Flexibilität in der Architektur

Die Architektur hat in den verschiedensten Bereichen einen wesentlichen Einfluss auf die Flexibilität eines Gebäudes. Abgesehen von den objektspezifischen baurechtlichen, gesetzlichen und allenfalls finanziellen Rahmenbedingungen, welche übergeordnet den architektonischen Spielraum definieren, kann in der Architektur massgebend Flexibilität im Grundriss, Aufriss, Fassadenraster und dem Haustechnikkonzept berücksichtigt werden, teilweise ohne oder nur mit geringen Kostenfolgen. Die Herausforderung liegt hierbei primär darin, eine flexible und multifunktionale Bauweise in eine oft erwünschte einzigartige Architektur zur integrieren.

Im Folgenden werden grundsätzliche Massnahmen aufgezeigt, mit denen die Architektur direkt Einfluss auf die *interne Flexibilität* eines Gebäudes nehmen kann. Die durch diese Massnahmen resultierenden Konsequenzen auf das Tragwerk, die Gebäudetechnik und die Logistik werden in den nachfolgenden Kapiteln separat erläutert.

Unterteilbarkeit der Mietfläche pro Geschoss

Jedes Geschoss sollte sowohl als Vollgeschoss für einen Mieter, oder aber in mehre, möglichst voneinander unabhängige, Mieteinheiten unterteilt werden können.

Raumtiefen

Die Wahl der Raumtiefe (Abstand zwischen Kern und Fassade) ermöglicht, wie bereits in Kapitel 2.5 aufgezeigt das Ausführen verschiedener Büroorganisationsformen.

Geschosshöhe

Die Geschosshöhe setzt sich zusammen aus der lichten Raumhöhe, der Erschliessungsschicht (Hohlräume für Gebäudetechnik: Doppelboden / untergehängte Decke), der Konstruktionsstärke der Decken (Tragstruktur) sowie den Bodenaufbauten und Deckensystemen. Die lichte Raumhöhe ist sinngemäss wie die Raumtiefe so zu wählen, dass möglichst viele Büroorganisationsformen realisierbar sind. Die lichte Höhe der Erschliessungsschicht definiert massgeblich die Systemwahl und Flexibilitäten der Gebäudetechnik und des Leitungssystems (Heizung, Lüftung, Sanitär und Elektro). Soll dieses flexibel und auswechselbar gehalten werden, ist es weitgehend unabhängig von dem vorhandenen Tragsystem auszuführen, was bedeutet, dass das Leitungssystem in abgehängten Decken und / oder Doppelböden ausgeführt werden sollte[46]. Die Konstruktionsstärke der Decke ergibt sich aus den Spannweiten sowie den Auf- und Nutzlasten. Wird ein Teil des Leitungssystem in die Betondecke integriert, kann daraus eine grössere erforderliche Deckenstärke resultieren. Abgesehen von den ästhetischen Anforderungen müssen die Boden- und Deckenaufbauten bestimmte akustische Anforderungen erfüllen und mit der Gebäudetechnik abgeglichen werden.

Grundrissraster

Der Grundriss sollte einem möglichst vielfältig gestaltbaren Raster folgen, welches mit der Fassade als auch der Tragstruktur abgestimmt ist. Das Raster beeinflusst die Grundrissflexibilität und die Flächeneffizienz massgebend.

Brandschutz

Brandschutzanforderungen haben unter Umständen einen sehr grossen Einfluss auf die Flexibilität und Abänderbarkeit von Räumen. Neben teilweise aufwändig auszubildenden Brandschutzabschottungen zwischen zwei Brandabschnitten, welche jedoch grundsätzlich technisch lösbar sind, ist die Fluchtwegproblematik sehr genau zu untersuchen. Bei Grossraumbüros gelten beispielsweise andere Fluchtweglängen als bei Zellenbüros mit Gang. Sieht die Szenarienplanung die Ermöglichung von Zellenbüros auf der ganzen Grundrissfläche vor, müssen die Standorte der Fluchttreppen auch unter Brandschutzkriterien geplant werden, was unter Umständen entscheidend für die Grundrissorganisation und die Effizienz im Allgemeinen sein kann.

[46] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 68

In Bürohochhäusern, die mit einer Sprinkleranlage ausgerüstet sind, gelten für Korridore und Kombizonen die gleichen Anforderungen wie in Gebäuden bis zur Hochhausgrenze.[47] Sprinkler- und Brandmeldeanlagen sind unter Berücksichtigung der verschiedenen Szenarien vorzusehen. Ein Anspruch an Flexibilität bedeutet auch hier höhere Installationsaufwendungen.

Weitere Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen

Das Thema Flexibilität ist bereits in der frühesten Planungsphase im Projekt aufzunehmen. Hierbei ist durch den Bauherrn ein Anforderungskatalog an die Flexibilität zu erstellen, aus welchem anschliessend verschiedene Szenarien abgeleitet werden können, welche integral unter Berücksichtigung sämtlicher Fachdisziplinen in das Projekt einzuarbeiten sind. Alle wesentlichen Komponenten wie beispielsweise das Erschliessungskonzept, das Fassaden- und Tragstrukturraster sowie die Brandschutz- und Schallschutzanforderungen sind hierbei für jedes Szenario zu prüfen. Die integrale Planung der verschiedenen Gewerke ist bereits ab der ersten Planungsphase sicherzustellen. Abgeleitet aus den Szenarien oder sogenannten Layoutstudien ist die Schnittstelle zwischen Grundausbau und Mieterausbau festzulegen, wobei der Grundausbau entsprechend auch unveränderbar in die Primärstruktur integriert werden kann.

Die integrale Planung unter Berücksichtigung sämtlicher festgelegter Szenarien ermöglicht es auch ohne strikte Trennung von Primär- und Sekundärstruktur ein hoch flexibles Hochhaus zu erstellen.

Eine weitere wichtige Komponente stellen die Kosten für den Mieterausbau dar. Ein kostengünstiger Mieterausbau ermöglicht schlussendlich das wirtschaftliche Nutzen der Flexibilität und dadurch auch das Erreichen höherer Mieteinnahmen seitens des Investors.

Die absolut minimale lichte Raumhöhe liegt bei 2,70m. Für gesteigerten Komfort sollten jedoch 3,00m vorgesehen werden. Weiter ist zu beachten, dass bei veränderbaren Erschliessungskonzepten, welche partiell im Gangbereich untergehängte Decken vorsehen bei einer minimalen lichten Raumhöhe in den Büros ein niedriger und unattraktiver Gangbereich resultiert.

Grundsätzlich sollten Grundrisse von rund 1200m^2 in bis zu vier separate Mieteinheiten pro Geschoss ohne grosse Eingriffe unterteilt werden können. Dies ist speziell auch bei

[47] vgl. o.V. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) 2003, Brandschutzarbeitshilfe Hochhäuser, S.20

der Anordnung der Erschliessung und der Steigzonen zu berücksichtigen. Eine Unterteilbarkeit der vermietbaren Fläche in weniger als 300m^2 pro Mietpartei ist in Anbetracht der ohnehin erforderlichen Nebenräumlichkeiten weniger sinnvoll, da das Verhältnis HNF/NNF ungünstig wird.

Es wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die Brandschutzanforderungen in vielen Bereichen einen grossen Einfluss auf die Planung eines Hochhauses und dessen Flexibilität haben. Es ist demnach erforderlich, bei sämtlichen Szenarien der Flexibilität bezüglich den Brandschutzanforderungen einen hohen Stellenwert einzuräumen.

3.2.2 Flexibilität im Tragwerk

Die vertikalen Tragelemente sind im Vergleich zu konventionellen Flachbauten sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt, was ein nachträgliches Ändern des Bestands fast unmöglich oder zumindest ausserordentlich aufwändig und teuer macht. In Folge dessen ist das Layout des statischen Systems entscheidend für eine spätere Flexibilität.

Das höchste Mass an Flexibilität im Tragwerk findet man in sogenannten Megastrukturen.[48] Das Prinzip hierbei ist ein anpassungsfähiges Tragwerk, welches zusätzlich zur horizontalen auch eine vertikale Flexibilität über die einzelnen Geschosse hinaus realisieren lässt. Das statische Grundgerüst stellt hierbei das permanente globale Megarahmentragwerk dar, welches sich beispielsweise bei einem quadratischen Grundriss auf vier Eckstützen und regelmässig alle fünf bis sieben Stockwerke angeordneten horizontalen Fachwerkrahmen reduziert. Zwischen diesen permanenten globalen Tragelementen, welchen systemimmanent unverzichtbare Funktionen zugeordnet werden, entstehen somit frei gestaltbare Volumenkörper mit temporären Subtragwerken.

In der Schweiz werden die meisten Hochhäuser als Stahlbeton-Sklelettbauten mit Kernaussteifung konzipiert, was bereits ein in der horizontalen Ebene flexibles Tragsystem darstellt. Die Erschliessungen, Fluchttreppen, Steigzonen und Medienführungen werden innerhalb des durchgehenden Kernes angeordnet und bestimmen somit unter Berücksichtigung der statischen Anforderungen dessen Grösse und Lage.

In dieser Arbeit werden aufgrund der hohen Praxisrelevanz einzig die Nutzungsflexibilitäten von Stahlbeton-Skelettbauten mit Kernaussteifung untersucht. Auf eine Analyse anderer tragwerkstypologischer Flexibilitäten wird im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

---

[48] vgl. Laubach 2005, S. 45-48

Weitere Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen

Bei einer nicht-tragenden Fassade sollte das Raster des Tragwerkes konsequent vom dem Fassadenraster unabhängig ausgeführt werden und somit nicht mit den nichttragenden Wänden übereinstimmen. Diese Massnahme erspart aufwändige Anschlüsse von nicht-tragenden Wänden zwischen Fassade und Stütze, wodurch die Ausbaukosten reduziert werden.

Eine ganzflächige Erhöhung der normgemäss zulässigen Nutzlasten lohnt bei einem Bürohochhaus kaum, da dies in einem solchen Ausmass selten und wenn dann nur punktuell nachgefragt wird. Die Möglichkeit des lokalen Anbringens von nachträglichen Verstärkungen sollte jedoch grundsätzlich vorhanden sein. Entsprechend sind jedoch gewisse Tragreserven in den vertikalen Tragelementen einzuplanen, da diese ansonsten im Falle von höheren Lasten sehr aufwendig und über mehrere Geschosse ertüchtigt werden müssen.

Als weitere mögliche Flexibilitätsmassnahme können Flächen in den Decken definiert werden, welche nachträglich bei Bedarf ausgeschnitten werden können. Durch solche Massnahmen können Optionen von vertikalen Verbindungen ausserhalb der Kernzonen bis hin zu grossflächigen Atrien geschaffen werden.

3.2.3 Flexibilität in der Gebäudetechnologie

Grundsätzlich muss die Gebäudetechnik aufgrund des architektonisch festgelegten Ausbaurasters und unter Berücksichtigung sämtlicher Szenarien entwickelt werden. Hierbei ist es wie bereits oben erläutert wesentlich, die Schnittstelle zwischen Grundausbau, welcher ohne grössere Nachteile in die Primärstruktur integriert werden kann und dem Mieterausbau, welcher entsprechend als sekundäre, veränderbare Struktur zu konzipieren ist zu unterscheiden. Als sekundäre Leitungsführung bieten sich Doppelböden, untergehängte Decken sowie Brüstungsbänder in der Fassade an. Die verschiedenen Massnahmen können auch kombiniert werden.

Ein Doppelboden kombiniert mit einer untergehängten Decke bringt vordergründig die höchste Flexibilität. Zu beachten bei einer solchen Ausführung ist jedoch, dass dadurch die Betondecken thermisch nicht mehr aktiviert werden können. Ein Doppelboden kombiniert mit partiellen untergehängten Decken im Gangbereich für etwaige Mieterausbauten wäre in Bezug auf die Ausführung einer Bauteilaktivierung eine denkbare Alternative. Das Führen der Gebäudetechnik im Doppelboden des oberen Geschosses stellt bezüglich Flexibilität einen Nachteil dar. Diese Ebene liegt ausserhalb der vermie-

teten Fläche, was zur Folge hat, dass bei Anpassungsarbeiten andere Mietparteien tangiert werden. Falls dies nicht vermieden werden kann ist darauf zu achten, dass nur Installationen des Grundausbaus in diesem Perimeter geführt werden.

In den Schachtsteigzonen und Technikzentralen sind zwecks allfälliger Nachrüstungen genügend Reserveflächen einzuplanen. Hier gilt es, eine nachhaltige Abwägung zwischen Installationsreserve und vermietbarer Fläche zu finden.

In Zukunft werden verstärkt individuell regulierbare Büroräume nachgefragt werden. Es ist ein wesentlicher Komfortvorteil, wenn die einzelnen Mitarbeiter ihrem persönlichen Wohlbefinden entsprechend die Raumlufttemperatur und Frischluftmenge selbständig bestimmen können.[49]

Weitere Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen

Die Gebäudetechnik ist bereits in der frühsten Phase in den Planungsprozess zu integrieren.

Der Grundausbau mit Lüftung, Kühlung, Heizung, Elektrogrundinstallation, Sprinkler und Brandmeldeanlagen sollte die Standardszenarien gut abdecken können. Die Elektrofeinverteilung ist grundsätzlich im Mieterausbau vorzunehmen. Im Mieterausbau müssen gemäss der nachgefragten Nutzung individuell und raumspezifisch Nachrüstungen beispielsweise von Lüftung und Kühlung möglich sein.

Das Raumklima sollte raumweise möglichst individuell gesteuert werden können. Eine natürliche Lüftung durch öffenbare Fenster (zum Beispiel Parallel-Ausstell-Fenster) bringt hierbei einen grossen Vorteil bezüglich Flexibilität. Durch natürliches Lüften kann ein kurzfristig erhöhter Bedarf an Frischluft (z. Bsp. in Sitzungszimmern) abgedeckt werden, wodurch die mechanische Lüftung entlastet und somit wirtschaftlicher ausgelegt werden kann. Eine individuelle Regulierung des Raumklimas durch die Mitarbeiter wird als wichtige Komfortkomponente bestätigt.

Abgehängte Decken im Bürobereich schränken die Flexibilität bezüglich Einteilbarkeit der Flächen eher ein und generieren vor allem aus Gründen der Schall- und je nach dem auch Brandschutzvorkehrungen einen deutlichen Mehraufwand bei einem nachträglichen Ändern der Unterteilung. Andererseits ist bei Nicht-Ausführung einer untergehängten Decke die Problematik der Akustik genauer zu untersuchen. Dem Grundraster

[49] vgl. Amstutz 2008, S. 67

entsprechend angeordnete schalldämmende Kühl- respektive Heizsegel können hierbei einen möglichen Lösungsansatz darstellen.

Punkto Flexibilität sind mehrere dezentrale Schächte gegenüber weniger zentral angeordneten Schächten zu bevorzugen.

In den Schächten müssen genügend Reserveflächen für Nachrüstungen vorhanden sein. Bei der Lüftung lohnt es sich die Reserve bereits in den Querschnitten einzuplanen, da das nachträgliche Einbauen von Lüftungskanälen sehr aufwändig und schwierig ist. In den untergehängten Decken oder Doppelböden müssen weniger Reservehöhen eingeplant werden. Die Kreuzungspunkte der Leitungen bestimmen die Höhe der untergehängten Decke oder des Doppelbodens, weshalb diese früh koordiniert und präzise geplant werden müssen.

Eine dezentrale Lüftung über Fassadenlüftungsgeräte ist punkto Flexibilität eher nachteilig und sollte systembedingt tendenziell nicht ausgeführt werden.

3.2.4 Flexibilität in der Fassade

Die Fassade ist ein multifunktionales und komplexes Element bei einem Hochhaus, dessen Konzeption im Speziellen mit der Architektur und der Gebäudetechnik abgestimmt werden muss. Die Flexibilität der Fassade erhöht sich grundsätzlich, je grösser ihre Unabhängigkeit vom Gebäude ist.[50] Auf die verschiedenen Fassadensysteme und Konzeptionen wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen.

Weitere Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen

Das Fassadenraster ist unabhängig vom Raster der Tragstruktur auszuführen, so dass keine Stütze auf ein Fassadenprofil trifft (siehe Kapitel 3.2.2). Öffenbare Fenster ermöglichen eine sehr hohe Flexibilität (siehe Kapitel 3.2.3).

Eine Bandfassade ermöglicht das flexible Führen von Leitungen, weshalb unter Umständen die lichte Höhe des Doppelbodens reduziert oder gar auf die Ausführung eines Doppelbodens verzichtet werden kann.

3.2.5 Flexibilität in den Aufzugsanlagen

Aufzugsanlagen sollten so dimensioniert werden, dass sie unter Einbezug der wahrscheinlichen Szenarien genügend Beförderungskapazitäten aufweisen. Weiter sind die

[50] vgl. Cowee / Schwehr 2008, S. 72

Lifte so in der Kernzone anzuordnen, dass sie möglichst viele Aufteilungsvariationen der vermietbaren Flächen ermöglichen und von überall gut erreichbar sind. Eine Ausrüstung der Liftanlage beispielsweise mittels „Badge-System“ ermöglicht Zutrittsbeschränkungen für bestimmte Stockwerke.

Weitere Erkenntnisse aus den Expertenbefragungen

Für den nachträglichen Ausbau oder Umbau der Geschosse muss einer der Lifte so geplant werden, dass er genügend Raum für das Transportieren der grössten Bauteile der späteren Mieterausbauten aufweist. Die maximalen Abmessungen der Ausbau-Bauteile sind somit bereits in der Planungsphase zu ermitteln und festzulegen. In den meisten Fällen empfiehlt es sich den Feuerwehraufzug auf diese Anforderung zu dimensionieren.

Grundsätzlich sollten nachträgliche Mieteraus- und umbauten über die vorhandenen Aufzugsanlagen erfolgen können. Diese Bedingung stellt ein wichtiges Flexibilitätskriterium dar.

3.3 Erkenntnisse in Bezug auf Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

3.3.1 Denken und Planen in Szenarien

Der Entscheid für die Planung eines flexiblen Bürohochhauses hat bereits in der ersten Phase der Bedürfnisformulierung oder Wettbewerbsausschreibung des Projektes durch den Bauherr oder Investor zu erfolgen. Flexibilität kann nur durch eine sehr frühzeitige, systematische und integrale Planung sichergestellt werden. Die Planung der Flexibilität ist somit mit erhöhtem Aufwand und Koordinationsbedarf verbunden.

Das wichtigste Hilfsmittel zur Planung der Flexibilität ist das Denken und Arbeiten in Szenarien von möglichen Mieterausbauvarianten. Hierbei müssen bauherrenseitig präzise Anforderungskataloge beispielsweise an mögliche Büroorganisationsformen definiert werden, welche es in der integralen Planung der Grund- und Aufrisse des Gebäudes zu berücksichtigen gilt. Es ist sicher zu stellen, dass die verschiedenen Szenarien phasengerecht mittels klaren Kriterien gewerkspezifisch überprüft werden können. Hierbei gilt es jeweils aufzuzeigen, welche Szenarien mit welcher Qualität ausgeführt werden können.

Mit den verschiedenen Szenarien als Grundlage ist ein möglichst flexibles Grundrissraster zu entwickeln, an welchem sich die gesamte Organisations- und Gebäudestruktur orientiert.

Bezüglich Raumkomfort ist es vorteilhaft, wenn die gebäudetechnische Steuerung möglichst kleinteilig erfolgt und schnell die entsprechend gewünschte Wirkung im Raum erreicht wird. Hierbei sind beispielsweise in der Decke eingelegte thermoaktive Bauteilaktivierungssysteme gegenüber rasterweise angeordneten, einzeln steuerbaren Heiz- und Kühldecken weniger flexibel und bezüglich Raumkomfort ungünstiger. In diesem Zusammenhang führen beispielsweise auch öffenbare Fenster zu einer hohen Akzeptanz bei den Mitarbeitern, da diese von jedem individuell gesteuert werden können und sich dadurch sofort eine raumklimatische Änderung herbeiführen lässt. Auch dies trägt zu einer flexiblen Nutzung des Gebäudes bei.

3.3.2 Flexibilitäten in Abhängigkeit der Geschosshöhe

Aus den verschiedenen Expertenbefragungen und Literaturrecherchen ging hervor, dass die lichte Raumhöhe ein zentrales Element für die Flexibilität und vor allem Qualität und Komfort des Raumes darstellt. Eine lichte Raumhöhe von 3,00m ermöglicht eine komfortable Ausführung sämtlicher Büroorganisationsformen.

Die aus lichter Raum-, Konstruktions- und Installationshöhe zusammengesetzte Geschosshöhe wird bezüglich gebäudetechnischer und statischer Flexibilität von den letzten beiden Teilhöhen beeinflusst. Die breit abgestützte und immer wieder anzutreffende Prämisse, welche eine flexible Bauweise mit einer möglichst konsequenten Trennung von Primär- und Sekundärstruktur verbindet, also einer möglichst strikten Trennung von Gebäudetechnik und Statik, ist bei Bürohochhäusern nicht das wesentliche Kriterium. Bei einem Bürohochhaus, dessen Räume und Organisationsformen fast ausschliesslich im Mieterausbau erstellt werden, ist es viel wichtiger, eine sinnvolle Trennung zwischen Grundausbau und Mieterausbau vorzunehmen. Der Grundausbau soll bezüglich Flexibilität durch das oben erläuterte Denken in Szenarien so geplant werden, dass möglichst alle vorgegebenen Büroorganisationsformen umgesetzt werden können. Dies erfolgt vorwiegend durch das oben beschriebene Festlegen eines konsequenten architektonischen und gebäudetechnischen Rasters, welches schlussendlich auch das Gebäude als solches definiert und nicht mehr abgeändert werden kann. Bezogen auf dieses Raster können gebäudetechnische Installationen als Grundausbau starr in die primäre Struktur mit eingebunden werden ohne dass hierbei eine Einbusse in der Flexibilität resultiert.

Durch eine partielle Integration der Gebäudetechnik in die Primärstruktur kann die Geschosshöhe optimiert werden, da aufgrund dieser Massnahme oft auf eine ganzflächige untergehängte Decke im Raum verzichtet werden kann. Als weiterer Vorteil ermöglicht der Verzicht einer untergehängten Decke, die Betondecke als Masse thermisch aktivieren zu können. Sofern erforderlich können partiell angeordnete untergehängte Decken zum Beispiel in den Gangbereichen trotzdem bei Bedarf zusätzliche Installationsflächen für den Mieterausbau ermöglichen.

Der Doppelboden soll unter Berücksichtigung sämtlicher Szenarien so dimensioniert werden, dass er für den Mieterausbau genügend lichte Höhe aufweist.

Bezüglich Tragstruktur kann grundsätzlich festgehalten werden, dass eine Flachdecke gegenüber einer Rippendecke bedeutend mehr Flexibilität zulässt und auch eine geringere Konstruktionshöhe erfordert.

3.4 Bewertung der Flexibilität

Die Bewertung der Flexibilität bei Bürohochhäusern ist von vielen Kriterien abhängig und eine Einstufung in „flexibel“ oder „unflexibel“ reicht somit als Bewertungskriterium nicht aus. Vielmehr muss ein Weg gefunden werden, mit einer nachvollziehbaren Bewertungsmethode die Flexibilität eines Gebäudes genauer zu bestimmen.

3.4.1 Flexibilitätsgrad

In dieser Arbeit wird die Flexibilität mittels eines sogenannten Flexibilitätsgrades bewertet. Dieser kann zwischen 0% (unflexibel) und 100% (hoch flexibel) stufenlos variieren. Basierend auf Literaturrecherchen und Expertenbefragungen wurden Kriterien ermittelt, welche den Flexibilitätsgrad von Bürohochhaus-Neubauten wesentlich beeinflussen.

Die Durchführung der Bewertung eines objektspezifischen Flexibilitätsgrades ist durch Experten aus Architektur, Tragwerk und Gebäudetechnik vorzunehmen. Hierbei werden die Ausführbarkeit der heute bekannten und praxisüblichen Büroorganisationsformen sowie die Kriterien Reserveflächen für Installationen und Vermietungsvariabilität bewertet. Reserveflächen ermöglichen hierbei neue Technologien sowie Anpassungen oder Nachrüstungen vornehmen zu können. Bei der Vermietungsvariabilität wird einerseits die Unterteilbarkeit der Geschossflächen in von einander unabhängige Mieteinheiten sowie die Möglichkeit der Ausführung geschossweiser vertikaler Verbindungen (optional mögliche Deckendurchbrüche) berücksichtigt.

Der Flexibilitätsgrad ist somit ein Indikator, inwieweit das Gebäude auf zukünftige Nachfragevariabilitäten der Nutzer reagieren kann.

Die unterschiedlichen Beurteilungskriterien können objektspezifisch mittels Wertungsfaktoren gewichtet werden. In dieser Arbeit wird die Annahme getroffen, dass die Ausführbarkeit verschiedener Büroorganisationsformen mit 66,6%, die Reserveflächen und die Vermietungsvariabilität mit je 16,7% in die Berechnung des Flexibilitätsgrades einfliessen.

Die Tabelle zur Berechnung des Flexibilitätsgrades ist im Anhang 3 einsehbar.

Bei einem Bürohochhaus-Neubau wird grundsätzlich von einem behindertengerechten Ausbaustandard ausgegangen. Dieser Aspekt fliesst deshalb nicht gesondert in die Bewertung der Flexibilität mit ein.

3.4.2 Anwendbarkeit der ESI®-Bewertung[51] bei Bürohochhaus-Neubauten

In der ESI®-Bewertung wird der Teilindikator *Flexibilität und Polyvalenz* mit 42.6% gewichtet und hat somit einen grossen Einfluss auf die Beurteilung und Bewertung der Nachhaltigkeit eines Gebäudes. (Die anderen Teilindikatoren sind: *Energie- und Wasserabhängigkeit (16.7%), Erreichbarkeit und Mobilität (9.4%), Sicherheit (6.7%) sowie Gesundheit und Komfort (24.6%)*).

Teilindikatoren	Gewicht
1 Flexibilität und Polyvalenz	**42.6%**
1.1 Nutzungsflexibilität	**27.7%**
1.1.1 Raumeinteilung	12.8%
1.1.2 Geschosshöhe	11.8%
1.1.3 Zugänglichkeit Kabel/Leitungen/Haustechnik	1.9%
1.1.4 Reservekapazität Kabel/Leitungen/Haustechnik	1.2%
1.2 Nutzerflexibilität	**14.9%**
1.2.2 Überwindbarkeit Höhendifferenzen innen und aussen	7.4%
1.2.3 Rollstuhlgängigkeit	4.4%
1.2.4 Balkon Durchblick	0.0%
1.2.5 Nutzbarkeit Aussenraum	3.0%

Tabelle 6: Gewichtung der Teilindikatoren und Sub-Teilindikatoren; Holthausen / Meins / Christen (2009), S. 12

Hierbei gilt es zu beachten, dass unter *Nutzungsflexibilität* primär effektive Nutzungsänderungen beispielsweise von Büro zu Wohnen gemeint sind. Weiter untersucht die *Nutzerflexibilität* ob die gleiche Nutzung behindertengerecht möglich ist.[52]

---

[51] Economic Sustainability Indicator (ESI®); Center for Corporate Responsibility and Sunstainability (CCRS) at the University of Zurüch (2009)

[52] vgl. Meins / Burkard 2009, S. 10

Die Teil- und Sub-Teilindikatoren der ESI®-Bewertung bezüglich Flexibilität und Polyvalenz haben für die Bewertung der Flexibilität von Bürohochhaus-Neubauten unzureichende Aussagekraft, weshalb hier von der Anwendung der ESI®-Bewertung zur Beantwortung dieser spezifischen Frage abgesehen wird. Als Begründung kann beispielsweise auf den Sub-Teilindikator *1.1.2 Geschosshöhe* verwiesen werden, wo die *Codierung Büro* eine Geschosshöhe >3,70m mit „+1“, ≤3,70m >3,50m mit „0“ und ≤3,50m mit „-1“ bewertet[53], was bei hochkomplexen und integral entwickelten Bürohochhaus-Neubauten so nicht nachvollzogen werden kann. Inwiefern die restlichen vier Teilindikatoren der Bewertung für Bürohochhaus-Neubauten anwendbar sind, wird im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht.

3.5 Nachfrage nach Flexibilität

In Kapitel 2.6 konnte bereits dargelegt werden, dass ein Trend in Richtung flexibler und leicht umbaubarer Büroräumlichkeiten zu verzeichnen ist.

Studien der Credit Suisse Economic Research als auch der Collier AG konnten aufzeigen, dass eine Nachfrage nach Flexibilität bei Bürobauten grundsätzlich vorhanden ist und noch weiter zunehmen wird. Im Folgenden werden die wichtigsten Aussagen verschiedener Studien wiedergegeben.

Die Entscheidungskriterien eines Unternehmens für oder gegen neue Räumlichkeiten sind nicht nur die oft genannten Kriterien wie der Preis, die Flächengrösse sowie die Mikro- und Makrolage. Vielmehr wird zur Erreichung der notwendigen Flächeneffizienz und Flächenproduktivität auch in zunehmendem Masse eine hohe Anforderung an die Qualität, Variabilität und das Serviceangebot der Flächen gestellt. Hierbei ist die Flexibilität der Flächen oberstes Gebot.[54] Der Raum muss sich an Änderungen der individuellen Arbeitsplatzanforderungen und der Unternehmenskulturen anpassen können.

„Büroanbieter können somit neben guten Lageparametern mit qualitativ hochwertigen und flexiblen Büroflächen punkten. In dieser Hinsicht haben Neuflächen einen Wettbewerbsvorteil, weil sie von Beginn an den neusten Standards entsprechen und baulich langfristig auf Flexibilität getrimmt sind.“[55]

---

[53] vgl. o.V. Eingabeblatt für Testobjekte; Center for Corporate Responsibility and Sunstainability (CCRS) at the University of Zurüch (2009)

[54] vgl. Neff et al. 2010, S.28

[55] Neff et al. 2010, S.30

Weiter wird seitens des Investors ein Mix in den Mieterbranchen nachgefragt, da Stabilität und Zyklizität der Beschäftigungsentwicklung einzelner Bürobranchen eine wesentliche Rolle für Rendite-Risiko-Einschätzungen von Eigentümern bei der Vermietung ihrer Flächen darstellen. „In grossen Liegenschaften lassen sich Leerstandsrisiko und Fluktuation durch die Diversifizierung der Mieterschaft aus Unternehmen unterschiedlicher volatiler, pro- und antizyklischer Branchen beeinflussen. So hat sich zum Beispiel die Beschäftigungsentwicklung von Unternehmensberatungen und Personaldienstleistern in der Vergangenheit als prozyklisch und volatil erwiesen.“[56] Ermöglicht also ein Gebäude mit hoher Flexibilität ein Angebot für Mieterschaften aus verschiedenen Branchen zu schaffen, kann der Investor durch gezielte Suche und Vermietung des Hochhauses einen strategischen Mietermix zusammenstellen, welcher die Fluktuationen und das Leerstandsrisiko reduziert.

Letzten Endes kann ein wesentlicher Vorteil der Flexibilität die Wiedervermietbarkeit der Flächen nach einem Mieterwechsel sein. Gerade in Zeiten eines Angebotsüberhanges, wo beispielsweise Anreize wie frühzeitige Ausstiegsoptionen bei Mietvertragsverhandlungen zur Tagesordnung gehören[57], kann die Flexibilität einen entscheidenden Faktor für die Reduktion des Objektrisikos darstellen.

Die Bewertung der objektspezifischen Nachfrage nach Flexibilität soll ähnlich wie diejenige des Flexibilitätsgrades durch einen Experten durchgeführt werden. Denkbar wäre hierbei der Investor selbst, der Vermarkter oder qualifizierte Makler, wobei gute Markt- und Standortkenntnisse hierbei unerlässlich sind.

Um die Bewertung durchzuführen wurden folgende entscheidende Fragen zur Bewertung der Nachfrage nach Flexibilität ermittelt:

- Werden in den kommenden 10 bis 20 Jahren viele neue Büroflächen am massgebenden Makro- / Mikrostandort auf den Markt kommen?
- Wie gut ist die Standortqualität des Objektes?
- Wie viele Mieterwechsel sind in den ersten 20 Jahren (2 Mietvertragslaufzeiten) zu erwarten?
- Ist künftig mit einer Verdichtung der Fläche pro Mitarbeiter zu rechnen? (z. B. Zunahme von nonterritorialen Büros)

[56] Neff et al. 2011, S. 27

[57] vgl. Stocker et al. 2011, S. 28

- Ist zu erwarten, dass die Büroorganisationsformen in den kommenden 10 bis 20 Jahren ändern?
- Ist zu erwarten, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren neue Technologien zusätzliche Installationsräume und Flächen erfordern?

Die Fragen zielen hierbei allgemein auf Angebot und Nachfrage am Standort als auch spezifisch auf die wahrscheinliche Nachfrage nach Flexibilität ab. Die Fragen sind jedoch nicht empirisch verifiziert und haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Tendenzen der Nachfragelage nach flexiblen Räumen können jedoch sicherlich mit diesem Vorgehen eruiert werden. Die einzelnen Fragen können je nach objektspezifischen Gegebenheiten bei Bedarf unterschiedlich gewichtet werden.

Das Ergebnis der Bewertung ist die marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität in Prozent ausgedrückt, wobei 0% keine und 100% eine sehr grosse Nachfrage nach flexiblen Büroräumen darstellt.

Die Tabelle zur Berechnung der Nachfrage nach Flexibilität ist im Anhang 4 einsehbar.

4 Finanzielle Bewertung der Flexibilität

Im Rahmen dieser Masterarbeit wird ein Verfahren entwickelt, wie die finanzielle Bewertung der Flexibilität in einem Bürohochhaus-Neubauprojekt vorgenommen werden kann. Die Bewertung orientiert sich an den verschiedenen Planungsphasen. Zur Bewertung werden sowohl statische als auch dynamische Methoden verwendet.

4.1 Statische Bewertungsmethoden

Investitionen in der immobilienwirtschaftlichen Projektentwicklung werden vorrangig anhand von statischen Bewertungsmethoden bewertet. Hierbei kommen üblicherweise Barwertmethoden wie der Ertragswert oder der DCF-Wert (Discounted-Cash-Flow-Methode) zur Anwendung. Die Entscheidung über die Durchführung einer Investition erfolgt bei der Verwendung des Barwertes oder des Ertragswertes anhand des sogenannten statischen Kapitalwertkriteriums. Danach wird die Investition durchgeführt, wenn der statische Netto-Kapitalwert (auch Net Present Value (NPV) genannt) als Differenz zwischen dem Immobilienwert und den Investitionskosten grösser oder gleich dem Wert Null ist. Die statische Kapitalwertmethode geht implizit von einer „*Jetzt-oder-nie-Entscheidung*“ aus und schliesst somit spätere Handlungsflexibilitäten, Entscheidungsmöglichkeiten oder Anpassungsmassnahmen auf veränderte Umweltbedingungen in der Bewertung aus. Die Unsicherheit der zukünftigen Geldströme wird somit ausschliesslich als Risiko definiert und die von ihr ausgehenden Chancen werden ignoriert. Die Flexibilität infolge einer vorbehaltenen Entscheidung nach einer vorher definierten gewissen Laufzeit unter bestimmten Umständen und mit zusätzlich gesammeltem Wissen zu bauen oder eben nicht zu bauen, hat beispielsweise auch ihren Wert, wird jedoch im statischen Kapitalwertkriterium nicht berücksichtigt. Investitionen, welche sowohl Unsicherheiten als auch mögliche Handlungsflexibilitäten aufweisen, werden daher systematisch unterbewertet, weshalb die statische Kapitalwertmethode keine optimale Investitionsentscheidung für diese Fälle darstellt.[58]

Die statische Kapitalwertmethode kann gut angewendet werden, wenn die Komponente der zukünftigen Geldströme einer Investition die Handlungsflexibilitäten dominiert. Bei Situationen wo „*Lernen und Reagieren*“ (*learn-and-respond situations*) im Vordergrund stehen und somit eine grosse Komponente der Handlungsflexibilität in den zu-

[58] vgl. Büch 2009, S. 4-5

künftigen Projektentscheidungen vorhanden ist, kann die statische Kapitalwertmethode zu falschen Empfehlungen führen.[59]

Zusammengefasst weist die statische Kapitalwertmethode bei einer umfassenden Beurteilung einer Investitionsmöglichkeit folgende Probleme auf:[60]

- Risiken werden in der Bewertung nicht adäquat berücksichtigt
- Die Methode gewährt keine zeitliche Flexibilität
- Die Kapitalwertmethode ignoriert flexibles Management
- Der Wettbewerb wird nicht adäquat berücksichtigt

4.2 Dynamische Bewertungsmethoden

Bei der Anwendung des dynamischen Kapitalwertkriteriums wird der Flexibilitätswert explizit erfasst und in die Ableitung der Investitionsentscheidung miteinbezogen.[61] Diese Bewertungsmethode basiert auf der Optionstheorie respektive bei Immobilien auf der Realoptionstheorie, da der Option ein reales Gut als Basis zugrunde liegt. Der Preis einer Realoption setzt sich aus den folgenden fünf Komponenten zusammen:[62]

- Preis des Basiswertes (Summe der erwarteten diskontierten Gewinne)
- Ausübungspreis (Summe der erwarteten diskontierten Kosten)
- Zinssatz
- Laufzeit der Investitionsentscheidung
- Risiko (Volatilität)

Bei der Optionstheorie kauft man sich das Recht jedoch nicht die Pflicht die Option auszuüben.

Im Folgenden wird aufgezeigt, inwiefern die statische als auch die dynamische Bewertung einer flexiblen Bauweise bei Bürohochhaus-Neubauten zur Anwendung kommen können.

---

[59] vgl. Shockley 2007, S. 17

[60] vgl. Chesney 2011, S. 6-7

[61] vgl. Büch 2009, S. 5

[62] vgl. Chesney 2011, S. 17

4.3 Bewertung eines flexiblen Konzeptes in den Planungsphasen

Der Entscheid, ob grundsätzlich ein flexibles oder ein spezifisches Projekt geplant werden soll, muss wie in Kapitel 3.3.1 bereits erläutert zu Beginn der strategischen Planung oder in der Formulierung der Wettbewerbsbedingungen erfolgen und entspricht somit einer *Realoption* in Form der *Planungsflexibilität*, welche vor Beginn der strategischen Planung gekauft werden muss.

Die *Planungsflexibilität* ist somit vergleichbar mit der klassischen Realoptionsproblemstellung der Investition in die *Forschung und Entwicklung*[63]. Während der Laufzeit der Option wird das Konzept für das Erstellen eines flexiblen Bürohochhaus-Neubaus erarbeitet und zugleich das Wissen über die mögliche Nachfrage nach spezifischen Büroorganisationsformen und Trends im Bürobau vertieft. Weiter können die allgemeine wirtschaftliche Entwicklung und der Immobilienmarkt an der Mikro- und Makrolage als solche beobachtet und in den zukünftigen Entscheidungen berücksichtigt werden.

Da in dieser ersten Projektierungsphase sehr grosse Unsicherheiten und Risiken aber auch Chancen liegen, ist davon auszugehen, dass eine *dynamische Bewertung* der Investition in eine hohe Flexibilität realistischer und auch günstiger ausfallen wird als eine statische.

Die Kosten für die *Realoption einer Planungsflexibilität* werden durch zusätzliche Planungshonorare generiert, wobei diese bei einer vorhergehenden präzisen Auftragformulierung niedrig gehalten werden können.

In Anlehnung an einen regulären und unterbruchsfreien Planungsprozess dauert die Laufzeit der *Realoption der Planungsflexibilität* von dem Start der strategischen Planung bis Abschluss des Vorprojekts, die üblicherweise bei einem Hochhaus-Neubau rund zwei Jahre beträgt. Nach Erstellen des Vorprojektes sollte genügend Wissen für eine inhärente Entscheidung über das weitere Vorgehen vorliegen. Unter Anderem sind folgende Entscheidungen für die weitere Planung und Ausführung des Bürohochhaus-Neubaus denkbar:

- Das Konzept eines hohen Flexibilitätsgrades wird weiterverfolgt
- Das Konzept eines mittleren Flexibilitätsgrades wird weiterverfolgt
- Ein spezifisches Konzept mit tiefem Flexibilitätsgrad wird weiterverfolgt

[63] vgl. Shockley 2007, S. 262

Grundsätzlich wäre auch eine Laufzeit der Realoption bis nach Abschluss der Ausschreibungsphase denkbar. Im Falle deren Nichtausübung müsste das Projekt jedoch überarbeitet, allenfalls nochmals ausgeschrieben und die Baueingabe angepasst werden. Bei einem solchen Vorgehen ist mit entsprechenden terminlichen Verzögerungen und zusätzlichen Planungskosten zu rechnen. In dieser Arbeit wird jedoch die Annahme getroffen, dass die Laufzeit der Realoption bis Ende Vorprojekt dauert.

Der Ausübungspreis der Realoption eines flexiblen Bürohochhauses resultiert aus der Differenz der Planungs- und Erstellungskosten zwischen einem hohen und einem tiefen Flexibilitätsgrad im Projekt. Wichtig ist an dieser Stelle nochmals zu erwähnen, dass die Realoption eines flexiblen Konzeptes ausgeübt werden kann aber nicht muss.

In der folgenden Abbildung 3 wird die Realoption im Zuge der Projektentwicklung[64] unter Berücksichtigung der Planungsphasen gemäss SIA 102[65] dargestellt.

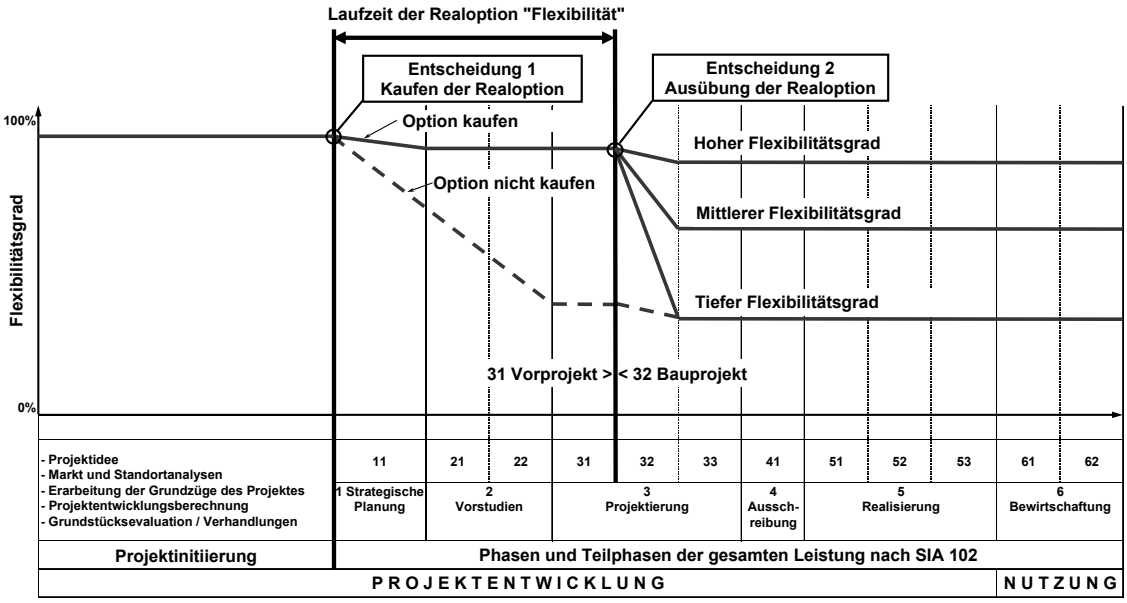


Abbildung 3: Flexibilität als Realoption in der Projektentwicklung

Die in der Abbildung 3 definierten Entscheidungen 1 und 2 basieren jeweils auf unterschiedlichen Bewertungsmethoden.

Die Entscheidung 1 wird unter Anwendung des hier beschriebenen Realoptionsansatzes anhand einer *dynamischen Netto-Kapitalwertberechnungen* ($NPV_{dynamisch}$) getroffen. Aufgrund des $NPV_{dynamisch}$ wird neben der grundsätzlichen Wirtschaftlichkeitsüberprüfung entschieden, in wieviel *Planungsflexibilität* (Flexibilitätsgrad) investiert werden

[64] vgl. Von Nell 2010, S. 20

[65] vlg. o.V. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Norm SIA 102 2003, S. 11

soll. Die Grundlage für den $NPV_{dynamisch}$ bildet die während der Phase der Projektinitiierung erarbeiteten Erkenntnisse wie Markt- und Standortanalysen, Erarbeitung der Grundzüge des Projektes und überschlägige Projektentwicklungsberechnungen.

Wird entschieden die Realoption nicht zu kaufen und somit ein spezifisches Projekt mit wenig Flexibilität zu planen, ist eine nachträgliche Umkehr zu einem höheren Flexibilitätsgrad sehr aufwändig. Zeitliche Verzögerungen im Projekt sowie zusätzliche Planungshonorare wären die Konsequenzen. Tendenziell kann gesagt werden, dass mit fortschreitender Planung und zunehmendem Genauigkeitsgrad der Entscheidungsspielraum im Projekt grundsätzlich abnehmen wird.

Die Entscheidung 2 nach Abschluss des Vorprojektes wird anhand einer risikoadjustierten *statischen Netto-Kapitalwertberechnungen* ($NPV_{statisch}$) getroffen. Aufgrund des $NPV_{statisch}$ wird abgesehen von der grundsätzlichen Wirtschaftlichkeitsüberprüfung entschieden, ob ein flexibles Gebäude umgesetzt werden soll oder nicht.

Die Entscheidung 2 kann nicht mehr anhand der Realoptionstheorie bewertet werden, da die Investitionen in die Flexibilität (wie beispielsweise Vorinstallationen, Reserveflächen, lichte Raumhöhen, Unterteilbarkeit der Grundrisse, vertikale Erschliessungsmöglichkeiten etc.) bereits in der Primärstruktur und im Grundausbau anfallen. Die Investition in ein flexibles Konzept entspricht somit einer *„Jetzt-oder-Nie-Entscheidung“* nach Abschluss des Vorprojektes als *Vorinvestition zwecks Risikooptimierung*. Die Investitionskosten werden unmittelbar und irreversibel verbaut.

Die Berechnung des $NPV_{dynamisch}$ und des $NPV_{statisch}$ als Grundlage der Entscheidungen 1 und 2 wird im Folgenden erläutert.

4.3.1 Entscheidungspunkt 1: Berechnung des $NPV_{dynamisch}$

Der dynamische Netto-Kapitalwert $NPV_{dynamisch}$ der *Planungsflexibilität* wird gemäss der Realoptionstheorie einer *Forschungs- und Entwicklungsproblemstellung* („Research and Development“) berechnet.[66]

Die Bewertung der Realoption setzt sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

1. *Preis des Basiswertes* (Ertragswertes (Bruttokapitalisierung) des Hochhauses basierend auf risikoadjustierten Marktmieten (gemäss Kapitel 4.3.3), abdiskontiert auf heute)
2. *Ausübungspreis* (Summe der abdiskontierten erwarteten Investitionskosten)
3. *Zinssatz* (Diskontsatz, Bruttokapitalisierungssatz und risikoloser Zins)
4. *Laufzeit der Investitionsentscheidung*
5. *Risiko* (Volatilität)

Der Wert der Realoption wird anhand eines binomialen risikoneutralen Preismodells bestimmt. In jedem Zeitschritt beträgt der Wert der Option den erwarteten Zweitwert unter Anwendung der risikoneutralen Wahrscheinlichkeit und der Diskontrate des risikolosen Zinssatzes.[67]

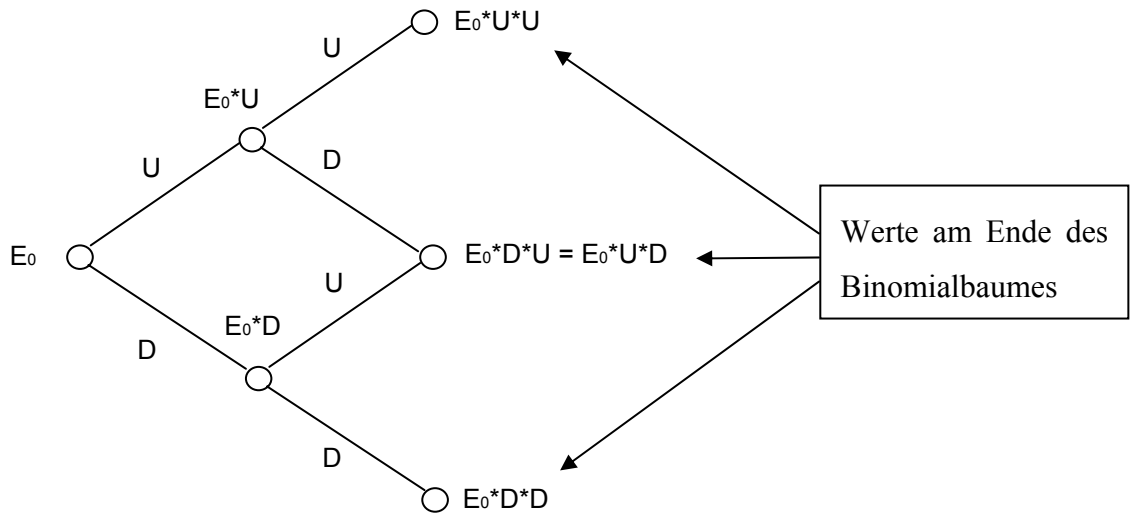


Abbildung 4: Zwei-Schritt Binomialbaum

[66] vgl. Shockley 2007, S. 262-275

[67] vgl. Shockley 2007, S. 274

Die theoretische Vorgehensweise zur Berechnung der Realoption kann dem Anhang 5 entnommen werden. Die praktische Anwendung wird anhand des Beispiels in Kapitel 5 illustriert.

4.3.2 Entscheidungspunkt 2: Berechnung des $NPV_{statisch}$

Die Entscheidung, in welchen Flexibilitätsgrad nach Abschluss des Vorprojektes investiert werden soll, erfolgt anhand einer statischen Netto-Kapitalwert- Berechnung ($NPV_{statisch}$), basierend auf einer detaillierten DCF-Bewertung unter Berücksichtigung von risikoadjustierten Marktmieten.

Im Sinne einer Grenzwertbetrachtung muss mindestens derjenige Flexibilitätsgrad ausgeführt werden, welcher einen $NPV_{statisch} \geq 0$ ergibt. Sind die Kosten für das Erreichen dieses Flexibilitätsgrades grösser als die angesetzten Investitionskosten, wird der $NPV_{statisch}$ negativ. In diesem Falle sollte die Investition aufgrund des statischen Kapitalwertkriteriums nicht ausgeführt werden.

Die Durchführung der Bewertung kann anhand des Beispiels in Kapitel 5 nachvollzogen werden.

4.3.3 Ermittlung der risikoadjustierten Marktmieten

Die Marktmieten werden sowohl für die Berechnung des $NPV_{dynamisch}$ als auch des $NPV_{statisch}$ benötigt. Deren Ermittlung ist relativ schwierig, da sie von vielen Komponenten beeinflusst wird. Die Bestimmung der risikoadjustierten Marktmieten von Bürohochhaus-Neubauten erfolgt unter Berücksichtigung folgender Parameter:

- Flexibilitätsgrad des Objektes (gemäss Kapitel 3.4 / Anhang 3)
- Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität (gemäss Kapitel 3.5 / Anhang 4)
- Allgemeine Wirtschaftsentwicklung in Zukunft und daraus abgeleitet die allgemeine Nachfrage nach Büroflächen

Die risikoadjustierten Marktmieten werden anhand von sog. Ex-Post-Daten[68] unter Berücksichtigung der 50%-, 70%- und 90%-Quantilwerte bestimmt. Hierbei werden die wahrscheinlichen Marktmieten der verschiedenen Quantile jeweils über Ihre Expost-Standardabweichungen unter Annahme einer Normalverteilung und Verwendung eines

[68] vgl. o.V. Wüest & Partner AG 2011, Angebotsmieten der Jahre 2005 bis 2011

Zufallgenerators ermittelt. Die Durchführung der Berechnung der risikoadjustierten Marktmieten kann anhand des Beispiels in Kapitel 5 nachvollzogen werden.

Diese Vorgehensweise zur Ermittlung der risikoadjustierten Marktmieten wurde im Rahmen dieser Masterarbeit entwickelt und entspricht somit einer Annahme.

4.3.4 Bestimmung des Diskontsatzes

Grundsätzlich ist der Diskontsatz objektspezifisch festzulegen. In den unter Kapitel 5 durchgeführten Berechnungen wird der Diskontsatz mit 4,5% angenommen und setzt sich wie folgt zusammen:[69]

- Nomineller Basiszinssatz (entspricht auch dem risikolosen Zinssatz, Rendite einer 10-Jährigen Bundesobligation Eidgenossenschaft).

  Aufgrund der aktuell sehr tiefen Zinsen wird der nominelle Basiszinssatz etwas höher als der Mittelwert des vergangenen Jahres angesetzt.

  Annahme: 2,00%

- Immobilienspezifisches Markt-Risiko (vor allem für die Illiquidität der Anlage).

  Annahme: 1,50%

- Objektspezifisches Risiko (Makro-, Mikrolage, Nutzung, Handelbarkeit).

  Das Risiko wird grösstenteils in den Marktmieten durch die spezifische Bewertung des Marktes und des Objektes im DCF-Modell berücksichtigt.

  Annahme: 1,00%

nomineller Basiszinssatz Rendite 10-jährige Bundesobligationen Eidgenossenschaft vom 17.06.2010 bis 17.06.2011 Min.: 1.11% Max.: 2.14% Mittelwert: 1.66%	Annahme: 2.00%
Immobilienspezifisches Markt-Risiko - v.a. für die Illiquidität der Anlage	Annahme: 1.50%
Objektspezifisches Risiko - Makro-, Mikrolage, Nutzung, Handelbarkeit => Risiko wird grösstenteils in den Marktmieten durch die spezifische Bewertung des Marktes und des Objektes im DCF-Modell bereits berücksichtigt.	Annahme: 1.00%
Diskontsatz	**4.50%**

Tabelle 7: Zusammensetzung Diskontsatz

[69] vgl. Ritz 2010, S. 35

5 Durchführung der Bewertung anhand eines realistischen Beispiels

An einem fiktiven Beispiel eines Bürohochhaus-Neubaus am Standort Zürich Kreis 5 soll die Bewertung der Planungsflexibilität und der Umsetzung eines flexiblen Konzeptes gemäss dem in Kapitel 4 beschriebenem Vorgehen durchgeführt werden.

Das Ziel der Bewertung ist es eine Entscheidungsgrundlage zu erschaffen, aufgrund welcher die wirtschaftliche Ausführbarkeit überprüft und gleichzeitig der minimal erforderliche objektspezifische Flexibilitätsgrad ermittelt werden kann:

Entscheidung 1 (Zeitpunkt: Start Strategische Planung) => $NPV_{dynamisch}$

Die Berechnung des $NPV_{dynamisch}$ wird auf Anfang 2012 angesetzt. Die Laufzeit der Realoption beträgt zwei 2 Jahre und beinhaltet die Planungsphasen strategische Planung, Vorstudien und Vorprojekt. Das Vorprojekt ist somit Ende 2013 abgeschlossen. Als Vergleich wird zusätzlich der $NPV_{statisch}$ ermittelt.

Entscheidung 2 (Zeitpunkt: Start Bauprojekt) => $NPV_{statisch}$

Die Entscheidung, in welchen Flexibilitätsgrad investiert und welche Massnahmen physisch umgesetzt werden, wird aufgrund des $NPV_{statisch}$ nach Abschluss des Vorprojektes getroffen. Die Berechnung des $NPV_{statisch}$ wird aus Illustrationszwecken auf Anfang 2014 angesetzt. Bis zur Inbetriebnahme des Hochhauses werden ab Start Bauprojekt vier Jahre veranschlagt.

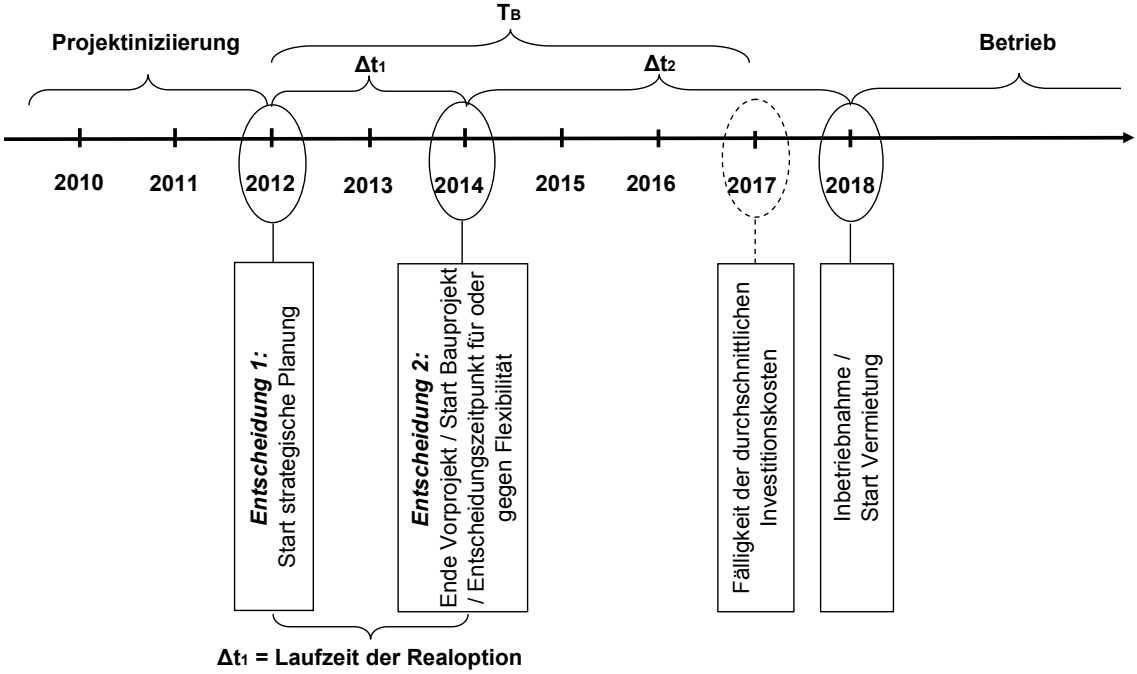


Abbildung 5: Entscheidungspunkte / Zeitverhältnisse (Definition der Laufzeiten siehe Tabelle 8)

5.1 Projektdefinition

Die marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität am Projektstandort beträgt ca. 67%. Im Anhang 4 kann nachvollzogen werden, durch welche Faktoren und Einschätzungen sich dieser Wert bildet.

In Folge dessen soll ein flexibles Hochhaus geplant werden. Es stehen zwei Projektvarianten im Raum:

- Projekt 1: 20 Regelgeschosse
- Projekt 2: 21 Regelgeschosse

Baurechtlich befindet sich das Hochhaus im Hochhaus-Gebiet I, womit die oberirdische Bauhöhe auf 80m beschränkt ist. Die Ausnutzungsziffer wird hierbei nicht massgebend.

5.1.1 Projektgrundlagen

Gebäudedaten	**Projekt 1**	**Projekt 2**	
Anzahl Regelgeschosse	**20**	**21**	**Stk**
Deckenstärke + Kühl- und Heizsegel	0.35	0.35	m
Hohlboden (lichte Höhe + Bodenaufbau)	0.35	0.35	m
Lichte Raumhöhe	2.90	2.73	m
Geschosshöhe Regelgeschoss	**3.60**	**3.43**	**m**
Höhe Regelgeschosse	72.00	72.03	m
Höhe Erdgeschoss	5.00	4.97	m
Höhe Dachgeschoss (Technik)	3.00	3.00	m
Höhe total, oberirdisch	**80.00**	**80.00**	**m**
Höhe Untergeschosse	8.00	8.00	m
Geschossfläche (GF)	1200	1200	m2
Gebäudevolumen	105600	105600	m3

Erstellungskosten			
Erstellungskosten BKP 1 - 5	1'050	1'100	CHF/m3
Erstellungskosten total	**110'880'031**	**116'160'016**	**CHF**

Zeitverhältnisse (Jahre)	
Δt_1 Laufzeit Realoption, Start strategische Planung bis Abschluss Vorprojekt	2
Δt_2 Laufzeit Start Bauprojekt bis Betriebnahme	4
T Dauer Start strategische Planung bis Inbetriebnahme	6
T_B Dauer Start strategische Planung bis Bezahlung Investitionskosten	5

Investitionen			
BKP 0: Landwert	20'000'000	20'000'000	CHF
Mehrwertabschöpfung Land	4'000'000	4'000'000	
Erstellung Hochhaus (Inflation berücksichtigt)	116'536'027	122'085'341	CHF
Total Investitionskosten Januar 2017	***140'536'027***	***146'085'341***	***CHF***
Total Investitionskosten Januar 2014 (Barwert)	**123'151'244**	**128'014'105**	**CHF**
Total Investitionskosten Januar 2012 (Barwert)	**112'773'282**	**117'226'350**	**CHF**
Planungshonorare bis Abschluss VP	2'000'000	2'000'000	CHF
Landanbindung über 2 Jahre (Kaufrechtsvertrag)	2'050'000	2'050'000	CHF
Kosten bis Abschluss Vorprojekt	**4'050'000**	**4'050'000**	**CHF**

Tabelle 8: Gebäudedaten, Zeitverhältnisse und Kosten der Projekte 1 und 2

Berechnung der Ertragswerte		
Mietzins ab Januar 2018 [CHF/m2*a]	*Abhängig vom Flexibilitätsgrad*	
Effizienz Mietfläche / Grundfläche	0.69	0.69
Vermietbare Fläche [m2] Regelgeschosse + 0.5*EG	16'974	17'802
Mietzins total [CHF]	*Abhängig vom Flexibilitätsgrad*	
Berechnung des Brutto-Kapitalisierungssatzes		
Inflationsrate (g)	1.00%	1.00%
Indexierung	80%	80%
Eigentümerlaster in % der Mieteinnahmen (Benchmark) (a)	27%	27%
Kap.-Satz k(brutto)	5.07%	5.07%
Ertragswert des Hochhauses Januar 2018	*Abhängig vom Flexibilitätsgrad*	
Diskontsatz (d)	**4.50%**	**4.50%**
Barwert des Hochhauses Januar 2012	*Abhängig vom Flexibilitätsgrad*	

Tabelle 9: Ertragswerte der Projekte 1 und 2

Die Annahmen zu den Werten können im Anhang 6 eingesehen werden.

Das Projekt 1 unterscheidet sich gegenüber dem Projekt 2 einzig durch die unterschiedliche lichte Höhe, also in der Flexibilität und Raumqualität. Technisch müssen bei beiden Gebäuden die gleichen Herausforderungen bewältigt werden.

5.1.2 Ermittlung der Markmieten in Zürich, Kreis 5

Die Marktmieten der verschiedenen Quantile werden anhand von Ex-Post-Daten[70] ermittelt. Die Wahrscheinlichkeiten der allgemeinen Entwicklung der Wirtschaft und die Nachfrage nach Büroflächen werden durch den Investor oder durch Experten geschätzt.

	Tabelle A	Tabelle B		allgemeine Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung		
	Flexibilitätsgrad des Objektes	Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p	
				0.5	**0.5**	
				Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	
Spezielle und qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten mit hoher Flexibilibät werden nachgefragt; **Hohe Flexibilität erforderlich**	**wird projekt-spezifisch festgelegt** [f]	**67%** [n]	**f x n**	**530** *[M1] 90%-Quantile*	**380** *[M3] 70%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, exkl. Mieterausbau
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; **Flexibilität ist nicht entscheidend**			**1 - (f x n)**	**380** *[M2] 70%-Quantile*	**310** *[M4] 50%-Quantile*	basierend auf Daten von W&P

Tabelle 10: Ermittlung der Marktmieten

Die Marktmieten werden unter folgender Annahme eingesetzt:

- M1: Erwartungswert der 90%-Quantile der Marktmiete, da positive Wirtschaftsentwicklung und hohe Nachfrage nach flexiblen Räumen erwartet werden und somit weniger Konkurrenzobjekte auf dem Markt sind

[70] vgl. o.V. Wüest & Partner AG 2011, Angebotsmieten der Jahre 2005 bis 2011

- M2: Erwartungswert der 70%-Quantile der Marktmiete, da positive Wirtschaftsentwicklung jedoch eine Nachfrage nach weniger flexiblen Räumen erwartet werden und somit mehr Konkurrenzobjekte auf dem Markt sind
- M3: Erwartungswert der 70%-Quantile der Marktmiete, da negative Wirtschaftsentwicklung jedoch hohe Nachfrage nach flexiblen Räumen erwartet werden und somit weniger Konkurrenzobjekte auf dem Markt sind
- M4: Erwartungswert der 50%-Quantile der Marktmiete, da negative Wirtschaftsentwicklung und eine Nachfrage nach weniger flexiblen Räumen erwartet werden und somit mehr Konkurrenzobjekte auf dem Markt sind

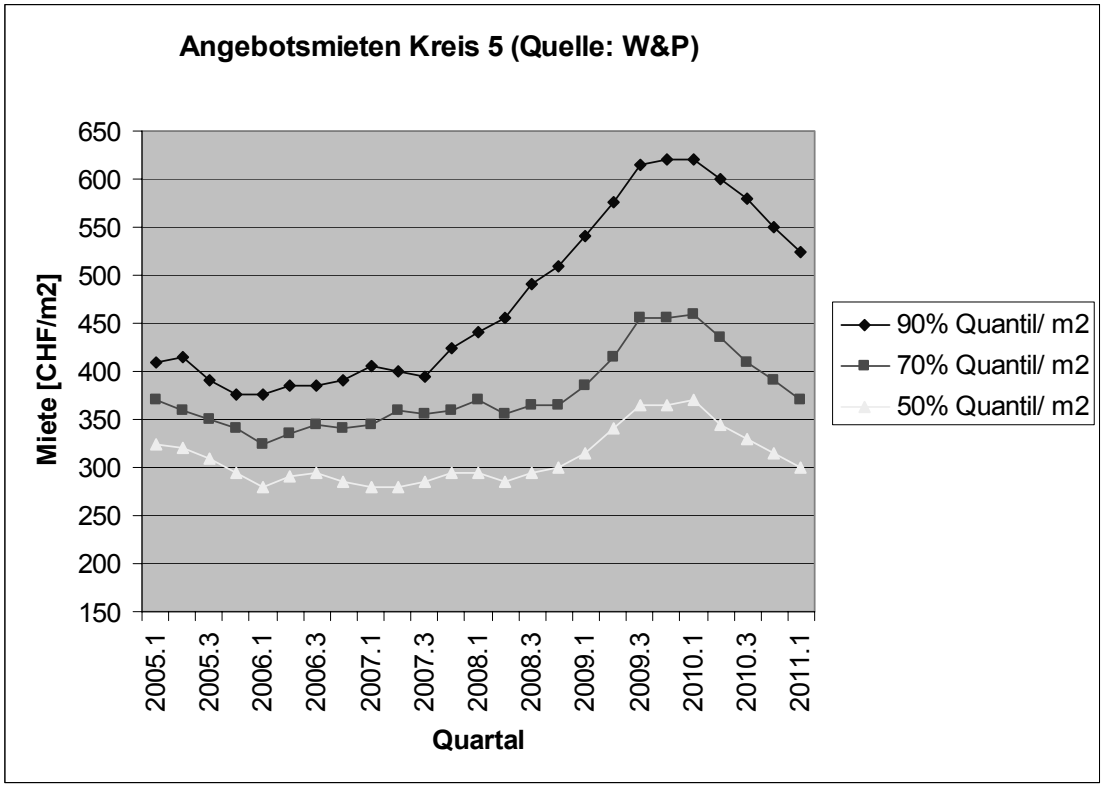


Abbildung 6: Angebotsmieten Kreis 5; vgl. o.V. Wüest & Partner AG (2011)

5.2 Entscheidung 1 (2012): Dynamischer Netto-Kapitalwert ($NPV_{dynamisch}$)

5.2.1 Aufgabenstellung

Für beide Projekte soll die Wirtschaftlichkeit überprüft und die erforderlichen minimalen Flexibilitätsgrade aufgrund des dynamischen Kapitalwertkriteriums ermittelt werden ($NPV_{dynamisch} \geq 0$). Zum Vergleich wird auch der statische Kapitalwert berechnet.

5.2.2 Durchführung der Bewertung

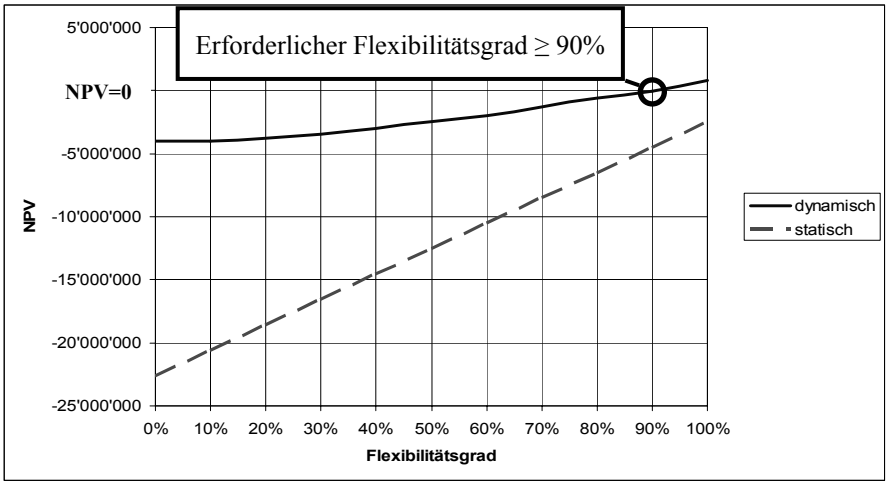


Abbildung 7: NPV in [CHF] für Projekt 1: 20 Regelgeschosse

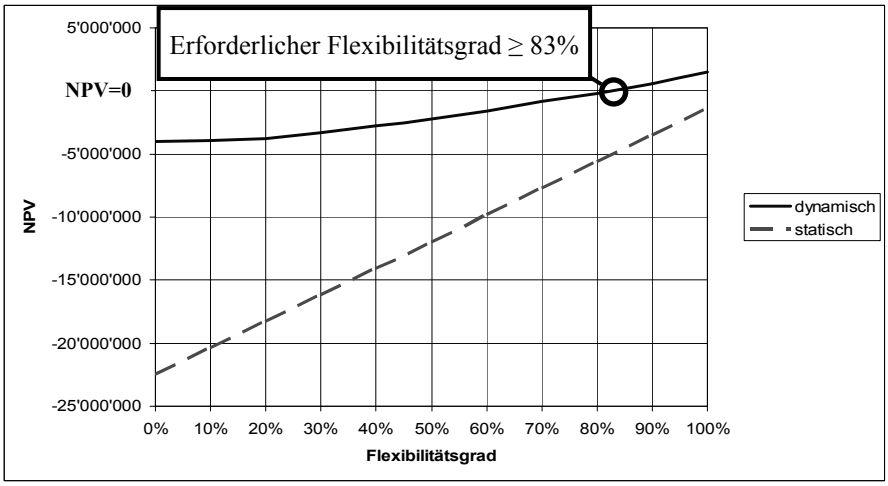


Abbildung 8: NPV in [CHF] für Projekt 2: 21 Regelgeschosse

Die durchgeführte Zielwertsuche unter dem Kriterium „$NPV_{dynamisch} \geq 0$“ hat ergeben, dass ein Flexibilitätsgrad von mindestens 90% beim Projekt 1 und von mindestens 83% beim Projekt 2 erforderlich ist.

Die detaillierten Berechnungen sind im Anhang 7 und 8 einsehbar.

Im nächsten Schritt gilt es zu prüfen, ob die geforderten minimalen Flexibilitätsgrade überhaupt mit den jeweiligen Projekten erreicht werden können. Aufgrund des hier gewählten Bewertungsverfahrens kann dies bereits in der Phase der Projektdefinition aufgrund der gegebenen Gebäudedaten überprüft werden. Die Analyse im Anhang 9 zeigt, dass bei beiden Projekten die erforderlichen Flexibilitätsgrade erreicht werden können und sie somit umsetzbar sind.

Beide Projekte sind also unter Berücksichtigung des dynamischen Kapitalwertkriteriums lohnende Investitionen. Die Kosten bis Abschluss Vorprojekt von 4'050'000 CHF gemäss Tabelle 7 sind somit bei beiden Projekten gerechtfertigt.

Für die weitere Planung wird mit folgender Begründung entschieden, das Projekt 2 mit 21 Regelgeschossen weiter zu verfolgen:

- Das Tragwerk muss somit von Anfang an auf die höheren Lasten ausgelegt werden.
- Das Konzept der Gebäudetechnik und die Dimensionierungen werden von Anfang an unter Berücksichtigung des zusätzlichen Geschosses entwickelt.
- Das Weglassen eines Regelgeschosses nach Abschluss Vorprojekt ist mit weniger Aufwand verbunden als wenn nachträglich noch ein zusätzliches Geschoss eingeplant werden müsste. Auf eine allfällige nachträgliche Nachfrage nach mehr Raumqualität durch höhere lichte Raumhöhen kann also immer noch eingegangen werden.

Quintessenz: Durch die Berücksichtigung der 21 Regelgeschosse kann die Planungsflexibilität zusätzlich gesteigert werden, obwohl der projektspezifische Flexibilitätsgrad etwas geringer ausfällt als mit 20 Regelgeschossen.

Unter Berücksichtigung des $NPV_{statisch}$ hätte bei beiden Projekten entschieden werden müssen, sie nicht mehr weiter zu verfolgen, da $NPV_{statisch} < 0$. Wie erwartet konnte an diesem Beispiel gezeigt werden, dass in der frühen und unsicheren Phase der Projektbeurteilung das statische Kapitalwertkriterium nicht ausreichend für die Bewertung der Projekte ist, da der zusätzliche Handlungsspielraum infolge der Planungsflexibilität, welcher über die Planungszeit erarbeitet wird, nicht adäquat in die Berechnung einfliesst.

Im folgenden Diagramm wird die Wertentwicklung der Option der Planungsflexibilität des Projektes 1 aufgezeigt. Hierbei wurde der Wert der Option unter Berücksichtigung verschiedener Flexibilitätsgrade unter Verwendung des in Anhang 7 dargestellten Algorithmus ermittelt. Die unterschiedlichen Steigungen der Kurve resultieren aus den verschiedenen Volatilitäten der wahrscheinlichen Marktmieten, welche wiederum durch den Flexibilitätsgrad beeinflusst werden.

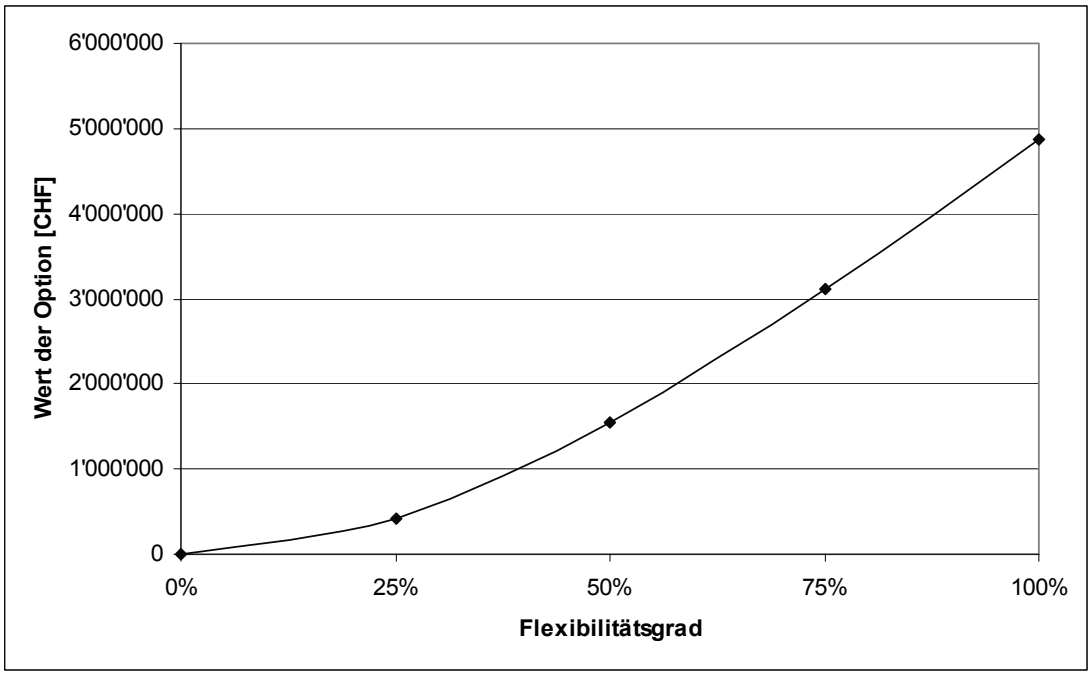


Abbildung 9: Entwicklung des Optionswertes

5.2.3 Auswertung der Resultate

Im Beispiel konnte festgestellt werden, dass das statische Netto-Kapitalwertkriterium die Höhe der angenommenen Erstellungskosten als Investition nicht rechtfertigt, das dynamische Netto-Kapitalwertkriterium hingegen schon. Es stellt sich die Frage, wie sich der $NPV_{dynamisch}$ gegenüber dem $NPV_{statisch}$ bei zunehmendem Flexibilitätsgrad entwickelt. Um dies zu untersuchen, wird die Differenz dieser beiden NPV-Werte in Bezug auf unterschiedliche Flexibilitätsgrade und den maximal wirtschaftlich vertretbaren Erstellungskosten untersucht. Die maximalen Erstellungskosten werden hierfür aufgrund des Grenzwertes des statischen und dynamischen Kapitalwertkriteriums ermittelt ($NPV_{statisch} = NPV_{dynamisch} = 0$).

Die Differenz zwischen den maximalen wirtschaftlich vertretbaren Erstellungskosten unter Anwendung des statischen und dynamischen Kapitalwertkriteriums wird im Folgenden „Elastizität“ genannt. Die Elastizität zwischen den beiden Bewertungsmethoden wird immer jeweils unter Berücksichtigung desselben Flexibilitätsgrades ermittelt.

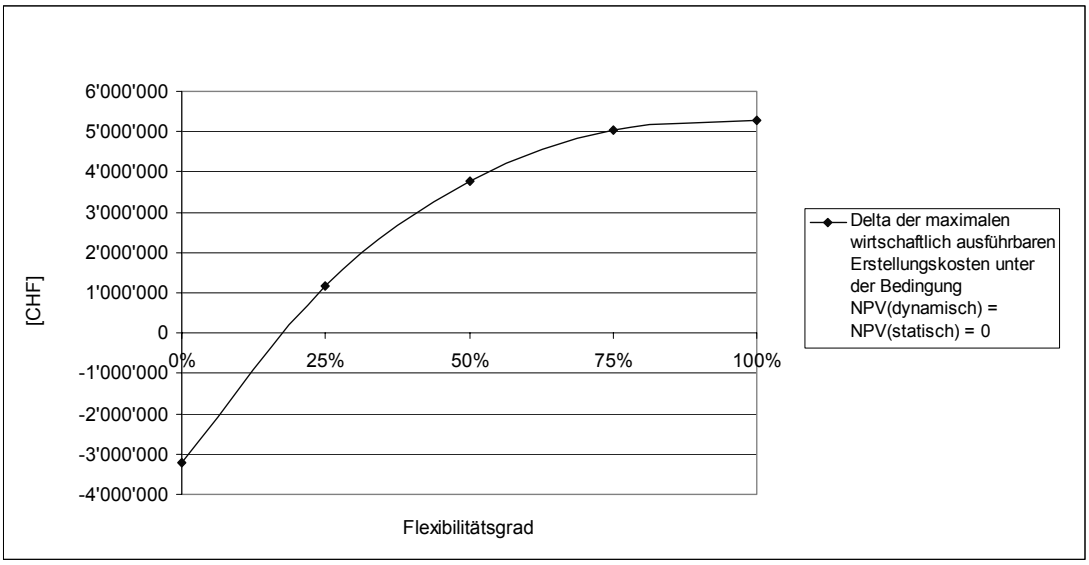


Abbildung 10: Elastizität (Delta) zwischen dem dynamischen und dem statischen Kapitalwertkriterium der maximal wirtschaftlich vertretbaren Erstellungskosten

Es kann somit festgehalten werden, dass mit zunehmendem Flexibilitätsgrad die Elastizität in den Erstellungskosten bei dem dynamischen Kapitalwertkriterium gegenüber dem statischen zunimmt.

Der Elastizitätsgrad zwischen der statischen und der dynamischen Bewertung korreliert mit den Volatilitäten der Mieten. Im folgenden Diagramm wird diese Abhängigkeit dargestellt. Je volatiler die Mieten sind, desto höher wird der dynamische Kapitalwert gegenüber dem statischen im prozentualen Vergleich. Je volatiler die Mieten desto grösser wird die Elastizität in den Erstellungskosten und desto mehr Wert hat letzten Endes die Realoption.

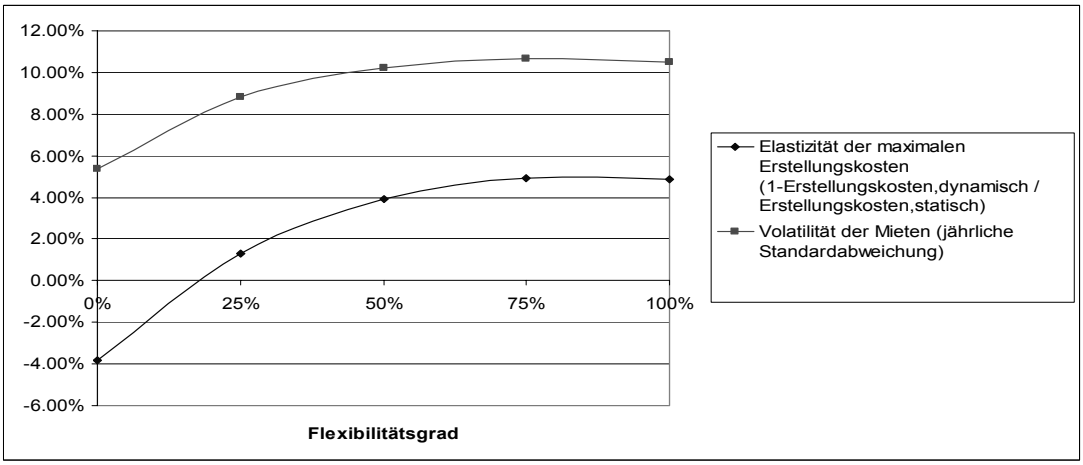


Abbildung 11: Prozentuale Elastizität der Erstellungskosten zwischen dem dynamischen und dem statischen Kapitalwertkriterium im Vergleich mit der Volatilität [%] der Mieten

5.3 Entscheidung 2 (2014): Statischer Netto-Kapitalwert ($NPV_{statisch}$)

Nach Abschluss der Phase Vorprojekt muss anhand eines risikoadjustierten Bewertungsverfahrens unter Einbezug des gesammelten Wissens entschieden werden, welcher Flexibilitätsgrad in der weiteren Konzeption des Projektes ausgeführt werden soll. Diese Entscheidung wird anhand einer risikoadjustierten DCF-Bewertung gefällt.

Bezug nehmend auf die beiden Projekte 1 und 2 wird vor allem entschieden werden müssen, wie hoch die lichte Raumhöhe ausgeführt werden soll. Diese Entscheidung hat je nach Einschätzung des Marktes und der Nachfrage als auch aufgrund genauerer Kostenschätzungen zu erfolgen. Letzten Endes muss aufgrund von verschiedenen Szenarien, unter Berücksichtigung der jeweiligen Baukosten ermittelt werden, welcher Flexibilitätsgrad umgesetzt werden soll.

In den Anhängen 10, 11 und 12 wird die DCF-Bewertung für die Projekte 1 und 2 dokumentiert. Folgende Ergebnisse konnten hierbei ermittelt werden:

- Unter Verwendung derselben Annahmen (gemäss 5.1.1) hat das Projekt 1 als auch das Projekt 2 einen positiven NPV. Die NPV-Werte variieren aufgrund des hinterlegten Zufallgenerators bei der Berechnung der wahrscheinlichen Marktmieten zwischen ca. 0 und 2 Mio.
- Die Sensitivitätsanalyse zeigt jedoch, dass das Projekt 2 bei geringer Reduktion der Baukosten von 1’100 CHF/m^3 auf 1’090 CHF/m^3 bereits besser abschneidet als das Projekt 1. Weiter erlauben geringere Baukosten auch einen geringeren Flexibilitätsgrad.

Die Entscheidung, ob 20 oder 21 Regelgeschosse ausgeführt werden sollen, wird in diesem Beispiel bewusst offen gelassen. Es ist aber festzuhalten, dass je nach Vorgaben durchaus beide Projekte wirtschaftlich erfolgreich sein können.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass für die Entscheidung 2 möglichst genaue Erstellungskosten der beiden Projekte vorliegen müssen. Weiter ist für die Entscheidung, welche lichte Höhe umgesetzt werden soll, die Einschätzung der Nachfrage nach Flexibilität und vor allem auch nach Qualität in den Büroräumlichkeiten essentiell. Die Laufzeit der Realoption ist also zwingend auch für die Abklärung dieser Nachfrage intensiv zu nutzen.

6 Schlussbetrachtung

6.1 Fazit

Die Planung der Flexibilität bei einem Bürohochhaus-Neubau erfordert bereits in einer sehr frühen Phase eine integrale Planung zwischen Architektur, Tragwerk und Gebäudetechnik sowie das Denken und Planen in Szenarien. Eine strikte Trennung von Primär- und Sekundärsystem hat hierbei nicht die oberste Priorität. Vielmehr ist darauf zu achten, dass der Grundausbau die wahrscheinlichsten Szenarien abdeckt, sodass die später folgenden Mieterausbauten möglichst kosteneffizient vorgenommen werden können. Ein wichtiges Kriterium punkto Flexibilität ist die lichte Raumhöhe, welche bei entsprechender Höhe wesentlich zur Steigerung der Raumqualität beiträgt.

Da es viele Zwischenformen zwischen absolut spezifischen und hochgradig flexiblen Bürohochhäusern gibt, wurde der Flexibilitätsgrad als stufenloser Gradmesser der Flexibilität eingeführt. Die Vorgabe, welcher Flexibilitätsgrad in der Planung und später in der Ausführung umgesetzt werden soll, ist frühzeitig durch den Bauherrn zu definieren.

Es konnte ein expliziter Nachfragetrend nach Flexibilität im Bürobau festgestellt werden. Die marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität wird ähnlich wie der Flexibilitätsgrad mittels eines Prozentsatzes wiedergegeben und ist durch Experten abzuschätzen.

Die finanzielle Bewertung der Flexibilität wird in zwei Phasen unterteilt. Die Planungsflexibilität in der Phase zwischen Strategischer Planung und Abschluss Vorprojekt entspricht einer Realoption (Binomialmodell), da sich hieraus grosse Chancen und Handlungsmöglichkeiten ergeben, welche bei der Anwendung einer statischen Bewertung, zum Beispiel nach DCF oder Ertragswert, nicht berücksichtigt werden. Die zweite Bewertung, in welcher der auszuführende Flexibilitätsgrad ermittelt und festgelegt wird, erfolgt über ein statisches Kapitalwertkriterium mittels risikoadjustierten Marktmieten.

6.2 Diskussion und Ausblick

Die hier dargestellte Art und Weise, den objektspezifischen Flexibilitätsgrad als auch die marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität zu bestimmen, resultiert aus den Erkenntnissen der getätigten Recherchearbeiten und den durchgeführten Expertenbefragungen. Beide Kriterien werden für die Abschätzung der Nachfrage und des Angebots nach flexiblen Büroräumen und zur Berechnung der wahrscheinlichen Marktmieten benötigt. Dieses Vorgehen entspricht dem Preisbildungsmechanismus in einer Marktwirtschaft nach den Grundlagen der Mikroökonomie und ist somit methodisch gerechtfertigt.

Es stellt sich jedoch die Frage, ob nicht noch weitere Faktoren die Nachfrage und das Angebot beeinflussen. Zudem beruht die Berechnung der wahrscheinlichen Mieten auf Annahmen bezüglich der anzusetzenden Quantilwerte.

Die in Kapitel 5 bewerteten Beispielprojekte sind modellhaft. Bei einem realen Projekt wären die Bau- und Investitionskosten der verschiedenen Varianten genauer zu betrachten. Letzten Endes ist es zentral zu verstehen, wie viel mehr ein höherer Flexibilitätsgrad im Vergleich zu einem niedrigeren kostet.

Aspekte, welche in dieser Arbeit nicht untersucht wurden, sind die Betriebs- und Lebenszykluskosten eines flexiblen Bürohochhauses im Vergleich mit einem weniger flexiblen. Bei projektspezifischen Bewertungen ist es sicherlich notwendig, diese Thematik genauer zu analysieren.

Die Datengrundlagen zu dem hier untersuchten Thema sind relativ gering. Folglich können mit spezifischen empirischen Untersuchungen dieses Bewertungsverfahren als auch die Berechnungsparameter noch weiter verfeinert werden. In diesem Zusammenhang sollte auch empirisch untersucht werden, inwiefern grosszügige lichte Raumhöhen die Flächenmiete beeinflussen (Kubikmeterpreise) und ob diese auch das Risiko von Leerständen reduzieren können.

Es ist zu erwarten, dass in Zürich sowie anderen Ballungszentren der Schweiz in den kommenden Jahren diverse neue Bürohochhäuser geplant und gebaut werden. Die Entscheidung, welcher Flexibilitätsgrad umgesetzt werden soll, kann den langfristigen wirtschaftlichen Erfolg des Bürohochhauses wesentlich beeinflussen. Die Berücksichtigung der Erkenntnisse und Herangehensweisen in dieser Arbeit wird Investoren und Bauherren bei dieser Entscheidung unterstützen.

Anhang

Anhangverzeichnis

Anhang 1 Büroorganisationsformen

Anhang 2 Expertenbefragungen

Anhang 3 Bewertungsbogen Flexibilität

Anhang 4 Bewertungsbogen Nachfrage nach Flexibilität

Anhang 5 Bewertung der Realoption

Beispiel Kapitel 5

Anhang 6 Annahmen zu den Grundlagen der Projekte 1 und 2

Anhang 7 Ermittlung des Dynamischen Netto-Kapitalwert ($NPV_{dynamisch}$), Projekt 1

Anhang 8 Ermittlung des Dynamischen Netto-Kapitalwert ($NPV_{dynamisch}$), Projekt 2

Anhang 9 Überprüfung Flexibilitätsgrad Projekt 1 und 2

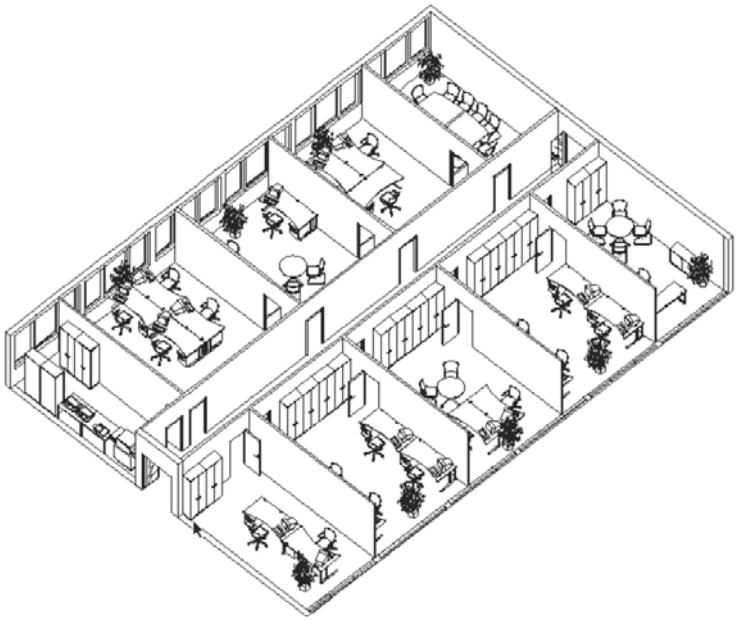
Anhang 10 Ermittlung der risikoadjustierten Marktmieten Projekt 1 und 2

Anhang 11 Ermittlung des Statischen Netto-Kapitalwert ($NPV_{statisch}$), Projekt 1

Anhang 12 Ermittlung des Statischen Netto-Kapitalwert ($NPV_{statisch}$), Projekt 2

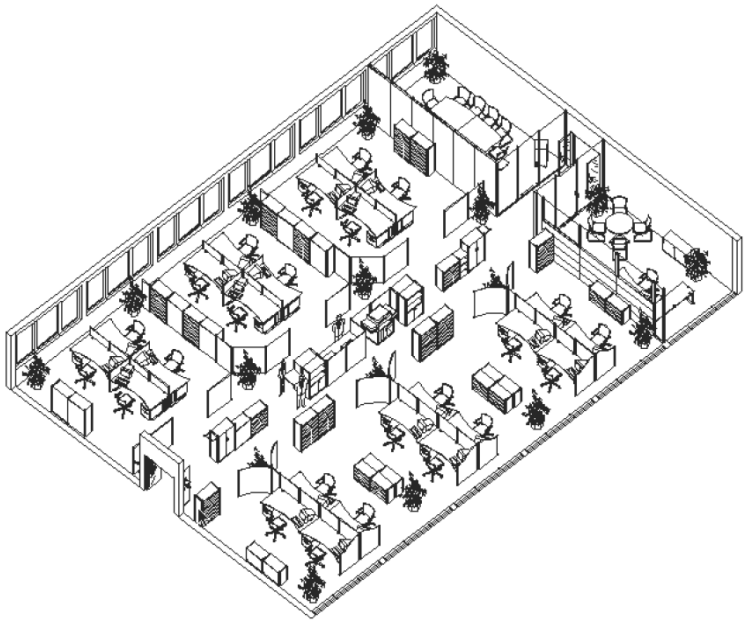
Büroorganisationsformen

Zellenbüro



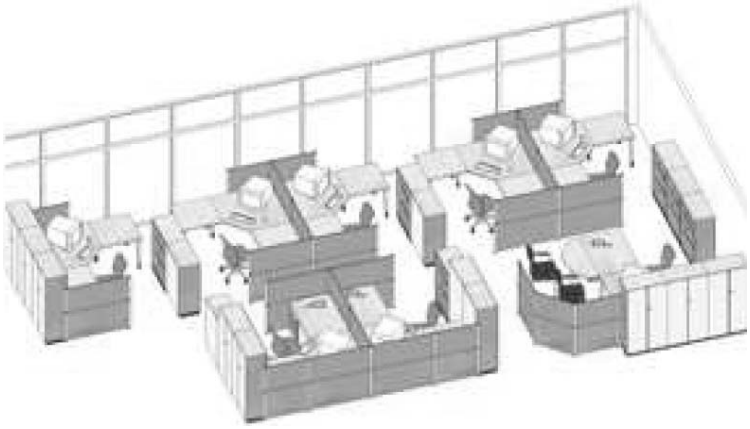
vgl. Hauser 2006, Anhang A1, zit. in Raumsituationen 2006

Grossraumbüro



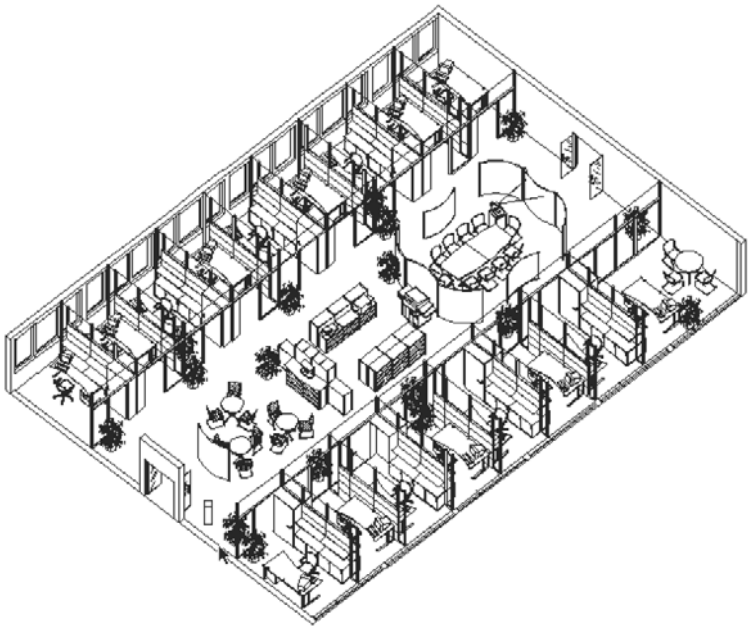
vgl. Hauser 2006, Anhang A1, zit. in Raumsituationen 2006

Gruppenbüro



vgl. Hauser 2006, Anhang A1, zit. in Büroeinrichtung 2006

Kombibüro



vgl. Hauser 2006, Anhang A1, zit. in Raumsituationen 2006

Nonterritoriales Büro

vgl. Hauser 2006, Anhang A1, zit. in Büroeinrichtung 2006

Expertenbefragung – Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

Befragte Experten:

Architektur

Herr Stefan Thommen
Gigon & Guyer dipl. Architekten ETH/BSA/SIA AG

Funktion: Teamleiter

Themenbezogene Referenzobjekte:
- Prime Tower, CH - Zürich

Haustechnik

Herr Peter Berchtold
PB P.Berchtold Dipl. Ing. HTL/HLK Ingenieurbüro Energie & Haustechnik

Funktion: Geschäftsführer

Themenbezogene Refernzobjekte:
- Prime Tower (Neubau), CH - Zürich
- Deutsche Bank, Zwillingstürme (Sanierung), D - Frankfurt am Main
- Skyline Tower (Neubau), D - München
- FrankfurtHochVier (Neubau), D - Frankfurt am Main
- Hochhaus GALLILEO (Neubau), D - Frankfurt am Main
- Hochhaus Skyper (Neubau), D - Frankfurt am Main
- Hochhaus GALAXY (Revitalisierung / Erweiterung), A - Wien
- City Tower (Neubau), D - Offenbach am Main

Expertenbefragung mit Stefan Thommen, Gigon & Guyer AG
16.06.2011; 14:00 – 15:30

Expertenbefragung – Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

Die Fragen beziehen sich auf ein ca. 80m hohes Hochhaus mit rund 20 Geschossen und einer Bruttogeschossfläche von 1200m^2.

1. *In meiner Masterarbeit untersuche ich die Frage der ökonomisch sinnvollen Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten sowie deren möglichen Bewertung mit einem speziellen Fokus auf die Stockwerkshöhe.*
   Untersucht werden hierbei Renditeobjekte über Ihre ganze Lebensdauer unter der langfristigen Zielsetzung von wenig Leerstand und hohen Marktmieten.

   Welche Massnahmen von Flexibilitäten sollten hierfür Ihrer Meinung nach unbedingt realisiert werden?

2. *Was sind Ihrer Erfahrung nach bei Büroumbauten allgemein die grössten Hindernisse bei Konzeptänderungen / Modernisierungen / Mieterwechsel / Instandhaltungen?*

3. *Auf was ist bei der Architektur punkto Flexibilität zu achten?*

4. *Auf was ist bei der Tragstruktur punkto Flexibilität zu achten?*

5. *Auf was ist bei den Aufzugsanlagen punkto Flexibilität zu achten?*

6. *Ist Ihrer Meinung nach eine strikte Trennung von Primär- und Sekundärsystemen für das Sicherstellen einer langfristigen Flexibilität erforderlich?*

   Primärsystem (Langfristige Investition (50-100 Jahre), Hüllsystem, Trag- und Installationsstruktur, Erschliessungssystem)
   Sekundärsystem (Mittelfristige Investition (15-50 Jahre), anpassbar, Gebäudetechnik, Leitungssysteme, nicht tragende Wände, Bodenaufbauten, Deckenverkleidungen, Kommunikationsmittel, Beleuchtung)

   Vor- und Nachteile einer Trennung der beiden Systeme.

7. *Wichtige Vermarktungsannahmen? In wie viele separat vermietbare Einheiten pro Geschoss sollte ein Grundriss aufgeteilt werden können?*

Expertenbefragung mit Stefan Thommen, Gigon & Guyer AG
16.06.2011; 14:00 – 15:30

8. *Sollte Ihrer Meinung nach bei einem modernen Bürohochhaus auf allen Flächen Gruppen-, Zellen-, Kombibüros sowie Business-Club realisierbar sein? D.h. sollte ein sogenanntes reversibles Büro vorgesehen werden?*

9. *Wie breit soll im Allgemeinen die genutzte Zone sein?*

   Welche lichte Breite soll spezifisch für die verschiedenen Büroorganisationsformen vorgesehen werden? a) minimal und b) komfortabel:
   - *Zellenbüros*
   - *Kombibüros*
   - *Business-Club*
   - *Gruppenbüros*
   - *Reversibles Büro*

10. *Welche lichten Raumhöhen sind Ihres Erachten bei den folgenden Bürotypen als a) minimal und b) als komfortabel erforderlich?*

    - *Zellenbüros*
    - *Kombibüros*
    - *Business-Club*
    - *Gruppenbüros*
    - *Reversibles Büro*

    Welche lichte Raumhöhe würden Sie bürotypenunabhängig unter keinen Umständen unterschreiten?

11. *Wie viel Installationshöhe (lichte Höhe) ist pro Geschoss a) minimal, b) komfortabel einzuplanen?*

    Welche Konzepte sind leistungsfähig und flexibel? (z.B. Hohlboden, untergehängte Decke, beides, Fassadenerschliessung,…)

12. *Welche lichte Höhe sollte ein Hohlboden mindestens aufweisen? Warum?*

13. *Welche lichte Höhe sollte eine untergehängte Decke mindestens aufweisen? Warum?*

14. *Ist es Ihrer Meinung nach punkto Flexibilität sinnvoll, eine untergehängte Decke sowie einen Hohlboden auszuführen? Vor- und Nachteile einer solchen Ausführung?*

Expertenbefragung mit Stefan Thommen, Gigon & Guyer AG
16.06.2011; 14:00 – 15:30

15. *Wie sollte ein möglichst flexibles und anpassbares gebäudetechnisches Konzept aussehen?*
- *Auf was ist hierbei besonders zu achten?*

16. *Welche Entwicklungen sind in der Gebäudetechnik in den kommenden Jahren zu erwarten? (intelligente Gebäudesysteme, kooperative Gebäude,…)*

17. *Wie ist eine zentrale Versorgung gegenüber einer dezentralen Versorgung punkto Flexibilität zu werten?*

18. *Wie viel Reservefläche sollte bei a) Schachtflächen in Steigzonen als auch bei b) Doppelböden oder untergehängten Decken vorgesehen werden, damit diese für zukünftige Entwicklungen und neue Technologien genügend Raum bieten?*

19. *Wie könnten Ihrer Meinung nach mögliche Entwicklungen im Bürobau aussehen (zukünftige Bürotypen, Trends, 10 bis 20 Jahren etc.)?*

20. *Diverses / Diskussion*

Expertenbefragung mit Peter Berchtold, Peter Berchtold Ingenieurbüro für Energie und Haustechnik
24.06.2011; 14:30 – 17:00

Expertenbefragung – Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten

Die Fragen beziehen sich auf ein ca. 80m hohes Hochhaus mit rund 20 Geschossen und einer Bruttogeschossfläche von 1200m^2.

1. *In meiner Masterarbeit untersuche ich die Frage der ökonomisch sinnvollen Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten sowie deren möglichen Bewertung mit einem speziellen Fokus auf die Stockwerkshöhe.*
   Untersucht werden hierbei Renditeobjekte über Ihre ganze Lebensdauer unter der langfristigen Zielsetzung von wenig Leerstand und hohen Marktmieten.

   Welche Massnahmen von Flexibilitäten sollten hierfür Ihrer Meinung nach unbedingt realisiert werden?

2. *Was sind Ihrer Erfahrung nach bei Büroumbauten allgemein die grössten Hindernisse bei Konzeptänderungen / Modernisierungen / Mieterwechsel / Instandhaltungen?*

3. *Ist Ihrer Meinung nach eine strikte Trennung von Primär- und Sekundärsystem für das Sicherstellen einer langfristigen Flexibilität erforderlich?*

   Primärsystem:
   Langfristige Investition (50-100 Jahre), Hüllsystem, Trag- und Installationsstruktur, Erschliessungssystem

   Sekundärsystem:
   Mittelfristige Investition (15-50 Jahre), anpassbar, Gebäudetechnik, Leitungssysteme, nicht tragende Wände, Bodenaufbauten, Deckenverkleidungen, Kommunikationsmittel, Beleuchtung

4. *Welche Konzepte sind leistungsfähig und flexibel? (z.B. Doppelboden, untergehängte Decke, beides, Fassadenerschliessung,…)*

5. *Welche lichte Höhe sollte ein Doppelboden / untergehängte Decke mindestens aufweisen?*

6. *Ist es Ihrer Meinung nach punkto Flexibilität sinnvoll, eine untergehängte Decke sowie einen Doppelboden auszuführen? Vor- und Nachteile einer solchen Ausführung?*

Expertenbefragung mit Peter Berchtold, Peter Berchtold Ingenieurbüro für Energie und Haustechnik
24.06.2011; 14:30 – 17:00

7. *Wie sollte ein möglichst flexibles und anpassbares gebäudetechnisches Konzept aussehen?*

- *Auf was ist hierbei besonders zu achten?*

8. *Welche Entwicklungen sind in der Gebäudetechnik in den kommenden Jahren zu erwarten? (intelligente Gebäudesysteme, kooperative Gebäude,…)*

9. *Wie ist eine zentrale Versorgung gegenüber einer dezentralen Versorgung punkto Flexibilität zu werten?*

10. *Wie viel Reservefläche sollte bei a) Schachtflächen in Steigzonen als auch bei b) Doppelböden oder untergehängten Decken vorgesehen werden, damit diese für zukünftige Entwicklungen und neue Technologien genügend Raum bieten?*

11. *Wie könnten Ihrer Meinung nach mögliche Entwicklungen im Bürobau aussehen (zukünftige Bürotypen, Trends etc.)?*

12. *Ab wann begehe ich einen verhängnisvollen Fehler?*
    Wo passiert der grobe / feine Fehler?

13. *Diverses / Diskussion*

Bewertung der Flexibilität (Tabelle A)

Welche Bürotypen sind architektonisch / geometrisch realisierbar?

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich Änderung mit wenig Aufwand	mit räumlichen Einschränkungen realisierbar Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro		x		2	
Business-Club		x		2	
Open Space		x		2	
max:	*20*			**14**	**70%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

Welche Bürotypen sind gebäudetechnologisch realisierbar? (Flexible / anpassbare Leitungsführung)

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich keine Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit wenig Aufwand	mit gebäudetechnischen Komforteinschränkungen realisierbar Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro	x			4	
Business-Club	x			4	
Open Space	x			4	
max:	*20*			**20**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

** wenn architektonisch oder gebäudetechnologisch ein Bürotyp nicht realisierbar ist, dann wird dieser automatisch bei beiden mit "0" bewertet.*

Reserveflächen für neue Technologien / Nachrüstungen vorhanden?
(Reserveflächen in Nebenräumen, Technikzentralen, Schächten, Doppelböden, untergehängte Decken etc.)

Wertungsfaktor:	2	1	0		
	Genügend Reservezonen	Knappe Reservezonen	keine vorhanden	Wertung	Begründung
Zellenbüro	x			2	
Gruppenbüro	x			2	
Kombibüro		x		1	
Business-Club		x		1	
Open Space		x		1	
max:	*10*			**7**	**70%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

Vermietungsvariabilität

				Wertung*	Begründung
horizontal					
Wertungsfaktor	6	2	0		
	≥ 4 Mieteinheiten	2 bis 3 Mieteinheiten	1 Mieteinheit		
Unterteilbarkeit Grundriss	x			6	
vertikal					
Wertungsfaktor	4	2	0		
	Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietlfäche zwischen den Geschossen in jeder Etage nachträglich zu realisieren	Es gibt partiell Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietlfäche zwischen den Geschossen zu realisieren	keine vertikalen Verbindungen innerhalb der Mietflächen möglich.		
Geschossübergreiffende Möglichkeiten	x			4	
max:	*10*			**10**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

	Wertung	Flexibilitätsgrad [f]
Maximale Flexibilität	*60*	*100%*
Minimale Flexibilität	*8*	*0%*

Objektspezifischer Flexibilitätsgrad [f]	*51*	**83%**

Marktspezifische Bewertung der Nachfrage nach Flexibilität (Tabelle B)

Werden in den kommenden 10 bis 20 Jahren viele neue Büroflächen am massgebenden Makro-/Mikrostandort auf den Markt kommen?

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
	2	>10% der Fläche heute	0			
x	1	>5% is ≤10% der Fläche heute	1			
	0	≤5% der Fläche heute	0			
		Gewichteter Beitrag:	**2**			

Wie gut ist die Standortqualität des Objektes?

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
	2	Durchschnittlich	0			
x	1	Gut	1			
	0	Hervorragend	0			
		Gewichteter Beitrag:	**2**			

Wieviele Mieterwechsel sind in den ersten 20 Jahren (2 Mietvertragslaufzeiten) zu erwarten.

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
	2	>50% der totalen Mietfläche	0			
x	1	>25% bis ≤50% der totalen Mietfläche	1			
	0	≤25% der totalen Mietfläche	0			
		Gewichteter Beitrag:	**2**			

Ist künftig mit einer Verdichtung der Fläche pro Mitarbeiter zu rechnen? (z. B. Zunahme von nonterritorialen Büros)

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
x	2	Ja	2			
	1	ungewiss	0			
	0	nein	0			
		Gewichteter Beitrag:	**4**			

Ist zu erwarten, dass die Büroorganisationsformen in den kommenden 10 bis 20 Jahren ändern?

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
x	2	Ja, bei >20% der totalen Mietfläche	2			
	1	Ja, bei >10% bis ≤20% der totalen Mietfläche	0			
	0	Nein	0			
		Gewichteter Beitrag:	**4**			

Ist zu erwarten, dass in den nächsten 10 bis 20 Jahren neue Technologien zusätzliche Installationsräume und Flächen erfordern?

		Gewichtung der Frage:	*3*	*2*	*1*	*0*
				x		
Wertung			**2**			
	2	Ja, Gebäude werden deutlich höher installiert sein und benötigen viel Installationsraum.	0			
x	1	Ja, Gebäude werden etwas höher installiert sein und benötigen etwas zusätzlichen Installations	1			
	0	Nein, neue Technologien benötigen keine zusätzlichen Platzreserven.	0			
		Gewichteter Beitrag:	**2**			

Maximale Nachfrage nach Flexibilität	24	100%
Marktpezifische Nachfrage nach Flexibilität [n]	16	**67%**

Bewertung der Realoption

Berechnungsparameter / Legende

Folgende Berechnungsparameter müssen für die Durchführung der Bewertungen bestimmt oder berechnet werden:

Δt_1 Laufzeit der Realoption (Heute bis Abschluss Vorprojekt) in Jahren

Δt_2 Start Bauprojekt bis Inbetriebnahme in Jahren

T $= \Delta t_1 + \Delta t_2$ [Jahre] Dauer von heute bis in Betriebnahme

T_B [Jahre] Dauer von heute bis der Durchschnitt der Investitionskosten anfallen

f [%] Flexibilitätsgrad gemäss Bewertungsblatt (Tabelle A, gemäss Anhang 3)

n [%] marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität (Tabelle B, gemäss Anhang 4)

p_1 $= f * n$ [%] Wahrscheinlichkeit der Nachfrage und Abdeckung hoher Flexibilität

$1 - p_1$ [%] Wahrscheinlichkeit der Nachfrage und Abdeckung geringer Flexibilität

p_2 [%] Wahrscheinlichkeit einer positiven Wirtschaftsentwicklung

$1 - p_2$ [%] Wahrscheinlichkeit einer negativen Wirtschaftsentwicklung

M_{90} [CHF/m^2*a] Marktmiete 90er-Quantile

M_{70} [CHF/m^2*a] Marktmiete 70er-Quantile

M_{50} [CHF/m^2*a] Marktmiete 50er-Quantile

M_E $= p_1*p_2*M1 + p_1*(1-p_2)*M2 + (1-p_1)*p_2*M3 + (1-p_1)*(1-p_2)*M4$ [CHF]
Erwartungswert der risikoadjustierten Durchschnittsmiete

M_{E0} $= \frac{M_E}{(1+d)^T}$ [CHF] Barwert von M_E, heute

I [CHF] Investitionskosten (BKP 1–5) inkl. Grundstück
(exkl. Planungskosten Vorprojekt)

I_{VP} [CHF] Investition Planungskosten Vorprojekt

d [%] Diskontsatz für Opportunitätskosten

k [%] Brutto-Kapitalisierungssatz für Ertragswertberechnung

r [%] risikoloser Zins (10-jährige Bundesobligation)

$E \quad = \frac{M_E}{k}$ [CHF] Ertragswert / Verkehrswert des Hochhauses

$E_0 \quad = \frac{E}{(1+d)^T}$ [CHF] Barwert / Verkehrswert des Hochhauses, zum Zeitpunkt t=0

$I_0 \quad = \frac{I}{(1+d)^{T_B}}$ [CHF] Barwert der Investitionskosten, heute

I_{VP} [CHF] Sämtliche Investitionskosten bis Abschluss Vorprojekt

Ermittlung des dynamischen Netto-Kapitalwertes [$NPV_{dynamisch}$] unter Anwendung eines Binomialmodelles[1]

1) Ermittlung der Volatilität

$\mu_{(T)}$ $= (1+d)^T$ [%] Erwartete durchschnittliche Rendite über T Jahre

$\sigma^2_{(T)}$ T-Jahres-Varianz [%]

$$\sigma^2_{(T)} = p_1 * p_2 * [(\frac{M_{90}}{M_{E0}} - 1) - \mu_T]^2 + p_1 * (1 - p_2) * [(\frac{M_{70}}{M_{E0}} - 1) - \mu_T]^2$$

$$+ (1 - p_1) * p_2 * [(\frac{M_{70}}{M_{E0}} - 1) - \mu_T]^2 + (1 - p_1) * (1 - p_2) * [(\frac{M_{50}}{M_{E0}} - 1) - \mu_T]^2 \text{ [-]}$$

σ^2 $= \frac{ó^2_{(T)}}{T}$ [-] Varianz pro Jahr

σ $= \sqrt{ó^2}$ [%] Standardabweichung / Volatilität pro Jahr

2) Erstellen des Binomial-Baumes

„Up-Schritt“: $U = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}}$ [-], wobei Δt [Jahre]

„Down-Schritt“: $D = \frac{1}{U}$ [-]

Diese „Up- and Down-Schritte“ bilden die Grundlage für das Erstellen des Binomialbaumes.

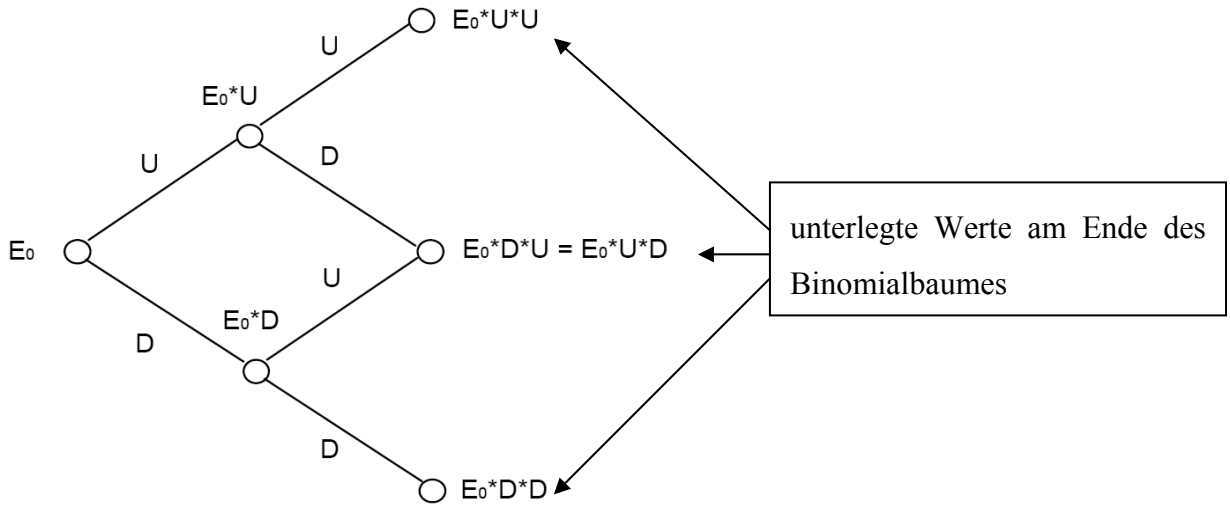


Abbildung: Zwei-Schritt Binomialbaum

[1] vgl. Shockley 2007, S. 262 - 275

3) Bewertung der Realoption

Am Ende des Binomialbaumes, das heisst am Ende der Laufzeit der Option, muss der Investor entscheiden, ob in ein flexibles Hochhaus investiert werden soll oder nicht. Diese „jetzt-oder-nie“ Entscheidung erfolgt über die einfache Bedingung, dass nur dann flexibel gebaut wird, wenn der aktuelle Wert der Investition grösser ist als die Investitionskosten. Da in unserem Fall diese Entscheidung bereits zu Ende des Vorprojekts erfolgen muss, sind die Investitionskosten auf den Entscheidungstag entsprechend abzudiskontieren.

Am Ende der Laufzeit wird nur dann in eine flexible Bauweise investiert, wenn folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\text{(Unterlegter Wert am Ende des Binomialbaumes) - } \frac{I}{(1+d)^{(T_B-\Delta t_I)}} \geq 0$$

Über ein binomiales risikoneutrales Preismodell wird nun der Wert der Realoption bestimmt. Das heisst in jedem Zeitschritt beträgt der Wert der Option den erwarteten Zweitwert unter der Annahme, hierbei risikoneutrale Wahrscheinlichkeiten und die Diskontrate des risikolosen Zinssatzes zu verwenden.[2] Die Zeitschritte betragen in der hier durchgeführten Berechnung einen Monat ($\Delta t = 1/12$ Jahr)

Wert des Derivates (Realoption) zum Zeitpunkt t:

$$DERIV_t = \frac{q * DERIV_{Up\,(t+\Delta t)} + (1-q) * DERIV_{Down\,(t+\Delta t)}}{e^{r*\Delta t}} \text{ [CHF]}$$

wobei

$$q = \frac{e^{r*\Delta t} - D}{U - D} \quad \text{[-] risikoneutrale Wahrscheinlichkeit eines Up-Schrittes}$$

(1-q) [-] risikoneutrale Wahrscheinlichkeit eines Down-Schrittes

Mit dieser Methode kann rückrollend über die Schritte des Binomialbaumes der Wert der Option berechnet werden.

Der dynamische Netto-Kapitalwert beträgt somit:

$$NPV_{dynamisch} = DERIV_{t=0} - I_{VP} \text{ [CHF]}$$

[2] vgl. Shockley 2007, S. 274

Statischer Netto-Kapitalwert als Vergleich

Als Vergleich wird unter Verwendung derselben Inputwerte der *statische Netto-kapitalwert* [$NPV_{statisch}$] berechnet. Dieser setzt sich aus abdiskontiertem Ertragswert abzüglich der abdiskontierten Investitionskosten und abzüglich der Planungskosten bis Vorprojekt zusammen.

$NPV_{statisch} = E_0 - I_0 - I_{VP}$ [CHF]

Projektgrundlagen, Projekt 1

Gebäudedaten

Anzahl Regelgeschosse	**20**	**Stk**
Deckenstärke + Kühl- und Heizsegel	0.35	m
Hohlboden (lichte Höhe + Bodenaufbau)	0.35	m
Lichte Raumhöhe	2.90	m
Geschosshöhe Regelgeschoss	**3.60**	**m**
Höhe Regelgeschosse	72.00	m
Höhe Erdgeschoss	5.00	m
Höhe Dachgeschoss (Technik)	3.00	m
Höhe total, oberirdisch	**80.00**	m
Höhe Untergeschosse	8.00	m
Geschossfläche (GF)	1'200	m2
Gebäudevolumen	105'600	m3

Erstellungskosten

Erstellungskosten BKP 1 - 5	1'050	CHF/m3	Annahme (Inkl. Planungshonorare ab Phase Bauprojekt)
Erstellungskosten total	**110'880'031**	**CHF**	

Zeitverhältnisse (Jahre)

Δt_1 Laufzeit Realoption, Start strategische Planung bis Abschluss Vorprojek	2
Δt_2 Laufzeit Start Bauprojekt bis Betriebnahme	4
T Dauer Start strategische Planung bis Inbetriebnahme	6
T_B Dauer Start strategische Planung bis Bezahlung Investitionskosten	5

Investitionen

BKP 0: Landwert	20'000'000	CHF	Annahme
Mehrwertabschöpfung Land	4'000'000		Annahme: 20% des Landwertes
Erstellung Hochhaus (Inflation berücksichtigt)	116'536'027	CHF	
Total Investitionskosten Januar 2017	***140'536'027***	***CHF***	*Durchschnittliche totale Investitionskosten der Jahre 2015, 2016, 2017, 2018 (Grundstückkosten + Erstellungskosten)*
Total Investitionskosten Januar 2014 (Barwert)	**123'151'244**	**CHF**	Investitionskosten des Hochhauses von 2017 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert der Investition nach Beendigung Vorprojekt
Total Investitionskosten Januar 2012 (Barwert)	**112'773'282**	**CHF**	Investitionskosten des Hochhauses von 2017 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert der Investition heute
Planungshonorare bis Abschluss VP	2'000'000	CHF	Annahme
Landanbindung über 2 Jahre (Kaufrechtsvertrag)	2'050'000	CHF	Annhame: Verzinsung des Landwertes mit einem Kapitalzinssatz (Annahme: Risikoloser Zins 2% + Risikozuschlag 3%)
Kosten bis Abschluss Vorprojekt	**4'050'000**	**CHF**	

Berechnung der Ertragswerte

Mietzins ab Januar 2018 [CHF/m2*a]	X	Abhängig vom Flexibilitätsgrad
Effizienz Mietfläche / Grundfläche	0.69	Annahme
Vermietbare Fläche [m2] Regelgeschosse + 0.5*EG	16'974	
Mietzins total [CHF]	X	Abhängig vom Flexibilitätsgrad
Berechnung des Brutto-Kapitalisierungssatzes		
Inflationsrate (g)	1.00%	
Indexierung	80%	
Eigentümerlaster in % der Mieteinnahmen (Benchmark) (a)	27%	
Kap.-Satz k(brutto)	5.07%	=(d-g)/(1-a)
Ertragswert des Hochhauses Januar 2018	**X**	= Mietzins / Kap.-Satz (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)
Diskontsatz (d)	4.50%	
Barwert des Hochhauses Januar 2014	**X**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert des Hochhauses nach Vorprojekt (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)
Barwert des Hochhauses Januar 2012	**X**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert des Hochhauses heute (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)

Projektgrundlagen, Projekt 2

Gebäudedaten

Anzahl Regelgeschosse	**21**	**Stk**
Deckenstärke + Kühl- und Heizsegel	0.35	m
Hohlboden (lichte Höhe + Bodenaufbau)	0.35	m
Lichte Raumhöhe	2.73	m
Geschosshöhe Regelgeschoss	**3.43**	**m**
Höhe Regelgeschosse	72.03	m
Höhe Erdgeschoss	4.97	m
Höhe Dachgeschoss (Technik)	3.00	m
Höhe total, oberirdisch	**80.00**	m
Höhe Untergeschosse	8.00	m
Geschossfläche (GF)	1'200	m2
Gebäudevolumen	105'600	m3

Erstellungskosten

Erstellungskosten BKP 1 - 5	1'100	CHF/m3	Annahme (Inkl. Planungshonorare ab Phase Bauprojekt)
Erstellungskosten total	**116'160'016**	**CHF**	

Zeitverhältnisse (Jahre)

Δt_1 Laufzeit Realoption, Start strategische Planung bis Abschluss Vorprojek	2
Δt_2 Laufzeit Start Bauprojekt bis Betriebnahme	4
T Dauer Start strategische Planung bis Inbetriebnahme	6
T_B Dauer Start strategische Planung bis Bezahlung Investitionskosten	5

Investitionen

BKP 0: Landwert	20'000'000	CHF	Annahme
Mehrwertabschöpfung Land	4'000'000		Annahme: 20% des Landwertes
Erstellung Hochhaus (Inflation berücksichtigt)	122'085'341	CHF	
Total Investitionskosten Januar 2017	***146'085'341***	***CHF***	*Durchschnittliche totale Investitionskosten der Jahre 2015, 2016, 2017, 2018 (Grundstückkosten + Erstellungskosten)*
Total Investitionskosten Januar 2014 (Barwert)	**128'014'105**	**CHF**	Investitionskosten des Hochhauses von 2017 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert der Investition nach Beendigung Vorprojekt
Total Investitionskosten Januar 2012 (Barwert)	**117'226'350**	**CHF**	Investitionskosten des Hochhauses von 2017 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert der Investition heute
Planungshonorare bis Abschluss VP	2'000'000	CHF	Annahme
Landanbindung über 2 Jahre (Kaufrechtsvertrag)	2'050'000	CHF	Annhame: Verzinsung des Landwertes mit einem Kapitalzinssatz (Annahme: Risikoloser Zins 2% + Risikozuschlag 3%)
Kosten bis Abschluss Vorprojekt	**4'050'000**	**CHF**	

Berechnung der Ertragswerte

Mietzins ab Januar 2018 [CHF/m2*a]	X	Abhängig vom Flexibilitätsgrad
Effizienz Mietfläche / Grundfläche	0.69	Annahme
Vermietbare Fläche [m2] Regelgeschosse + 0.5*EG	17'802	
Mietzins total [CHF]	X	Abhängig vom Flexibilitätsgrad
Berechnung des Brutto-Kapitalisierungssatzes		
Inflationsrate (g)	1.00%	
Indexierung	80%	
Eigentümerlaster in % der Mieteinnahmen (Benchmark) (a)	27%	
Kap.-Satz k(brutto)	5.07%	=(d-g)/(1-a)
Ertragswert des Hochhauses Januar 2018	**X**	= Mietzins / Kap.-Satz (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)
Diskontsatz (d)	4.50%	
Barwert des Hochhauses Januar 2014	**X**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert des Hochhauses nach Vorprojekt (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)
Barwert des Hochhauses Januar 2012	**X**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert des Hochhauses heute (Abhängig vom Flexibilitätsgrad)

Bewertung der Realoption „Planungsflexibilität“, Projekt 1

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifischer Flexibilitätsgrad [f]	90%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

	Tabelle A Flexibilitätsgrad des Objektes	Tabelle B Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	allgemeine Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p 0.5	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p 0.5	
				Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	
Spezielle und qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten mit hoher Flexibilibät werden nachgefragt; **Hohe Flexibilität erforderlich**	90% [f]	67% [n]	61% f x n	530 *[M1] 90%-Quantile*	380 *[M3] 70%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, exkl. Mieterausbau basierend auf Daten von W&P
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; **Flexibilität ist nicht entscheidend**			39% 1 - (f x n)	380 *[M2] 70%-Quantile*	310 *[M4] 50%-Quantile*	

Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten 2012 [CHF/m2*a]	412	=(p1*p2*M1 + p1*(1-p2)*M3 + (1-p1)*p2*M2 + (1-p1)*(1-p2)*M4)
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten 2018 [CHF/m2*a]	**437**	=(p1*p2*M1 + p1*(1-p2)*M3 + (1-p1)*p2*M2 + (1-p1)*(1-p2)*M4)*(1+Inflationsrate)^T
Barwert 2012 der durchschnittlichen Marktmieten 2018 [CHF/m2*a]	336	Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieren abdiskontiert mit Diskontsatz

Berechnung der Ertragswerte

Mietzins ab Januar 2018 [CHF/m2*a]	437	
Effizienz Mietfläche / Grundfläche	0.69	Annahme
Vermietbare Fläche [m2] Regelgeschosse + 0.5*EG	16'974	
Mietzins total [CHF]	7'416'671	
Berechnung des Brutto-Kapitalisierungssatzes		
Inflationsrate (g)	1.00%	
Indexierung	80%	
Eigentümerlaster in % der Mieteinnahmen (Benchmark) (a)	27%	
Kap.-Satz k(brutto)	5.07%	=(d-g)/(1-a)
Ertragswert des Hochhauses Januar 2018	**146'328'915**	= Mietzins / Kap.-Satz
Diskontsatz (d)	4.50%	
Barwert des Hochhauses Januar 2014	122'705'772	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert des Hochhauses nach Vorprojekt
Barwert des Hochhauses Januar 2012	**112'365'350**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert des Hochhauses heute

Berechnung der Realoption (Binomial-Modell)

	Berechnung der 5-Jahres-Renditen der verschiedenen Szenarien	
	0.5	0.5
61%	**67.68%**	**20.22%**
39%	**20.22%**	**-1.92%**

Erwartete durchschnittle Rendite über T Jahre μ_T = 1.043^T	30.23%	
T-Jahres Varianz δ^2	6.79%	
1-Jahres Varianz δ^2 / T	1.13%	
Jährliche Standardabweichung = √(δ^2 / T)	**10.63%**	
Δt = 1 Monat	0.083333333	
Up: U = e^(δ*Wurzel(Δt))	**1.031**	Up-Schritt
Down: D = 1/U	**0.970**	Down-Schritt
Risikoloser Zins (r)	2.0%	Bundesobligation, 10-Jahre Laufzeit
e^r*Δt	1.001668056	
q = (e^r - D) / (U - D)	**0.52**	
1-q	**0.48**	

Anhang 7

:

	Heute 1 Jan 12 [CHF]	2 Feb 12 [CHF]	3 Mrz 12 [CHF]	4 Apr 12 [CHF]	5 Mai 12 [CHF]	6 Jun 12 [CHF]	7 Jul 12 [CHF]	8 Aug 12 [CHF]	9 Sep 12 [CHF]	10 Okt 12 [CHF]	11 Nov 12 [CHF]	12 Dez 12 [CHF]
Binomialbaum der Ertragswerte des Hochhauses Δt = 1 Monat	*112'365'350*	*115'868'499* *108'968'115*	*119'480'863* *112'365'350* *105'673'591*	*123'205'848* *115'868'499* *108'968'115* *102'478'674*	*127'046'965* *119'480'863* *112'365'350* *105'673'591* *99'380'351*	*131'007'834* *123'205'848* *115'868'499* *108'968'115* *102'478'674* *96'375'702*	*135'092'189* *127'046'965* *119'480'863* *112'365'350* *105'673'591* *99'380'351* *93'461'895*	*139'303'879* *131'007'834* *123'205'848* *115'868'499* *108'968'115* *102'478'674* *96'375'702* *90'636'184*	*143'646'874* *135'092'189* *127'046'965* *119'480'863* *112'365'350* *105'673'591* *99'380'351* *93'461'895* *87'895'904*	*148'125'269* *139'303'879* *131'007'834* *123'205'848* *115'868'499* *108'968'115* *102'478'674* *96'375'702* *90'636'184* *85'238'474*	*152'743'284* *143'646'874* *135'092'189* *127'046'965* *119'480'863* *112'365'350* *105'673'591* *99'380'351* *93'461'895* *87'895'904* *82'661'389*	*157'505'272* *148'125'269* *139'303'879* *131'007'834* *123'205'848* *115'868'499* *108'968'115* *102'478'674* *96'375'702* *90'636'184* *85'238'474* *80'162'218*
Wert der Option einer flexiblen Bauweise	***4'050'000***	*5'317'369* *2'693'889*	*6'887'362* *3'638'487* *1'682'022*	*8'796'262* *4'847'534* *2'344'002* *972'186*	*11'072'321* *6'366'118* *3'222'599* *1'402'276* *510'586*	*13'731'821* *8'235'536* *4'367'165* *1'996'380* *764'849* *237'471*	*16'775'944* *10'488'448* *5'828'471* *2'802'488* *1'131'817* *370'771* *94'182*	*20'189'421* *13'143'823* *7'654'095* *3'874'996* *1'652'712* *572'599* *153'860* *29'990*	*23'941'831* *16'202'725* *9'882'430* *5'271'581* *2'378'581* *873'702* *249'059* *51'473* *6'870*	*27'991'936* *19'646'320* *12'536'054* *7'047'868* *3'369'514* *1'315'528* *399'071* *87'743* *12'439* *872*	*32'294'594* *23'437'444* *15'615'885* *9'249'924* *4'691'660* *1'951'820* *632'190* *148'429* *22'439* *1'672* *11*	*36'808'724* *27'526'415* *19'098'163* *11'905'356* *6'411'212* *2'848'916* *988'734* *248'920* *40'303* *3'204* *21* *0*

Dynamischer NPV [CHF]	**0**	= Optionswert - Planungshonorare Vorprojekt - Landanbindungskosten
Statischer NPV [CHF]	***-4'457'932***	= *Barwert des Hochhauses - Barwert der Investitionskosten - Planungshonorare Vorprojekt*

Anhang 7

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Jan 13	Feb 13	Mrz 13	Apr 13	Mai 13	Jun 13	Jul 13	Aug 13	Sep 13	Okt 13	Nov 13	Dez 13
[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]
162'415'721	167'479'261	172'700'664	178'084'852	183'636'899	189'362'039	195'265'669	201'353'352	207'630'828	214'104'013	220'779'008	227'662'106
152'743'284	157'505'272	162'415'721	167'479'261	172'700'664	178'084'852	183'636'899	189'362'039	195'265'669	201'353'352	207'630'828	214'104'013
143'646'874	148'125'269	152'743'284	157'505'272	162'415'721	167'479'261	172'700'664	178'084'852	183'636'899	189'362'039	195'265'669	201'353'352
135'092'189	139'303'879	143'646'874	148'125'269	152'743'284	157'505'272	162'415'721	167'479'261	172'700'664	178'084'852	183'636'899	189'362'039
127'046'965	131'007'834	135'092'189	139'303'879	143'646'874	148'125'269	152'743'284	157'505'272	162'415'721	167'479'261	172'700'664	178'084'852
119'480'863	123'205'848	127'046'965	131'007'834	135'092'189	139'303'879	143'646'874	148'125'269	152'743'284	157'505'272	162'415'721	167'479'261
112'365'350	115'868'499	119'480'863	123'205'848	127'046'965	131'007'834	135'092'189	139'303'879	143'646'874	148'125'269	152'743'284	157'505'272
105'673'591	108'968'115	112'365'350	115'868'499	119'480'863	123'205'848	127'046'965	131'007'834	135'092'189	139'303'879	143'646'874	148'125'269
99'380'351	102'478'674	105'673'591	108'968'115	112'365'350	115'868'499	119'480'863	123'205'848	127'046'965	131'007'834	135'092'189	139'303'879
93'461'895	96'375'702	99'380'351	102'478'674	105'673'591	108'968'115	112'365'350	115'868'499	119'480'863	123'205'848	127'046'965	131'007'834
87'895'904	90'636'184	93'461'895	96'375'702	99'380'351	102'478'674	105'673'591	108'968'115	112'365'350	115'868'499	119'480'863	123'205'848
82'661'389	85'238'474	87'895'904	90'636'184	93'461'895	96'375'702	99'380'351	102'478'674	105'673'591	108'968'115	112'365'350	115'868'499
77'738'607	80'162'218	82'661'389	85'238'474	87'895'904	90'636'184	93'461'895	96'375'702	99'380'351	102'478'674	105'673'591	108'968'115
	75'388'271	77'738'607	80'162'218	82'661'389	85'238'474	87'895'904	90'636'184	93'461'895	96'375'702	99'380'351	102'478'674
		73'108'995	75'388'271	77'738'607	80'162'218	82'661'389	85'238'474	87'895'904	90'636'184	93'461'895	96'375'702
			70'898'630	73'108'995	75'388'271	77'738'607	80'162'218	82'661'389	85'238'474	87'895'904	90'636'184
				68'755'092	70'898'630	73'108'995	75'388'271	77'738'607	80'162'218	82'661'389	85'238'474
					66'676'362	68'755'092	70'898'630	73'108'995	75'388'271	77'738'607	80'162'218
						64'660'480	66'676'362	68'755'092	70'898'630	73'108'995	75'388'271
							62'705'546	64'660'480	66'676'362	68'755'092	70'898'630
								60'809'717	62'705'546	64'660'480	66'676'362
									58'971'206	60'809'717	62'705'546
										57'188'281	58'971'206
											55'459'260
41'503'935	46'363'529	51'382'904	56'564'727	61'914'072	67'436'171	73'136'421	79'020'387	85'093'804	91'362'590	97'832'846	104'510'863
31'860'446	36'394'239	41'097'961	45'959'136	50'977'837	56'158'984	61'507'652	67'029'073	72'728'645	78'611'930	84'684'666	90'952'769
22'936'390	27'069'502	31'435'321	35'985'146	40'692'894	45'553'393	50'571'417	55'751'886	61'099'875	66'620'617	72'319'506	78'202'109
15'014'901	18'547'648	22'443'525	26'625'568	31'020'456	35'579'404	40'286'474	45'146'296	50'163'640	55'343'429	60'690'737	66'210'796
8'584'912	11'247'723	14'400'148	18'000'173	21'966'622	26'199'401	30'614'036	35'172'306	39'878'697	44'737'839	49'754'502	54'933'608
4'083'451	5'735'913	7'878'639	10'558'101	13'774'477	17'466'762	21'517'627	25'792'303	30'206'260	34'763'849	39'469'559	44'328'018
1'524'133	2'311'126	3'439'295	5'009'185	7'117'485	9'830'515	13'147'952	16'970'913	21'109'850	25'383'846	29'797'121	34'354'028
413'338	678'596	1'099'470	1'754'005	2'747'263	4'209'099	6'278'114	9'060'539	12'555'164	16'562'456	20'700'712	24'974'025
72'030	127'999	225'939	395'661	686'269	1'176'389	1'986'870	3'291'791	5'313'904	8'266'411	12'146'026	16'152'635
6'142	11'771	22'559	43'234	82'854	158'775	304'252	582'999	1'117'083	2'140'356	4'100'803	7'856'590
40	77	148	286	551	1'063	2'049	3'950	7'617	14'687	28'319	54'605
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0
						0	0	0	0	0	0
							0	0	0	0	0
								0	0	0	0
									0	0	0
										0	0
											0

Bewertung der Realoption „Planungsflexibilität“, Projekt 2

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifischer Flexibilitätsgrad [f]	83%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

	Tabelle A Flexibilitätsgrad des Objektes	Tabelle B Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	allgemeine Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p 0.5	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p 0.5	
				Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	Marktmieten Jan 2012 [CHF/m2*a]	
Spezielle und qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten mit hoher Flexibilibät werden nachgefragt; **Hohe Flexibilität erforderlich**	83% [f]	67% [n]	55% f x n	530 *[M1] 90%-Quantile*	380 *[M3] 70%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, exkl. Mieterausbau basierend auf Daten von W&P
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; **Flexibilität ist nicht entscheidend**			45% 1 - (f x n)	380 *[M2] 70%-Quantile*	310 *[M4] 50%-Quantile*	

Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten 2012 [CHF/m2*a]	406	=(p1*p2*M1 + p1*(1-p2)*M3 + (1-p1)*p2*M2 + (1-p1)*(1-p2)*M4)
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten 2018 [CHF/m2*a]	**431**	=(p1*p2*M1 + p1*(1-p2)*M3 + (1-p1)*p2*M2 + (1-p1)*(1-p2)*M4)*(1+Inflationsrate)^T
Barwert 2012 der durchschnittlichen Marktmieten 2018 [CHF/m2*a]	331	Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieren abdiskontiert mit Diskontsatz

Berechnung der Ertragswerte

Mietzins ab Januar 2018 [CHF/m2*a]	431	
Effizienz Mietfläche / Grundfläche	0.69	Annahme
Vermietbare Fläche [m2] Regelgeschosse + 0.5*EG	17'802	
Mietzins total [CHF]	7'671'842	
Berechnung des Brutto-Kapitalisierungssatzes		
Inflationsrate (g)	1.00%	
Indexierung	80%	
Eigentümerlaster in % der Mieteinnahmen (Benchmark) (a)	27%	
Kap.-Satz k(brutto)	5.07%	=(d-g)/(1-a)
Ertragswert des Hochhauses Januar 2018	**151'363'367**	= Mietzins / Kap.-Satz
Diskontsatz (d)	4.50%	
Barwert des Hochhauses Januar 2014	126'927'485	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2014 = Barwert des Hochhauses nach Vorprojekt
Barwert des Hochhauses Januar 2012	**116'231'299**	Ertragswert des Hochhauses von Januar 2018 abdiskontiert mit Diskontsatz auf 2012 = Barwert des Hochhauses heute

Berechnung der Realoption (Binomial-Modell)

	Berechnung der 5-Jahres-Renditen der verschiedenen Szenarien	
	0.5	0.5
55%	**70.01%**	**21.89%**
45%	**21.89%**	**-0.56%**

Erwartete durchschnittle Rendite über T Jahre μ_T = 1.043^T	30.23%	
T-Jahres Varianz δ^2	6.85%	
1-Jahres Varianz δ^2 / T	1.14%	
Jährliche Standardabweichung = √(δ^2 / T)	**10.68%**	
Δt = 1 Monat	0.083333333	
Up: U = e^(δ*Wurzel(Δt))	**1.031**	Up-Schritt
Down: D = 1/U	**0.970**	Down-Schritt
Risikoloser Zins (r)	2.0%	Bundesobligation, 10-Jahre Laufzeit
e^r*Δt	1.001668056	
q = (e^r - D) / (U - D)	**0.52**	
1-q	**0.48**	

Anhang 8

	Heute 1 Jan 12 [CHF]	2 Feb 12 [CHF]	3 Mrz 12 [CHF]	4 Apr 12 [CHF]	5 Mai 12 [CHF]	6 Jun 12 [CHF]	7 Jul 12 [CHF]	8 Aug 12 [CHF]	9 Sep 12 [CHF]	10 Okt 12 [CHF]	11 Nov 12 [CHF]	12 Dez 12 [CHF]
Binomialbaum der Ertragswerte des Hochhauses Δt = 1 Monat	*116'231'299*	*119'871'174* *112'701'949*	*123'625'034* *116'231'299* *109'279'767*	*127'496'450* *119'871'174* *112'701'949* *105'961'499*	*131'489'101* *123'625'034* *116'231'299* *109'279'767* *102'743'990*	*135'606'786* *127'496'450* *119'871'174* *112'701'949* *105'961'499* *99'624'180*	*139'853'420* *131'489'101* *123'625'034* *116'231'299* *109'279'767* *102'743'990* *96'599'103*	*144'233'040* *135'606'786* *127'496'450* *119'871'174* *112'701'949* *105'961'499* *99'624'180* *93'665'882*	*148'749'811* *139'853'420* *131'489'101* *123'625'034* *116'231'299* *109'279'767* *102'743'990* *96'599'103* *90'821'728*	*153'408'028* *144'233'040* *135'606'786* *127'496'450* *119'871'174* *112'701'949* *105'961'499* *99'624'180* *93'665'882* *88'063'937*	*158'212'122* *148'749'811* *139'853'420* *131'489'101* *123'625'034* *116'231'299* *109'279'767* *102'743'990* *96'599'103* *90'821'728* *85'389'885*	*163'166'659* *153'408'028* *144'233'040* *135'606'786* *127'496'450* *119'871'174* *112'701'949* *105'961'499* *99'624'180* *93'665'882* *88'063'937* *82'797'031*
Wert der Option einer flexiblen Bauweise	***4'050'000***	*5'328'867* *2'682'301*	*6'917'560* *3'630'853* *1'666'745*	*8'854'859* *4'848'409* *2'327'942* *958'137*	*11'171'794* *6'382'251* *3'207'992* *1'385'170* *500'074*	*13'887'503* *8'276'371* *4'357'894* *1'976'711* *750'844* *230'864*	*17'005'796* *10'566'531* *5'830'684* *2'781'739* *1'113'777* *361'319* *90'716*	*20'513'435* *13'274'978* *7'676'855* *3'856'220* *1'630'467* *559'384* *148'572* *28'519*	*24'381'047* *16'405'855* *9'938'285* *5'260'130* *2'352'745* *855'740* *241'127* *49'087* *6'396*	*28'567'187* *19'942'734* *12'641'360* *7'052'231* *3'342'107* *1'291'952* *387'403* *83'919* *11'623* *770*	*33'025'189* *23'849'667* *15'790'688* *9'282'533* *4'666'971* *1'922'254* *615'424* *142'383* *21'044* *1'485* *0*	*37'711'372* *28'076'603* *19'365'433* *11'983'148* *6'396'862* *2'814'102* *965'325* *239'509* *37'936* *2'865* *0* *0*

Dynamischer NPV [CHF]	**0**	= Optionswert - Planungshonorare Vorprojekt - Landanbindungskosten
Statischer NPV [CHF]	***-5'045'050***	*= Barwert des Hochhauses - Barwert der Investitionskosten - Planungshonorare Vorprojekt*

Anhang 8

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Jan 13	Feb 13	Mrz 13	Apr 13	Mai 13	Jun 13	Jul 13	Aug 13	Sep 13	Okt 13	Nov 13	Dez 13
[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]	[CHF]
168'276'351	173'546'058	178'980'790	184'585'714	190'366'161	196'327'627	202'475'782	208'816'471	215'355'723	222'099'757	229'054'986	236'228'023
158'212'122	163'166'659	168'276'351	173'546'058	178'980'790	184'585'714	190'366'161	196'327'627	202'475'782	208'816'471	215'355'723	222'099'757
148'749'811	153'408'028	158'212'122	163'166'659	168'276'351	173'546'058	178'980'790	184'585'714	190'366'161	196'327'627	202'475'782	208'816'471
139'853'420	144'233'040	148'749'811	153'408'028	158'212'122	163'166'659	168'276'351	173'546'058	178'980'790	184'585'714	190'366'161	196'327'627
131'489'101	135'606'786	139'853'420	144'233'040	148'749'811	153'408'028	158'212'122	163'166'659	168'276'351	173'546'058	178'980'790	184'585'714
123'625'034	127'496'450	131'489'101	135'606'786	139'853'420	144'233'040	148'749'811	153'408'028	158'212'122	163'166'659	168'276'351	173'546'058
116'231'299	119'871'174	123'625'034	127'496'450	131'489'101	135'606'786	139'853'420	144'233'040	148'749'811	153'408'028	158'212'122	163'166'659
109'279'767	112'701'949	116'231'299	119'871'174	123'625'034	127'496'450	131'489'101	135'606'786	139'853'420	144'233'040	148'749'811	153'408'028
102'743'990	105'961'499	109'279'767	112'701'949	116'231'299	119'871'174	123'625'034	127'496'450	131'489'101	135'606'786	139'853'420	144'233'040
96'599'103	99'624'180	102'743'990	105'961'499	109'279'767	112'701'949	116'231'299	119'871'174	123'625'034	127'496'450	131'489'101	135'606'786
90'821'728	93'665'882	96'599'103	99'624'180	102'743'990	105'961'499	109'279'767	112'701'949	116'231'299	119'871'174	123'625'034	127'496'450
85'389'885	88'063'937	90'821'728	93'665'882	96'599'103	99'624'180	102'743'990	105'961'499	109'279'767	112'701'949	116'231'299	119'871'174
80'282'908	82'797'031	85'389'885	88'063'937	90'821'728	93'665'882	96'599'103	99'624'180	102'743'990	105'961'499	109'279'767	112'701'949
	77'845'127	80'282'908	82'797'031	85'389'885	88'063'937	90'821'728	93'665'882	96'599'103	99'624'180	102'743'990	105'961'499
		75'481'368	77'845'127	80'282'908	82'797'031	85'389'885	88'063'937	90'821'728	93'665'882	96'599'103	99'624'180
			73'189'385	75'481'368	77'845'127	80'282'908	82'797'031	85'389'885	88'063'937	90'821'728	93'665'882
				70'966'998	73'189'385	75'481'368	77'845'127	80'282'908	82'797'031	85'389'885	88'063'937
					68'812'093	70'966'998	73'189'385	75'481'368	77'845'127	80'282'908	82'797'031
						66'722'621	68'812'093	70'966'998	73'189'385	75'481'368	77'845'127
							64'696'596	66'722'621	68'812'093	70'966'998	73'189'385
								62'732'092	64'696'596	66'722'621	68'812'093
									60'827'239	62'732'092	64'696'596
										58'980'226	60'827'239
											57'189'298
42'592'231	47'648'176	52'872'567	58'267'136	63'836'876	69'587'285	75'524'029	81'652'955	87'980'091	94'511'656	101'254'060	108'213'919
32'568'709	37'277'334	42'168'827	47'227'480	52'451'505	57'845'371	63'414'408	69'164'112	75'100'150	81'228'369	87'554'797	94'085'652
23'320'534	27'594'290	32'121'676	36'849'536	41'747'067	46'805'715	52'029'037	57'422'198	62'990'530	68'739'526	74'674'856	80'802'366
15'159'342	18'783'876	22'798'428	27'124'924	31'685'870	36'426'316	41'324'599	46'382'542	51'605'158	56'997'613	62'565'236	68'313'523
8'593'009	11'295'815	14'511'532	18'202'975	22'291'175	26'674'006	31'260'369	36'003'143	40'900'720	45'957'957	51'179'864	56'571'610
4'046'230	5'702'578	7'860'587	10'573'465	13'849'042	17'633'095	21'811'229	26'244'513	30'836'490	35'578'558	40'475'426	45'531'953
1'492'614	2'270'668	3'390'743	4'956'731	7'071'055	9'808'617	13'180'014	17'096'972	21'374'179	25'819'927	30'411'196	35'152'554
398'965	657'144	1'068'360	1'710'535	2'689'508	4'137'791	6'200'023	8'993'669	12'534'988	16'644'938	20'948'885	25'393'924
68'056	121'399	215'125	378'229	658'738	1'134'041	1'924'008	3'203'140	5'198'655	8'137'885	12'052'494	16'218'935
5'525	10'657	20'555	39'645	76'465	147'482	284'456	548'644	1'058'198	2'041'000	3'936'580	7'592'682
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0
				0	0	0	0	0	0	0	0
					0	0	0	0	0	0	0
						0	0	0	0	0	0
							0	0	0	0	0
								0	0	0	0
									0	0	0
										0	0
											0

Überprüfung Flexibilitätsgrad Projekt 1

Bewertung der Flexibilität (Tabelle A)

Welche Bürotypen sind architektonisch / geometrisch realisierbar?

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich Änderung mit wenig Aufwand	mit räumlichen Einschränkungen realisierbar Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro	x			4	
Business-Club	x			4	
Open Space		x		2	
max:	*20*			**18**	**90%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

Welche Bürotypen sind gebäudetechnologisch realisierbar? (Flexible / anpassbare Leitungsführung)

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich keine Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit wenig Aufwand	mit gebäudetechnischen Komforteinschränkungen realisierbar Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro	x			4	
Business-Club	x			4	
Open Space	x			4	
max:	*20*			**20**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

** wenn architektonisch oder gebäudetechnologisch ein Bürotyp nicht realisierbar ist, dann wird dieser automatisch bei beiden mit "0" bewertet.*

Reserveflächen für neue Technologien / Nachrüstungen vorhanden?
(Reserveflächen in Nebenräumen, Technikzentralen, Schächten, Doppelböden, untergehängte Decken etc.)

Wertungsfaktor:	2	1	0		
	Genügend Reservezonen	Knappe Reservezonen	keine vorhanden	Wertung	Begründung
Zellenbüro	x			2	
Gruppenbüro	x			2	
Kombibüro		x		1	
Business-Club		x		1	
Open Space		x		1	
max:	*10*			**7**	**70%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

Vermietungsvariabilität

				Wertung*	Begründung
horizontal					
Wertungsfaktor	6	2	0		
	≥ 4 Mieteinheiten	2 bis 3 Mieteinheiten	1 Mieteinheit		
Unterteilbarkeit Grundriss	x			6	
vertikal					
Wertungsfaktor	4	2	0		
	Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietfläche zwischen den Geschossen in jeder Etage nachträglich zu realisieren	Es gibt partiell Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietfläche zwischen den Geschossen zu realisieren	keine vertikalen Verbindungen innerhalb der Mietflächen möglich.		
Geschossübergreiffende Möglichkeiten	x			4	
max:	*10*			**10**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

	Wertung	Flexibilitätsgrad [f]
Maximale Flexibilität	*60*	*100%*
Minimale Flexibilität	*8*	*0%*

Objektspezifischer Flexibilitätsgrad [f]	*55*	**90%**

Überprüfung Flexibilitätsgrad Projekt 2

Bewertung der Flexibilität (Tabelle A)

Welche Bürotypen sind architektonisch / geometrisch realisierbar?

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich Änderung mit wenig Aufwand	mit räumlichen Einschränkungen realisierbar Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro		x		2	
Business-Club		x		2	
Open Space		x		2	
max:	*20*			**14**	**70%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

Welche Bürotypen sind gebäudetechnologisch realisierbar? (Flexible / anpassbare Leitungsführung)

Wertungsfaktor:	4	2	0		
	optimale Realisierung möglich keine Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit wenig Aufwand	mit gebäudetechnischen Komforteinschränkungen realisierbar Eingriffe Primärsturktur erforderlich Änderung mit viel Aufwand verbunden	nicht möglich*	Wertung*	Begründung
Zellenbüro	x			4	
Gruppenbüro	x			4	
Kombibüro	x			4	
Business-Club	x			4	
Open Space	x			4	
max:	*20*			**20**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	33.3%				

** wenn architektonisch oder gebäudetechnologisch ein Bürotyp nicht realisierbar ist, dann wird dieser automatisch bei beiden mit "0" bewertet.*

Reserveflächen für neue Technologien / Nachrüstungen vorhanden?
(Reserveflächen in Nebenräumen, Technikzentralen, Schächten, Doppelböden, untergehängte Decken etc.)

Wertungsfaktor:	2	1	0		
	Genügend Reservezonen	Knappe Reservezonen	keine vorhanden	Wertung	Begründung
Zellenbüro	x			2	
Gruppenbüro	x			2	
Kombibüro		x		1	
Business-Club		x		1	
Open Space		x		1	
max:	*10*			**7**	**70%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

Vermietungsvariabilität

				Wertung*	Begründung
horizontal					
Wertungsfaktor	6	2	0		
	≥ 4 Mieteinheiten	2 bis 3 Mieteinheiten	1 Mieteinheit		
Unterteilbarkeit Grundriss	x			6	
vertikal					
Wertungsfaktor	4	2	0		
	Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietfläche zwischen den Geschossen in jeder Etage nachträglich zu realisieren	Es gibt partiell Möglichkeiten, eine zusätzliche interne Verbindung innerhalb der Mietfläche zwischen den Geschossen zu realisieren	keine vertikalen Verbindungen innerhalb der Mietflächen möglich.		
Geschossübergreiffende Möglichkeiten	x			4	
max:	*10*			**10**	**100%**
Gewichtung des Kriteriums	16.7%				

	Wertung	Flexibilitätsgrad [f]
Maximale Flexibilität	*60*	*100%*
Minimale Flexibilität	*8*	*0%*

Objektspezifischer Flexibilitätsgrad [f]	*51*	**83%**

Ermittlung der risikoadjustierten Marktmieten Projekt 1 und 2

Datenbestand
Angebotspreise (Quelle: Wüest & Partner AG)

Kategorie
50: Büroflächen CHF/m2

Stadtviertel	Name	Quartal	10% Quantil/ m2		30% Quantil/ m2		50% Quantil/ m2		70% Quantil/ m2		90% Quantil/ m2	
26105	Zürich Kreis 5	2005.1	210	106.06%	275	111.52%	325	111.52%	370	98.25%	410	86.35%
26105	Zürich Kreis 5	2005.2	210	106.06%	265	107.46%	320	107.46%	360	95.59%	415	87.41%
26105	Zürich Kreis 5	2005.3	200	101.01%	260	105.43%	310	105.43%	350	92.94%	390	82.14%
26105	Zürich Kreis 5	2005.4	185	93.43%	245	99.35%	295	99.35%	340	90.28%	375	78.98%
26105	Zürich Kreis 5	2006.1	170	85.86%	230	93.27%	280	93.27%	325	86.30%	375	78.98%
26105	Zürich Kreis 5	2006.2	170	85.86%	235	95.30%	290	95.30%	335	88.95%	385	81.09%
26105	Zürich Kreis 5	2006.3	170	85.86%	235	95.30%	295	95.30%	345	91.61%	385	81.09%
26105	Zürich Kreis 5	2006.4	170	85.86%	225	91.24%	285	91.24%	340	90.28%	390	82.14%
26105	Zürich Kreis 5	2007.1	170	85.86%	225	91.24%	280	91.24%	345	91.61%	405	85.30%
26105	Zürich Kreis 5	2007.2	175	88.38%	225	91.24%	280	91.24%	360	95.59%	400	84.25%
26105	Zürich Kreis 5	2007.3	170	85.86%	220	89.21%	285	89.21%	355	94.26%	395	83.19%
26105	Zürich Kreis 5	2007.4	185	93.43%	235	95.30%	295	95.30%	360	95.59%	425	89.51%
26105	Zürich Kreis 5	2008.1	190	95.96%	240	97.32%	295	97.32%	370	98.25%	440	92.67%
26105	Zürich Kreis 5	2008.2	190	95.96%	225	91.24%	285	91.24%	355	94.26%	455	95.83%
26105	Zürich Kreis 5	2008.3	205	103.54%	235	95.30%	295	95.30%	365	96.92%	490	103.20%
26105	Zürich Kreis 5	2008.4	210	106.06%	240	97.32%	300	97.32%	365	96.92%	510	107.41%
26105	Zürich Kreis 5	2009.1	220	111.11%	250	101.38%	315	101.38%	385	102.23%	540	113.73%
26105	Zürich Kreis 5	2009.2	235	118.69%	265	107.46%	340	107.46%	415	110.20%	575	121.10%
26105	Zürich Kreis 5	2009.3	250	126.26%	275	111.52%	365	111.52%	455	120.82%	615	129.53%
26105	Zürich Kreis 5	2009.4	245	123.74%	285	115.57%	365	115.57%	455	120.82%	620	130.58%
26105	Zürich Kreis 5	2010.1	235	118.69%	300	121.65%	370	121.65%	460	122.15%	620	130.58%
26105	Zürich Kreis 5	2010.2	215	108.59%	275	111.52%	345	111.52%	435	115.51%	600	126.37%
26105	Zürich Kreis 5	2010.3	205	103.54%	250	101.38%	330	101.38%	410	108.87%	580	122.16%
26105	Zürich Kreis 5	2010.4	190	95.96%	230	93.27%	315	93.27%	390	103.56%	550	115.84%
26105	Zürich Kreis 5	2011.1	175	88.38%	220	89.21%	300	89.21%	370	98.25%	525	110.57%

Mittelwert	198	100.00%	246.6	100.00%	310.4	100.00%	376.6	100.00%	474.8	100.00%
Standardabweichung	25.21	12.73%	22.44	9.10%	28.02	9.10%	39.49	10.49%	89.36	18.82%
Erwartete Miete			220		310		380		530	
Wahrscheinliche Miete (Random-Normalverteilung)			219		309		379		528	
Standardabweichung			22.10		27.60		38.90		88.02	

1. Vermietung (Jahr 5 bis 14)

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A Flexibilitätsgrad des Objektes	Tabelle B Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle und qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten mit hoher Flexibilibät werden nachgefragt; **Hohe Flexibilität erforderlich**	90% [f]	67% [n]	60% f x n	528 *[M1] 90%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut basierend auf Daten von W&P
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; **Flexibilität ist nicht entscheidend**	10% = 1-f		40% 1 - (f x n)	379 *[M2] 70%-Quantile*	

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	90%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Bis heute abgeschlossene Verträge zu durchschnittlich [CHF/m2]	513	40%	Basis: Mietverträge (Annahme = f*M1+(1-f)*M2)
Erwartungswert der durchschnittlich erziehlbaren Marktmieten [CHF/m2]:	468	60%	=(f*n)*M1 + (1-f*n)*M2
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2]	**486**		

2. Vermietung (Jahr 15 bis 24)

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A	Tabelle B		Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung		
	Flexibilitätsgrad des Objektes	Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p	
				0.5	0.5	
				Marktmieten [CHF/m2*a]	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle, spezifische, oder qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten werden nachgefragt; Hohe Flexibilität erforderlich	90%	67%	60%	528	379	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut
	[f]	[n]	f x n	*[M1] 90%-Quantile*	*[M3] 70%-Quantile*	
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; Flexibilität ist nicht entscheidend	10%		40%	379	309	basierend auf Daten von W&P
	= 1-f		1 - (f x n)	*[M2] 70%-Quantile*	*[M4] 50%-Quantile*	

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	90%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Weiterfürhung der Mietverträge aus 1. Vermietung [CHF/m2]	513	20%	Basis: Mietverträge (Annahme = f*M1+(1-f)*M2)
Erwartungswert der durchschnittlich erziehlbaren Marktmieten [CHF/m2]:	410	80%	=(f*n)*p*M1 + (f*n)*(1-p)*M3 + (1-(f*n))*p*M2 + (1-(f*n))*(1-p)*M4
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2]	**430**		

3. Vermietung (Jahr 25 bis 34) / Exit

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A Flexibilitätsgrad des Objektes	Tabelle B Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p	
				0.5	0.5	
				Marktmieten [CHF/m2*a]	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle, spezifische, oder qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten werden nachgefragt; Hohe Flexibilität erforderlich	90% [f]	67% [n]	60% f x n	528 *[M1] 90%-Quantile*	379 *[M3] 70%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; Flexibilität ist nicht entscheidend	10% = 1-f		40% 1 - (f x n)	379 *[M2] 70%-Quantile*	309 *[M4] 50%-Quantile*	basierend auf Daten von W&P

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	90%	*Annahme*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2] **410** =(f*n)*p*M1 + (f*n)*(1-p)*M3 + (1-(f*n))*p*M2 + (1-(f*n))*(1-p)*M4

Grundlagen für DCF-Berechnung

Gebäudedaten

Anzahl Regelgeschosse	**20**	**Stk**
Deckenstärke + Kühl- und Heizsegel	0.35	m
Hohlboden (lichte Höhe + Bodenaufbau)	0.35	m
Lichte Raumhöhe	2.90	m
Geschosshöhe Regelgeschoss	**3.60**	**m**
Höhe Regelgeschosse	72.00	**m**
Höhe Erdgeschoss	5.00	m
Höhe Dachgeschoss (Technik)	3.00	m
Höhe total, oberirdisch	**80.0**	m
Höhe Untergeschosse	8.0	m
Geschossfläche (GF)	1'200	m2
Gebäudevolumen	105'600	m3

Erstellungskosten

Erstellungskosten BKP 1 - 5	1'050	CHF/m3
Erstellungskosten total	**110'880'016**	**CHF**

Investitionen

Grundstück	20'000'000	CHF
Mehrwertabschöpfung Land	4'000'000	
Erstellung Hochhaus	110'880'016	CHF
Total Investitionskosten	**134'880'016**	**CHF**

				5. - 14. Jahr		15. - 24. Jahr		25. - 34. Jahr / Exit		
Erträge (real)	[Stk]	Effizienz MF/GF	Mietfläche (MF) [m2]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	**Annahmen**
Top Stockwerke (oberste)	2	0.7	1'680	528	887'040	528	887'040	528	887'040	Maximal, Flexibilitätsunabhängig, Erwartungswert: 90%-Quantile
Mittlere bis hohe Stockwerke	12	0.7	10'080	486	4'901'702	430	4'338'230	410	4'129'776	Flexibilitätsabhängig: Input aus risikoadjustierter Mietzinsberechnung
Unterste 6 Stockwerke	6	0.7	5'040	413	2'083'224	366	1'843'748	348	1'755'155	Flexibilitätsabhängig, Miete / m2 = 85% x Miete Hohe Stockwerke
Erdgeschoss	1	0.5	600	400	240'000	400	240'000	400	240'000	Flexibilitätsunabhängig
Total Soll-Mieten (real)					***8'111'966***		***7'309'018***		***7'011'971***	
Leerstand (Temporär + Sockelleerstand)										
Top Stockwerke (oberste)	3.0%		50	528	-26'611	528	-26'611	528	-26'611	
Mittel bis hohe Stockwerke	3.0%		302	486	-147'051	430	-130'147	410	-123'893	
Unterste 6 Stockwerke	3.0%		151	413	-62'497	366	-55'312	348	-52'655	
Erdgeschoss	3.0%		18	400	-7'200	400	-7'200	400	-7'200	
Total Leerstand					***-243'359***		***-219'271***		***-210'359***	
Total Ist-Mieten (real)					**7'868'607**		**7'089'748**		**6'801'612**	
Ausgaben (real)										
Betriebskosten	über % von Sollmieten			5.0%	-405'598	5.0%	-365'451	5.0%	-350'599	
Verwaltungskosten	über % von Sollmieten			3.5%	-283'919	3.5%	-255'816	3.5%	-245'419	
Unterhalt	über % von Sollmieten			2.0%	-162'239	4.0%	-292'361	6.0%	-420'718	
Renovationsfonds	über % von Erstellungskosten			0.8%	-887'040	0.8%	-887'040	0.8%	-887'040	
Total Ausgaben (real)					**-1'738'797**		**-1'800'667**		**-1'903'776**	

Eigentümerlasten in Prozent der Mieteinnahmen: 22% 25% 28%

DCF-Berechnung

Kapitalisierung

Diskontsatz	**4.50%**
Inflation	1.00%
Indexierung	80%

	Realisierungsphase				Laufzeit Vertragsperiode 1									
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Anfallen der durchschnittlichen Investitionskosten		Erstbezug: Verträge gem. Periode 1									
Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Planjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Einnahmen real					*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*	*7'868'607*
Ausgaben real	*-134'880'016*				*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*	*-1'738'797*
Einnahmen nominal					8'123'440	8'188'428	8'253'935	8'319'966	8'386'526	8'453'618	8'521'247	8'589'417	8'658'133	8'727'398
Ausgaben nominal	-4'000'000	-43'626'672	-43'626'672	-43'626'672	-1'809'399	-1'827'493	-1'845'768	-1'864'225	-1'882'868	-1'901'696	-1'920'713	-1'939'920	-1'959'319	-1'978'913
Cash-Flow	-4'000'000	-43'626'672	-43'626'672	-43'626'672	6'314'041	6'360'935	6'408'167	6'455'741	6'503'659	6'551'922	6'600'534	6'649'497	6'698'813	6'748'485
Present Value	-3'505'186	-38'229'904	-38'229'904	-38'229'904	5'066'709	4'884'535	4'708'904	4'539'581	4'376'341	4'218'964	4'067'241	3'920'968	3'779'950	3'643'999

NPV per 01.01.2014	**1'099'313 [CHF]**

Anhang 11

Laufzeit Vertragsperiode 2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anpassungen Verträge gem. Periode 2									
2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7'089'748	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*	*7'089'748*
-1'800'667	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*	*-1'800'667*
7'926'441	7'989'853	8'053'771	8'118'202	8'183'147	8'248'612	8'314'601	8'381'118	8'448'167	8'515'752
-2'069'821	-2'090'519	-2'111'424	-2'132'538	-2'153'864	-2'175'402	-2'197'156	-2'219'128	-2'241'319	-2'263'732
5'856'620	5'899'334	5'942'347	5'985'663	6'029'283	6'073'210	6'117'445	6'161'990	6'206'848	6'252'020
3'026'235	2'917'039	2'811'778	2'710'310	2'612'499	2'518'213	2'427'325	2'339'713	2'255'259	2'173'849

Anhang 11

Laufzeit Vertragsperiode 3										Exit
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(ausgeblendet)
Anpassungen Verträge gem. Periode 3										
2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
6'801'612	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	*6'801'612*	
-1'903'776	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	*-1'903'776*	
8'235'019	8'300'899	8'367'306	8'434'245	8'501'719	8'569'732	8'638'290	8'707'397	8'777'056	8'847'272	
-2'417'290	-2'441'463	-2'465'878	-2'490'537	-2'515'442	-2'540'596	-2'566'002	-2'591'662	-2'617'579	-2'643'755	
5'817'729	5'859'436	5'901'429	5'943'708	5'986'277	6'029'136	6'072'288	6'115'734	6'159'477	6'203'518	
1'935'736	1'865'659	1'798'114	1'733'011	1'670'261	1'609'779	1'551'484	1'495'297	1'441'140	1'388'942	

1. Vermietung (Jahr 5 bis 14)

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A Flexibilitätsgrad des Objektes	Tabelle B Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle und qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten mit hoher Flexibilibät werden nachgefragt; **Hohe Flexibilität erforderlich**	83% [f]	67% [n]	55% f x n	528 *[M1] 90%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut basierend auf Daten von W&P
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; **Flexibilität ist nicht entscheidend**	17% = 1-f		45% 1 - (f x n)	379 *[M2] 70%-Quantile*	

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	83%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Bis heute abgeschlossene Verträge zu durchschnittlich [CHF/m2]	503	40%	Basis: Mietverträge (Annahme = f*M1+(1-f)*M2)
Erwartungswert der durchschnittlich erziehlbaren Marktmieten [CHF/m2]:	461	60%	=(f*n)*M1 + (1-f*n)*M2
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2]	**478**		

2. Vermietung (Jahr 15 bis 24)

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A	Tabelle B		Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung		
	Flexibilitätsgrad des Objektes	Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p	
				0.5	0.5	
				Marktmieten [CHF/m2*a]	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle, spezifische, oder qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten werden nachgefragt; Hohe Flexibilität erforderlich	83%	67%	55%	528	379	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut
	[f]	[n]	f x n	*[M1] 90%-Quantile*	*[M3] 70%-Quantile*	
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; Flexibilität ist nicht entscheidend	17%		45%	379	309	basierend auf Daten von W&P
	= 1-f		1 - (f x n)	*[M2] 70%-Quantile*	*[M4] 50%-Quantile*	

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	83%	*Wert aus Tabelle A*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Weiterfürhung der Mietverträge aus 1. Vermietung [CHF/m2]	503	20%	Basis: Mietverträge (Annahme = f*M1+(1-f)*M2)
Erwartungswert der durchschnittlich erziehlbaren Marktmieten [CHF/m2]:	405	80%	=(f*n)*p*M1 + (f*n)*(1-p)*M3 + (1-(f*n))*p*M2 + (1-(f*n))*(1-p)*M4
Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2]	**424**		

3. Vermietung (Jahr 25 bis 34) / Exit

Risikoadjustierte Mietzinsberechnung

	Tabelle A	Tabelle B		Nachfrage nach Büroflächen / Wirtschaftsentwicklung		
	Flexibilitätsgrad des Objektes	Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität	Objektspezifische Marktabdeckungung	konstant / steigend Eintretenswahrscheinlichkeit p	rückläufig Eintretenswahrscheinlichkeit 1-p	
				0.5	0.5	
				Marktmieten [CHF/m2*a]	Marktmieten [CHF/m2*a]	
Spezielle, spezifische, oder qualitativ hochstehende Büroräumlichkeiten werden nachgefragt; Hohe Flexibilität erforderlich	83% [f]	67% [n]	55% f x n	528 *[M1] 90%-Quantile*	379 *[M3] 70%-Quantile*	Einschätzung der Mieten/m2, nicht ausgebaut
Standard Büroräumlichkeiten werden nachgefragt, grosses Angebot; Flexibilität ist nicht entscheidend	17% = 1-f		45% 1 - (f x n)	379 *[M2] 70%-Quantile*	309 *[M4] 50%-Quantile*	basierend auf Daten von W&P

Basiswerte aufgrund Experteneinschätzungen (Tabellen A und B)

Objektspezifische Bewertung der Flexibilität; Flexibilitätsgrad [f]	83%	*Annahme*
Marktspezifische Nachfrage nach Flexibilität; Nachfrage [n]	67%	*Wert aus Tabelle B*

Erwartungswert der durchschnittlichen Marktmieten [CHF/m2] **405** =(f*n)*p*M1 + (f*n)*(1-p)*M3 + (1-(f*n))*p*M2 + (1-(f*n))*(1-p)*M4

Grundlagen für DCF-Berechnung

Gebäudedaten

Anzahl Regelgeschosse	**21**	**Stk**
Deckenstärke + Kühl- und Heizsegel	0.35	m
Hohlboden (lichte Höhe + Bodenaufbau)	0.35	m
Lichte Raumhöhe	2.73	m
Geschosshöhe Regelgeschoss	**3.43**	**m**
Höhe Regelgeschosse	72.03	**m**
Höhe Erdgeschoss	4.97	m
Höhe Dachgeschoss (Technik)	3.00	m
Höhe total, oberirdisch	**80.0**	m
Höhe Untergeschosse	8.0	m
Geschossfläche (GF)	1'200	m2
Gebäudevolumen	105'600	m3

Erstellungskosten

Erstellungskosten BKP 1 - 5	1'100	CHF/m3
Erstellungskosten total	**116'160'000**	**CHF**

Investitionen

Grundstück	20'000'000	CHF
Mehrwertabschöpfung Land	4'000'000	
Erstellung Hochhaus	116'160'000	CHF
Total Investitionskosten	**140'160'000**	**CHF**

				5. - 14. Jahr		15. - 24. Jahr		25. - 34. Jahr / Exit		
Erträge (real)	[Stk]	Effizienz MF/GF	Mietfläche (MF) [m2]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	Miete / m2 [CHF/m2]	Miete p. a. [CHF]	**Annahmen**
Top Stockwerke (oberste)	2	0.7	1'680	528	887'040	528	887'040	528	887'040	Maximal, Flexibilitätsunabhängig, Erwartungswert: 90%-Quantile
Mittlere bis hohe Stockwerke	13	0.7	10'920	478	5'219'061	424	4'632'330	405	4'418'123	Flexibilitätsabhängig: Input aus risikoadjustierter Mietzinsberechnung
Unterste 6 Stockwerke	6	0.7	5'040	406	2'047'478	361	1'817'299	344	1'733'264	Flexibilitätsabhängig, Miete / m2 = 85% x Miete Hohe Stockwerke
Erdgeschoss	1	0.5	600	400	240'000	400	240'000	400	240'000	Flexibilitätsunabhängig
Total Soll-Mieten (real)					***8'393'579***		***7'576'668***		***7'278'426***	
Leerstand (Temporär + Sockelleerstand)										
Top Stockwerke (oberste)	3.0%		50	528	-26'611	528	-26'611	528	-26'611	
Mittel bis hohe Stockwerke	3.0%		328	478	-156'572	424	-138'970	405	-132'544	
Unterste 6 Stockwerke	3.0%		151	406	-61'424	361	-54'519	344	-51'998	
Erdgeschoss	3.0%		18	400	-7'200	400	-7'200	400	-7'200	
Total Leerstand					***-251'807***		***-227'300***		***-218'353***	
Total Ist-Mieten (real)					**8'141'772**		**7'349'368**		**7'060'074**	
Ausgaben (real)										
Betriebskosten	über % von Sollmieten			5.0%	-419'679	5.0%	-378'833	5.0%	-363'921	
Verwaltungskosten	über % von Sollmieten			3.5%	-293'775	3.5%	-265'183	3.5%	-254'745	
Unterhalt	über % von Sollmieten			2.0%	-167'872	4.0%	-303'067	6.0%	-436'706	
Renovationsfonds	über % von Erstellungskosten			0.8%	-929'280	0.8%	-929'280	0.8%	-929'280	
Total Ausgaben (real)					**-1'810'606**		**-1'876'364**		**-1'984'652**	
Eigentümerlasten in Prozent der Mieteinnahmen:					**22%**		**26%**		**28%**	

DCF-Berechnung

Kapitalisierung

Diskontsatz	**4.50%**
Inflation	1.00%
Indexierung	80%

	Realisierungsphase				Laufzeit Vertragsperiode 1									
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Anfallen der durchschnittlichen Investitionskosten		Erstbezug: Verträge gem. Periode 1									
Jahr	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Planjahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Einnahmen real					*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*	*8'141'772*
Ausgaben real	*-140'160'000*				*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*	*-1'810'606*
Einnahmen nominal					8'405'451	8'472'695	8'540'477	8'608'800	8'677'671	8'747'092	8'817'069	8'887'605	8'958'706	9'030'376
Ausgaben nominal	-4'000'000	-45'386'667	-45'386'667	-45'386'667	-1'884'124	-1'902'965	-1'921'995	-1'941'214	-1'960'627	-1'980'233	-2'000'035	-2'020'036	-2'040'236	-2'060'638
Cash-Flow	-4'000'000	-45'386'667	-45'386'667	-45'386'667	6'521'328	6'569'730	6'618'482	6'667'586	6'717'044	6'766'859	6'817'034	6'867'570	6'918'470	6'969'738
Present Value	-3'505'186	-39'772'182	-39'772'182	-39'772'182	5'233'046	5'044'868	4'863'449	4'688'547	4'519'929	4'357'368	4'200'648	4'049'558	3'903'897	3'763'469

NPV per 01.01.2014	**595'992**	**[CHF]**

Anhang 12

Laufzeit Vertragsperiode 2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Anpassungen Verträge gem. Periode 2									
2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
7'349'368	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*	*7'349'368*
-1'876'364	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*	*-1'876'364*
8'216'700	8'282'434	8'348'693	8'415'483	8'482'807	8'550'669	8'619'075	8'688'027	8'757'531	8'827'592
-2'156'831	-2'178'400	-2'200'184	-2'222'186	-2'244'407	-2'266'852	-2'289'520	-2'312'415	-2'335'539	-2'358'895
6'059'869	6'104'034	6'148'510	6'193'297	6'238'399	6'283'818	6'329'554	6'375'612	6'421'992	6'468'697
3'131'258	3'018'258	2'909'330	2'804'327	2'703'110	2'605'540	2'511'488	2'420'825	2'333'432	2'249'188

Anhang 12

Laufzeit Vertragsperiode 3										Exit
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(ausgeblendet)
Anpassungen Verträge gem. Periode 3										
2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	
7'060'074	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	*7'060'074*	
-1'984'652	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	*-1'984'652*	
8'547'950	8'616'334	8'685'265	8'754'747	8'824'785	8'895'383	8'966'546	9'038'279	9'110'585	9'183'469	
-2'519'981	-2'545'181	-2'570'633	-2'596'339	-2'622'303	-2'648'526	-2'675'011	-2'701'761	-2'728'779	-2'756'066	
6'027'969	6'071'153	6'114'632	6'158'408	6'202'482	6'246'858	6'291'535	6'336'518	6'381'806	6'427'403	
2'005'690	1'933'070	1'863'076	1'795'611	1'730'586	1'667'911	1'607'502	1'549'278	1'493'159	1'439'069	

Literaturverzeichnis

Amstutz, S. (2008): Büroplanung: Was zählt ist der Mensch, in: die Baustellen (2008) Juni, S. 66-68

Amstutz, S. / Schwehr, P. (2010): Das optimale Büro?, in: tec21 22(2010) Mai, S. 35-38

Amstutz, S. / Monn, C. / Vanis M. / Schwehr P. / Kündig, S. / Bossart, R. / Hanisch, Ch. / Briner, M. / Schnyder, B. / Imhof, G. / Koller, F. (2010): Schweizerische Befragung in Büros (SBiB-Studie), Horw (Bern) 2010 (Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP))

Amt für Grundstücke und Gebäude des Kantons Bern: Richtlinie Systemtrennung, 10. August 2009

Bau- und Zonenordnung der Stadt Zürich (BZO)

Büch, C. (2009): Bewertung von Investitionen in der immobilienwirtschaftlichen Projektentwicklung anhand eines modularen Realoptionsmodells, Köln 2009 (zugl. Diss. Univ. Dresden)

Chesney, M. (2011): Real Options, Vorlesungsskript MAS UZH Real Estate 2011

Cowee, P. N. / Schwehr, P. (2008): Die Typologie der Flexibilität im Hochbau, Luzern 2008 (Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP))

Eberle D. / Frank S. / Kaufmann P. / Minder D. / Schermesser C. / Schröer U. / Selig V. / Sell G. / Simmendinger P. / Wolfer A. (2007): ETH Zürich Departement Architektur Entwurf III und IV SS 2007 Übung 7, Zürich 2007

Eisele, J. / Kloft, E. (Hrsg.) (2002): HochhausAtlas, München 2002

Eisele, J. / Staniek B. (Hrsg.) (2005): Bürobau-Atlas, München 2005

Graf, W. (2010): Hochhaus und Bauökonomie, Vorlesungsskript MAS UZH Real Estate 2010

Hauser, D. (2006): Aktuelle Trends und Innovationen in der Bürowelt, München/Geislingen 2006 (Diplomarbeit Hochschule Nürtingen-Geislingen Immobilienwirtschaft)

Herkel, S. / Voss, K. / Günter, L. / Wagner, A. / Wambsganss, M. (2007): Bürogebäude mit Zukunft, 2. Aufl., Karlsruhe 2007

Holthausen, N. / Meins, E / Christen P. (2009): Risiko- und chancenbasierte Integration von Nachhaltigkeitsmerkmalen in die Immobilienbewertung, Modellentwicklung zur Gewichtung des ESI-Indikators, CCRS Universität Zürich 2009

Laubach, A. (2005): Anpassungsfähige Hochhaustragwerke – Machbarkeit und Optimierung, Norderstedt 2005 (zugl. Diss. Univ. Leipzig)

Meins, E. / Burkard, H.-P. (2009).: ESI® Immobilienbewertung – Nachhaltigkeit inklusive, Zürich 2009 (Center for Corporate Responsibility and Sustainability (CCRS) an der Universitat Zürich)

Monn, C. / Guldimann, R. (2006): Arbeit und Gesundheit – Licht, Beleuchtung, Raumklima, Raumluftqualität (Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO), Bern 2006

Neff, M. / Hasenmaile, F. / Kaufmann, P. / Kraft, C. / Rieder, T. (2010):Swiss Issues Immobilien – Immobilienmarkt 2010 – Fakten und Trends, Credit Suisse Economic Research, Zürich 2010

Neff, M. / Fries, D. / Hasenmaile, F. / Kaufmann, P. / Dr. Kraft, C. / Rieder, T. (2011):Swiss Issues Immobilien – Immobilienmarkt 2011 – Fakten und Trends, Credit Suisse Economic Research, Zürich 2011

o. V. Hochbaudepartement der Stadt Zürich, Amt für Städtebau (2001): Hochhäuser in Zürich, Richtlinien für die Planung und Beurteilung von Hochhausprojekten, Zürich 2001

o. V. Nachhaltiges Bauen mit Minergie-Eco, eco-bau (3/2011), Zürich 2011

o. V. Planungs- und Baugesetz des Kantons Zürich (PBG)

o. V. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Norm SIA 102: Ordnung für Leistungen und Honorare derArchitektinnen und Architekten (2003, 1. Aufl.)

o. V. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Norm SIA 112/1: Nachhaltiges Bauen – Hochbau, Ergänzungen zum Leistungsmodell 112 (2005, 2. Aufl.)

o. V. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Norm SIA 416: Flächen und Volumen von Gebäuden (2003, 1. Aufl.)

o. V. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) (2003): Brandschutzarbeitshilfe Hochhäuser, Bern 2003

o. V. Verordnung 3 zum Arbeitsgesetz (ArGV 3) Gesundheitsvorsorge, 18. August 1993 (Stand am 1. Mai 2010)

o. V. Verordnung 4 zum Arbeitsgesetz (ArGV 4), Industrielle Betriebe, Plangenehmigung und Betriebsbewilligung, 18. August 1993 (Stand am 1. Juni 2009)

o. V. Wüest und Partner (2011): Angebotsmieten Büromarkt Zürich Kreis 5, 10%-, 30%-, 50%-, 70%-, 90%- Quantilwerte der Jahre 2005 bis 2011

Richter, R. U. (2006): Anpassungspotentiale von Hochhäusern: Entwicklung einer Methodik zur Überprüfung der Anpassungspotentiale vertikaler Systeme am Beispiel von Hochhausorganisationen, Norderstedt 2006 (zugl. Diss. Univ. Leipzig)

Ritz, K. (2010): Ertragswert- & DCF-Methoden, Vorlesungsskript MAS UZH Real Estate 2011

Shockley, L. R. Jr. (2007): An Applied Course in Real Options Valuation, Crawfordsville IN 2007

Spath, D. / Kern, P. (2003): Zukunftsoffensive Office 21. Mehr Leistung in innovativen Arbeitswelten, Köln 2003

Stocker, D. / Böhm, A. / Mulugeta, Y. / Cavaleri, B. / Marbacher, J. / Müller, F. / Thurnheer, F. (2011): Büromarktbericht Schweiz, Colliers International, Zürich 2011

Von Nell, J. (2011): Theorie der Projektentwicklung, Vorlesungsskript MAS UZH Real Estate 2011

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit mit dem Thema „*Flexibilität bei Bürohochhaus-Neubauten - Finanzielle Bewertung der Flexibilität*“ selbständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäss aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle durch Angabe der Quelle (auch der verwendeten Sekundärliteratur) als Entlehnung ersichtlich gemacht.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen und wurde auch noch nicht veröffentlicht.

Basel, den 12. August 2011

Daniel Küpfer