

# DIE TYPOLOGIE DER FLEXIBILITÄT IM HOCHBAU

NATALIE PLAGARO COWEE, PETER SCHWEHR



interact

Hochschule Luzern

Hochschule Luzern – Technik & Architektur  
Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP)

001



## INHALTSVERZEICHNIS

- E Exploration 13
  - E.1 Flexibilität & Spezialisierung 16
  - E.2 Flexibilität & Struktur 17
  - E.3 Flexibilität & Harmonisierung 19
  - E.4 Flexibilität & Metropole 20
  - E.5 Flexibilität & Nachhaltigkeit 22
  - E.6 Flexibilität & Disziplin 25
  
- 1 Typologie der Flexibilität 31
  - 1.1 Erweiterungsflexibilität 34
  - 1.2 Interne Flexibilität 44
  - 1.3 Nutzungsflexibilität 56
  - 1.4 Planungsflexibilität 62
  
- 2 Konsequenzen und Massnahmen 65
  - 2.1 Tragwerk 66
  - 2.2 Fassade 72
  - 2.3 Gebäudetechnik 77
  - 2.4 Brandschutz 81
  
- 3 Bestimmende Faktoren 85
  
- 4 Fallbeispiel 91
  
- A Anhang 101
  - A.1 Autorenverzeichnis 102
  - A.2 Abbildungsverzeichnis 104
  - A.3 Literaturverzeichnis 106

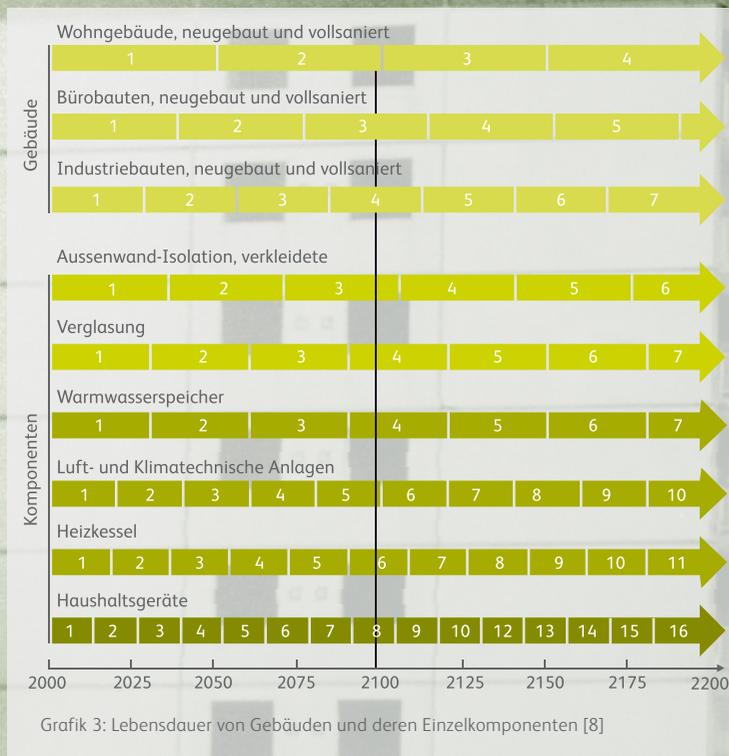
## E.3 FLEXIBILITÄT & HARMONISIERUNG

Heute wird Abstand genommen von der Annahme, dass die Summe aller nach Arbeitsgattungen gegliederten Bauteile das Gesamtsystem Gebäude ergibt. Die Neuordnung der Teile des Gebäudes nach funktional komplexen Bauteil-Systemen mit einfachen Verbindungsstellen zu den angrenzenden Systemen bietet mehr Möglichkeiten, die angestrebte Leistungsfähigkeit eines Gebäudes zu unterstützen.

Bauteil-Systeme sind z.B. Deckenbekleidungen mit integrierten Lüftungs-, Wärme-, Kühlungs- sowie Elektro- und Sanitärinstallationen oder Fassadenelemente mit integrierter Gebäudetechnik und Sonnenschutz. Sie sind hochgradig vorgefertigt und leicht zu montieren und zu unterhalten. Diese fertigungs-, montage- und betriebstechnische Optimierung sowie die Betrachtung der Systeme in Beziehung zu Gebäude- und Nutzungszyklen ergeben eine harmonisierte Gebäudestruktur, die flexibel auf während des Gebäudezyklus anfallende Prozesse reagieren kann. Gebäude, die heutzutage auf eine lange Lebensdauer ausgelegt sein sollen, müssen daher fast zwangsläufig über Bauteil-Systeme verfügen, die auf neue Anforderungen reagieren können [9]. Diese bilden eine ideale Voraussetzung beispielsweise für eine kostengünstige Gebäudeerneuerung im Wohnbau oder eine Anpassung leer stehender Büroflächen an zeitgemäße Standards. Verschiedene Alterungsprozesse von Bauteilen

behindern einen koordinierten Unterhalt und führen zu Störungen im Gesamtsystem, sobald einzelne Bauteile schadhaft werden. Oder sie führen zur Ressourcenverschwendung bzw. Wertvernichtung, sobald einzelne Bauteile vor ihrer Zeit erneuert oder ersetzt werden müssen. Das fällt umso mehr ins Gewicht, seit die Komplexität der Systeme innerhalb eines Gebäudes zugenommen hat. Gleichzeitig führen komplexere Nutzungen von Gebäuden zu technischem und organisatorischem Mehraufwand in der Bewirtschaftung der Gebäude.

Moderne Leistungsmodelle wie das Contracting sollen hier Abhilfe schaffen. Dabei werden Erstellung (Bauprojekt) und Unterhalt (Immobilien-Objekt) eines Gebäudes als Ganzes betrachtet. Das Contracting ermöglicht veränderte Formen der Projektorganisation und Leistungserstellung durch Investition, Erstellung und Betrieb von Systemen (bzw. Gesamtsystemen) aus einer Hand. Die Performance eines Gebäudes wird dabei durch die „flexible“ Gestaltung von Vertragsverhältnissen zwischen Systemanbietern als Contractoren und Gebäude-Eigentümern und -Nutzenden als Contracting-Nehmende erhöht. Eigentümer und Nutzende haben im Rahmen des Contracting die Möglichkeit, spezifische Nutzen direkt zu bestellen. Das Gebäude wird zyklisch betrachtet auf Zeit geplant, die einzelnen Teile werden von den tatsächlichen Nutzenden in Auftrag gegeben.



Grafik 3: Lebensdauer von Gebäuden und deren Einzelkomponenten [8]

[8] Jochem et al., 2002

[9] Lamster, 2008

# 1.0 TYPOLOGIE DER FLEXIBILITÄT

Die Arbeit mit Typen ermöglicht es, die verschiedenen Ausprägungen von Flexibilität im Hochbau zu erfassen und darauf aufbauend ein Ordnungssystem für flexible Gebäude zu erstellen. Damit lassen sich flexible Gebäude von weniger flexiblen Bauten abgrenzen und diesem System zuordnen. Aufbauend auf den Begrifflichkeiten des Fraunhofer-Instituts [20] und durch die mit Hilfe der typenbasierten Evaluation [21] erfolgten Auswertung von Gebäuden sind vier Flexibilitätstypen im Bau in ihren Variationen identifiziert worden:

«Flexibilität bedeutet für mich, dass ich beweglich und offen bin im Umgang mit Menschen. Weil mich das höhere Ziel treibt, Menschen für die Wirklichkeit Gottes zu gewinnen, versuche ich, auf der menschlichen Ebene ihnen so weit wie möglich entgegenzukommen und nicht auf starre Strukturen und Vorgaben meinerseits zu beharren. Flexibilität ist in meinem Beruf auch lebensnotwendig, da es immer wieder Situationen gibt, in denen ich schnell Dinge umschmeissen muss, eine wichtige Arbeit liegen lassen muss, Privates zurückstecken muss, weil ein Mensch mich jetzt dringend braucht. [...]»

Thomas Bachmann ist evangelisch-lutherischer Pfarrer in der Bayerischen Landeskirche mit Sitz auf einer Pfarrstelle in zwei Orten, Neufahrn und Hallbergmoos, die beide zur Kirchengemeinde Neufahrn b. Freising gehören. Evangelische Theologie Studium an der Universität München, Deutschland

[20] Fraunhofer-Institut, 2002

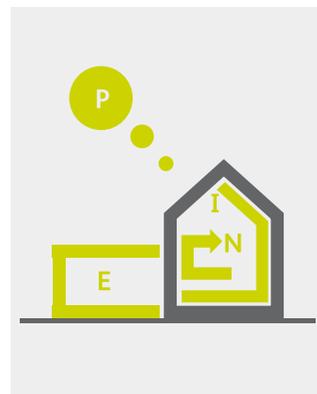
[21] Fischer; Schwehr, 2008

Die *Erweiterungsflexibilität* beruht auf den Faktoren der Erweiterbarkeit und des Rückbaus. Hier wurde untersucht, in welche Richtungen ein Gebäude erweiterbar ist und welche strukturellen Eigenschaften eine Erweiterung bzw. einen Umbau des Systems ermöglichen.

Die *Interne Flexibilität* definiert die Veränderbarkeit eines Gebäudes: In welchem Ausmass sind innerhalb der bestehenden Struktur Anpassungen, Sanierungen oder Umbauten möglich, welcher zeitliche Aufwand ist nötig, welches Risiko steckt dahinter, welchen Einfluss haben die einzelnen Gebäudeteile.

Die *Nutzungsflexibilität* beschäftigt sich damit, wie flexibel ein Bauwerk auf Nutzungsänderungen reagieren kann. Eine wichtige Rolle spielen hier die Eingriffstiefe und die vorgesehene Art der Nutzung.

Die *Planungsflexibilität* enthält diejenigen Flexibilitätsmerkmale, die festlegen, ob und wie ein Gebäude über den gesamten Planungs- und Realisierungsprozess hinweg flexibel reagieren kann. Zudem wird untersucht, wie die geplante Flexibilität bereits in den Planungsprozess integriert werden kann (prospektive Flexibilität).



Grafik 1: Die vier Flexibilitätstypen im Bau: Erweiterungsflexibilität, Interne Flexibilität, Nutzungsflexibilität und Planungsflexibilität



Oberhalb der Bestandsstruktur



**a. Oberhalb**  
Erweiterung im Bereich direkt oberhalb der Bestandsstruktur.



**b. Oberhalb als Attika**  
Zurückversetzte Erweiterung im Bereich über dem obersten Regelgeschoss der Bestandsstruktur (falls, beispielsweise bedingt durch das Baurecht, kein weiteres Vollgeschoss möglich ist).



**c. Oberhalb als Auskragung**  
Erweiterung im Bereich über der bestehenden Gebäudestruktur, wobei der Neubau als Auskragung oder als extern angehängter Baukörper möglich sein muss.



**d. Oberhalb als Dachausbau**  
Erweiterung im Dachbereich der bestehenden Gebäudestruktur, jedoch unterhalb der Gebäudeoberkante.



**e. Oberhalb als Einbau in bestehenden Hof**  
Erweiterung in Form eines Einbaus in einen Hof der bestehenden Gebäudestruktur.



Erweiterung als Verdichtung



Erweiterung für zusätzliche Dienstleistung

**4**  Rechtswissenschaftliches Institut: Bibliothek, Zürich (Arch. Santiago Calatrava)

**5**  British Museum, London (Arch. Sir Norman Foster)

Neben bzw. neben und unterhalb der Bestandsstruktur



**a. Nebenan**  
Erweiterung im Bereich neben der Bestandsstruktur.



**7**



**b. Nebenan mit unterirdischer Verbindung**  
Erweiterung eines Gebäudes im Bereich neben der Bestandsstruktur, wobei Neubau und bestehender Baukörper durch eine (unter der Geländeoberfläche liegende) Verbindung miteinander verknüpft sind.



Erweiterung als Reklame und Dynamisator



**6**  Elbphilharmonie, Hamburg (Arch. Herzog&deMeuron).

**7**  Kunstmuseum Reina Sofia, Madrid (Arch. Zaha Hadid)



Erweiterung als Symbol der Gegenwart

**8**  Rietberg Museum, Zürich (Arch. Grazioli&Krischanitz)

**9**  Tate Modern, London (Arch. Herzog&deMeuron)

keit eines Gebäudes. Deshalb ist eine Tragstruktur zu wählen, welche die grösstmögliche Variabilität ermöglicht. Dies ist heute sehr gut möglich durch die Wahl eines gleichmässigen Stützenrasters mit auf das Raumkonzept angepasstem Stützenabstand. Dadurch entstehen grosse variable Räume, die durch nicht tragende Wände unterteilt werden können. Für die Aussteifung des Gebäudes gegen Wind und Erdbeben können einerseits vorhandene Liftschächte und andererseits sinnvoll angeordnete Wandscheiben zur Horizontalkraftableitung genutzt werden. Die Anzahl der Wände kann pro Gebäudeachse auf zwei reduziert werden, wenn die Dimensionen ausreichend gross und im Grundriss optimal angeordnet sind. Empfohlen werden Tragwände aus Stahlbeton oder aus Stahlfachwerken.

Eine grosse Flexibilität der Räumlichkeiten bedingt auch ein gut durchdachtes Leitungssystem (Heizung, Lüftung, Klima, Sanitär und Elektro), das – wenn es flexibel gehalten werden soll – in abgehängten Decken oder/und in Doppelböden verlegt wird. Damit ist es weitgehend unabhängig vom vorhandenen Tragsystem veränderbar. Das funktioniert nur mit Deckensystemen, die solche Leitungsführungen unterstützen. Flachdecken sind diesbezüglich sehr flexibel. Decken mit Unterzügen beeinträchtigen die Leitungsführung im Allgemeinen stark.

### Nutzungsflexibilität

Nach den gültigen schweizerischen SIA-Normen sind Nutzungen des Gebäudes in einer Nutzungsvereinbarung vorgängig zu fixieren. Die Tragelemente werden entsprechend ausgelegt. Für eine Nutzungsflexibilität bedeutet dies, dass eine zukünftige Umnutzung in der ersten Konzeptphase schon festgelegt werden muss. Das heisst zum Beispiel, dass die Fundation und die Tragelemente für mehr Lasten ausgelegt werden, als in der ersten Nutzungsphase erforderlich wäre. Die Mehrkosten für eine derartige Nutzungsflexibilität sind ähnlich einzuschätzen, wie die Kosten der Erweiterungsflexibilität.

### Planungsflexibilität

Die Planungsflexibilität bezüglich des Tragwerks sinkt mit dem zeitlichen Fortschritt des Bauprojektes. Sobald die Baurealisierungsphase mit der Fundation begonnen hat, ist jede Planungsänderung mit sehr hohen Kosten verbunden. Deshalb sollten eventuelle Planungsänderungen schon in der Konzeptphase berücksichtigt werden und das Tragsystem eventuell mit mehr Tragelementen und Tragreserven ausgestattet werden. In Anbetracht der Komplexität der Tragstruktur sind die Kosten für die Planungsflexibilität sehr hoch und garantieren auch nur ein gewisses Mass an Planungsflexibilität, da die Grundvoraussetzungen des Tragsystems nicht mehr sinnvoll verändert werden können.

«Flexibilität ist für mich im Wesentlichen durch folgende drei Aspekte definiert:

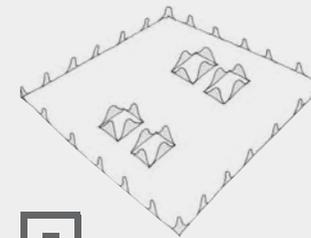
- Nachgeben, aber nicht Umknicken
- Schnell und in der richtigen Weise auf Anforderungen reagieren
- Nicht die eigene Denke oder die eigene Struktur zum Dogma erheben»

Thomas-Ludwig Mayer ist Partner bei Horvath & Partners/ Management Consultants, Zürich

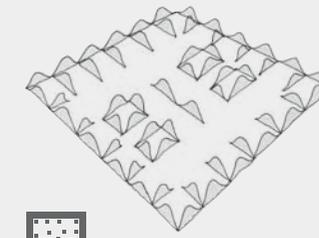
## MASSNAHMEN – TRAGWERK

### Position der Statikelemente

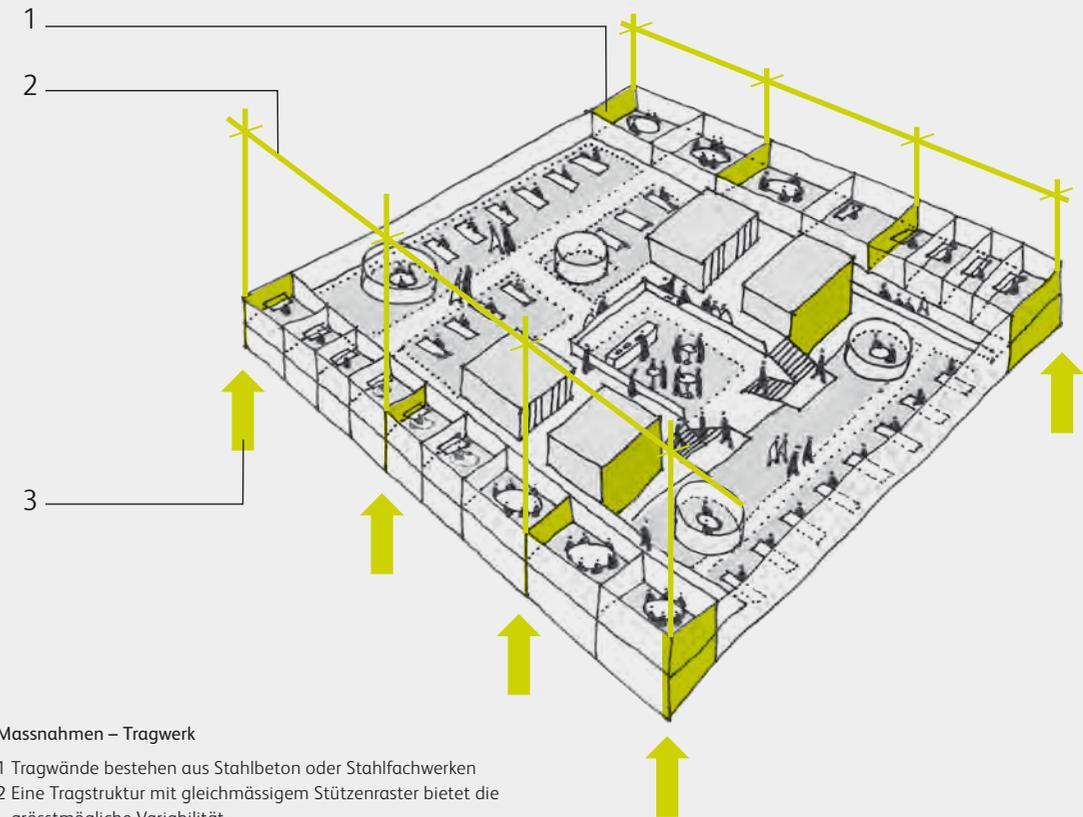
Eine Konzentration der Tragelemente steigert die Flexibilität



Konzentration der Tragelemente:  
Flexible Gebäude



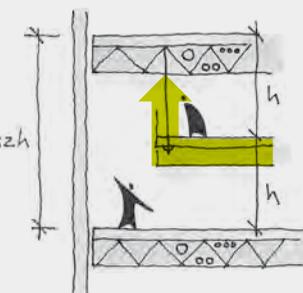
Dispersion der Tragelemente:  
Unflexible Gebäude



### Massnahmen – Tragwerk

- 1 Tragwände bestehen aus Stahlbeton oder Stahlfachwerken
- 2 Eine Tragstruktur mit gleichmässigem Stützenraster bietet die grösstmögliche Variabilität
- 3 Tragelemente sind auf zukünftige Mehrlasten ausgelegt

Dadurch, dass nur im jedem zweiten Geschoss eine tragende Decke geplant wird, könnte im Bedarfsfall davon eine Zwischendecke abgehängt werden. Dies erlaubt eine maximale mögliche flexible Grundrissgeometrie



Grafik 1: Massnahmen – Tragwerk