

**Prof. Dr. Susanne Kytzia**

Studium der Ökonomie und  
Dissertation an der Hochschule  
St. Gallen. Professorin für  
Nachhaltigkeit im Bauwesen  
an der Hochschule für Technik  
Rapperswil (HSR). Aktuell  
Leitung der SIA-Kommission  
112/2 «Nachhaltiges Bauen –  
Infrastrukturen/Tiefbau».

www.hsr.ch

**Lebenszyklus und graue Energie -  
Dauerhaftigkeit als Lösungsansatz?**

In einer nachhaltigen Entwicklung werden Bauwerke obsolet, die notwendige Anpassungen der Gesellschaft verzögern oder sogar verhindern. In einer Gestaltung und Planung mit Perspektive auf den Lebensweg verschwimmen die Grenzen zwischen Immobilienentwicklung und -bewirtschaftung.

In einer wohlhabenden Dienstleistungsgesellschaft wie der Schweiz sind Gebäude eine grosse Chance und Herausforderung für eine nachhaltige Entwicklung. Sie bestimmen den Verbrauch an natürlichen Ressourcen mit rund 50 % des gesamten Material- und Energieverbrauches des Landes (vor allem mineralische Rohstoffe und fossile Energieträger) ebenso wie das Abfallaufkommen und den Verlust von Kulturland. Sie stellen ein wesentliches wirtschaftliches und kulturelles Kapital dar, sind entscheidende Produktionsfaktoren in einer Dienstleistungsgesellschaft und schaffen Beschäftigung im Bau- und Immobilienwesen.

Die letzten Jahrzehnte waren von einem starken Wachstum des Gebäudebestands geprägt, und wir verbinden diese Entwicklung in erster Linie mit einer wenig qualitätsvollen Veränderung unserer Kulturlandschaft und dem Verbrauch natürlicher Ressourcen, beschrieben u.a. durch die Zunahme der grauen Energie im Bestand. Wie wird sich dieses Bild ändern, wenn unser Bedarf an umbautem Raum für Wohnen und Arbeiten gesättigt ist, wenn die Grenzkosten eines zusätzlichen Kubikmeters den Grenznutzen überschreiten? Optimisten gehen davon aus, dass wir und unsere Kinder vom Kapital «Gebäudebestand» profitieren werden. Der vorhandene umbaute Raum steht zum Wohnen und Arbeiten zur Verfügung, erbringt eine Rendite und schafft Voraussetzungen für die weitere wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung. Die Ressourceneffizienz des Gebäudebestands wird deutlich zunehmen. Pessimisten zeichnen ein anderes Bild der Zukunft. Sie sehen den Gebäudebestand vielmehr als «Altlast», deren Erneuerung sehr viele Ressourcen binden wird ohne zusätzlichen Mehrwert zu schaffen. Die Entwicklungsspielräume werden eingeschränkt und nicht vergrössert – wie von den Optimisten erhofft.

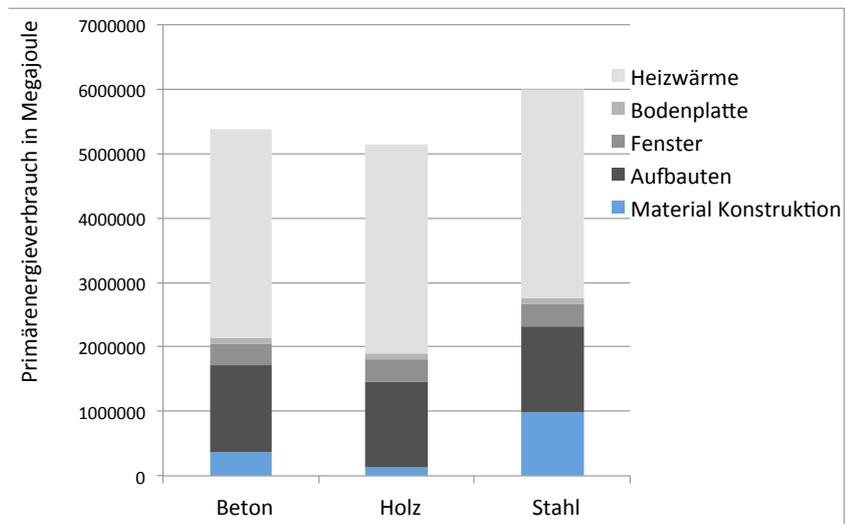
Welche der beiden Sichtweisen trifft zu und wie können wir diese Entwicklung beeinflussen? Der vorliegende Beitrag setzt sich mit diesen Fragen auseinander. Er geht von der optimistischen Sichtweise aus und zeigt auf, wo die heutige Entwicklung dieser Sichtweise widerspricht. Anschliessend werden Lösungsansätze vorgestellt und diskutiert, wie eine nachhaltige Entwicklung des Gebäudebestands aussehen könnte.

**(i) Wenn ein Haus ewig leben würde...**

Wenn ein Haus ewig leben würde, dann verteilte sich die Anfangsinvestition des Baus – in Schweizerfranken, graue Energie oder Materialaufwand – auf eine unendlich lange Nutzungsdauer. Ihre Bedeutung nimmt dadurch deutlich ab. Dieser Vorteil wird abgeschwächt durch die Annahme einer «Präferenz für die Gegenwart», die besonders die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Investition prägt. Beim Ressourcenverbrauch hingegen sind Experten heute unsicher, ob eine zukünftige Ressourcenknappheit diesen Effekt sogar kompensieren könnte: Durch die heutige Investition können wir uns Ressourcen sichern, die morgen (noch) knapper sein werden.

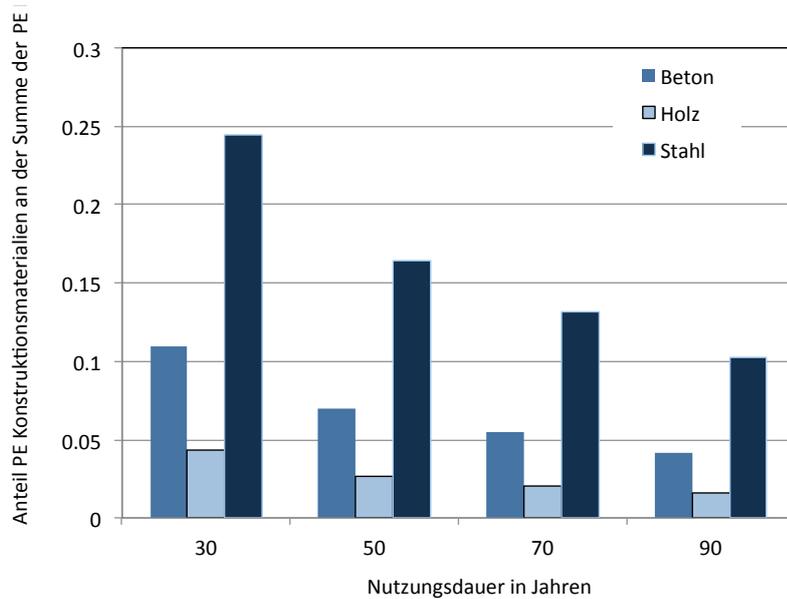


Abbildung 1 Primärenergieverbrauch



1 Aufteilung des Primärenergieverbrauchs (PE) der verschiedenen Varianten eines zweigeschossigen Modellhauses mit einer Grundfläche von 100 m<sup>2</sup> während einer Nutzungsdauer von 50 Jahren auf verschiedene Bauteile und die Heizenergie. Das Modellhaus hat ein Flachdach, eine Fensterfläche von 100 m<sup>2</sup> und einen geschätzten Heizwärmebedarf von 150 MJ pro m<sup>2</sup> und Jahr. Betrachtet werden nur der Rohbau und die Fassade. Quelle: eigene Darstellung aus Kytzia S., Stüssi U., Lier S., Wenk F. und A. Rota, Vorzüge nachhaltigen Bauens mit Beton. Institut für Bau und Umwelt. Studie im Auftrag der cem-suisse. Rapperswil 2010.

Abbildung 2 Konstruktionsmaterialien



2 Variation des Anteils des Konstruktionsmaterials im Modellhaus am gesamten Primärenergieverbrauch in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer (vgl. Bildunterschrift zu Abbildung 1). Die Abkürzung PE steht für Primärenergie. Quelle: eigene Darstellung aus Kytzia S., Stüssi U., Lier S., Wenk F. und A. Rota, Vorzüge nachhaltigen Bauens mit Beton. Institut für Bau und Umwelt. Studie im Auftrag der cemsuisse. Rapperswil 2010.

Der Fokus der Optimierung verschiebt sich auf die Kosten für Betrieb, Unterhalt und Erneuerung. Es lohnt sich, heute mehr zu investieren, wenn wir dadurch die Kosten bzw. den Ressourcenverbrauch während der Nutzung minimieren. Bauteile mit relativ kurzer Lebensdauer rücken in den Fokus der Optimierungsanstrengungen – wie Fenster, Haustechnik oder Wand- bzw. Bodenbeläge. Die Bauwirtschaft findet in ihrer Erneuerung einen zukünftigen Arbeitsschwerpunkt. Die Immobilienwirtschaft konzentriert sich auf das Management von Betrieb, Unterhalt und Erneuerung.



Der Wert des Hauses bleibt erhalten, solange man ausreichend in Unterhalt und Erneuerung investiert. Das Entgelt für die Nutzung ermöglicht eine angemessene Verzinsung des eingesetzten Kapitals. Der umbaute Raum schafft die Voraussetzungen für Wohnen und Arbeiten. Er prägt Wohn- und Arbeitsweisen und bietet den Nutzern Möglichkeiten zur Identifikation und zur Gestaltung. Da das Haus die verschiedenen Generationen von Nutzern überdauert, ermöglicht es Erfahrungen weiterzugeben und bestehendes Wissen weiterzuentwickeln.

Damit sind wesentliche Voraussetzungen einer nachhaltigen Entwicklung gegeben: wirtschaftliche Entwicklung bei geringer Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen und der Erhalt von wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Werten.

### **(ii) Beobachtungen zur heutigen Entwicklung**

Diesem idealistischen Bild eines «dauerhaften Hauses» entspricht am ehesten die Gebäudesubstanz längst vergangener Jahrhunderte. Der Schweizer Gebäudebestand ist seit Mitte des letzten Jahrhunderts jedoch drastisch gewachsen. Damit stehen wir heute vor einer historisch einmaligen Situation: Wir haben eine grosse Anzahl relativ junger Gebäude, deren Erneuerung in den nächsten Jahrzehnten ansteht. Welche Erfahrungen haben wir bisher damit gemacht?

Zum Ersten haben wir festgestellt, dass die Erneuerungsgeschwindigkeit des Gebäudebestands unsere Möglichkeiten bestimmt, uns an veränderte Rahmenbedingungen anzupassen.

Am deutlichsten ist dies bei der energetischen Erneuerung des Gebäudebestands. Trotzdem wir bereits Mitte der siebziger Jahre des letzten Jahrhunderts realisiert haben, dass die weltweiten Reserven an fossilen Energieträgern begrenzt sind, wird die grossflächige Umstellung unserer Heizsysteme wahrscheinlich bis Mitte des 21. Jahrhunderts andauern. Es verstreichen also zwei Generationen vom Zeitpunkt der Wahrnehmung einer relevanten Veränderung der Rahmenbedingungen bis zur Umsetzung der notwendigen Anpassungsmassnahmen. Dies trotz erheblicher Anstrengungen der Politik und spürbarer Investitionsbereitschaft der Wirtschaft. In anderen Bedürfnisfeldern – wie beispielsweise der Mobilität – kann diese Veränderung deutlich schneller erfolgen, wenn der Veränderungsdruck gross genug wird. Ursache ist die deutlich höhere Erneuerungsgeschwindigkeit des Fahrzeugbestands.

Ein weiteres Beispiel ist die verzögerte Reaktion auf die Verknappung der verfügbaren Fläche. Selbst in Ballungszentren mit hohen Bodenpreisen dauern Prozesse der Nachverdichtung über Jahrzehnte an. Das anhaltende Wachstum der Siedlung wird in die Peripherie verdrängt, mit unerwünschten Folgen für die Verkehrssysteme und die Landschaftsentwicklung.

Die Anpassung an den wirtschaftlichen Strukturwandel zeigt, dass der Veränderungsdruck häufig zum Abriss der Gebäude führt. Nur vereinzelt werden ältere Industriebauten gezielt erhalten, um zukünftigen Generationen einen raumbezogenen Eindruck der historischen Entwicklung zu geben. Anstelle des gesellschaftlichen Lernens an der Weiterentwicklung des Gebäudebestands tritt der Denkmalschutz.

Zum Zweiten stellen wir fest, dass die Finanzierung der anstehenden Erneuerung keinesfalls gesichert ist. Am deutlichsten wird dies im Wohngebäudebestand, wo dringend notwendige Erneuerungen an der fehlenden Finanzierung scheitern – beispielsweise bei Gebäuden im Stockwerkeigentum mit unzureichenden Erneuerungsfonds oder beim Generationenwechsel der Eigentümer eigengenutzter Einfamilienhäuser.



Es entsteht der Eindruck, dass wir uns beim rasanten Wachstum des Wohngebäudebestands finanziell übernommen haben (und weiter übernehmen). Konnten wir den Bau/Kauf noch finanzieren, so blieb – und bleibt – doch zu wenig finanzieller Spielraum, um die notwendige Erneuerung zu tragen. Dies trotz den aktuell günstigen Finanzierungsbedingungen. Verschärft wird diese Entwicklung durch den steigenden Anteil der älteren Bevölkerung und die zunehmende Lebenserwartung. Immobilieneigentum ist immer noch eine sehr attraktive Kapitalanlage für die Altersvorsorge. Ältere Menschen haben aber häufig nicht genug Einkommen, um die notwendige Erneuerung zu finanzieren, und ihre Risikobereitschaft ist gering.

Im Ergebnis werden Gebäude tatsächlich zu «Altlasten»: Sie stehen am falschen Ort, haben einen unzureichenden energetischen Standard und gehören den falschen Eigentümern. Diese Gebäude werden abgerissen und durch Neubauten ersetzt: Die graue Energie in den Gebäuden geht verloren, die Bauabfallmenge steigt, der Neubau verschlingt wieder neue Ressourcen, die Baukosten steigen um die Kosten des Rückbaus. Können diese zusätzlichen Kosten nicht auf die zukünftigen Nutzer überwältzt werden, dann steht weniger Kapital für Planung und Erstellung der neuen Gebäude zur Verfügung.

Abbildung 3 Selnastrasse

3 Das Wohn- und Geschäftshaus in der Selnastrasse (Zürich) ist ein Beispiel für ein Gebäude, dass durch bauliche Massnahmen an veränderte Anforderungen angepasst wurde. Dabei konnten die Qualitäten des Gebäudes deutlich erhöht werden und seine Nutzung wurde intensiviert. Es ist so gelungen, qualitativ hochwertigen Wohnraum in der Innenstadt von Zürich zu erhalten. Das Projekt erhielt die Auszeichnung des SIA für zukunftsfähige Arbeiten «Umsicht-Regards-Sguardi 2011». Quelle: Dominique Marc Wehrli.



### (iii) Lösungsansätze

Viele der heute diskutierten Lösungsansätze tragen die Handschrift der vorher beschriebenen Optimisten. Wenn wir bei der zukünftigen Entwicklung die Fehler der Vergangenheit korrigieren, dann wird es uns gelingen, dauerhafte – und damit nachhaltige – Gebäude zu entwickeln.



Dazu brauchen wir...

...Gebäude, die man an veränderte Rahmenbedingungen anpassen kann. Stichworte dazu sind die Flexibilität und die Variabilität der Gebäude und eine Trennung der Strukturen, um eine selektive Erneuerung von Strukturen mit unterschiedlichen Lebensdauern zu ermöglichen (z.B. Tragwerk und Haustechnik). Hier investiert man gezielt beim Neubau, um eine längere Lebensdauer des Gebäudes zu ermöglichen. Dies betrifft die Baukosten ebenso wie die graue Energie. So verstärkt man beispielsweise das Tragwerk, um etwaige Erhöhungen der Nutzlasten durch Umnutzung oder Erweiterung des Gebäudes in der Zukunft zu ermöglichen. Man nimmt also in Kauf, nicht die effizienteste Lösung für die geplante Nutzung zu realisieren, um auf zukünftige Nutzungsänderungen vorbereitet zu sein.

...Formen der Finanzierung, die eine möglichst langfristig ausgerichtete Nutzung des jeweiligen Standorts fördern. Hier geht es darum, dass die Finanzierung die tatsächlichen Risiken des geplanten Objektes abbildet und damit Anreize zur Risikominimierung in der Projektentwicklung gibt. Mit geringeren Zinsen bevorzugt werden Objekte, die positiv zur Entwicklung ihres Standorts beitragen und deren wirtschaftliche Nutzung über Jahrzehnte hinweg plausibel erscheint (z.B. durch eine geeignete Verkehrsanbindung). Ein auf Dauerhaftigkeit orientierter Investor nimmt einen Zinsverlust zugunsten einer langfristig gesicherten Rendite in Kauf. Derartige Investoren finden sich in Nachhaltigkeitsfonds und bei sozial und ökologisch verantwortlich handelnden Fondmanagern (z.B. auch von Pensionskassen).

...eine Entkopplung der Finanzierung von Wohneigentum von Zielen der Geld- und Sozialpolitik. In diesen Politikbereichen entstehen aktuell Anreize für das anhaltende Wachstum des Wohngebäudebestands, die dazu führen, dass wir (weiterhin) einen Gebäudebestand aufbauen, dessen Erneuerung wir langfristig nicht bezahlen können. Diese Anreize sollten beseitigt werden.

...eine Weiterentwicklung der Eigentums-, Verfügungs- und Nutzungsrechte von umbautem Raum – insbesondere Wohnraum – mit der einerseits die Transaktionskosten der Erneuerung des Gebäudebestands gesenkt und andererseits die externen Kosten einer effizienten Nutzung des Bestands internalisiert werden. Dies beinhaltet die Weiterentwicklung der Raumplanung von einer Angebotsplanung hin zu einer Lenkung der Nachfrage und einem Instrument zur Koordination von Nutzungsinteressen bei der Bestandsentwicklung.

Diese Lösungsansätze sind weitgehend «main stream» im nachhaltigen Bauen und der nachhaltigen Siedlungsentwicklung. Sie gehen davon aus, dass wir heute in der Lage sind, ein Haus zu planen und zu realisieren, das wir in 100 Jahren noch als Kapital für die zukünftige Entwicklung betrachten werden.

Was aber, wenn das grundsätzlich gar nicht möglich ist? Wenn unsere Rahmenbedingungen sich weiterhin so schnell und unvorhersehbar ändern, dass sich unsere Konzepte nicht als zukunftsfähig erweisen? Wie bewerkstelligen wir eine gerechte Verteilung des umbauten Raums in einem Siedlungsraum ohne Wachstum und erhalten gleichzeitig die elementaren Rechte auf Privateigentum und Handels- und Gewerbefreiheit?

Vielleicht jagen wir dem unerreichbaren Ideal eines dauerhaften Hauses nach und opfern dafür wichtige Grundlagen unserer zukünftigen Entwicklung – seien es Ressourcen (Material, Energie und Kapital) oder bewährte Prozesse der Koordination individueller Entscheidungen (z.B. die Marktwirtschaft).



Vor diesem Hintergrund lohnt es sich über Alternativen nachzudenken. Wie müsste denn ein zukünftiger Gebäudebestand aussehen und organisiert sein, der sich rasch an Veränderungen anpassen kann?

Hier geht es u.a. um...

...eine möglichst effiziente Bereitstellung von umbauten Raum: minimale Baukosten und ein möglichst geringer Ressourcenverbrauch (inkl. graue Energie).

...möglichst geringe Transaktionskosten für Nutzerwechsel, Umnutzungen und temporäre Nutzungen.

...ein möglichst weitergehendes Recycling von Bauteilen und Baustoffen, bei dem die graue Energie weitgehend erhalten bleibt.

...Prozesse der kontinuierlichen Verbesserung der Landnutzung im Siedlungsraum (z.B. den Veränderungsdruck des Marktes möglichst wirksam weitergeben).

Wir verstehen hier die Siedlung als permanentes Provisorium, mit dem man eine möglichst optimale Nutzung in der Gegenwart erreicht, ohne sich die Entwicklungsmöglichkeiten für die Zukunft zu «verbauen».

#### **(iv) Experimente mit alternativen Ansätzen zulassen!**

Vergleicht man die Lösungsansätze mit den Beobachtungen zur heutigen Entwicklung, dann erscheint der Traum vom dauerhaften – und damit nachhaltigen – Haus der Zukunft als allzu wirklichkeitsfremd und idealistisch. Selbst wenn es möglich ist, diese idealen Häuser heute zu planen und zu realisieren, bedarfes bei der aktuellen Erneuerungsgeschwindigkeit mehrere Generationen, um eine spürbare Veränderung des gesamten Bestands zu erreichen. Damit bleibt durchaus Platz für den alternativen Ansatz des «Provisoriums», der vor allem auf die Gegenwart zielt und kurzfristiger zu realisieren ist. Warum sollten wir in der anstehenden Erneuerung des Gebäudebestands nicht beide Ansätze parallel verfolgen, um herauszufinden, was besser funktioniert und uns unseren tatsächlichen Zielen näher bringt? Wir profitieren in jedem Fall von den möglichst geringen Transaktionskosten für Nutzerwechsel, Umnutzungen und temporären Nutzungen sowie der Verbesserung des Recyclings. Die für die Erneuerung zur Verfügung stehenden Mittel könnten aber aufgeteilt werden auf Investitionen für langfristig und Investitionen für kurzfristig orientierte Gebäude.

Abbildung 4 Familienheim-Genossenschaft

4 Mit ihrem neuen Bauleitbild gestaltet die Familien-Genossenschaft Zürich den Prozess der Erneuerung ihres Wohngebäudebestands nach Kriterien der nachhaltigen Entwicklung. Das Bild zeigt ein Projekt welches nach dem «Bauleitbild der Familienheim-Genossenschaft Zürich» geplant und realisiert wurde. Das Bauleitbild erhielt die Auszeichnung des SIA für zukunftsfähige Arbeiten «Umsicht-Regards-Sguardi 2006/2007». Quelle: Laurence Bonvin.

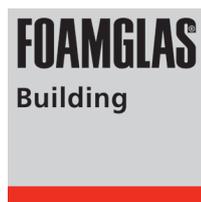


Die langfristig orientierten Investitionen sind bei der Finanzierung begünstigt, und ihnen steht mehr Geld für Planung und Realisierung zur Verfügung. Die entstehenden Gebäude sind nicht effizient auf die geplante Nutzung ausgerichtet, sondern schaffen bewusst Spielräume für Nutzungsänderungen. Die Kosten von Betrieb und Erneuerung bestimmen das Optimierungskalkül – nicht so sehr die Baukosten. Anders bei den kurzfristig orientierten Gebäuden: Mit ihnen gelingt es, Raum für die geplante Nutzung möglichst effizient bereitzustellen – bezogen auf die finanziellen ebenso wie auf die natürlichen Ressourcen. Zukünftige Veränderungen werden durch Ersatzneubau möglich – in einer Form, die den zukünftigen Nutzungsansprüchen und Werten genügt.

Eine Kombination der beiden Ansätze ist aber keinesfalls als ein «Wie es euch gefällt» zu verstehen und bietet durchaus eine radikale Alternative zur heutigen Baupraxis. Neu ist der gezieltere Einsatz der zur Verfügung stehenden Ressourcen: Wir bauen keine Häuser mehr, deren Tragwerk über 80 Jahre gebrauchstauglich ist, am falschen Standort und mit einem nicht zukunftsfähigen Energiekonzept, wenn der umbaute Raum temporär mit weniger Ressourcen bereitgestellt werden kann. Wir erlauben gleichzeitig einem «dauerhaften Haus» einen höheren Materialbedarf bei der Erstellung – und damit auch mehr graue Energie –, wenn das Gebäudekonzept am ausgewählten Standort in seiner langfristigen Orientierung überzeugt. Beide Ansätze können zu einer nachhaltigen Entwicklung beitragen und sollten durch eine kluge Planung und gezielte Anreize für Akteure im Bau- und Immobilienmarkt unterstützt werden.

In diesem Sinne weiter gedacht ist nachhaltige Entwicklung kein Streben nach einem heute bereits feststehenden Ideal, sondern ein Prozess der Suche nach den besten Lösungen für die Zukunft.

Herzlichen Dank unseren Projektpartnern



Medienpartner

