

**Zeitschrift:** Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design  
**Herausgeber:** Hochparterre  
**Band:** 15 (2002)  
**Heft:** [8]: Tagung ETH Zürich : Holz im Hochhausbau : drei Studien

**Artikel:** Über Energie- und Stoffflüsse  
**Autor:** Preisig, Hansruedi / Fürer, Yvonne  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-121974>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# Über Energie- und Stoffflüsse

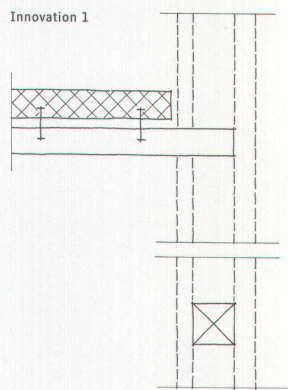
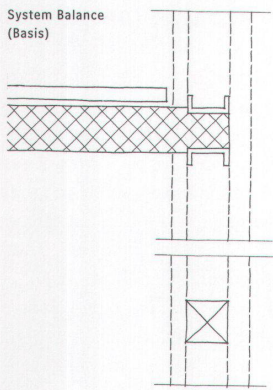
Die Untersuchung von Energie- und Stoffflüssen bei der Verwendung von Holz im Hochhausbau gestaltet sich schwierig: Für Bauten mit bis zu fünf Geschossen liegen zwar detaillierte Kenntnisse vor, diese lassen sich jedoch nicht einfach auf Hochhäuser übertragen, und für höhere Bauten existieren keine exakten Materialdaten.

Die an uns gerichtete Aufgabe, Energie- und Stoffflüsse von Innovationen an Holzteilen im Hochhausbau zu untersuchen und über Veränderungen der Umweltbelastung Aussagen zu machen, ist mit zwei Schwierigkeiten verbunden: Rein bauteilbezogene Untersuchungen sind nur bedingt aussagekräftig. So können Variantenrechnungen eines Bauteiles erhebliche Unterschiede in den Energie- und Stoffflüssen zeigen. Werden hingegen die Ergebnisse in die Gesamtbilanz des Gebäudes integriert, kann sich die Aussage wesentlich ändern. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, sind daher solche Untersuchungen immer auf das gesamte Gebäude zu beziehen. Für die Tagung «Holz im Hochhausbau» wären somit alle Betrachtungen auf den Gebäudetyp «Hochhaus» auszudehnen, was zu einer zweiten Schwierigkeit führt.

Die Untersuchung eines gesamten Gebäudes erfordert detaillierte Konstruktions- und Materialkenntnisse. Unsere Erfahrungen beziehen sich auf Gebäude mit bis zu fünf Geschossen. Von höheren Gebäuden oder sogar von Hochhäusern liegen uns keine exakten Materialdaten vor; und solche zu erfassen, wäre mit einem zu grossen Aufwand verbunden gewesen. Somit fehlt uns ein Bezugsobjekt vom Typ «Hochhaus», an dem sich die Auswirkung von Bauteilinnovationen gesamtheitlich hätte beurteilen lassen. Nach Absprache mit dem Veranstalter haben wir uns entschlos-







#### Boden/Decke (Innovation 1)

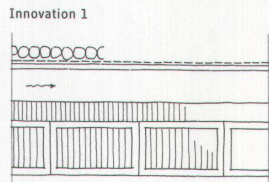
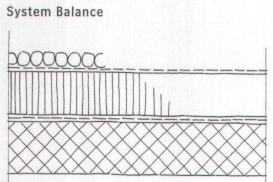
Ersatz der Zwischengeschosdecken aus Beton inkl. Unterlagsboden, 25 cm, durch zweischalige Konstruktion derselben Dicke aus verleimter Holzplattendecke und darüberliegender, mit Spezialdübeln statisch verbundenen, leicht armierten Betonplatte.

--> Holzplattendecke:

Dicke 10 cm, Rohdichte 450 kg/m<sup>3</sup>,  
Graue Energie 7.93 MJ/kg

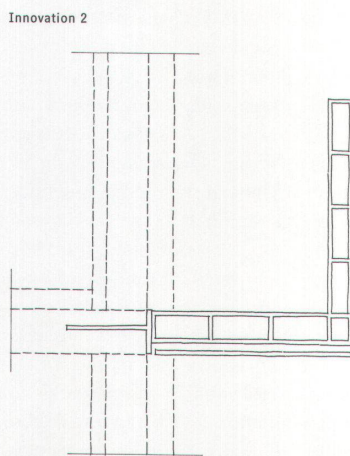
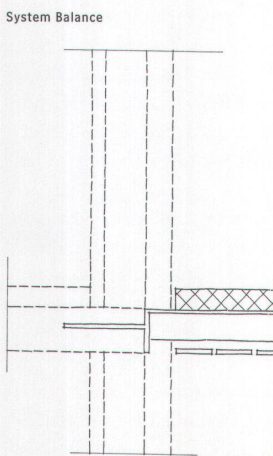
--> Betonplatte:

Dicke 10 cm, Rohdichte 2340 kg/m<sup>3</sup>  
Graue Energie 1.14 MJ/kg



#### Dach (Innovation 1)

Die Innovation 1 umfasst auch den Wechsel des Flachdachs von einer Massiv- in eine Leichtkonstruktion als vorgefertigte Holzelementdecke mit Kaltdach.



#### Balkone umlaufend (Innovation 2)

Ersatz der umlaufenden Balkone, einer Stahlkonstruktion mit vorgefertigten Betonplatten, durch ein extrudiertes Holz-Komposit bestehend aus 25% Polypropylen und 75% Holzfasern (Rohdichte 1200kg/m<sup>3</sup>) mit unterseitiger Brandschutzplatte.

--> Polypropylen Holz-Komposit:

Graue Energie: 80 MJ/kg

--> Holzfasern Holz-Komposit:

Graue Energie: 2 MJ/kg

In diesen beiden Werten nicht enthalten ist der Energieaufwand für den Extrusionsprozess.

sen, als Bezugsobjekt ein bereits untersuchtes Gebäude zu nehmen und an diesem mittels Variantenrechnungen die Auswirkungen von Innovationen im Holzbau zu erfassen. Bestimmt wurde das System Balance<sup>3</sup>, ein innovatives, fünfgeschossiges Wohnbausystem, das wichtige Kriterien des Nachhaltigen Bauens erfüllt. Eine der Innovationen ist die Auflagerung der Betondecken auf verleimten Holzstützen, eine gute Ausgangslage, um weitere Innovationen aus dem Bereich Holzbau zu untersuchen.

### Bedeutung der Grauen Energie

Energie- und Stoffflüsse sind wichtige Kenngrößen, mit denen sich Umweltauswirkungen erfassen lassen. Bei der Energie ist zu unterscheiden zwischen der Betriebsenergie und der Grauen Energie. Die Betriebsenergie ist etabliert; es bestehen Grenzwerte und Berechnungsverfahren<sup>2</sup>. Die Graue Energie ist wohl als Ausdruck bekannt; als Planungsgröße hingegen dürfte sie nur vereinzelt angewendet werden, obwohl eine gute Datenbasis existiert<sup>3</sup>. Grenzwerte wie bei der Betriebsenergie fehlen.

Die Graue Energie, ein einfacher, verständlicher Indikator für die Umweltbelastung, umfasst alle wichtigen energetischen Prozesse zur Herstellung eines Produktes, beginnend

beim Rohstoffabbau, über die Transporte bis hin zur Fabrikation. Aus verschiedenen Untersuchungen ist bekannt, dass die Graue Energie oft grösser ist als die Betriebsenergie für die Beheizung eines Gebäudes (Heizwärmebedarf), erstellt nach dem heutigen Wärmedämmstandard und über die gesamte Lebensdauer betrachtet<sup>4</sup>. Ein niedriger Bedarf an Grauer Energie ist ein ebenso wichtiges Kriterium des Nachhaltigen Bauens wie ein niedriger Heizwärmebedarf. Die Graue Energie wird deshalb auch den folgenden Berechnungen zugrunde gelegt.

Allerdings sind die energetischen Kriterien nicht die einzig wichtigen. Für eine gesamtheitliche Betrachtungsweise gelten weitere Kriterien, die nicht nur die Umwelt, sondern daneben auch Gesellschaft und Wirtschaft betreffen. Zurzeit werden durch den SIA im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) sowie weiterer Bundesämter<sup>5</sup> entsprechende Grundlagenarbeiten durchgeführt als Basis für eine SIA-Empfehlung 'Nachhaltiges Bauen'<sup>6</sup>.

### Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass es sich lohnt, die Graue Energie rechnerisch zu erfassen. Sie geben eine erste Information über die Umweltbelastung. Die Ergebnisse sind

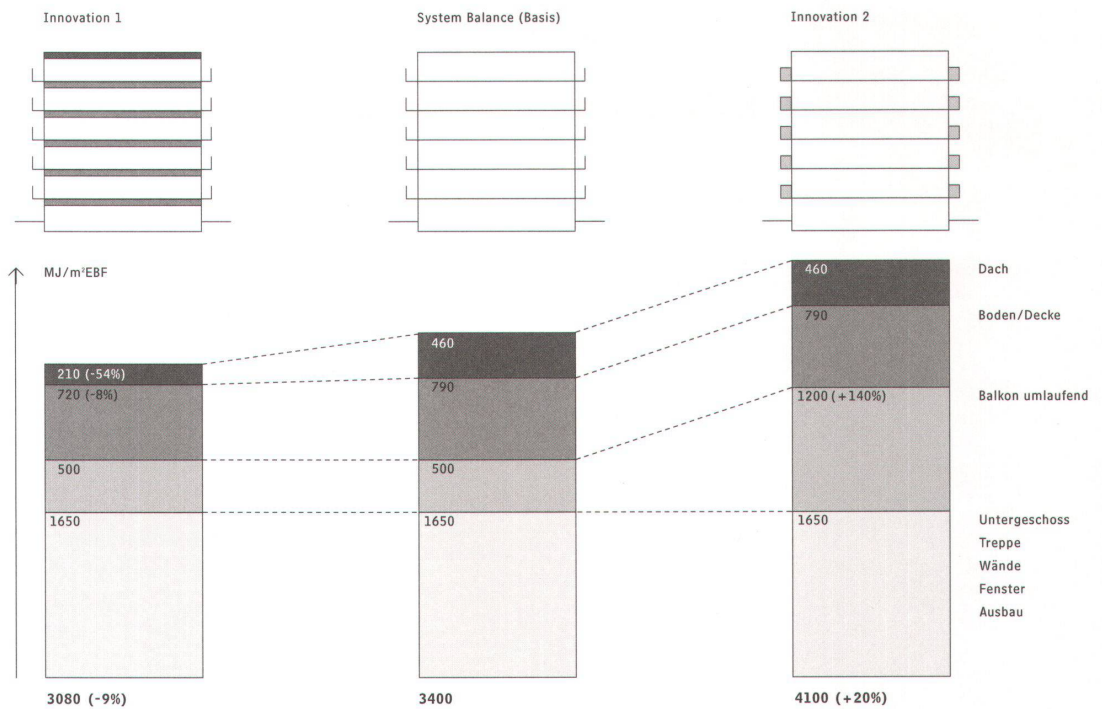
**Die Tragstruktur des Bausystems Balance besteht aus Holzstützen und Betondecken. Das Foto zeigt die Siedlung in Uster.**



--> Innovation 1: Durch die neue Zwischengeschossdecke verringert sich die Graue Energie nur minimal, und zwar um 8% bezogen auf den Bauteil Boden/Decke und um 2% bezogen auf das Gebäude. Durch die neue Flachdachkonstruktion in Holz verringert sich die Graue Energie wesentlich mehr, nämlich um 54% bezogen auf den Bauteil Dach und um 7% bezogen auf das Gebäude. Bezogen auf das ganze Gebäude ergeben beide Veränderungen zusammen eine Reduktion um 9%.

--> Innovation 2: Der Ersatz der umlaufenden Balkone durch das extrudierte Holz-Komposit hat eine Erhöhung der Grauen Energie zur Folge: um 140% bezogen auf den Bauteil Balkon, dies entspricht 20% bezogen auf das Gebäude.

--> Grundlagen: Die zu untersuchenden Bauteilinnovationen sind durch Hermann Blumer, der bereits bei Balance als Holzbau-Experte tätig war, angegeben worden. Die Materialkennndaten der neuen Produkte und Konstruktionen (Rohdichte in kg/m<sup>3</sup>, Graue Energie in MJ/kg) wurden in Absprache mit Hermann Blumer und Ueli Kasser festgelegt.



orientierender Art; sie zeigen jedoch, in welche Richtung detailliertere Untersuchungen durchzuführen sind. Eine reine Bauteilbetrachtung ist nur bedingt aussagekräftig und kann zu Fehlinterpretationen führen. Um die wirklichen Veränderungen der Umweltbelastung zu erfassen, ist es sinnvoll, die Betrachtung auf das gesamte Gebäude auszudehnen, analog wie dies auch bei der Berechnung des Heizwärmebedarfes gemacht wird.

Die Verwendung von Holz und in besonderem Masse eines Holz-Komposits bedeutet nicht a priori eine Reduktion der Grauen Energie und damit der Umweltbelastung – im Gegenteil, die Graue Energie kann sogar wesentlich höher sein. Holz vermittelt grundsätzlich ein gutes Gefühl, was die Umweltbelastung betrifft; sich bei Entscheiden nur darauf zu verlassen, kann problematisch sein.

Die neue, zweischalige Holz-Beton-Konstruktion der Zwischengeschossdecken bringt nur eine unwesentliche Verbesserung. Eine spezielle Herausforderung wird die Dübel-

konstruktion sein, die sowohl kräfteübertragend als auch schallschutztrennend sein sollte. Der Trittschallschutz darf dadurch nicht verschlechtert werden. Positiv ist, dass die gesamte Masse an Baustoffen verringert werden kann und sich durch die Holzplattendecke der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen erhöht.

Eine wesentliche Verbesserung bringt die neue Flachdachkonstruktion aus Holz. Die geringere Masse kann sich in lärmbelasteten Gebieten aber nachteilig auswirken. Das neue Holz-Komposit als Balkonelement hat eine wesentliche Erhöhung der Grauen Energie und damit der Umweltbelastung zur Folge. Der Grund für diese Erhöhung ist die energiereiche Prozesskette des verwendeten Kunststoffes Polypropylen. Trotz des hohen Anteils an Holzfasern von 75 Prozent weist das Element einen hohen Bedarf an Grauer Energie auf. Im Zusammenhang mit diesem Holz-Komposit sind überdies noch weitere Fragen offen, wie die des Brandschutzes, des Kriechverhaltens, der Verwitterung, der Fugenproblematik, der Entsorgung etc.

Allfällige Hochrechnungen der Ergebnisse auf ein Hochhaus sind nicht möglich. Zu gross dürfte der Einfluss anderer Faktoren wie der Statik und der Brandschutzmassnahmen sein. Berechnungen, wie sie durchgeführt wurden, sind objektspezifisch mit den wirklichen Materialdaten vorzunehmen. Nur dann sind aussagekräftige Resultate zu erreichen. Dies gilt vor allem für höhere Gebäude, die sehr spezifische Konstruktionen und Materialien bedingen.

Hansruedi Preisig, Yvonne Fürer •

<sup>1</sup> Andreas Streich, Sabina Hubacher, Christoph Haerle: Wohnsiedlung Balance in Wallisellen und Uster, Hochparterre 10/2000

<sup>2</sup> sia 380/1 Thermische Energie im Hochbau, 2001

<sup>3</sup> Graue Energie von Baustoffen, Ueli Kasser und Michael Pöll, Zürich, 1998

<sup>4</sup> Unsichtbarer Energieverbrauch, Ueli Kasser, Hansruedi Preisig, Judith Wyder, tec21, Nr. 27/28, 2001

<sup>5</sup> Bundesämter für Bauten und Logistik (BBL), Strassenbau (ASTRA), Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Wohnungswesen (BWO)

<sup>6</sup> Abschluss der Grundlagenarbeiten Dezember 2002, Entwurf der Empfehlung Dezember 2003

