

MODELLGESTÜTZTE GESTALTUNG VON SANIERUNGSMASSNAHMEN - PROZESSKETTENMODELL ZUR ÖKOEFFIZIENTEN OPTIMIERUNG -

Hartmut Hübner¹, Meike Schmehl²

Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung an der Universität Kassel

Kurt-Wolters-Str. 3, 34109 Kassel, Germany

¹ huebner@usf.uni-kassel.de ² schmehl@usf.uni-kassel.de

KURZFASSUNG

Der Sanierungsstandard von Gebäuden muss einen wärmetechnischen Mindeststand erfüllen, um Nachhaltigkeitskriterien zu entsprechen. Andernfalls ist nach ökologischen Gesichtspunkten der Abriss und ggf. ein Neubau sinnvoller. Die erforderliche ökoefiziente Optimierung der Sanierungsmassnahmen verlangt umfangreiche Variantenvergleiche auf Basis von Life-Cycle-Analysen, in denen die erforderlichen Sanierungsaufwände den Entlastungen in der Nutzungsphase gegenüber gestellt werden. Das Prozesskettenmodell SANBIL unterstützt diesen komplexen Planungsprozess. Der Einsatz des Prozesskettenmodells bei der Sanierung eines siebengeschossigen Wohngebäudes wird aufgezeigt.

ABSTRACT

For the refurbishment of buildings a thermotechnical standard has to be fulfilled to satisfy the sustainability criteria. Otherwise the demolition and the new building will be suggestive with regard to ecological aspects. The required eco-efficient optimization of the refurbishment measures takes up comprehensive comparisons of

variants based on Life-Cycle-Analysis, in which the input of refurbishment is balanced with the under-consumption in the use phase. The process-chain-model SANBIL supports this complex planning process. The application of this process-chain-model in the refurbishment of a seven-story building is shown.

EINFÜHRUNG

Als Grundlage für einen transparenten Entscheidungsprozess bei der Gestaltung nachhaltiger Sanierungskonzepte sind ganzheitliche Umweltbilanzen innerhalb einheitlicher Systemgrenzen erforderlich. Die ganzheitliche Bilanzierung erfasst das Gesamtsystem der Energie- und Stoffströme beginnend bei der Entnahme der Rohstoffe aus der Umwelt bis zum Ende der Nutzungsphase (Abb. 1). Für diese umfangreiche Bilanzierungsaufgabe wurde ein Prozesskettenmodell entwickelt, welches die Entscheidungsgrundlagen zeitnah begleitend zu den Entwurfsarbeiten liefert. Über die Simulation wird damit eine Voraussetzung geschaffen, ökologische Aspekte neben technischer Funktionalität und Wirtschaftlichkeit bereits im Gestaltungsprozess zu berücksichtigen.

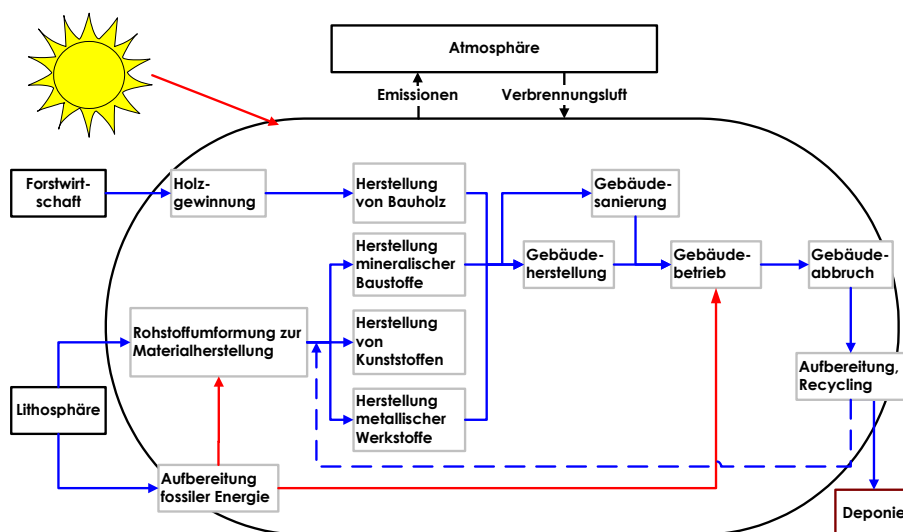


Abbildung 1: System Bauen und Wohnen (nach Baccini & Bader, 1996)

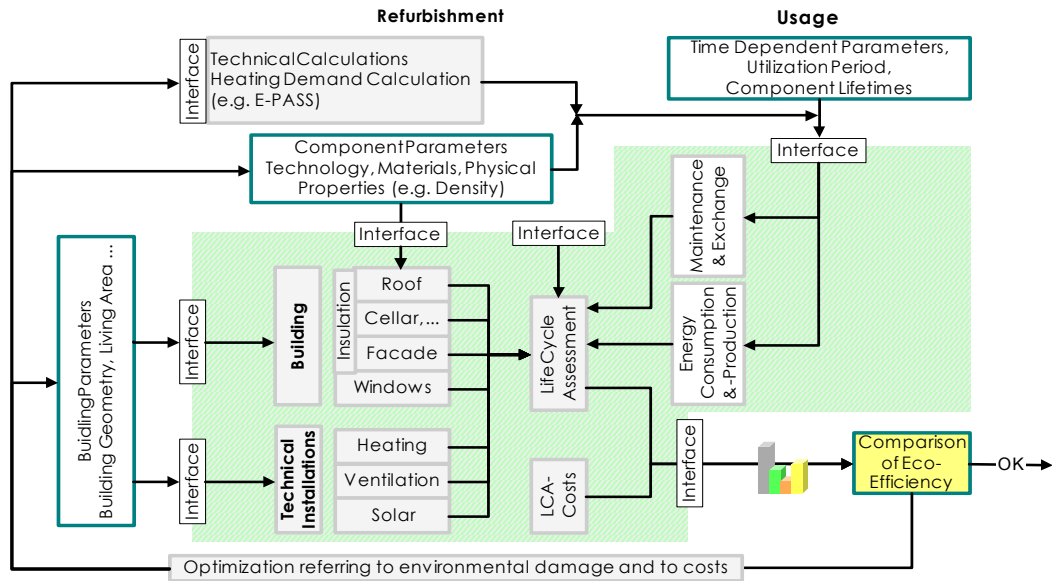


Abbildung 2: Struktur des Simulationstools

MODELLBESCHREIBUNG

Das Prozesskettenmodell besteht aus Modulen der Sanierungskomponenten (Fenster, Fassaden, TGA, etc.) und dem Modul für die Nutzungsphase (Umweltwirkungen des Heizwärmebedarfes, Erneuerungen von Bauteilen). Die für die Life-Cycle-Analyse erforderlichen ganzheitlichen Umweltbilanzen werden auf Basis einer konsistenten Datenbasis (Ecoinvent) erstellt. Über eine direkte Eingaberoutine sind der Sanierungsaufwand (z.B. m² Fassadenfläche), das Ergebnis der externen Wärmebedarfsberechnung (z.B. über E-Pass) sowie Angaben zur Dauer der Nutzungsphase einsehbar. Sanierungs- und Versorgungsalternativen sind wählbar. Als Simulationsoberfläche und Grundstruktur zur Prozesskettenmodellierung dient das Software-Tool Umberto[®]. Die Umweltwirkungen werden anhand der Treibhaus- (GWP), Versauerungs- (AP) und Ozonbildungspotenziale (POCP) sowie des Inputs an Primärenergie (PEI) bewertet. Die Charakterisierungsfaktoren für die Potenzialwerte beruhen auf Angaben in Ecoinvent (Jungbluth & Frischknecht, 2004).

ANWENDUNG UND ERGEBNISSE

Im momentanen Ausbaustand eignet sich das Simulationstool hauptsächlich für die Life-Cycle-Analyse von Sanierungsmaßnahmen mehrgeschossiger Wohngebäude. Der Planungsprozess der Sanierung eines 7-stöckigen Plattenbaus (siehe Tabelle 1) unter Einsatz von SANBIL wird im folgenden aufgezeigt (Hübner, 2006).

Tabelle 1: Grunddaten des Solanova-Gebäudes

ANZAHL WOHNUNGEN	42
WOHNFLÄCHE	2.338 m ²
HEIZWÄRMEBEDARF (VORHER)	ca. 200 kWh/(m ² *a)
HEIZWÄRMEBEDARF (SANIERT)	25 kWh/(m ² *a)

Umfangreiche Variantenentwicklungen zur öko-effizienten Optimierung führten auf ein Sanierungskonzept, das den Heizwärmeverbrauch von ca. 200 kWh/(m²*a) auf 25 kWh/(m²*a) reduziert. Die Umweltwirkungen des umgesetzten Sanierungskonzeptes (Variante 1: Gründach, Solaranlage als Vordach des Untergeschosses) zeigt Abb. 3 in Vergleich zu einem Entwurf mit aufgeständerter Solaranlage auf einem mit extrudiertem EPS gedämmten Dach (Variante 2). Derartige Variantenvergleiche dienen als Entscheidungsgrundlage zur öko-effizienten Optimierung.

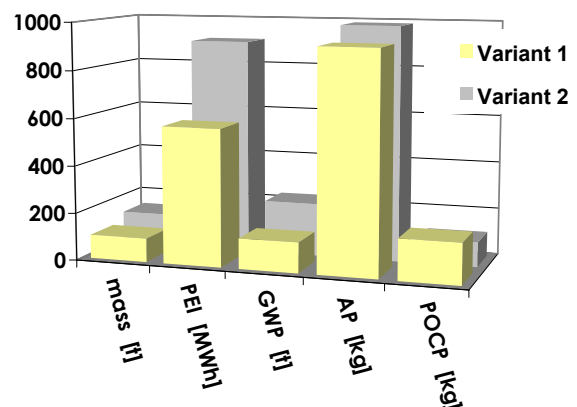


Abbildung 3: Variantenvergleich

Als Ausgabemöglichkeit erlaubt das Simulationstool die Sankey-Darstellung der Ergebnisse entlang der Prozessketten. D.h. die Flüsse von z.B. Energie, Materialien oder Geld werden als Pfeile grafisch dargestellt werden, wobei die Breite des Pfeils proportional zur Größe des repräsentierten Flusses ist. Abb. 4 zeigt zusätzlich zu den physikalischen Größen (Energie und Masse) den Kostenfluss der Sanierungsmaßnahmen. Die Darstellung zeigt, dass der Hauptanteil der Energie- und Materialflüsse durch die Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle verursacht wird.

Aus der Kostenanalyse wird der überproportionale Einfluss von Lüftungssystem und Fenstersanierung deutlich. Eine weitere Kostenreduzierung ist bei den hochwertigen Fenstern zu erwarten, die Einsparpotentiale bei der Lüftung sind z.Z. weitgehend ausgeschöpft.

Im Verhältnis zur Ersterstellung des Gebäudes liegt die Materialmenge für die Sanierung bei 2% und der Primärenergieeinsatz für die Sanierung bei 20%. Der Primärenergieeinsatz für die Sanierung amortisiert sich durch die extreme Energieeinsparung in ca. 1 Jahr.

Zur weiteren Optimierung der Versorgungssysteme ist ein Algorithmus zur Darstellung des

Exergieflusses als Kriterium für die erreichte Wertigkeitsanpassung des Energieeinsatzes hinterlegt.

PERSPEKTIVEN

Die Anzahl gut dokumentierter Sanierungsprojekte kleiner Wohngebäude reicht z.Z. noch nicht aus, um aussagefähige Skalengesetze abzuleiten. Zur Vervollständigung der Typologie wären sie ggf. problemlos zu integrieren. Ein weiterer Ausbau in Richtung sommerlicher Wärmeschutz und innovativer Dämmsysteme ist in Arbeit.

LITERATUR

Baccini, P., Bader, H.-P. 1996. Regionaler Stoffhaushalt, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.

Hübner, H. 2006. Nachhaltige Modernisierung von Plattenbauten – Systemanalyse und Planungsgrundlagen. Tagungsband 10. Internationale Passivhaustagung, Hannover.

Jungbluth, N. & Frischknecht, R. (2004): Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods - ecoinvent report No. 3. Dübendorf.

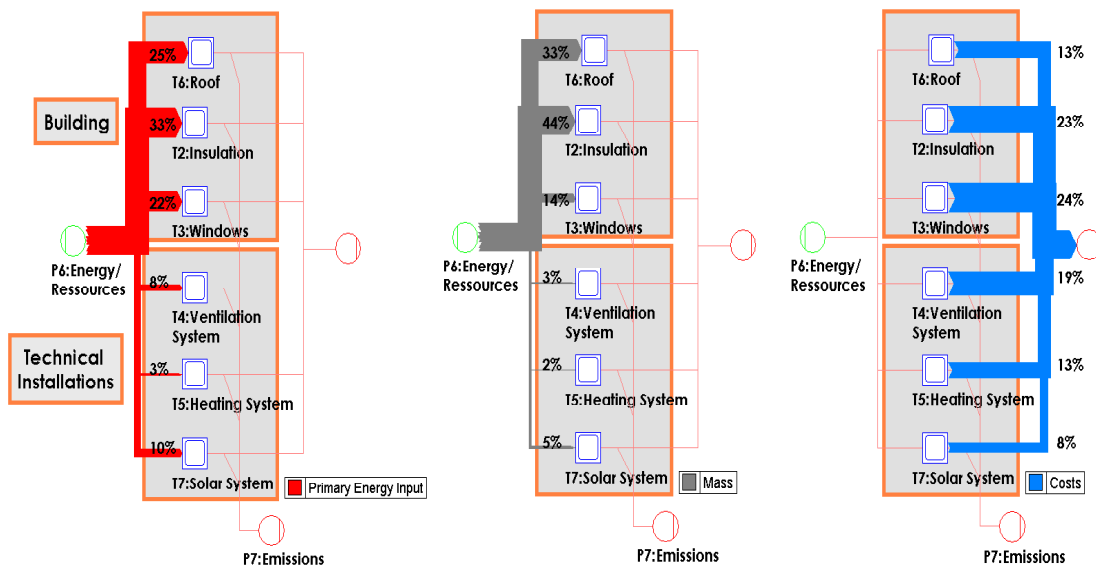


Abbildung 4: Sankey-Diagramm der Energie-, Massen-, und Kostenflüsse der gesamten Sanierungsmassnahmen