



Bundesamt für Energie



3003 Bern

JAHRESBERICHT 1999

Über die Arbeiten gemäss Auftrag: 57 470

Titel des Projekts:

IEA/CBS Annex 31: Energy Related Environmental Impact of Buildings

Zusammenfassung:

Das gesamte Projekt ging 1999 in die Schlussphase. Auf nationaler Ebene wurden drei Treffen abgehalten, um den Schlussbericht, dessen Struktur und Inhalt zu klären und das Editing zu organisieren. Der Schlussbericht soll als CD erscheinen, begleitet von einer ausführlichen Zusammenfassung auf Papier.

Auf nationaler Ebene konnten zwei grössere Teilprojekte gestartet und zu Ende geführt werden. Das eine behandelt die ökologischen Auswirkungen von Sanierungsmassnahmen von Bürogebäuden. Es werden einerseits bauliche, andererseits auch methodische Fragen im Zusammenhang mit Lebenszyklusanalysen (LCA) von Sanierungsmassnahmen behandelt. Die Fragestellungen werden immer an einem Fallbeispiel illustriert.

Im anderen Projekt ging es um die Erfassung neuer Inventardaten für bauspezifische Entsorgungsprozesse. Die Inventardaten wurden materialspezifisch erhoben, um sie der Struktur der bisher vorhandenen Datensätze anzupassen. Sie können jedoch fast nur im Zusammenhang mit einem gesamten Gebäude, wo Einsatzort und -art definiert sind, verwendet werden, da der Entsorgungsweg der Materialien einerseits phasenabhängig (Renovation oder Abriss?) und andererseits auch elementabhängig (verklebtes Element, geschraubtes Element, etc.) ist. Zwei kleinere Projekte konnten anfangs des Jahres abgeschlossen werden: eine Arbeit über Kunststoffströme im Schweizer Baubereich und eine über die in der Baubranche vorhandene Meinung zu umweltgerechten Bauweisen.

Ebenfalls wurde an den methodischen Arbeiten zur Ökobilanzierung von Gebäuden in den frühen Planungsphasen weitergearbeitet. Ein detailliertes Fallbeispiel konnte aufgenommen und ausgewertet werden und einige Fragestellungen der frühen Planungsphasen wurden simuliert. Anhand eines umfassenden Vergleiches mit anderen Fallbeispielen konnten auch Kriterien erarbeitet werden, die gewährleistet sein müssen, um korrekte und sinnvolle Vergleiche anstellen zu können.

Dauer des Projekts: 01.05.1996 bis 31.12.1999

Beitragsempfänger: Prof. Dr. K. Hungerbühler

Berichterstatlerin: A. Lalive d'Epina y

Adresse: Laboratorium für Technische Chemie
Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz
ETH Zentrum, UNL D3
8092 Zürich

Telefon: 01/632 31 71 **email:** lalive@tech.chem.ethz.ch

1. Einleitung

Das Projekt IEA CBS Annex 31, Energy related environmental impact of buildings, ist mit dem Jahre 1999 in die letzte Arbeitsphase gestartet. Das Projekt sollte Ende 1999 abgeschlossen werden. Da erst ein Entwurf des Schlussberichtes vorliegt, wird hier noch ein kurz gehaltener Jahresrückblick gegeben, ansonsten wird auf den Schlussbericht verwiesen.

Auf nationaler Ebene konnten im Jahre 1999 noch zwei grössere Projekte durchgeführt werden, die zu interessanten Ergebnissen gelangten. Ebenfalls wurde an der Methodik Ökobilanzen von Gebäuden weitergearbeitet, wo insbesondere ein Vergleich verschiedener Studien spannende Resultate liefert.

Auf internationaler Ebene konnte trotz intensiven Bemühungen noch kein Schlussbericht verfasst werden. Eine Zusammenfassung der Arbeiten, verfasst von Roger Baldwin, liegt zur Zeit vor. Auch eine Homepage mit der Sammlung der Instrumente und Methoden wurde von der HAB Weimar gestaltet und in Betrieb genommen.

2. Projektziele 1999

In der folgenden Tabelle 1 sind die Projektziele vom Jahre 1999 aufgelistet.

Tabelle 1 *Projektziele des internationalen und des nationalen Projektes für 1999*

	Ziele	Bemerkungen
Internationales Projekt	Verfassen des Schlussberichtes (Theory Section)	Der Schlussbericht soll im Internet und auf einer CD publiziert werden, so dass zwischen Theorieteil und den konkreten Instrumenten hin und her gesprungen werden kann.
	Verfassen einer Zusammenfassung Sammeln und Dokumentieren der Instrumente und Methoden	Die Zusammenfassung soll als kleines Büchlein in englischer Sprache gedruckt werden, um auf den Schlussbericht aufmerksam zu machen. Die Sammlungen von Instrumenten, Methoden, Datenbanken und Berechnungsgrundlagen sollen auf dem Internet zugänglich sein.
Beiträge der Schweiz	Verfassen eines Textes zu Typology of Tools Schweizer Beiträge zu der Sammlung von Instrumenten, Datenbanken und Methoden	
Nationales Projekt	Kunststoffe Umfrage zu Ökologie bei Baufachleuten Abschluss der Projekte - Sanierungsmassnahmen - Entsorgungsprozesse - Ökobilanzen von Gebäuden in den frühen Planungsphasen	Arbeit im Rahmen eines Berufpraktikums

3. Geleistete Arbeiten und Resultate

Internationales Projekt

Es fanden insgesamt zwei Arbeitstreffen ohne Schweizer Beteiligung in Paris (Januar) und Gouda, NL (Juni) statt, an welchen die Redaktion und der Aufbau des Schlussberichts diskutiert und festgelegt wurden.

Am Plenumstreffen im März im London waren wieder alle Länder beteiligt. Ziel war es, die verschiedenen Texte zusammenzustellen und zu diskutieren. Festgelegt wurde eine interne Review-Organisation. Die Schweiz war beteiligt beim Review eines grossen Teils der *theory section* (Kapitel 4 *Methods and Tools*, Unterkapitel 1 bis 3).

Es wurde auch festgelegt, dass der Schlussbericht von Annex-Externen Personen nochmals reviewt werden soll. Hier wird sich unter anderen auch die Schweiz (Herr M. Zimmermann) beteiligen. Der Schlussbericht ist aber nach wie vor nicht vorliegend.

Hingegen wurde eine Homepage mit der Sammlung der Instrumente und Methoden durch die HAB Weimar errichtet. Die Adresse lautet: <http://www.uni-weimar.de/SCC/PRO/>. Die Überarbeitung der Homepage ist noch immer im Gange.

Die Zusammenfassung des Schlussberichts wurde von Herrn R. Baldwin verfasst und liegt zur internen Review-Runde bereit.

Nationales Projekt

Ökobilanzierung von Gebäuden in frühen Planungsphasen

In der Arbeit, die an der ETH Zürich in der Gruppe Sicherheit und Umweltschutz am Laboratorium für Technische Chemie durchgeführt wird, werden methodische Aspekte der Ökobilanzierung von Gebäuden weiterentwickelt. Dafür wurde einerseits ein Fallbeispiel präzise aufgenommen und dokumentiert. Beim Fallbeispiel handelt es sich um das Bürogebäude „Stahlrain“ der Metron Architekten in Brugg. Das Fallbeispiel wurde mit einem eigens entwickelten Instrument namens EcoCheck bilanziert. Zum ersten Mal konnten für die Bilanz auch Daten zu den Entsorgungsprozessen integriert werden.

Das Fallbeispiel „Stahlrain“ wurde anschliessend mit verschiedenen in Europa erstellten Ökobilanzen von Gebäuden verglichen. Es zeigte sich, dass ein solcher Vergleich wegen unterschiedlicher Systemgrenzen, Datenbasen und unterschiedlicher Modellierung des Gebäudes sehr schwierig ist. Anhand dieser Erfahrungen konnte ein Katalog an Anforderungen an vereinheitlichte Gebäudeökobilanzen erstellt werden. Ebenfalls wurde die Möglichkeit zur Bildung von Kennwerten oder Richtwerten diskutiert.

Die frühen Planungsphasen wurden charakterisiert und einige typische Entscheidungssituationen nachgestellt. Folgende drei Situationen wurden ausgesucht:

- Situationslösung mit Volumengestaltung
- Bestimmung der Hauptkomponenten (Tragstruktur)
- Bestimmung der Fassadendämmstärke in Abhängigkeit einer energetischen Optimierung.

Daraus konnte ersehen werden, wo die Methodik noch Schwächen aufweist, wo eventuell andere Instrumente einzusetzen wären und wo mit Richt- oder Kennwerten gearbeitet werden könnte.

Anhand der Überlegungen zur frühen Planungsphase, wo erstmals konkrete Materialentscheide in die Planung einfließen, wurde das Problem des Ressourcenmanagements angesprochen. Auf qualitativer Ebene wird ein Modell vorgestellt, wie für Gebäude ein Ressourcenindex aufgebaut werden könnte, der zusätzlich zu einer Ökobilanz umweltrelevante Informationen liefert.

Alle diese Resultate werden in der anfangs Jahr 2000 erscheinenden Dissertation von Frau A. Lalive d'Épinay zu finden sein.

Sanierungsmassnahmen

Das Projekt behandelt das Thema "Sanierung von Bürogebäuden". Es liefert zusätzliche Informationen zu den ökologischen Hauptproblemstellungen sowie zur Ökobilanzierung von Sanierungsvorhaben.

Bürobauten sind im Vergleich zu Wohnbauten intensive Elektrizitätsverbraucher, wobei grosse Unterschiede zwischen leicht, mittel und hochtechnisierten Objekten bestehen. Bürobauten weisen zudem sehr unterschiedliche Ausbaustandards auf, was auch in den Kosten sichtbar ist.

Anhand eines Kataloges von energetischen und ökologischen Sanierungsmassnahmen wurden drei Fragestellungen bestimmt, welche in methodischer und baulicher Hinsicht vertieft bearbeitet wurden. Die Relevanz der Ergebnisse wurde jeweils am Fallbeispiel eines aktuellen Sanierungsprojektes aufgezeigt.

Fragestellung 1:

Allokation von Infrastrukturaufwand bei bereits erfolgten Belastungen

Die Umwelteinwirkungen (Emissionen, Ressourcenentnahmen) der Herstellung der Infrastruktur sind bereits erfolgt. Soll das Gebäude ökologisch "gratis" weitergegeben werden können? Für strategische Fragestellungen betreffend Sanierung oder Neubau wurde ein Ansatz zur Allokation des Infrastrukturaufwandes entwickelt, der an einem fiktiven Beispiel erläutert wurde.

Beim Umgang mit unsicherer Information (z.B. zukünftige Entsorgung von Bauteilen, Abbruch vor Erreichen der Nutzungszeit) werden Ansätze zur Berücksichtigung der persönlichen Haltung des Entscheidungsträgers (risikofreudig, -neutral, scheu) dargestellt und anhand der Fenster-/ Fassadensanierung am Fallbeispiel erläutert.

Fragestellung 2:

Wahl des richtigen Ersatzzeitpunktes

Wie lange soll man angesichts zukünftiger technischer Verbesserungen mit einer Sanierungsmassnahme für eine insgesamt umweltchonendere Lösung zuwarten? Zur Untersuchung dieser Fragestellung ist das Fenster wegen der ausgeprägten technologischen Entwicklung, welche in den letzten beiden Jahrzehnten stattgefunden hat, besonders geeignet. Für den Fensterersatz über die Gebäudenutzungsdauer wurden Szenarien entwickelt und mit verschiedenen Indikatoren (Primärenergie nicht erneuerbar, Umweltbelastungspunkte '97, Eco-Indicator95rf) untersucht.

Fragestellung 3:

Energieträger (Strommix)

Wesentlich ausgeprägter als im Wohnungsbau ist der Elektrizitätsverbrauch eine entscheidende Grösse in der Ökobilanz von Bürobauten. Bei Bauplanungsprozessen handelt es sich grundsätzlich immer um entscheidungsorientierte Analysen, bei denen Strommodelle mit marginaler Produktion eingesetzt werden können. Die Konsequenzen für Planungsentscheidungen werden anhand des Fallbeispiels aufgezeigt.

(Binz et al. 1999)

Entsorgungsprozesse

Die ökologische Beurteilung von Baumaterialien, Konstruktionen oder Gebäuden konzentriert sich meist auf die Herstellungs- und Gebrauchsphase. Die Entsorgung wird dabei vernachlässigt. Diese Studie zeigt nun, dass die Vernachlässigung der Entsorgung nicht generell gerechtfertigt ist.

Für verschiedene, häufige Baumaterialien wurde eine Ökobilanz erstellt, welche neben dem Energieverbrauch auch die ökologischen Wirkungen von direkt oder indirekt entstehenden Schadstoffen berücksichtigt (Bewertungsmethoden: Eco-indicator95+ und Umweltbelastungspunkte). Die Belastungen aus der Entsorgung sind dabei für einzelne Baumaterialien höher als die Belastung der Herstellung. Dies kann insbesondere bei Baustoffen der Fall sein, welche in der Herstellung eine relativ geringe Belastung aufweisen.

Es wurden Entsorgungsinventare von rund 50 Materialien erarbeitet. Sie sind geeignet, die Ökoinventardaten der Herstellung von Baustoffen zu ergänzen. Die Entsorgung der Baumaterialien kann aber – anders als die Herstellung – nur im Zusammenhang mit einem konkreten, spezifischen Gebäude beurteilt werden. Die Konstruktionsweise, Verarbeitung und konkrete Baustellenlogistik beeinflusst die Verwertbarkeit. Die Lebensdauer eines Materials beeinflusst, welcher Anteil während einer Renovation anfällt. Wo möglich und plausibel wird in der Studie eine Entsorgung mit resp. ohne Verwertung betrachtet. Die Bauabfälle werden unterschieden in Erstellungs-, Renovations- und Abbruchabfälle, welche teilweise für identische Materialien unterschiedliche Belastungen erzeugen.

(Doka, 1999)

Architektur und Ökologie - Eine Studie über die in der Baubranche vorhandene Meinung zu umweltgerechten Bauweisen

Im Jahre 1997 wurde im Rahmen dieses Projektes ein Fragebogen erstellt, der die Meinung in Bezug auf ökologisches Bauen bei den Baufachleuten einholen sollte. Die Umfrage ist keineswegs repräsentativ, da vor allem an Ökologie interessierte Baufachleute geantwortet haben, doch haben sich trotzdem einige schöne Resultate ergeben.

Generell kann aus dieser Befragung gefolgert werden, dass sich die ökologisch interessierten Bauleute branchenübergreifend in weiten Belangen einig sind über zu berücksichtigende Schutzziele, konkrete umweltschonende Massnahmen und die Wichtigkeit der frühen Planungsphasen, sowie darüber, dass umweltschonende Gebäude nicht zwingend auf den ersten Blick als solche erkennbar und auch nicht teurer als andere sein müssen, auch wenn ihnen dieses Image anhaftet. Oft gewünscht wurden auch einfache Instrumente zur Umweltanalyse, möglichst verbunden mit deren obligatorischer Anwendung.

(Lalive et al., 1999)

Kunststoffe

Im Rahmen eines Berufspraktikums in der Abteilung für Umweltnaturwissenschaften wurde bei Dow Europe SA eine Analyse der Bau-Kunststoffströme in der Schweiz durchgeführt. Der Anteil der Kunststoffe an der gesamten Baustoffmenge im Hochbau ist seit 1950 stetig angestiegen und wird auch in Zukunft noch steigen. 1995 wurden in der Schweizer Bauindustrie rund 115'000 t Kunststoffe eingesetzt, dies entspricht 0.5% des gesamten Materialverbrauchs in der Bauindustrie und ca. 20% des gesamten Kunststoffverbrauchs in der Schweiz.

Kunststoffe finden eine Anwendung in Rohren, Fenstern, Dämmstoffen, Wand- und Bodenbelägen, Dichtungsbahnen, Profilen, Kabel und anderem. Den grössten Anteil haben Produkte aus PVC (53%) und PE (14%).

Nur rund 26'000 t dieser Kunststoffe werden jährlich zu Abfall, was auf das grosse Materialzwischenlager im Bauwerk Schweiz hinweist. Das Abfallaufkommen wird sich aber in den nächsten 10 Jahren beinahe verdoppeln. Einige der "alten" Produkte haben noch Inhaltsstoffe (Cadmium, FCKW) mit grossem Umweltgefährdungspotential. Die sachgerechte Entsorgung dieser Abfälle wird eine wichtige Rolle spielen.

Ein grosser Teil der Abfälle wird in der KVA verbrannt, wobei der Anteil an illegal entsorgten brennbaren Bauabfällen (Kunststoffe, Papier / Karton, Holz) bei beträchtlichen 46% liegt.

(Schneeberger, 1999)

Vorträge

Im Frühjahr konnte an der SETAC-Konferenz (Society of environmental toxicology and chemistry) von Frau A. Lalive d'Epinau ein Vortrag über *LCA of buildings in early design*

phases – influence of material related issues gehalten werden. Der Vortrag stiess auf grosses Echo und hat geholfen, die Kontakte im internationalen Bereich noch zu verstärken. Am 1. November fand auch das Diskussionsforum Ökobilanzen statt, zum Thema „Ökologische Bewertung von Gebäuden zwischen Forschung und Praxis“, organisiert von Frau D. Quack, Öko-Institut Freiburg e.V. und Frau A. Lalive d'Epina, ETH Zürich.

4. Nationale und internationale Zusammenarbeit

Wie bereits erwähnt, konnten sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene die Kontakte intensiv gepflegt werden. Viele neue Kontakte kamen hingegen nicht mehr dazu. Im Rahmen des internationalen Projektes entstand die Möglichkeit, gemeinsam mit Wolfram Trinius, KTH Stockholm, und Sylviane Nibel, CSTB Paris, einen Artikel zu schreiben über *Typology of Tools*. Der Artikel wurde im Journal „Buildings and Environment“ eingereicht. In der Tabelle 2 sind die internationalen Kontakte aufgelistet:

Tabelle 2 Aktive Kontakte mit anderen Instituten und Personen (internationale Ebene)

Institut/Person	Thema
Uni Karlsruhe, Oliver Eiermann	Ökobilanzen von Gebäuden, Vergleich von Fallstudien
HAB Weimar, Thomas Lützkendorf	Analyse Planungsprozess, Definition energierelevanter Entscheidungen im Planungsprozess
KTH Stockholm, Wolfram Trinius	Typology of tools
CSTB Paris, Sylviane Nibel	Typology of tools
Ecole des Mines, Paris, Bruno Peupartier	Ökobilanzen von Gebäuden, Vergleich von Fallbeispielen
w/o consultant, Genda, Marjo Knapen	Ökobilanzen von Gebäuden, Vergleich von Fallbeispielen
TU Wien, Adolf Merl	Methodik Ökobilanzen von Gebäuden
Bundesamt für Energie, Wolfgang Kienzler	Diskussionsforum Ökobilanzen
IKP Stuttgart, Johannes Kreissig	Diskussionsforum Ökobilanzen

Auf nationaler Ebene hat insbesondere das Diskussionsforum Ökobilanzen dazu beigetragen, mit einigen Personen den Kontakt etwas zu intensivieren. In der Tabelle 3 sind die nationalen Kontakte aufgeschrieben:

Tabelle 3 Aktive Kontakte mit anderen Instituten und Personen (nationale Ebene)

Institut/Person	Thema
Metron Architekten, Dorothe Gerber und Caroline Verbeeten	Fallbeispiel
Holliger Consult GmbH, Markus Di Paolantonio	Ökobilanzen von Gebäuden, OGIP
Econcept, Peter Koch	Diskussionsforum Ökobilanzen
EPFL, Pierre Rittmeyer	Diskussionsforum Ökobilanzen
CRB & t.h.e. software GmbH, Sandro Heitz	OGIP, Diskussionsforum Ökobilanzen
Ernst Basler und Partner, Sandra Lehmann	Diskussionsforum Ökobilanzen
Bundesamt für Energie, Peter Burkhardt	Diskussionsforum Ökobilanzen
Dow Europe SA, David Russell	Ökoinventare von Kunststoffen
Intep AG, Heiri Gugerli	Sanierungsmassnahmen, Diskussionsforum Ökobilanzen
Fachhochschule Beider Basel, Armin Binz	
esu-services, Rolf Frischknecht	
Gabor Doka, Zürich	Ökoinventare von Entsorgungsprozessen, Diskussionsforum Ökobilanzen

5. Perspektiven

Internationales Projekt

Die Schweiz will sich im internationalen Projekt vor allem noch im Bereich der Internet-Seite beteiligen. Es ist wichtig, dass die internationale Seite Links zu den nationalen Projekten aufweist. Ebenfalls müssen die publizierten Daten noch nachkontrolliert werden.

Nationales Projekt

Der Schlussbericht soll bis Februar 2000 fertiggestellt werden. Dazu ist ein effizienter Projektabschluss aller noch laufender Teilprojekte notwendig. Die Sanierungsmassnahmen sollten bis Ende November 1999, die Entsorgungsinventare bis Ende Dezember 1999 und der methodische Teil bis Ende Februar 2000 abgeschlossen sein. Eventuell ergibt sich aus dem methodischen Teil noch eine Publikation in einem internationalen Journal (z.B. Industrial Ecology)

6. Publikationen

- | | |
|----------------------|--|
| Binz et al., 1999 | A. Binz, R. Frischknecht, D. Gilgen, H. Gugerli, G. Lehmann, <i>Ökologische Sanierung von Bürobauten</i> . Beitrag zum IEA CBS Annex 31, Laboratorium für Technische Chemie, Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz. Zürich, in Vorbereitung |
| Doka, 1999 | G. Doka, <i>Ökoinventare von Entsorgungsprozessen von Baumaterialien</i> . Beitrag zum IEA CBS Annex 31, Laboratorium für Technische Chemie, Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz, Zürich, in Vorbereitung |
| Koch et al., 1999 | P. Koch, A. Lalive d'Epinay, H. Gugerli, "Instrumente für ökologisches Bauen im Vergleich" in: <i>Schweizer Ingenieur und Architekt</i> , Vol. 27/28 (13. Juli 1999): 615 - 617, Zürich, 1999 |
| Lalive et al., 1999 | A. Lalive d'Epinay, A. Müller, R. Pulli, <i>Architektur und Ökologie - Eine Studie über die in der Baubranche vorhandene Meinung zu umweltgerechten Bauweisen</i> . Beitrag zum IEA CBS Annex 31, ETH Zürich, Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz in der Chemie, Zürich, März, 1999 |
| Lalive et al., 1999 | A. Lalive d'Epinay, M. Scheringer, K. Hungerbühler, Life Cycle Assessment of buildings in early design phases - the influence of material-related issues. in: <i>9th Annual Meeting of SETAC-Europe</i> . Leipzig, 1999 |
| Lalive et al., 1999 | A. Lalive d'Epinay, D. Quack, P. Koch, J. Kreissig, G. Doka, H. Gugerli, S. Heitz, et al., <i>11. Diskussionsforum Ökobilanzen</i> . ETH Zürich, Gruppe für Sicherheit und Umweltschutz in der Chemie, ETH Zürich, 1. November 1999, 1999 |
| Schneeberger, 1999 | K. Schneeberger, <i>Kunststoffe in der Schweizer Bauindustrie</i> . Beitrag zum IEA CBS Annex 31, Bericht DOW Europe SA, Horgen, Februar, 1999 |
| Trinius et al., 1999 | Trinius, W., Lalive d'Epinay, A., Nibel, S., "A Typology of Environmental Assessment Tools" in: <i>Building Research and Information</i> , E & FN Spon, submitted |