

## Nachhaltige Bauerneuerung mit vorgefertigten Fassaden- und Dachelementen

René L. Kobler, Armin Binz, Gregor Steinke  
Institut Energie am Bau  
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)

Zusammenfassung

Abstract

Résumé

Ältere Mehrfamilienhäuser haben einen deutlich erhöhten Heizwärmebedarf im Vergleich zu Neubauten. Der Sanierungsstau hat unterschiedliche Gründe. Das CCEM Forschungsprojekt „Nachhaltige Wohnbauerneuerung“ versucht mit einem ganzheitlichen Ansatz Lösungsoptionen in Richtung Erneuerung von Mehrfamilienhäusern aufzuzeigen.

Dieser Bericht hier ist das Resultat aus demjenigen Forschungsmodul, das die Fassaden- und Dachkonstruktionen in Zusammenarbeit mit Industriepartnern erarbeitet hat. Die Ergebnisse der während der Forschungsphase gemachten Erfahrungsprozesse enthalten Informationen, die nutzbare Muster für die Bauwirtschaft bei Planung und Ausführung geben können.

Das Kernkonzept für die Auseinandersetzung in Planung und Ausführung mit weitgehend vorgefertigten Fassaden- und Dachmodulen beruht auf dem "Ort der Verdichtung von Details". Eine Ausgangslösung, die den kritischen Weg der Lüftung einbezieht, wird in einem Basismodul erarbeitet, so dass sich wiederholende Details über die ganze Gebäudehülle ähnlich lösen lassen. Die Vorteile der Vorfabrikation werden dort angewandt, wo diese technisch und prozessual Sinn machen, so dass Vorfabrikation und herkömmlich etablierte Produktion am Bau zweckmäßig kombiniert sind.

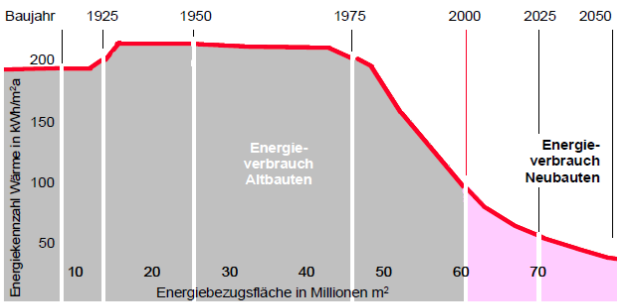
Older residential buildings exhibit a much higher heating energy demand than new-build accommodation. The refurbishment backlog is due to various reasons. Adopting an integral approach, the CCEM "Advanced Energy Efficient Retrofit of Buildings" research project sets out to identify potential solutions to assist in the sustainable refurbishment of residential buildings.

This report sets out the results of the facade and roof construction research module undertaken in collaboration with industry partners. The learning processes undergone and information gathered during the research phase provide the basis for useful models applicable to both the design and construction phases of building projects.

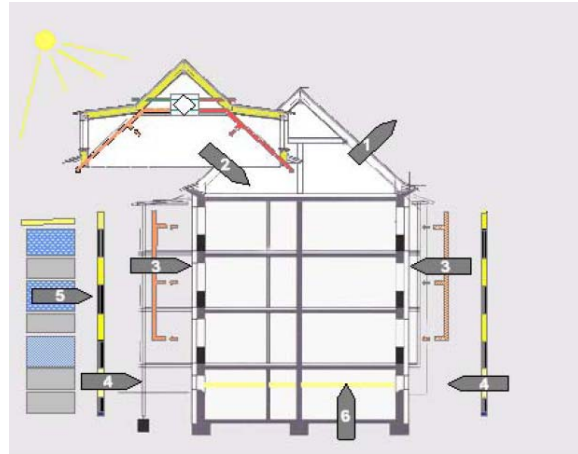
The approach to design and construction with largely prefabricated facade and roof modules is based on a core concept – that of the "*focal point of detailing*", i.e. the notion that critical details tend to be concentrated within particular areas of the facade. A prototype solution, in the form of a base module that accommodates the "critical path" of the ventilation ducts, is repeatedly used to provide similar detailing solutions across the entire building envelope. The resulting construction method is an efficient combination of prefabrication and standard on-site production, the benefits of prefabrication being exploited wherever this is technically and operationally expedient.

# 1. Ausgangslage

Ältere Mehrfamilienhäuser haben einen deutlich erhöhten Heizwärmebedarf im Vergleich zu Neubauten. Die energetische Erblast ist bedeutend. Das gesamte Forschungsprojekt "CCEM-Nachhaltige Wohnbaurerneuerung" untersucht, wie man bestehende Mehrfamilienhäuser so erneuern kann, dass sie aus energetischer Sicht mindestens zwischen MINERGIE und MINERGIE-P zu liegen kommen können.



Gebaute Wohnfläche und Energiekennzahl Wärme der Wohnbauten des Kt. Zürich



Renovationskonzept: Ersatz altes Dach (1+2), Montage Lüftungsverteilung von aussen (3), Montage Fassadenelemente (4+5), Kellerisolierung (6)

Abbildung 1: gebaute Wohnfläche und Energiekennzahl Wärme der Wohnbauten des Kt. Zürichs, und Ansatz des Forschungsprojektes, weitgehendste Vorfabrikation von Fassaden- und Dachmodulen (Bilder EMPA).

Dazu sind Untersuchungen auf den Gebieten der technischen Entwicklung, Typologie und den sozio-ökonomischen Ausblicken erforderlich. Neben den Forschungsanstalten findet auch eine durch die KTI<sup>1</sup> geförderte Zusammenarbeit mit Industriepartnern statt. Sie sind zur Entwicklung der Fassaden- und Dachmodule die wichtigsten Forschungspartner. Sie haben das Wissen über die Praktikabilität von Entwicklungsrichtungen als auch Details. Zudem sind in den späteren Bauprozessen beteiligte Akteure und erst durch die verfügbaren Produkte der Industriepartner sind die Fassaden- und Dachelemente realisierbar.

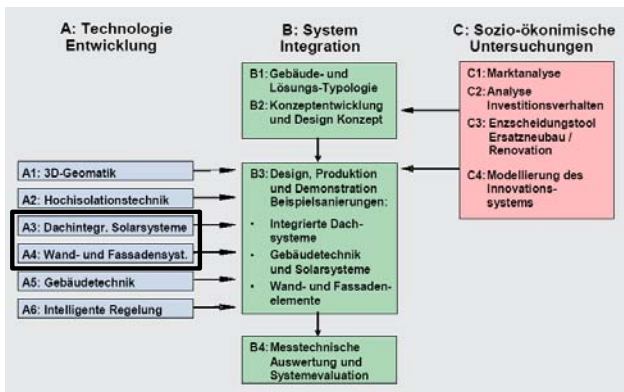


Abbildung 2: Überblick Forschungspacket CCEM und Einbettung A3, A4 Module. Beteiligte Industriepartner.

Der vorliegende Bericht setzt sich mit der technischen Entwicklung von weitgehend vorgefabrizierten Fassaden- und Dachelementen gemäss den Forschungsmodulen A3 und A4 auseinander. Die Lüftungsleitungen werden hier nicht im innern des Gebäudes, sondern in den vorgefabrizierten Elementen geführt. Die Gebäude müssen somit von aussen erneuerbar sein, d.h. Gebäude, die z.B. aus Sicht der Denkmalpflege nicht von aussen verändert werden dürfen, sind nicht Bestandteil.

## 2. Vorgehen

In den Forschungsmodulen A3 und A4 besteht der Ansatz darin, Fassaden- und Dachmodule so zu entwickeln, dass sie so weit als möglich vorgefertigt an den Bau gebracht werden können. In den Modulen sind die Komponenten wie Fenster, Lüftungsrohre, Storen, Wärmedämmung, solare Energiegewinnung und eventuell andere Medien bereits eingebaut. Dazu war erforderlich:

- *Systematisches Erfassen der Bauprodukte der Industriepartner in Bezug auf die Fassaden- und Dachmodule*
- *Eruierung notwendiger, komplementärer Bauprodukte zur Realisierung der Fassaden- und Dachmodule.*
- *Erarbeiten der Anforderungen in Bezug auf die energetischen Forschungsziele betreffend Standard MINERGIE und MINERGIE-P der Fassaden- und Dachmodulen unter Einbezug der Typologie aus den Forschungsmodulen B1 und B2 (Gebäude- und Lösungstypologie, Konzeptlösung und Designkonzept)*
- *systematische Erfassung und Darstellung der konstruktiven und bautechnischen Schnittstellen bei Wand, Dach, Fenster, Anschluss an bestehende Gebäude.*
- *Entwicklungszusammenarbeit mit den Industriepartnern, Integration Know-how*
- *Erstellen eines "Übergabedokumentes" an die Bauwirtschaft*

## 3. Resultate

Vorfabrikation wird oft mit Total-Vorfabrikation in Verbindung gebracht. Total-Vorfabrikation im Sinne, ganzflächigen Anbringens von Grosselementen an bestehende Gebäude ist schon teilweise mit Erfolg durchgeführt worden. In solchen Fällen bestimmen Randbedingungen an der Fassade als auch die Logistik die Elementgrößen. Das Vorgehen mit Grosselementen ist und bleibt eine mögliche Variante, bestehende Mehrfamilienhäuser zu sanieren resp. zu erneuern. Die komplexe Aufgabenstellung, ein älteres Mehrfamilienhaus so auf den Stand zwischen Minergie und Minergie-P zu bringen bedingt allerdings, dass der Planer über bereits sehr viel Wissen und Erfahrung auf diesem Gebiet verfügt und ein entsprechend eingespieltes Unternehmerumfeld um sich hat.

Mit Fokus auf den sehr grossen zu erneuernden Gebäudepark von Mehrfamilienhäusern kann eine weitere, andere Herangehensweise von Vorteil sein, die als Option zur Bauweise mit Grosselementen auch zu einer anwendbaren Methode wird. In einer zweiten Phase des Forschungsprojektes hat sich ein Konzept herausgebildet, das mit dem sogenannten "*Ort der Verdichtung von Details*" operiert und die Prozesse bei Planung und Realisierung unterstützt. Zudem entstehen sich wiederholende Prozesse und die Problematik der Masstoleranzen wird deutlich entschärft.

### "Ort der Verdichtung von Details"

Ein komplett anderer Ansatz betreffend Vorgehen ergibt sich aus der Beobachtung der Größen benötigter Zeitmengen bei Diskussionen, wenn es um Detaillösungen in der Fassade geht. Auffallend ist, dass signifikant weniger über die opaken Wandbereiche diskutiert wird. Berechnungen, Befestigungen, Materialentscheidungen und weitere Größen scheinen klarer zu sein, so dass sie deutlich weniger Gesprächszeit beanspruchen. Dies hat wahrscheinlich auch mit den zahlreichen, bereits etablierten Systemen für opake Fassadenteile zu tun, die bereits auf dem Markt sind. Schliesst man nun daraus, dass dort weniger Diskussionsaufwand betrieben wird, weil es einfacher ist, dann sind die opaken Teile auch nicht das Kernproblem bei Erneuerungen.

Die Diskussionen drehen sich deutlich mehr um Details betreffend Fenster, Leibungen, Anschlüsse, Befestigungen, Lüftungsleitungen, Durchdringungen, Storen, Positionen von Bauteilen und dergleichen, die rein örtlich betrachtet, zufälligerweise alle um das Fenster herum sind. Nun soll hier aufgrund dieser Betrachtung ein Konzept entstehen, dass die Prozesse der Planung und Ausführung unterstützt und auch für die Detailkonstruktion eine Ausgangsbasis schafft, von der aus mit dem Fachwissen der beteiligten Akteure die ortsspezifischen Details vervollständigt werden können.

Das Konzept "Ort der Verdichtung von Details" kann grafisch wie folgt sichtbar gemacht werden:






	<p><b>"Ort der Verdichtung von Details"</b>          Die meisten Punkte der Diskussionen sind "in der Nähe des Fensters". Das legt nahe, möglichst alle wichtigen Details an einem definierten Ort zusammen zu nehmen, und systematisch zu lösen. Der eingefärbte Bereich ist diejenige Stelle an der alten Fassade, die mit einem neuen, im Werk vorgefertigten Element bestückt wird, so dass die meisten Probleme systematisch gelöst sind. Das ist das Basismodul F4.1. von dem vieles ausgehen wird.</p>
	<p><b>Abdeckung ganzer Fensterspalte</b>          Das gleiche Basismodul deckt im Prinzip die ganze Spalte der alten Öffnungen ab.</p>
	<p><b>Abdeckung möglichst vieler Öffnungen</b>          Idealerweise können an einer Fassade alle alten Öffnungen mit dem ähnlichen Basismodul abgedeckt werden. Damit sind viele problematische Bereiche in der Fassade abgedeckt.</p>
	<p><b>Opake Bereiche</b>          Die verbleibenden opaken Bereiche werden mit etablierten Fassadensystemen (gelb) wie herkömmlich vervollständigt. Denkbar sind auch vorgefertigte Elemente. Vom Konzept her ist dies optional, und lässt die Möglichkeit offen, situativ zu reagieren.</p> <p>Die opaken Teile sind die Module          F1: verputzte Fassaden          F2: hinterlüftete Fassaden          F3: Fassaden mit hintenliegender Schüttdämmung</p>
	<p><b>Abschlussarbeiten</b>          Schlussarbeiten der äussersten Fassadenschicht und innere Abschlussarbeiten (Entfernung altes Fenster, Erstellung Luftdichtigkeit, Bohrungen für Durchdringung Lüftungsleitung etc.).</p>

Abbildung 3: Erläuterung "Ort der Verdichtung von Details"

## Konstruktion und Zusammenbau des F4.1 Basismoduls

Das F4.1 Basismodul lässt sich grundsätzlich mit allen Fenstermassen und verschiedener Anzahl von Luftleitungsführungen einrichten. Die grundsätzlich vertikale Führung der Lüftungsleitungen und die genau vorgegebenen Platzierungen als auch Masse einzelner Bauteile erzeugen bereits in der Planungsphase massliche Anhaltspunkte, wo Leitungen zu liegen kommen. Diese Art der Leitungsführung und auch deren Montage erfüllt nebenbei auch brandschutztechnische Anforderungen, wenn die betreffenden Minimalmasse und Materialisierungen eingehalten werden.

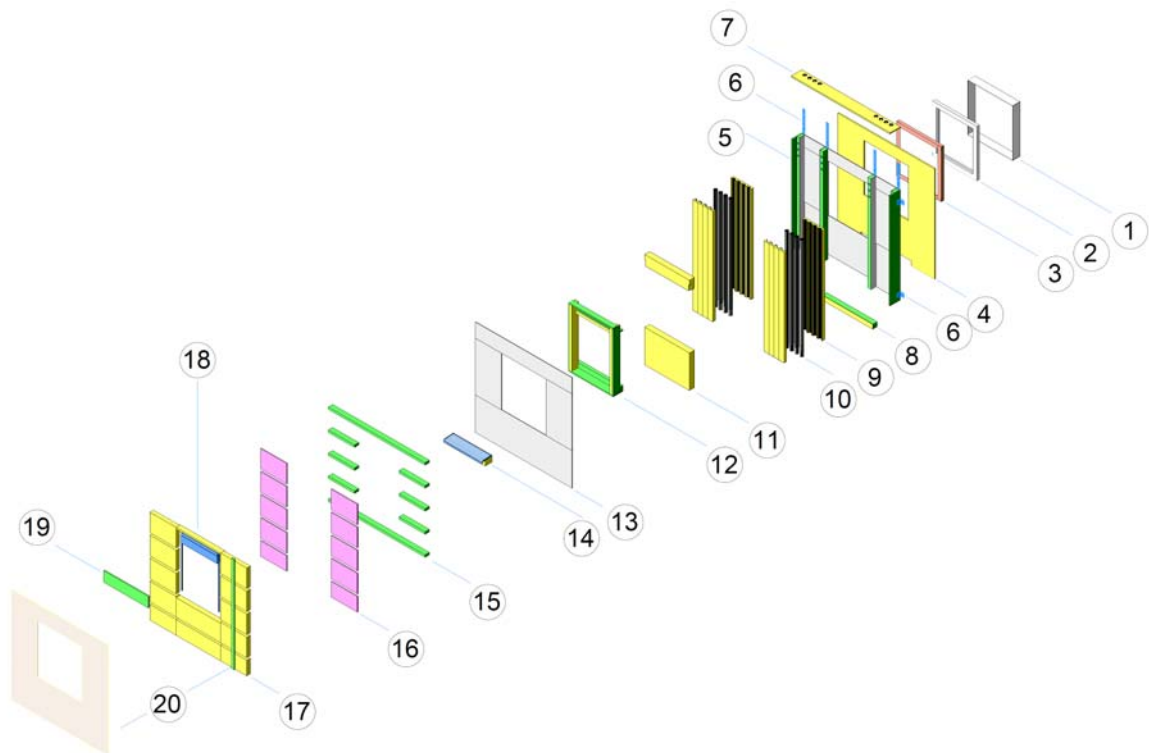


Abbildung 4: Explosionszeichnung der Einzelbauteile des Basismoduls F4.1

### Der kritische Weg: die Lüftungsleitungen

Bei Neubauten oder Sanierungen von Altbauten, ist die Platzierung der Lüftungsleitungen im Innenbereich des Gebäudes eine gängige Option. Dieses Forschungsprojekt hier untersucht nur diejenige Situation, wo die Lüftungsleitungen in der neuen Aussenwand zu liegen kommen sollen. Auch hier entstehen bezüglich Planerkoordination als auch Konstruktionsdetails Problemfelder. Sie sind mit dem Konzept des F4.1 Basismodul weitgehend vorgelöst. Die Auseinandersetzung mit einer Lüftungsleitung in einem vorgefertigten Element ist so anspruchsvoll und bestimmend, dass sie den Status eines "kritischen Weges" annimmt.

### Übernahme von Details der Fassaden in die Dächer

Im Basismodul F4.1 sind die Details des Daches bereits angedacht. Mit dem Verstehen des Konzeptes und deren Optionen sind Details in den Dächern vorgegeben. Die Idee dahinter ist, dass die Notwendigkeit von unnötigen Einzelerfindungen weitgehend vermieden werden soll, so dass man immer mit dem möglichst gleichen Detailkoffer durch die ganze umschliessende Gebäudehülle kommen kann. Natürlich sind Fassaden und Dächer konstruktiv nicht gleich, aber auch bei Dächern ist z.B. eine der Schwierigkeiten diejenige des kritischen Weges der Lüftungsleitung. Auch hier unterstützt ein "Schichtendenken", dass kein unstrukturiertes "Spazierenfahren" von Lüftungsleitungen zu unnötigen

als auch unlösbaren Durchdringungen und auch zu unübersichtlichen statischen als auch wärmebrückentechnischen Problemen führt.

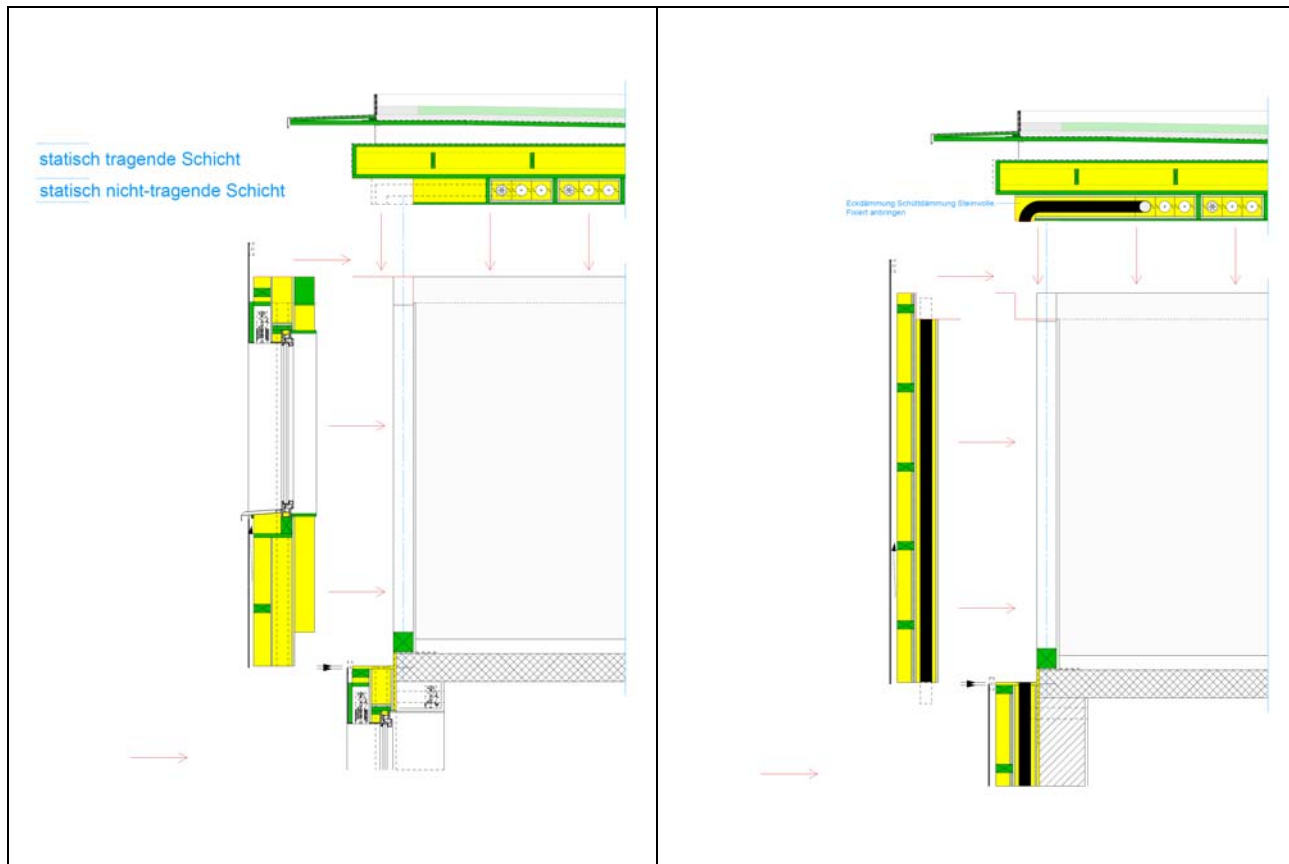


Abbildung 5: Schnitte Zusammenbau Fassade- und Flachdachelement bei Aufstockung in Leichtbauweise, Bereich Fenster und Bereich Lüftungsleitungen

#### 4. Ausblick

Untersuchungen haben ergeben, dass in der deutschen Schweiz bei rund 106'000 Mehrfamilienhäusern das F4.1 Basismodul mit geringen Angleichungen auf rund 1.3 Millionen. Öffnungen anwendbar ist (Schwehr 2010). Mit dem Schlussbericht dieser Forschungsarbeit steht für alle Akteure des Bauwesens ein rund 130 Seiten umfassendes Dokument zur Verfügung, wo die während der Forschungsphase gemachten Erfahrungsprozesse und Informationen enthalten sind, die nutzbare Muster für die Bauwirtschaft bei Planung und Ausführung geben können. Es handelt sich dabei nicht um eine Kochbuchanleitung, die jede nur erdenkliche Detailproblemlösung bereitstellt, sondern um ein Konzept, das als Hilfsinstrument im Sinne eines Waldschneisenschlages zu sehen ist, wenn man vor der komplexen Aufgabe steht, ein älteres Mehrfamilienhaus zu erneuern und es betreffend Aussenhülle wieder dem neuesten Stand entsprechen soll. Das in der heutigen Baupraxis etablierte Zusammenwirken der Akteure wie Bauherr, Architekt, Planer und Unternehmer wird nicht verändert, auch nicht deren Verantwortlichkeiten. Im Gegenteil, es soll die Zusammenarbeit fördern, indem bei Planung und Ausführung eine Ausgangslage entsteht, auf deren Basis die Planung leichter in Gang kommen soll. Damit in Planung, Bewilligungsverfahren und Ausführung auch betreffend Brandschutz eine effiziente Abhandlung zustande kommt, wird beim Verein kantonaler Feuerversicherungen (VKF) ein Anerkennungsverfahren eingeleitet mit dem Ziel eines Stand der Technik Papiers. Ein Ausführungsstandard dient als Basis und allgemeine Grundlage für Ausführende und Behörden und so auch eine gewisse Sicherheit in der Handhabung bei Planung und Bewilligung.

## **5. Literatur/Referenzen**

- [1] Fischer, Robert; Schwehr, Peter: Building Typology and Morphology. Of Swiss Multi-Family Homes 1919-1990, Hochschule Luzern - Technik und Architektur; 2010