

Strategieentwicklung für eine
industrielle Serienfertigung
ökologischer Passivhäuser aus
nachwachsenden Rohstoffen

R. Wimmer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

24/2009

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Währingerstraße 121/3, 1180 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Strategieentwicklung für eine industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen

Robert Wimmer, Rudolf Bintinger
Gruppe Angepasste Technologie

Georg Scheicher
Architekten Scheicher

Johann Plößnig
Mölltaler Ökohaus

Anton Paarhammer
Mondsee Haus

Heimo De Monte
KLH

Wien, März 2009

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie in der Schriftenreihe publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse <http://www.HAUSderZukunft.at> Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	8
Summary	9
1 Projektabriss.....	10
2 Einleitung.....	13
3 Ziele des Projektes	16
4 Verwendete Methoden und Daten.....	17
5 Grundlagen und Analysen.....	18
5.1 Struktur des Bauwesens in Österreich	18
5.2 Fertigteilproduktion und Nachhaltigkeit	21
5.2.1 Ressourcenproduktivität	22
5.2.2 Nutzungsdauer, End-of-Life-Strategien und daraus resultierende Anforderungen 24	
5.2.3 Abfallvermeidung und Wiederverwendung nach der Nutzung	25
5.2.4 Zusammenfassung der Anforderungen an Planung und Produktion.....	27
5.2.5 Einsatz nachwachsender Rohstoffe	28
5.2.6 Zusammenfassung	32
5.3 Zielgruppenbetrachtung und Kundenanforderungen.....	33
5.3.1 Zielgruppenanalyse	34
5.3.2 Konsumtrends	36
5.3.3 Trend Fertigteilhaus.....	37
5.3.4 Schlussfolgerungen	39
5.4 Konkrete Beispiele vorgefertigter Systeme	40
5.4.1 Sekisui House (Stahl- und Holzskelettkonstruktionen)	41
5.4.2 Sekisui Chemical, Housing Company (Zellenbauweise)	41
5.4.3 KLH-Module, Modulfabrik (Modulbauweise).....	42
5.4.4 ELK (Fertigteilhäuser).....	43
5.4.5 WalzerBauSysteme, Redbloc (vorgefertigte Ziegelstein-Wandelemente).....	44

5.4.6	Dennert Massivhaus GmbH (Betonfertigelemente: Module und Wandsegmente)	44
5.4.7	Nomad Home (Flexibilisierung – Wechsel des Wohnortes)	46
5.4.8	Enviro Pod (Globalisierung, Environmental Villages aus Raumzellen)	46
5.4.9	Lukas Lang (Bausatz)	47
5.4.10	Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen	48
5.5.	Auswertung von Produktionsstrukturen	51
5.5.1.	Großindustrielle Produktion und „After-Sales“-Services	52
5.5.2	Netzwerk von Produzenten unter gemeinsamer Dachmarke (am Beispiel OM Solar)	56
5.5.3	Teilweise Vorfertigung standardisierter Elemente, dezentrale Produktion (am Beispiel ModCell – Flying Factories)	58
5.5.4	Neue Vertriebsformen für Fertigteilgebäude	59
5.5.5	Relevante Beispiele von Produktionsstrukturen aus anderen Industriebranchen	60
5.5.6	Zusammenfassung und abgeleitete Prinzipien	67
6	Strategien	70
6.1	Gebäudehülle	70
6.1.1	Prinzip und Traggerüst des Gebäudes	70
6.1.2	Design und technischer Aufbau	72
6.1.3	Designkategorien	72
6.1.4	Technischer Aufbau	75
6.1.5	Errichtung	76
6.1.6	Bauteilverbindungen	78
6.1.7	Konfiguration und kundenindividuelle Anpassung	81
6.2	Einbauten und Anschlüsse	83
6.2.1	Elektroinstallationen und Leitungsführung	84
6.2.2	Sanitärinstallationen und wasserführende Leitungen	89
6.2.3	Kontrollierte Wohnraumlüftung und Heizsystem	91
6.2.4	Integration der Einbauten und Gewerke	91
6.2.5	Übergabepunkte zwischen Wänden und Decken	94

6.3	Planungs- und Produktionsorganisation.....	95
6.3.1	Systemelemente der virtuellen Fabrik	98
6.3.2	Serviceleistungen für die KundInnen.....	102
7	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	105
7.1	Die sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung	105
7.2	Handlungsfelder	108
7.3	Umsetzung und Ausblick.....	112
8	Verzeichnisse.....	117
8.1	Literatur	117
8.2	Tabellen.....	122
8.3	Abbildungen.....	123
	Methodik.....	127
	Fragebogen.....	129

Kurzfassung

Ausgangssituation

Vorrangige Motivation für das vorliegende Projekt war es, Anregungen und Konzepte für den Bereich des ökologischen Fertighausbaus zu erarbeiten, um die kleinstrukturierte österreichische Bauwirtschaft für den internationalen Wettbewerb zu stärken.

Für eine erfolgreiche Verbreitung von Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen müssen diese von den KundInnen auch angenommen werden und preislich konkurrenzfähig sein. Dafür war die Entwicklung einer Strategie notwendig, mit der in der Gebäudeherstellung sowohl kundenindividuelle Wünsche erfüllt werden können als auch wirtschaftlich produziert werden kann.

Methodische Vorgehensweise

Als Basis für die Studie dienten unter anderen mehrere Grundlagenstudien aus der Programmlinie Haus der Zukunft und die daraus gewonnenen theoretischen und technischen Grundlagen sowie Vorarbeiten des Antragstellers und dessen Kontakte mit Weltmarktführern im Fertigteilhausbau. Nationale und internationale Produktionsbeispiele wurden auf ihr Potential für die industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser hin analysiert und an die Zielsetzungen der Strategieentwicklung adaptiert.

Inhalte und Zielsetzungen

Die Erarbeitung einer ökologisch und ökonomisch effizienten und nachhaltigen Strategie zur industriellen Serienfertigung von ökologischen Passivhäusern basiert auf den Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung. Sowohl technische als auch organisatorische Lösungen werden im vorliegenden Bericht dargestellt. Aufbauend auf einer Analyse bestehender Technologien werden Verarbeitungsmöglichkeiten für nachwachsende Rohstoffe und Konstruktionslösungen für eine modulare und flexible Bauweise mit Hilfe von standardisierten vorgefertigten Bauteilen vorgeschlagen.

Bestehende Ansätze zu einer arbeitsteiligen Produktionsweise, bei der Klein- und Mittelbetriebe dezentral arbeiten und sich gleichzeitig in übergreifenden Netzwerken organisieren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, werden hier im Modell einer „virtuellen Fabrik“ aufgenommen.

Ergebnisse

Eine wirtschaftliche und nachhaltige Produktion ökologischer Passivhäuser kann durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und durch industrielle Serienproduktion erreicht werden, wobei bestehende Klein- und Mittelunternehmen mit ihren jeweiligen Kernkompetenzen in einer „virtuellen Fabrik“ koordiniert werden. Durch die Anwendung flexibler, kundenorientierter und technologisch innovativer Produktionsweisen ergibt sich eine verstärkte sowie langfristige Wertschöpfung am österreichischen und internationalen Markt.

Summary

Motivation

The main aim of this project was to develop suggestions and concepts for the construction of prefabricated houses to strengthen the Austrian building industry in order to become more competitive on the international market.

For a successful dissemination of passive houses made of renewable resources, the acceptance of the consumer and a competitive price are important. In order to reach that goal, the production of houses should not only be customised, but also cost-efficient.

Methodology

The study is based on several other “Haus der Zukunft” studies and their theoretical and technical results as well as on preliminary studies carried out by the beneficiary and contacts to the world leader in the production of prefabricated houses.

Contents

The developed strategy for the industrialised series production of ecological passive houses is based on the principles of the development of sustainable technologies. Technical as well as organizational solutions are part of this strategy. Existing technologies are analysed, and it is shown how renewable raw materials can be processed and how standardised prefabricated components can be used to build modular and flexible houses.

For the efficient organisation of production, the concept of a “virtual factory” is proposed. In this “factory”, small and medium-sized enterprises are working in a decentralised mode, but at the same time cooperate in networks and are centrally managed in order to increase their competitiveness.

Results

The use of renewable resources and industrialised series production makes for a competitive and sustainable production of ecological passive houses. The small and medium-sized enterprises of the Austrian building sector are being encouraged through the organization model of the “virtual factory” and it can be gained a continuous added value for the Austrian and international market by the application of flexible, customised and innovative modes of production.

1 Projektabriss

Ausgangssituation/Motivation

Vorrangige Motivation für das vorliegende Projekt war es, Konzepte für den Bereich des ökologischen Fertighausbaus zu erarbeiten, um die kleinstrukturierte österreichische Bauwirtschaft für den internationalen Wettbewerb zu stärken, damit diese für die zukünftigen Auswirkungen der Globalisierung in Form von erhöhtem Preisdruck gewappnet ist. Dafür bedarf es einer Strategie, die dem Auftraggeber und den Stakeholdern als Grundlage für Weiterentwicklungen dient.

Mit dieser Strategie sollen in der Gebäudeherstellung kundenindividuelle Wünsche erfüllt werden und zugleich wirtschaftlich produziert werden. Die verbesserte Wirtschaftlichkeit soll durch eine industrielle Serienproduktion realisiert werden. Durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ergibt sich eine verstärkte sowie langfristige Wertschöpfung am österreichischen Markt.

Methodische Vorgehensweise

Als Basis für die Studie dienten unter anderem mehrere Grundlagenstudien aus der Programmlinie Haus der Zukunft und die daraus gewonnenen theoretischen und technischen Grundlagen sowie Vorarbeiten des Antragstellers und dessen Kontakte mit Weltmarktführern im Fertigteilhausbau.

Zusätzlich wurde eine Auswahl an Produktionsstrukturen in der Baubranche und in anderen erfolgreichen Industrien untersucht und Elemente, die für eine Strategieentwicklung interessant sind, aufgezeigt. Zielgruppen, zukünftige Trends und nachhaltige Aspekte hinsichtlich Materialwahl (vor allem nachwachsende Rohstoffe) und Abfallvermeidung wurden analysiert. Um die Kosten gering zu halten und gleichzeitig den hohen Ansprüchen der Passivhaustechnologie (vor allem an die Luftdichtheit) nachzukommen, wurde recherchiert, inwiefern vorgefertigte Bauteile und Bausysteme bereits verfügbar sind.

Entsprechend den Nutzeranforderungen wurden für die Entwicklung einer Bauweise drei Einfamilienhaus-Grundtypen als Basis für eine individuelle Gestaltung konzipiert. Der flexible Aufbau dieser Typen ermöglicht eine hohe gestalterische Freiheit und eine Vielzahl an Formen und Oberflächenstrukturen.

Die Strategieentwicklung erfolgte durch Einbindung der Stakeholder. Darauf aufbauend wurden Schlussfolgerungen und Empfehlungen für Stakeholder und Auftraggeber ausgearbeitet.

Inhalte und Zielsetzungen

Für die Entwicklung einer Strategie zur industriellen Serienfertigung von ökologischen Passivhäusern wurden Konzepte für technische und ästhetische Lösungen (Gebäudehülle und Einbauten) für Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen analysiert und weiterentwickelt. Dabei wurden Lösungswege aufgezeigt, wie ein modularer Aufbau eine größtmögliche Gestaltungsfreiheit bieten kann.

Zunächst wurden relevante Grundlagen wie Produktionsstrukturen, Kundengruppen und Beispiele aus dem Fertigteilhausbau analysiert, danach wurden Anforderungen für die industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser definiert und daraus konkrete Strategien und technische Detaillösungen abgeleitet, insbesondere zu den Bereichen Gebäudehülle und Einbauten sowie Produktionsorganisation. Für die Umsetzung der entwickelten Strategie in einer „virtuellen Fabrik“ werden schließlich Empfehlungen und Möglichkeiten der Weiterentwicklung aufgezeigt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Das Ergebnis des Projekts ist eine Strategie, die angepasst an die kleinstrukturierte österreichische Bauwirtschaft Umsetzungsvorschläge für eine industrielle Serienfertigung von Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen enthält. Dabei werden zunächst technische Lösungen (Gebäudehülle und Einbauten) dargestellt. Für die Planung der Gebäudehülle spielen sowohl konstruktive als auch ästhetische Anforderungen eine wesentliche Rolle. Die effiziente Produktion ökologisch sinnvoller Gebäude soll zugleich Raum für kundenindividuelles Design bieten. Dafür bietet sich eine Grundkonstruktion aus flexiblen Modulen und Skelett- bzw. Plattenkonstruktionen an, deren äußere Form je nach Präferenzen der BewohnerInnen unterschiedlich gestaltet werden kann. Diese Präferenzen können mit Hilfe von Konfigurationstools erhoben und basierend auf Mass-Customization-Konzepten in die industrielle Produktion eingebracht werden. Installationseinbauten können ebenfalls modular vorgefertigt werden, was Montage- und Wartungskosten einspart und Fehler beim Einbau an der Baustelle vermeidet.

Neben diesen Lösungen für technische und ästhetische Aspekte wird auch eine Strategie für die Planungs- und Produktionsorganisation vorgeschlagen. Eine nachhaltige und wirtschaftliche Möglichkeit der Gebäudeerrichtung liegt in der industriellen Serienfertigung mit ihren Vorteilen der Zeit- und Kostenersparnis sowie der Qualitätssteigerung durch Standardisierung. Um diese Produktionsweise an die kleinstrukturierte österreichische Bauindustrie zu adaptieren, ist das Organisationsmodell der „virtuellen Fabrik“ notwendig, in der Klein- und Mittelunternehmen ihre jeweiligen Kernkompetenzen beibehalten und weiterentwickeln, sich aber zusätzlich in übergreifenden Netzwerken zusammenschließen, um durch Kooperation die Effizienz und Qualität der Produktion zu steigern. Die Koordination dieser dezentralen Produktion

sowie ein gemeinsames Marketing werden von einer Konfigurationszentrale durchgeführt, die außerdem als Anlaufstelle für individuelle Kundenwünsche dient.

Für die Umsetzung und Verbreitung der hier entwickelten Ergebnisse werden Zielgruppen und Stakeholder beschrieben sowie Empfehlungen für die Auftraggeber und für weiterführende Forschung gegeben.

Ausblick

Aufbauend auf den in diesem Projekt erarbeiteten Ergebnissen sollte die virtuelle Fabrik durch Ausführen eines Demonstrationsprojekts in kleinem Umfang erprobt werden. Die technischen (modularer Aufbau) und organisatorischen (arbeitsteilige Produktion durch bereits bestehende Fachbetriebe) Konzepte, die in diesem Projekt erarbeitet wurden, können in diesem Demonstrationsprojekt zusammengeführt werden. In Zusammenarbeit mit existierenden Clustern und Netzwerken und ausgewählten AkteurlInnen können dabei Problemstellungen und Weiterentwicklungsbedarf ermittelt werden.

Die entwickelte Strategie soll auch den Projektpartnern und dem Auftraggeber als Grundlage für Weiterentwicklungen und Umsetzungsprojekte dienen.

2 Einleitung

Die österreichische Bauwirtschaft leidet vielfach an mangelnder Innovationsfähigkeit, Standardisierung und Kundenorientierung.¹ Dazu kommt, dass die Branche von einer Vielzahl kleiner Unternehmen geprägt ist, die nur in eingeschränktem Maße Zugang zu technologischen Neuerungen haben beziehungsweise nur teilweise in der Lage sind, diese auch in entsprechend hoher Qualität und zu konkurrenzfähigen Preisen in die Praxis umzusetzen. Besonders spürbar wird diese Konstellation im Segment der ökologischen „Best-Practice“-Gebäude. Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen sind hinsichtlich ihrer ökologischen Performance bislang unübertroffen. Dennoch werden derartige Lösungen derzeit erst von wenigen Unternehmen umgesetzt; das noch recht beschränkte Angebot erreicht nur eine kleine Zielgruppe. Das Potential für solche Gebäude ist jedoch weitaus höher. Sie erfüllen bereits heute eine wichtige Vorbildfunktion für die mittel- bis langfristige Transformation des Marktes hin zu energetisch hocheffizienten und ressourcenschonenden Gebäuden. Die Zielrichtung ist eine drastische Reduktion von Energie- und Ressourcenverbrauch sowie von Baurestmassen in der Baubranche. Dies und ein positiver Beitrag zum Klimaschutz sollen unter anderem durch die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe und durch die Verbindung von hochfunktionalen und ökologischen Lösungen mit höchsten Energiestandards erreicht werden.

Das hohe Potential ökologischer Passivhäuser kann insbesondere dann genutzt werden, wenn diese auch preislich konkurrenzfähig werden und ein hoher Qualitätsstandard bei der Ausführung garantiert werden kann. Konzepte zur Standardisierung und Vorfertigung können wesentlich zu dieser notwendigen Steigerung der Qualität und Wirtschaftlichkeit beitragen. Eine Chance für die österreichische Bauindustrie, in diesem Bereich international wettbewerbsfähig zu werden, liegt in der Bündelung ihrer Ressourcen und der Bildung einer arbeitsteiligen Produktion.

Als Ausgangsbasis für die Strategieentwicklung dienen zum einen Forschungsarbeiten im Zusammenhang mit der Planung und Umsetzung von Best-Practice-Beispielen wie z.B. dem Demonstrationsgebäude „S-HOUSE“.² Wertvolle Informationen für das vorliegende Projekt lieferte zum anderem die Haus-der-Zukunft-Studie „Industriell produzierte Wohnbauten“.³ Darin wurden die Schwachstellen der Bauwirtschaft und mögliche Lösungswege erörtert, um die

¹ Vgl. Geissler et al. (2005): S. 72–73.

² Wimmer et al. (2006).

³ Autoren: Geissler S., K. Leitner, G. Schuster (2005).

Rahmenbedingungen für industrielle und an Kundenwünsche angepasste Fertigung zu schaffen.

Kundenbedürfnisse und Anforderungen an das Bauen der Zukunft wurden auch in den Hausder-Zukunft-Studien „Bau.Werk.Zukunft“⁴ und „Gebaut 2020“⁵ analysiert. Darüber hinaus wurden zahlreiche weitere Arbeiten herangezogen (siehe Literaturverzeichnis) sowie direkte Kontakte zu weltweit führenden Fertigteilhausherstellern genutzt (Sekisui Heim, Toyota Homes).

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt darin, kreative Strategien zur Beantwortung der technischen und organisatorischen Fragestellungen zu entwickeln, die sich aus der seriellen Produktion ökologischer Passivhäuser ergeben. Insbesondere werden solche Ansätze vorgeschlagen, die die derzeitigen Player der österreichischen Bauindustrie, also die zahlreichen kleinen Unternehmen, nicht vom Markt verdrängen, sondern die gewachsenen Strukturen in ihrer Wettbewerbsfähigkeit stärken und es gleichzeitig ermöglichen, technologische Innovationen umzusetzen.

Einpassung in die Programmlinie

Die Verbreitung von Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen bedeutet einen Quantensprung in der Entwicklung der Bauindustrie in Richtung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise. Im Vergleich mit konventionellen Bautechnologien (mineralische und fossile Baustoffe) ermöglicht die Kombination von nachwachsenden Baustoffen mit der Passivhaustechnologie wesentliche Einsparungen an Energie und Ressourcen. Technisch ist bereits heute eine Verringerung des Energieverbrauchs um den Faktor 20 und eine Verringerung des Ressourcenverbrauchs um den Faktor 10 im Vergleich zu konventionellen Gebäuden möglich (siehe Demonstrationsgebäude S-HOUSE⁶). Zusätzlich ist die Kreislauffähigkeit von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen ein wichtiges Argument, da diese im Vergleich zu mineralischen und fossilen Ressourcen CO₂-neutral sind und damit einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Außerdem ist im Sinne einer vorsorgenden Planung die Entsorgungsproblematik von Baurestmassen zu berücksichtigen. Auch in diesem Bereich weisen biogene Baustoffe essentielle Vorteile gegenüber mineralischen und fossilen Materialien auf, die sowohl ökologischere als auch ökonomischere Lösungen ermöglichen.

Kurzbeschreibung des Aufbaus des Endberichts

Im folgenden Kapitel 4 werden zunächst die Ziele des Projekts formuliert, darauf folgt in Kapitel 5 eine Darstellung der verwendeten Methoden und Daten. Kapitel 6 enthält Grundlagen

⁴ Autoren: Korab, R.; Posch, J.; Fasan, I.; Belazzi, T.; Vondrus, C.; Steyskal, F.

⁵ Autoren: Walch, K.; Lechner, R.; Tappeiner, G.; Suttner, P.; Schrattenecker, I.; Oswald, P.; Kobelmüller, M.; Stafler, G. (2001).

⁶ Wimmer et al. (2006).

und Analysen; dabei werden österreichische und internationale Produktionsstrukturen beschrieben, Möglichkeiten und Beispiele der nachhaltigen Fertigteilproduktion dargestellt und Zielgruppen bzw. Kundentypen herausgearbeitet. Darauf aufbauend folgt in Kapitel 7 die Darstellung der entwickelten Strategie mit technischen Lösungen für Gebäudehülle und Einbauten sowie organisatorischen Lösungen für die Planungs- und Produktionsorganisation.

In Kapitel 8 sind Schlussfolgerungen des Projekts, Detailangaben in Bezug auf die Ziele der Programmlinie und Empfehlungen für die Umsetzung und weitere Forschungsarbeiten zu finden.

Im Anschluss folgen Literatur-, Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse sowie der Anhang mit der deutschen Kurzfassung, einer Darstellung der im Rahmen des Projekts durchgeführten Veranstaltungen, Interviews etc. sowie mit einem Fragebogen zur Serienfertigung von Strohbauten.

3 Ziele des Projektes

Das Hauptziel des in diesem Projekt erstellten Konzepts ist es, die Vorteile der industriellen Fertigung für die Errichtung von Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen nutzbar zu machen. Die erarbeiteten Strategien sollen dazu beitragen, die Qualität der Produkte, die Kundenzufriedenheit und die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Bauunternehmen zu verbessern. Die Möglichkeiten neuer Kooperationsmodelle und Zusammenschlüsse von Klein- und Mittelbetrieben in Form einer sogenannten virtuellen Fabrik sollten genauer analysiert werden, unter Berücksichtigung erfolgreicher industrieller Produktionsstrukturen aus unterschiedlichen Branchen, die in modifizierter Form auch auf die Bauwirtschaft umgelegt werden können. Mit den ausgearbeiteten Konzepten für technische und ästhetische Lösungen wurde das Ziel verfolgt, eine möglichst große Zahl an potentiellen NutzerInnen zu erreichen, um in der Folge Umsetzungsprojekte mit einer hohen Verbreitungswirkung und hoher Marktdiffusion zu ermöglichen. In technischer Hinsicht sollten Lösungen ermittelt werden, die zu einer effektiveren Fertigung führen können und die Kostenersparnisse für AnbieterInnen und KundInnen erzielen. Des Weiteren wurden Designkonzepte entworfen, die standardisierte Komponenten beinhalten, aber gleichzeitig große Gestaltungsfreiheit erlauben.

Insbesondere wurden die folgenden Ziele im Projekt realisiert:

Produktionsstrukturen

- Analyse und Vergleich der Produktionsstrukturen innerhalb der Baubranche (horizontal) bzw. mit anderen erfolgreichen Industrien (vertikal)

Gebäudehülle & Einbauten

- Erstellung eines Konzepts für die Gestaltung technischer und ästhetischer Lösungen und modularer Aufbauten
- Ermittlung von Synergien der Fertigteilproduktion und nachhaltiger Bauweise durch erhöhten Vorfertigungsgrad (Haustechnik, Kabelführung)

Produktionsorganisation

- Konzept für eine industrielle Produktion, adaptiert an die Strukturen der heimischen Bauwirtschaft, unter Berücksichtigung ökologischer Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen
- Erstellen von Anforderungsprofilen und Präzisieren der Zielgruppen und Stakeholder

Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Umsetzung

4 Verwendete Methoden und Daten

Durch Literatur- und Internetrecherchen sowie in Expertengesprächen wurden die aktuellsten Entwicklungen im Bereich industrieller Serienfertigung erhoben und analysiert. Darauf aufbauend wurde die strategische Stoßrichtung hinsichtlich Gestaltung und Marktanforderungen durch eine Serie von Workshops mit den Projektpartnern erarbeitet. Konferenzen und Tagungen (z.B.: Chance Hochbau, SCORE!, Sustainable Building Conference 2008) dienten dabei der internationalen Abstimmung. Eine Übersicht über die wichtigsten Meetings, Workshops und Veranstaltungen befindet sich im Anhang.

Fundierte Kenntnisse über die industrielle Herstellung von Gebäuden in Japan konnten durch Fabrikbesuche und Diskussionen vor Ort bei Firmen wie Sekisui Chemical, Sekisui House oder OM-Solar gewonnen werden. Die Anforderungen an industriell produzierte Gebäude aus nachwachsenden Rohstoffen aus der Sicht potentieller Bauträger wurden im Rahmen eines Workshops erhoben und mit Hilfe von Fragebögen dokumentiert. Die befragte Gruppe bestand aus ArchitektInnen, PlanerInnen und Bauträger aus dem Raum Österreich, Deutschland und der Schweiz. Bei allen befragten TeilnehmerInnen bestand ein hohes Interesse am Thema ökologisches Bauen und ein entsprechendes fachliches Wissen. Der Fragebogen befindet sich im Anhang.

Bei der Auswertung relevanter Produktionsstrukturen und beispielhafter Kooperationsmodelle aus unterschiedlichen Industriebranchen kamen sogenannte System-Maps zur Anwendung.⁷ Dabei handelt es sich um ein Visualisierungstool zur Veranschaulichung von Abläufen und zur Darstellung von Beziehungen zwischen den einzelnen Akteuren. Material-, Informations- und gegebenenfalls Finanzflüsse lassen sich in derartigen Diagrammen abbilden. System-Maps eignen sich auch besonders gut zur raschen Vermittlung von Zusammenhängen innerhalb einer Branche oder eines Unternehmens.

⁷ Vgl. die entsprechenden Abbildungen in Kap. 7.3.1.

5 Grundlagen und Analysen

In diesem Kapitel werden die wesentlichsten Grundlagen zu den Themen Struktur des Bauwesens in Österreich, Fertigteilproduktion und nachhaltige Bauweise sowie Zielgruppenbetrachtung und Kundenanforderungen dargestellt. Ausgehend vom Ist-Zustand wurden notwendige Anforderungen herausgearbeitet und zielgerichtete Auswertungen vorgenommen, die für die weitere Strategieentwicklung verwendet wurden.

5.1 Struktur des Bauwesens in Österreich

Die Anzahl der in der Statistik Austria erfassten Unternehmen, die im Bauwesen tätig sind, beträgt im Jahresdurchschnitt 24.162. Diese beschäftigen 251.914 Personen (siehe Tabelle 1). Das Bauwesen stellt damit nach der Sachgütererzeugung (in der auch die Baustoffproduktion inkludiert ist) den zweitgrößten Arbeitgeber in der Kategorie Produktion dar.

Leistungs- und Strukturstatistik Produktion einschließlich Bauwesen, 2004, Übersicht	Anzahl Unternehmen	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt	Umsatzerlöse in 1.000 Euro
Bergbau und Gewinnung von Steinen u. Erden	352	6.204	1.598.249
Sachgütererzeugung	28.609	621.087	124.163.755
Energie und Wasserversorgung	1.037	31.500	16.855.895
Bauwesen	24.162	251.914	27.822.352
INSGESAMT	54.160	910.705	170.440.251

Tabelle 1: Leistungs- und Strukturstatistik Produktion einschließlich Bauwesen, 2004. Daten: Statistik Austria (2006-1).

Die Kategorie Bauwesen wiederum gliedert sich in fünf Unterkategorien, die in Tabelle 2 angeführt sind. Die meisten Beschäftigten sind im Ausbau- und Bauhilfsnebengewerbe tätig, gefolgt von den Sparten Bauinstallationen und Hoch- und Tiefbauwesen.

Produktion Bauwesen, 2004	Anzahl Unternehmen	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt	Umsatzerlöse in 1.000 Euro
Vorbereitende Baustellenarbeiten	1.549	7.814	865.286
Hoch- und Tiefbau	6.993	122.516	16.266.043
Bauinstallationen	7.283	72.065	7.125.181
Ausbau- und Bauhilfsnebengewerbe	8.288	49.078	3.514.760
Vermietung von Baumaschinen mit Bedienungspersonal	49	441	51.082
INSGESAMT	24.162	251.914	27.822.352

Tabelle 2: Produktion Bauwesen, 2004. Daten: Statistik Austria (2006-1).

Besonders auffällig ist der hohe Anteil der Klein- und Kleinstbetriebe. 77 % der Unternehmen im Bauwesen beschäftigen einen bis neun MitarbeiterInnen und nur ca. 0,3 % mehr als 250 MitarbeiterInnen. Die Kleinbetriebe sind zusammengenommen der größte Arbeitgeber in der Branche. Die durchschnittliche Anzahl der Beschäftigten pro Betrieb liegt bei zehn Personen.

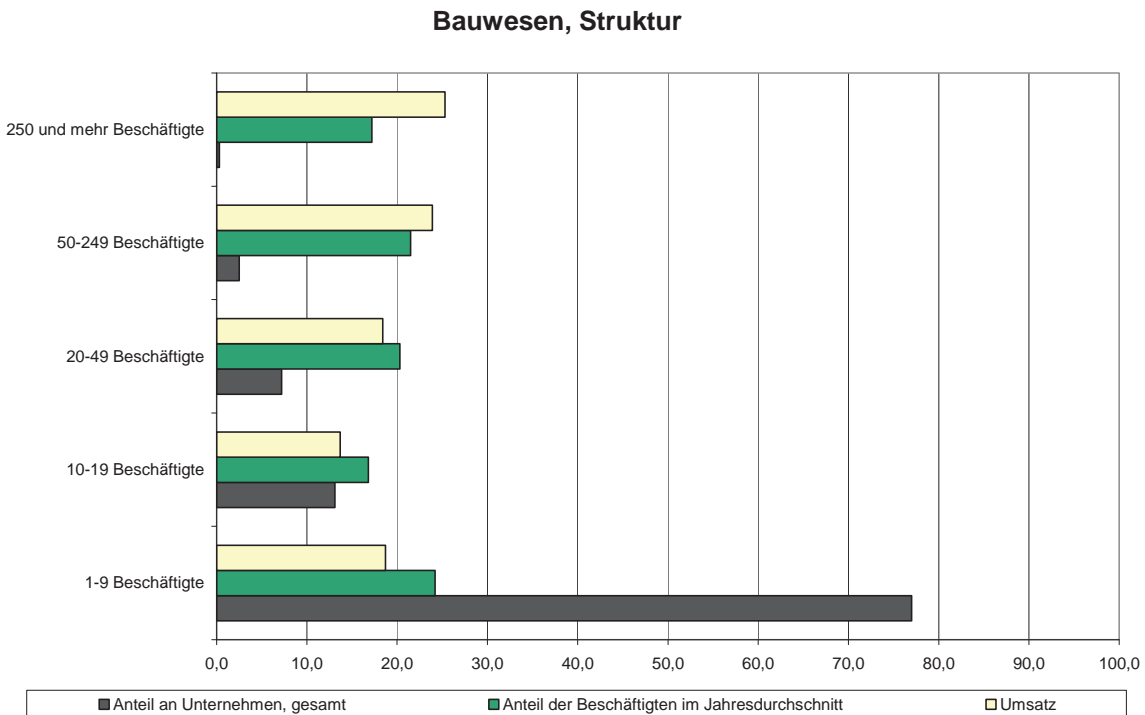


Abbildung 1: Bauwesen Struktur, Eigendarstellung. Daten: Statistik Austria (2006-1).

Bei einer näheren Betrachtung der durchschnittlich Beschäftigten pro Unternehmen verzeichnen vor allem Straßenbau und Eisenbahnoberbau wie auch Dach-, Brücken und Tunnelbau über eine hohe Anzahl an ArbeitnehmerInnen, dort werden auch die höchsten Produktionswerte pro Beschäftigten erzielt. Alle anderen Sparten, vor allem jene, die im Bereich der Gebäudeerrichtung und Ausstattung tätig sind, liegen im Durchschnitt unter 16 Beschäftigten pro Unternehmen.

	Beschäftigte pro Unternehmen (Durchschnitt)	Produktionswert pro Beschäftigten in 1.000 €	Anzahl Unternehmen
Vorbereitende Baustellenarbeiten	5	110	1.549
Abbruch-, Spreng- und Erdbewegungen	5	110	1.522
Test-, und Suchbohrungen	6	91	27
Hoch- und Tiefbau	18	129	6.993
Dach-, Brücken- und Tunnelbau u. Ä.	23	132	3.159
Zimmerei, Dachdeckerei, Bauspenglerei	9	85	2.759
Straßenbau und Eisenbahnoberbau	80	172	242
Wasserbau	3	84	134

Spezialbau und sonstiger Tiefbau	10	138	699
Bauinstallationen	10	97	7.283
Elektroinstallation	10	92	3.553
Wärme-, Kälte, Schall- und Branddämmung	10	88	268
Gas-, Wasser-, Heizungs- und Lüftungsinstallation	10	101	3.298
Sonstige Bauinstallationen	16	106	164
Ausbau- und Bauhilfsnebengewerbe	6	69	8.288
Stuckaturgewebe, Gipserei	7	81	726
Bautischlerei und Bauschlosserei	4	78	1.619
Fußboden-, Fliesen- und Plattenlegerei	6	76	2.533
Malerei und Anstreicherei, Glaserei	7	56	2.975
Sonstiges Ausbau- und Bauhilfsnebengewerbe	7	93	435
Vermietung von Baumaschinen mit Bedienungspersonal	9	115	49
Vermietung von Baumaschinen mit Bedienungspersonal	9	115	49

Tabelle 3: Beschäftigte pro Unternehmen. Daten: Statistik Austria (2006-1).

Die Daten belegen nicht nur die kleinteilige Struktur der österreichischen Bauwirtschaft, sondern auch die Bedeutung der kleinen Unternehmen für den Arbeitsmarkt. Auch das Bauwesen in der Europäischen Union ist ähnlich klein strukturiert. 2006 waren 2,9 Mio. Unternehmen in Europa (EU-27) tätig, davon 93 % KMU mit weniger als zehn Beschäftigten und insgesamt 16,4 Mio. Beschäftigten, das sind 7,2 % aller Erwerbstätigen in der EU. Damit stellt die europäische Bauwirtschaft den größten industriellen Arbeitgeber in Europa dar. Weitere 26 Mio. Arbeitsplätze hängen unmittelbar oder mittelbar von der Bauwirtschaft ab.⁸

Fast alle der in der Studie „Industriell produzierte Wohnbauten“⁹ identifizierten wirtschaftlichen Schwachpunkte der österreichischen Bauwirtschaft sind eine direkte oder indirekte Folge der dargestellten strukturellen Rahmenbedingungen.

Schwachpunkte der österreichischen Bauwirtschaft
Wirtschaftliche Rahmenbedingungen
Kleinteilige Wirtschaftsstruktur mit geringer Kooperationserfahrung in der Produktentwicklung
Extrem regionalisierte Märkte (Hemmnis für international agierende Unternehmen beim Kompetenzaufbau)
Extreme Konjunkturabhängigkeit

⁸ fiec (2007).

⁹ Geissler et al. (2005).

Niedrige Eigenkapitalquote (12 %)
Rechtliche Rahmenbedingungen
Extreme Regionalisierung der Förderinstrumentarien
Extreme Regionalisierung der technischen Bauvorschriften
Innovationssystem
Geringe Verfügbarkeit von Fördermitteln
Nur wenige bis gar keine Großbetriebe mit eigenen F&E-Kapazitäten

Tabelle 4: Schwächen-Profil der österreichischen Bauwirtschaft. Geissler et al. (2005): S. 37–39.

Darüber hinaus besteht ein eindeutiger Mangel an qualitätssichernden Mechanismen und ohne erfahrene Bauaufsicht eine unzureichende Kooperation zwischen den bauausführenden Unternehmen und Gewerken. Diese Schwäche tritt bei innovativen Bauvorhaben und neueren Technologien wie dem Passivhaus besonders deutlich zutage.

Um die Ausführungsqualität zu verbessern und eine wirtschaftliche Stabilisierung der Unternehmen zu erzielen, ist die Bildung langfristiger vertikaler Verbünde ausführender Unternehmen, sogenannter Bieterkonsortien, anzustreben.¹⁰

5.2 Fertigteilproduktion und Nachhaltigkeit

Hier werden die Chancen und Nachhaltigkeitspotentiale ausgelotet, die eine vollständige oder teilweise Vorfertigung von Gebäuden bieten kann. Die betrachteten Nachhaltigkeitsaspekte sind dabei insbesondere die Ressourcenproduktivität, die Reduktion von Baurestmassen und Abfällen sowie die Nutzungsdauer der Gebäude und der verstärkte Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen.

¹⁰ Korab et al. (2003): S. 19.

5.2.1 Ressourcenproduktivität

Die Bauindustrie verzeichnet im Branchenvergleich den höchsten Materialinput an fossilen und mineralischen Rohstoffen bei vergleichsweise geringer Bruttowertschöpfung. Dies unterstreicht die hohe Rohstoffintensität des Sektors und illustriert das enorme Verbesserungspotential.

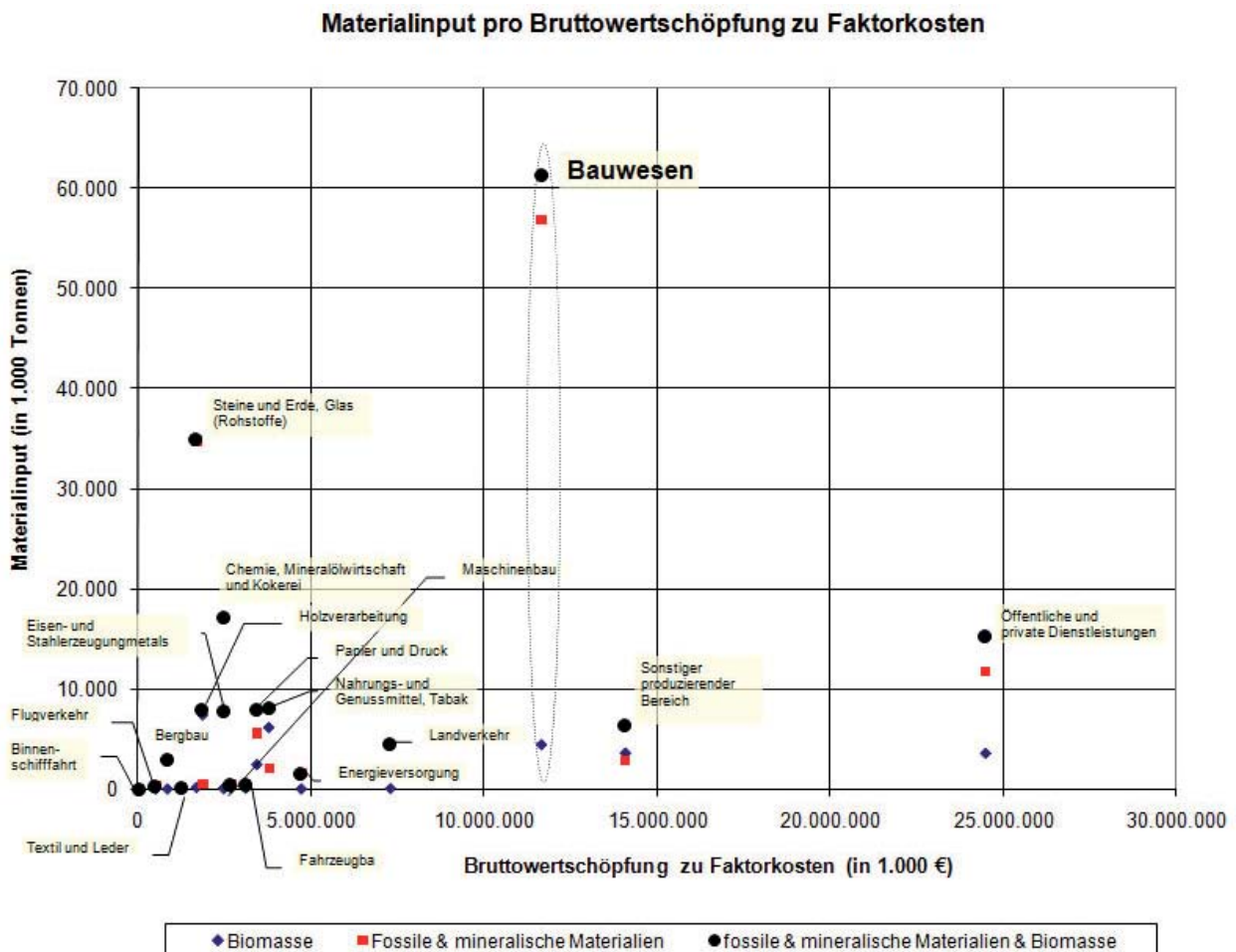


Abbildung 2: Materialinput. Daten: Statistik Austria (2006-2 und 2006-3).

Betrachtet man den Materialeinsatz der Bauwirtschaft über einen längeren Zeitraum (1995 bis 2005, siehe Abbildung 3), dann wird ersichtlich, dass der Verbrauch von mineralischen Materialien bei weitem überwiegt und im betrachteten Zeitraum zwischen 40 Mio. und 50 Mio. t schwankte. An fossilen Materialien wurden im gleichen Zeitraum zwischen 0,7 und 1,5 Mio. t verbraucht, bei eindeutig steigender Tendenz. Der Einsatz von Biomasse liegt zwischen 0,24 und 0,42 Mio. t, wobei hier die Tendenz sinkend ist.



Abbildung 3: Materialeinsatz in der Bauwirtschaft 1995–2005. Daten: Statistik Austria (2008).

Nicht nur hinsichtlich der verbrauchten Rohstoffe, sondern auch in Bezug auf die entstehenden Abfälle ist die Baubranche unter den Spitzenreitern. Das Abfallaufkommen in der Baubranche betrug im Jahr 2006 insgesamt 5,69 Mio. t, wobei sich dieses in die Kategorien Baustellenabfälle, mineralischer Bauschutt, Betonabbruch und Bau- und Abbruchholz gliedert. Die Zusammensetzung der Fraktionen ist in Tabelle 5 angeführt; Abfälle, die direkt auf den Baustellen anfallen, wie Verpackungen, Verschnitte etc., führen hier die Liste an.

Abfallbezeichnungen gemäß ÖNORM S 2100 (2005)	Zusammensetzung	Aufkommen [Mio. t]	Verwertungsquote
Baustellenabfälle	Dämmstoffe; Gipskarton; Steine; Folien; verunreinigte Verpackungen; Kunststoffrohre; Verschnitte verschiedener Bauteile usw.	2,970	9 %
Mineralischer Bauschutt	Ziegel; Beton; Keramik; Steine; Fliesen usw.	1,100	68 %
Betonabbruch	Konstruktionsteile oder Fertigteile aus Beton	1,353	76 %
Bau- und Abbruchholz		270	–
Summe		5,693	

Tabelle 5: Abfallaufkommen Bauwesen. Daten: BMLFUW 2006.

Zusätzlich fielen Asbestzement, -staub und -abfälle im Umfang von 81.800 t an. Die Abfallmenge schwankt jährlich je nach Auftragslage im Hoch- und Tiefbau. Dazu kommt noch Erdaushub im Ausmaß von rund 23,8 Mio. t.

Vor allem bei der größten Fraktion, den Baustellenabfällen, fällt eine sehr geringe Verwertungsquote auf. Nur 9 % dieser Abfälle werden einer geeigneten Verwertung zugeführt. Zumeist werden diese Abfälle als Mischfraktionen gesammelt, ein anschließendes Recycling ist dementsprechend aufwendig. In der Regel erfolgt daher eine Deponierung.¹¹ In dieser Hinsicht ist die industrielle Produktion von Gebäuden der Fertigung vor Ort auf der Baustelle bei weitem überlegen, da unter standardisierten Produktionsbedingungen Abfallvermeidung, getrennte Sammlung von Reststoffen und betriebsinternes Recycling wesentlich leichter und effizienter organisiert und durchgeführt werden können. Vor allem die japanischen Firmen verfolgen hier eine „Zero-Waste“-Politik in den Fabriken der Bauindustrie. Die folgende Abbildung zeigt ein entsprechendes Beispiel aus einem Produktionswerk in Toyohashi. Sämtliche anfallende Produktionsabfälle werden sortenrein getrennt gesammelt und entweder direkt in der Produktion weiterverwendet oder zu anderen Produkten weiterverarbeitet.



Abbildung 4: Getrennte Sammlung und Beispiel für die vollständige Wiederverwertung von Produktionsabfällen.

5.2.2 Nutzungsdauer, End-of-Life-Strategien und daraus resultierende Anforderungen

Der Ressourcenverbrauch ist jedoch nicht nur in Hinblick auf die Herstellung von Gebäuden interessant, sondern er muss vor allem auch in Bezug auf die tatsächliche Nutzungsdauer der Bauten bewertet werden.

Die durchschnittliche Nutzungsdauer von Wohn- und Gewerbebauten ohne gravierende Änderungen oder Umbauten wird immer kürzer (derzeit ca. 30 Jahre in Europa, weniger als 25 in

¹¹ BMLFUW (2006): S. 56 ff.

Japan.¹² Wesentliche Gründe für Umbauten oder den Abriss eines Gebäudes sind geänderte Nutzungsanforderungen zum Beispiel durch geänderte Lebensumstände der BewohnerInnen, aber auch geänderte technische Standards. Jeder gravierende Umbau und erst recht der Abriss eines Gebäudes verursacht eine enorme Menge an Abfällen, die nur teilweise und mit relativ hohem Aufwand wiederverwertet werden können. In den nächsten Jahren wird die Entsorgungsfrage sowohl aus ökonomischen als auch aus ökologischen Gesichtspunkten an Bedeutung gewinnen. Grundsätzlich kann also auch die Verlängerung der Nutzungsdauer die Ressourceneffizienz über den Produktlebenszyklus eines Gebäudes erhöhen.¹³ Für eine derartige Verlängerung der Nutzungsdauer muss das Gebäude jedoch „nutzungsneutral“ geplant und ausgeführt werden. Nur so können erforderliche Anpassungen und auch der Rückbau abfallminimierend durchgeführt werden.¹⁴

Es ist also von wesentlicher strategischer Bedeutung für zukünftige Gebäude, die Phase des Um- oder Rückbaus von Gebäuden bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Nur wenn es gelingt, Gebäude nicht nur energieeffizient, ressourcenschonend und benutzerfreundlich, sondern auch „rückbaufreundlich“ zu planen und zu realisieren, kann die Entsorgungsproblematik entschärft werden. In der Produktentwicklung der Sachgüterproduktion ist „Design for Disassembly“ (DfD) – also die Frage, wie ein Produkt gestaltet werden muss, damit am Ende seiner Nutzungsdauer eine möglichst vollständige Wieder- oder Weiterverwendung von Teilen oder Materialien möglich wird – bereits seit vielen Jahren Gegenstand der Forschung und Entwicklung.

5.2.3 Abfallvermeidung und Wiederverwendung nach der Nutzung

Bereits in der Planungsphase wird über mehr als 80 % des Abfallaufkommens entschieden.¹⁵ Hier wird der Grundstein für sämtliche weiteren Phasen im Lebenszyklus eines Gebäudes gelegt. Im Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006 wurden daher die folgenden Kernstrategien vorgeschlagen, um das Potential der Abfallvermeidung im Bauwesen zu nutzen und den Anteil der Abfallverwertung zu erhöhen:

- Abfallarmes Bauen
- Rationelle Gebäudenutzung

¹² Iwahara, T.; Suzuki, Y. (2005).

¹³ BMLFUW (2006): S. 58 ff.

¹⁴ Korab et al. (2003): S. 12.

¹⁵ BMLFUW (2006): S. 58.

- Selektiver Rückbau
- Sortenreine Erfassung der Bauabfälle
- Hochwertiges Recycling

Ein konkretes Beispiel für rückbaufreundliche Planung ist das S-HOUSE. Die gesamte Gebäudehülle ist aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt, sodass alle nicht weiterverwendbaren Bauteile, wie etwa die Dämmung aus unbehandeltem Weizenstroh, z. B. durch Kompostierung einfach entsorgt werden können.¹⁶ Die Elemente der modular aufgebauten Haustechnik sind einfach, vollständig und beschädigungsfrei vom Gebäude zu trennen, es verlaufen keine Kabel oder Rohre in den Wänden. Anstatt eines Estrichs wurden Natursteinplatten verwendet, die in einer mit Kalkcasein gebundenen Schüttung verlegt sind. Die Platten können bei sorgsamer Demontage zerstörungsfrei entfernt und für einen gleichwertigen Zweck wiederverwendet werden. Selbst die Punktfundamente sind so gestaltet, dass sie relativ einfach wieder rückgebaut werden können. Die Menge an Baurestmassen wird im Vergleich zu Streifen- oder Plattenfundamenten wesentlich verringert, was sich auch bei den Entsorgungskosten niederschlägt.

Auch bei dem Gebäude „R128“¹⁷ von Werner Sobek wurden Wiederverwendung und Rückbau bereits in der Planungsphase bedacht. Das modulare Gebäude besteht nahezu ausschließlich aus einer Glas-Stahl-Konstruktion mit einer Betonplatte im Erdgeschoß, wobei darauf Wert gelegt wurde, dass sämtliche Elemente miteinander verschraubt sind, sodass eine Demontage am Ende der Nutzungsdauer ermöglicht wird. Auf Innenputz und Estriche wurde weitgehend verzichtet, an den Wänden verlaufen in Blechschächten die elektrischen Installationen.

Modulare Aufbauten werden auch in anderen Beispielen eingesetzt, sie dienen aber oft in erster Linie dazu, die Errichtungszeit zu verkürzen. So werden zum Beispiel für die Fixierung von Seitenwänden bei Fertigteilkellern Schraubverbindungen eingesetzt, die grundsätzlich wieder demontierbar wären. Die Deckenplatten werden allerdings während der Montage mit den Seitenwänden vergossen, wodurch ein unlösbarer Verbund entsteht und der Vorteil der Demontierbarkeit verloren geht.

Typische Beispiele für modulare Konstruktionen sind auch die Fassadenelemente, die von der Firma Sekisui Chemicals für ihre Fertigteilhäuser eingesetzt werden (siehe auch Kapitel 6.4). Sie sind leicht demontierbar und können daher bei Beschädigungen einfach ausgetauscht werden. Die Firma geht allerdings noch wesentlich weiter und bietet mit dem „Reuse System

¹⁶ Wimmer et al. (2006): S. 60 ff.

¹⁷ Krawietz (2003): S. 3 ff.

House“ ein Wartungs- und Wiederverwendungssystem für das gesamte Gebäude an.¹⁸ Die alten, aus Modulen aufgebauten Gebäude werden dabei am Ende ihrer Nutzungszeit demonstert und zum Produktionswerk zurücktransportiert. Dort erfolgt eine Begutachtung und industrielle Instandsetzung.



Abbildung 5: Sekisui-Heim – innovative Wartungs- und Recyclingservices.

Rund 85 % des Gebäudes (bezogen auf das Gewicht) können dadurch wieder genutzt werden. Die sanierten Wohneinheiten werden um 60–70 % des Neupreises verkauft. Als technische Plattform dient eine stabile und langlebige Grundkonstruktion aus Stahlrahmen, die einzelnen Bauteile sind durch einfach trennbare Verbindungen befestigt. Abbildung 5 zeigt den logistischen Ablauf des Systems und Abbildung 6 die dabei jeweils erzielten Wiederverwertungsquoten. Ein Großteil der Materialien und Bauteile, die beim Abriss von Gebäuden üblicherweise entsorgt bzw. zerstört würden, werden hier für einen neuen Nutzungszyklus erhalten.

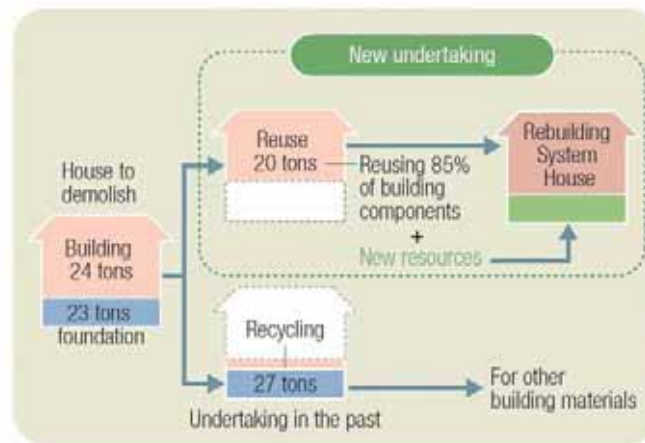


Abbildung 6: Materialfluss.

5.2.4 Zusammenfassung der Anforderungen an Planung und Produktion

Wiederverwertungskonzepte sind für das Bauwesen von hoher Relevanz. Standardisierung und Vorfertigung bieten wesentlich bessere Voraussetzungen für die Abfallvermeidung bzw.

¹⁸ Iwahara, T.; Suzuki, Y. (2005).

die Wieder- und Weiterverwendung von unvermeidlichen Reststoffen als die Bauausführung vor Ort. Lösbare Verbindungen, standardisierte Bauteile, Beschränkung der Werkstoffvielfalt und eine modulare Bauweise sind einige der wichtigsten Strategien für die industrielle Fertigung von Wohngebäuden. Dadurch wird es nicht nur möglich, das hohe Potential zur Optimierung der „End-of-Life“-Strategien zu nutzen, sondern es ergeben sich auch neue Chancen zur Verlängerung der Nutzungsdauer bestehender Gebäude durch teilweise oder totale Sanierungen, die in regelmäßigen Abständen und in standardisierter Qualität durchgeführt werden.

Folgende Anforderungen für die Planung und Fertigung lassen sich zusammenfassen:

1. Trennung der Elemente hinsichtlich ihrer Materialqualität (nachwachsende Rohstoffe, mineralische Bauprodukte, Kunststoffe etc.)
2. Beschränkung der Materialvielfalt auf ausgewählte, kompatible Materialklassen
3. Trennung der Bauteile hinsichtlich ihrer Funktionalität und Lebensdauer
4. Standardisierte Bauteile und Abmessungen über mehrere Produktgenerationen hinweg (Plattformstrategie)
5. Lösbare Verbindungstechniken, Demontagefreundlichkeit
6. Zugänglichkeit der Einbauten auch im montierten Zustand (Wartungs- und Erneuerungsmöglichkeit am fertigen Gebäude)

5.2.5 Einsatz nachwachsender Rohstoffe

Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind in den letzten Jahren verstärkt am Markt verfügbar geworden. Ihr ökologischer Vorteil liegt unter anderem in der ressourceneffizienten Herstellung. Darüber hinaus ermöglichen sie eine regionale Kreislaufwirtschaft und eine unproblematische Entsorgung. Dies gilt vor allem für unbehandelte Materialien, die am Ende ihrer Nutzungsdauer auch zur Energiegewinnung eingesetzt werden können. Es ist davon auszugehen, dass die Nutzung dieser Materialien in Zukunft zunehmen wird. Der am meisten eingesetzte nachwachsende Rohstoff Holz wird für Klein-, aber zunehmend auch für Großbauten immer populärer.¹⁹ Andere interessante Baustoffe mit besonders hohem Potential und ausgezeichneter Rohstoffverfügbarkeit sind Stroh- und Schilfprodukte für die Anwendung als Wärmedämmung.

¹⁹ Walch et al. (2001): S. 36 f.

Ein ökologischer Vergleich von Dämmstoffen basierend auf Daten des Österreichischen Instituts für Baubiologie und -ökologie (IBO) und neuer wissenschaftlicher Studien zeigt eindrucksvoll die Vorteile von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen. Die wichtigsten Faktoren hinsichtlich Herstellungsaufwand und CO₂-Emissionen, wie Primärenergieaufwand und Treibhausgaspotential, wurden dabei in die Bewertung miteinbezogen. Die dargestellten Kennwerte in den folgenden Diagrammen beziehen sich jeweils auf einen Wärmedämmwiderstand von $D = 8,75 \text{ m}^2\text{K/W}$ (dies entspricht dem notwendigen Wärmedämmwiderstand eines passivhaustauglichen Wandaufbaus). Die sich daraus ergebenden Wandstärken und spezifischen Massen pro Quadratmeter wurden vereinfacht als Basis zur Berechnung der ökologischen Kennwerte pro Quadratmeter herangezogen.²⁰

Folgende Faktoren wurden verglichen:

- Primärenergieinhalt
- Treibhauspotential
- Versäuerungspotential

Primärenergieinhalt

Der Primärenergieinhalt ist ein Maß für den erforderlichen Verbrauch an energetischen Ressourcen bis zum fertiggestellten Produkt. Dabei werden alle Vor- und Herstellungsprozesse berücksichtigt.²¹

²⁰ Die hier angeführten Vergleiche beziehen sich nur auf den Dämmstoff und nicht auf Wandkonstruktionen, da auch die Unterkonstruktion (und daraus resultierende Wärmebrücken etc.) bzw. Hilfsmittel zur Anbringung (Dübel, Kleber etc) berücksichtigt werden müssten.

²¹ IBO (2008): S. 322.

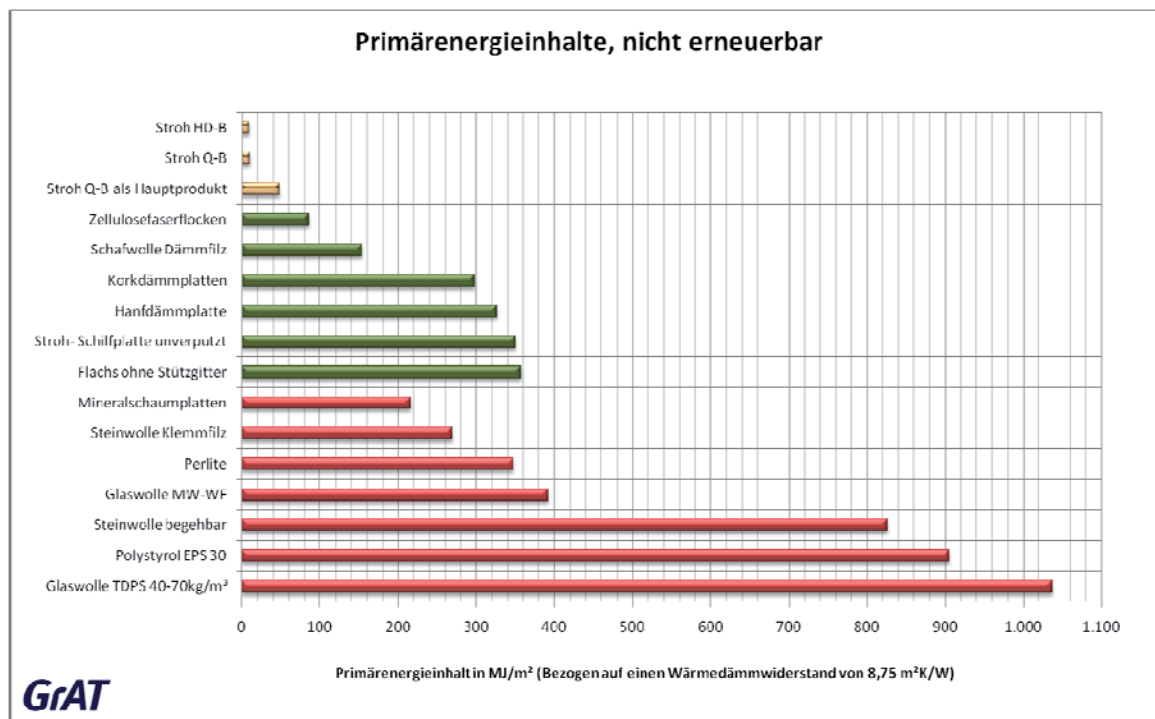


Abbildung 7: Baustoffe, Primärenergieinhalte. Quellen: Krick, B. (2008) und IBO (2008): S. 328 f. Eigene Darstellung.

Wie Abbildung 7 zeigt, liegt der Primärenergieverbrauch für die gebräuchlichsten konventionellen Dämmstoffe weit über dem Vergleichswert für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen. Strohballen als Dämmstoff schneiden in dieser Kategorie mit Abstand am besten ab.

Neueste Untersuchungen haben ergeben, dass die Produktion von Strohballen lediglich 50–63 kWh/t²² an Primärenergie benötigt. Dabei wurde von der Prämisse ausgegangen, dass der Strohballen als Nebenprodukt angesehen wird und der energetische Aufwand für den Getreideanbau hauptsächlich dem Korn zugerechnet wird. Zum Vergleich wurde aber auch der Primärenergieverbrauch für Strohballen als Hauptprodukt ermittelt, also für den theoretischen Fall, dass der Getreideanbau in erster Linie zur Dämmstoffherstellung erfolgt (in den Diagrammen als „Stroh Quaderballen (Q-B) als Hauptprodukt“ gekennzeichnet). Alle vorgelagerten Prozesse wie Feldvorbereitung, Düngung etc. werden in diesem Szenario dem Strohballen zugerechnet. Selbst in diesem Fall ergeben sich noch äußerst günstige Werte für Strohballen als Dämmstoff.

Treibhauspotential

Das Treibhauspotential wird in Kilogramm CO₂-Äquivalenten angegeben. Der Zeithorizont zur Vergleichbarkeit der Treibhausgase bezieht sich dabei auf 100 Jahre.²³

²² Krick, B. (2008): S. 47.

²³ IBO (2008): S. 324.

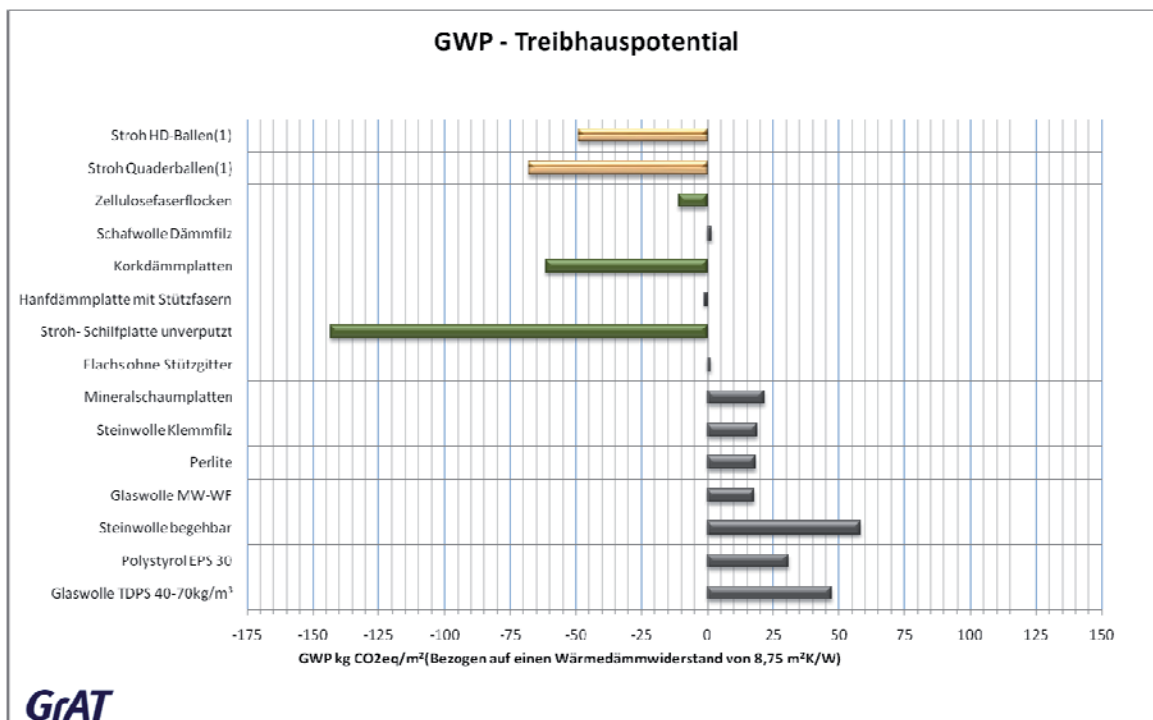


Abbildung 8: Baustoffe, Treibhauspotential. Quellen: IBO (2008) und eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.

Das Treibhauspotential von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen bewegt sich im negativen bis leicht positiven Bereich und reicht von $-130 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^2$ bis $1,25 \text{ kg CO}_2\text{eq/m}^2$. Konventionelle Baustoffe hingegen liegen zwischen 22 und $47 \text{ kg CO}_2\text{-Äquivalent/m}^2$.

Versäuerungspotential

Das Versäuerungspotential wird relativ zu Schwefeldioxid angegeben und stellt hauptsächlich ein Maß für die Versäuerung (z.B. von Seen und Gewässern, Übersäuerung von Böden etc.) durch die Wechselwirkung von Stickoxiden und Schwefeldioxiden mit anderen Bestandteilen der Luft dar.²⁴

²⁴ IBO (2008): S. 324 f.

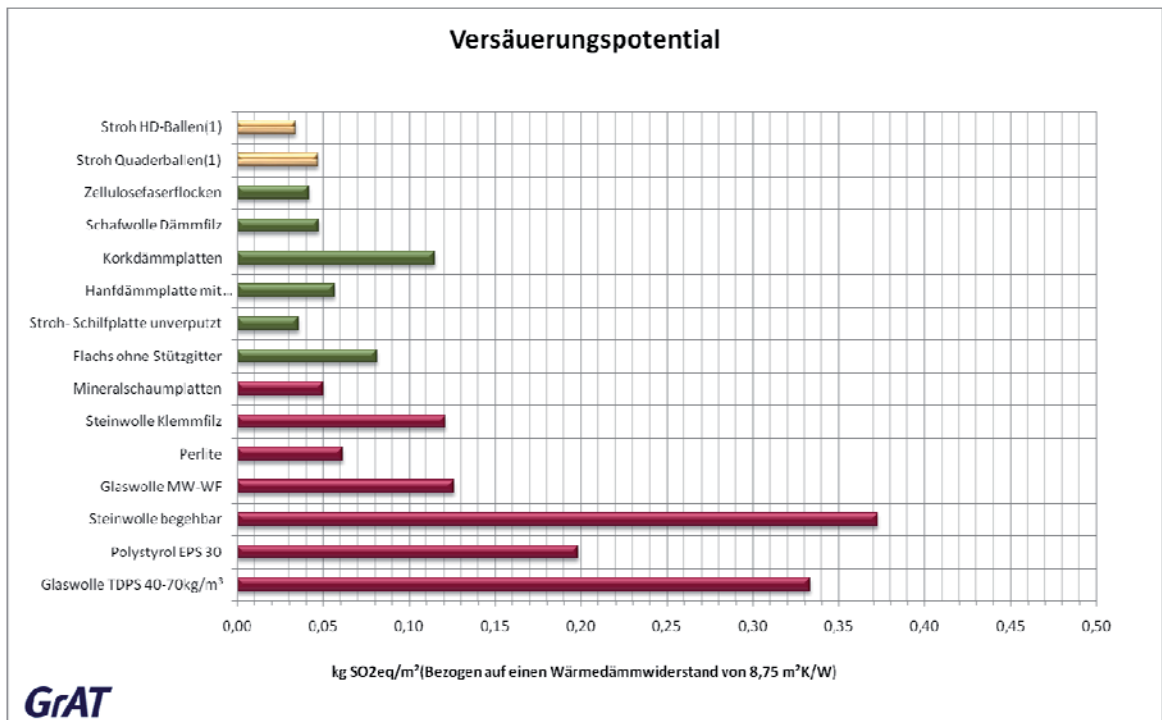


Abbildung 9: Baustoffe, Versäuerungspotential. Quellen: IBO (2008) und eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.

Das Versäuerungspotential der hier angeführten Dämmstoffe, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren, ist tendenziell günstiger als jenes der konventionellen Bauprodukte. Die Werte liegen im Allgemeinen zwischen 0,04 und 0,37 kg SO₂-Äquivalent/m².

5.2.6 Zusammenfassung

Ressourcenoptimierung bereits in der Planungsphase und modulare Bauweise kombiniert mit abfallarmer industrieller Produktion und der Verwendung von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen können einen wesentlichen Beitrag zur Ökologisierung des Bauwesens leisten. Leicht zugängliche Einbauten und lösbare Verbindungen ermöglichen einen einfachen Austausch von schadhafte Komponenten und damit eine Verlängerung der Nutzungsdauer bei geringem Wartungsaufwand. Modulare Konstruktionen erlauben auch einfachere Adaptationen der Gebäude an geänderte Nutzeranforderungen wie zum Beispiel Wohnraumerweiterungen oder –verkleinerungen aufgrund geänderter Lebensverhältnisse. Durch den Verzicht auf Verbundmaterialien können Baustoffe sortenrein erfasst und unter optimalen Bedingungen wieder verwendet werden. Durch vorgefertigte Elemente lassen sich auch die Anfahrtswege der einzelnen Professionisten zu den Baustellen deutlich verringern.

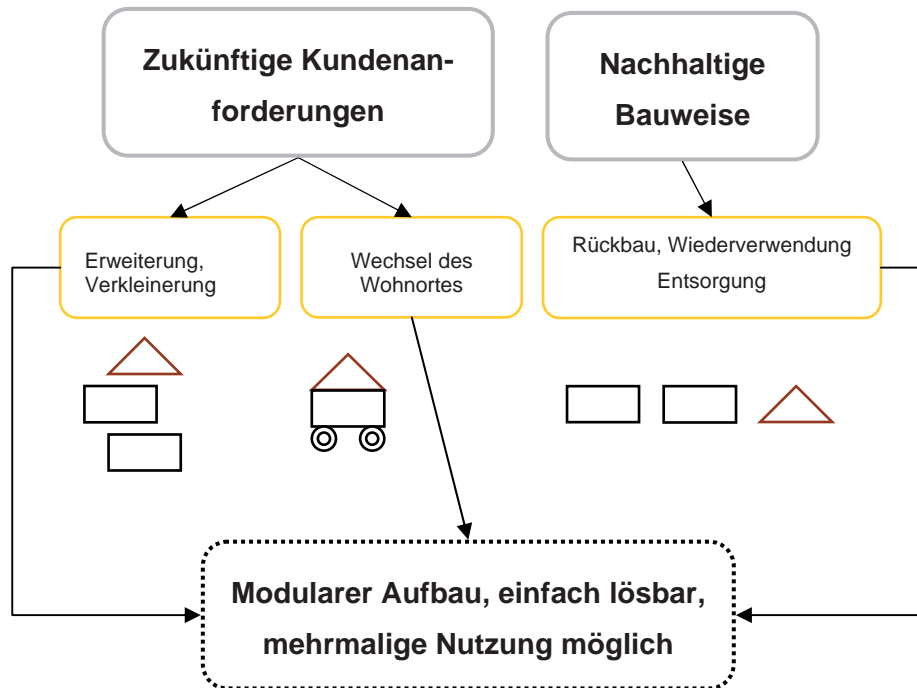


Abbildung 10: Vorteile modularer Konstruktionen.

Hinsichtlich des Primärenergieaufwandes und der Treibhausgasemissionen sind sehr große Unterschiede zwischen den Baustoffen organischen und solchen mineralischen beziehungsweise fossilen Ursprungs auszumachen. In Bezug auf ihre Lebenszyklus-Daten zeigen Baustoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, die in Fertigteilen wie Wand- oder Deckensegmenten eingesetzt werden können, deutliche Vorteile. Hinsichtlich der Entsorgungsmöglichkeiten kann je nachdem, welche Zusatzstoffe dem Produkt beigelegt wurden, neben der Wiederverwendung und der thermischen Verwertung auch die Möglichkeit einer Kompostierung in Betracht gezogen werden. Die lokale Verfügbarkeit von beispielsweise Strohballen ermöglicht sehr kurze Transportwege und dadurch weitere Ressourceneinsparungen.

5.3 Zielgruppenbetrachtung und Kundenanforderungen

Eine wesentliche Grundlage für die Strategieentwicklung ist die Beantwortung der Frage, welche Zielgruppen von industriell gefertigten ökologischen Passivhäusern überhaupt angesprochen werden können und welche Ansprüche und Gestaltungspräferenzen die jeweiligen Gruppen haben. Die potentielle Kundenstruktur wurde anhand der sogenannten Sinus-Milieus analysiert und mit der praktischen Erfahrung der Projektpartner sowie aktuellen Trends abgestimmt.

5.3.1 Zielgruppenanalyse

Neben soziodemographischen Faktoren (Geschlecht, Alter, Einkommen usw.) können auch persönliche Einstellungen und grundlegende Wertorientierungen zu den Themen Arbeit, Konsum und Familie mittels Sinus-Milieus analysiert werden. Um ein genaueres Bild der Zielgruppen zu erhalten, werden Personen mit ähnlichen Lebensmodellen zu Gruppen zusammengefasst (siehe Abbildung 11), die ermittelten Gruppen werden anhand ihrer Grundorientierung (horizontale Achse) und sozialen Lage (vertikale Achse) graphisch dargestellt, wobei die Grenzen zwischen den einzelnen Gruppen fließend verlaufen.

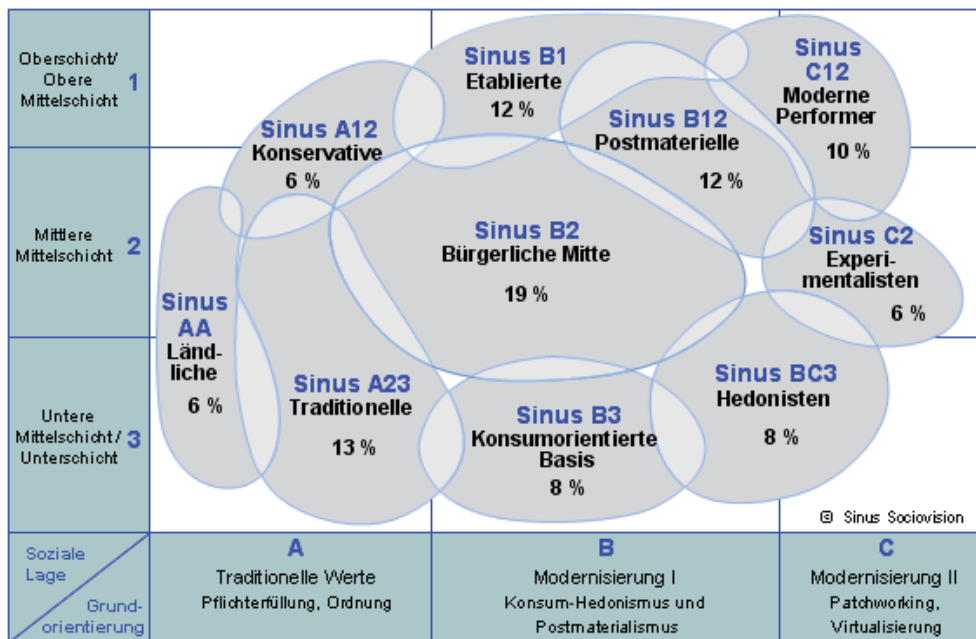


Abbildung 11: Sinus-Milieus. Medienforschung ORF 2007.

Die Analyse der österreichischen Milieus entstand im Auftrag des ORF auf Grundlage des Teletest-Panels (3.190 Personen ab 12 Jahren) und zusätzlicher Befragungen.²⁵

Die Milieutypen sind in der folgenden Tabelle kurz charakterisiert.

GEHOBENE MILIEUS		
Etablierte 12 %	Postmaterielle 12 %	Moderne Performer 10 %
Die erfolgs- und leistungsbe- wusste Elite: Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsdenken; aus- geprägte Exklusivitätsansprü- che	Aufgeklärt, kosmopolitisch, pro- gressiv; Deregulierungs- und Globalisie- rungskritiker; vielfältige kulturel- le und intellektuelle Interessen	Die junge, unkonventionelle Nachwuchselite: flexibel und leistungsorientiert; intensiv le- ben, beruflich wie privat; Multi- media-begeistert

²⁵ Weitere Informationen zum Teletest: Medienforschung ORF (2007).

TRADITIONELLE MILIEUS		
Konservative 6 %	Traditionelle 13 %	Ländliche 6 %
Christlich-soziales Gedanken- gut; ausgeprägtes Pflicht- und Verantwortungsgefühl; hohe Wertschätzung von Bildung und Kultur	Die Sicherheit und Stabilität liebende Kriegs- und Nach- kriegsgeneration; verwurzelt in der alten kleinbürgerlichen Welt bzw. in der traditionellen Arbei- terkultur	Im traditionell-ländlichen Milieu verwurzelt: Landbesitz, Familie, Gemeinde und Kirche werden als selbstverständlicher Rah- men des Alltagslebens gesehen
MAINSTREAM-MILIEUS		
Bürgerliche Mitte 19 %	Konsumorientierte Basis 8 %	
Der konventionelle Mainstream: Streben nach einem angemessenen sozialen Status und einem komfortablen, harmonischen Privatleben	Die stark materialistisch geprägte moderne Un- terschicht: Anschluss halten an die Konsumstan- dards der breiten Mitte als Kompensationsver- such sozialer Benachteiligungen	
HEDONISTISCHE MILIEUS		
Experimentalisten 6 %	Hedonisten 8 %	
Die extrem individualistische neue Bohème: Freiheit, Spontaneität und Originalität, Leben mit den Widersprüchen	Die jüngere Unter- und untere Mittelschicht: Su- che nach Spaß und Unterhaltung; Verweigerung gegenüber den Erwartungen und Konventionen der Leistungsgesellschaft	

Tabelle 6: Kurzcharakteristik der Sinus-Milieus. Medienforschung ORF 2007.

Anhand geographischer, demographischer und sozialer Faktoren lassen sich folgende Überlegungen für Präferenzen in Bezug auf Wohnformen und Gebäudetypen ableiten:

Die konsumorientierte Basis, Postmaterielle, moderne Performer und Experimentalisten, die sich vorwiegend noch in Ausbildung befinden, zählen nicht zur primären Zielgruppe, da diese Gruppen meist einen überproportionalen Single-Anteil aufweisen und vorwiegend in der Stadt leben.

In Betracht kommen eher Milieus, die Wert auf Natur, einen eigenen Garten und auf das Leben in kleineren Gemeinden legen. Dazu zählen vor allem die bürgerliche Mitte, ländliche und traditionelle Milieus und zum Teil auch Etablierte.

Die **bürgerliche Mitte** (19 %) sind meist Personen mit einem mittleren Bildungsniveau und Einkommen, leben in kleineren Gemeinden, suchen die Nähe zur Natur und streben einen angemessenen hohen sozialen Status an. Der Altersschwerpunkt für die Angehörigen dieser Gruppe liegt über 40 Jahren.

Ländliche (6 %) und **traditionelle** (13 %) Milieus orientieren sich an Bewährtem, sind skeptisch gegenüber Neuem (auch gegenüber neuen Technologien), arbeiten in ihrer Freizeit gerne im Haus und/oder Garten, leben in ländlichen Gebieten mit fest vorgegebenen Strukturen (Familie, Gemeinde, Kirche usw.), messen materiellen Werten eine hohe Bedeutung bei und besitzen einen relativ hohen Nationalstolz.

Die Gruppe der **Etablierten** (12 %) gehört zur gesellschaftlichen Oberschicht (hohes Bildungsniveau und Einkommen), legt Wert auf einen exklusiven Lebensstil in einer „grünen“ Umgebung und ist offen gegenüber neuen Technologien.

Anhand der Zielgruppenbeschreibungen können den jeweiligen Gruppen entsprechende Haustypen zugeordnet werden (für eine Darstellung der verschiedenen Haustypen siehe Kap. 6.2.2.): Die bürgerliche Mitte bevorzugt den Landhaus- und Villa-Typ, das Milieu der Etablierten präferiert meist den sogenannten technokratischen und den Villa-Stil, und das ländliche und traditionelle Milieu wählt vorrangig den Landhausstil.

5.3.2 Konsumtrends

Neben anderen Zukunftsforschern sieht Harry Gatterer einen Trend hin zu einem neuen Ökobewusstsein (im Marketing mittlerweile als *Greenstyle* bzw. als *LOHAS – Lifestyle Of Health And Sustainability* – bezeichnet), bei dem neben der Solararchitektur und Passivhausstandard auch ökologische Baumaterialien eine stärkere Rolle spielen.²⁶

LOHAS sind kritische KonsumentInnen und streben nach einem gesunden und genussvollen Lebensstil. Im Gegensatz zu den „Ökos“ der 1970er und 1980er Jahre setzen sie nicht auf Verzicht und Askese, sondern versuchen, Vergnügen und Verantwortung in Einklang zu bringen. Allerdings gehören sie nicht zu einer einzigen klassischen Zielgruppe, sondern sind strategische KonsumentInnen und stellen eine gesellschaftliche Bewegung dar, die durch alle klassischen Gesellschaftsschichten verläuft. Die zunehmende Verknüpfung von Ökonomie und Ökologie schafft einen Paradigmenwechsel und einen neuen Markt, auf dem die *LOHAS* als SchlüsselkonsumentInnen gelten. Sie legen Wert auf Qualität und Authentizität, sind medienkritisch und kulturinteressiert. In Europa und in den USA wird der Anteil der *LOHAS* auf 30 % der KonsumentInnen geschätzt. Erste Anzeichen für einen Paradigmenwechsel sind beispielsweise der sprunghaft gestiegene Absatz von Bio-Lebensmitteln.²⁷

²⁶ Report (2007): S. 28.

²⁷ Wenzel et al. (2008): S. 15 ff.

5.3.3 Trend Fertigteilhaus

In Österreich gibt es einen eindeutigen Trend zum Kauf von Fertigteilhäusern. Dabei stehen schlüsselfertige Angebote und Gebäude mit geringen Heizkosten im Vordergrund. Der Marktanteil an Fertigteilhäusern im Neubau lag 2006 in Österreich bei 31,4 % (4.480 Fertighäuser)²⁸ und damit mehr als doppelt so hoch wie Deutschland (2005: 14 %, ~19.000 Ein- und Zweifamilienhäuser).²⁹ Der Umsatz durch den Verkauf von Fertighäusern in Österreich lag im Jahr 2006 bei 532,7 Millionen Euro,³⁰ Tendenz steigend.

	2003	2004	2005	2006	2007e	2008f
Umsatz in Mio. €	476,8	496,7	500,3	532,7	577,5	v640,9
Absatz in Stück	4.307	4.376	4.400	4.480	4.680	5.015

Tabelle 7: Umsatz und Absatz von Fertigteilhäusern in Österreich. Quelle: Zellhofer, R. (2007).

Fertigteilhäuser gewinnen eindeutig an Attraktivität, ein Grund dafür ist sicherlich die Tatsache, dass das Thema Energiesparen an Bedeutung zunimmt und diese Gebäude bereits in den Basisvarianten über eine relativ gut gedämmte Gebäudehülle verfügen. Nahezu 86 % der Fertigteilhäuser weisen bereits in der Basisausführung Niedrigenergiehaus-Standard auf. In Passivbauweise wurden 9,2 % der Fertighäuser errichtet, für 2008 erwartet man 12,1 %. Weiters werden zunehmend schlüsselfertige Häuser errichtet (38,4 % der Fertigteilhäuser, Marktanteil steigend).

Als Grund für die Präferenz von Fertigteilhäusern kann Zeit- und Kostenersparnis angeführt werden, da die Koordination der Arbeiter und auf der Baustelle entfällt.³¹ Das bestätigt auch eine Studie zum Thema Hausbau, die vom Institut für Markt- und Sozialanalysen (IMAS) im Jahr 2007 durchgeführt wurde. Für rund ein Drittel der Befragten sind eine schnelle Fertigstellung, wenig zusätzliche Koordination und schlüsselfertige Bauweise sehr wichtig bis eher wichtig.³²

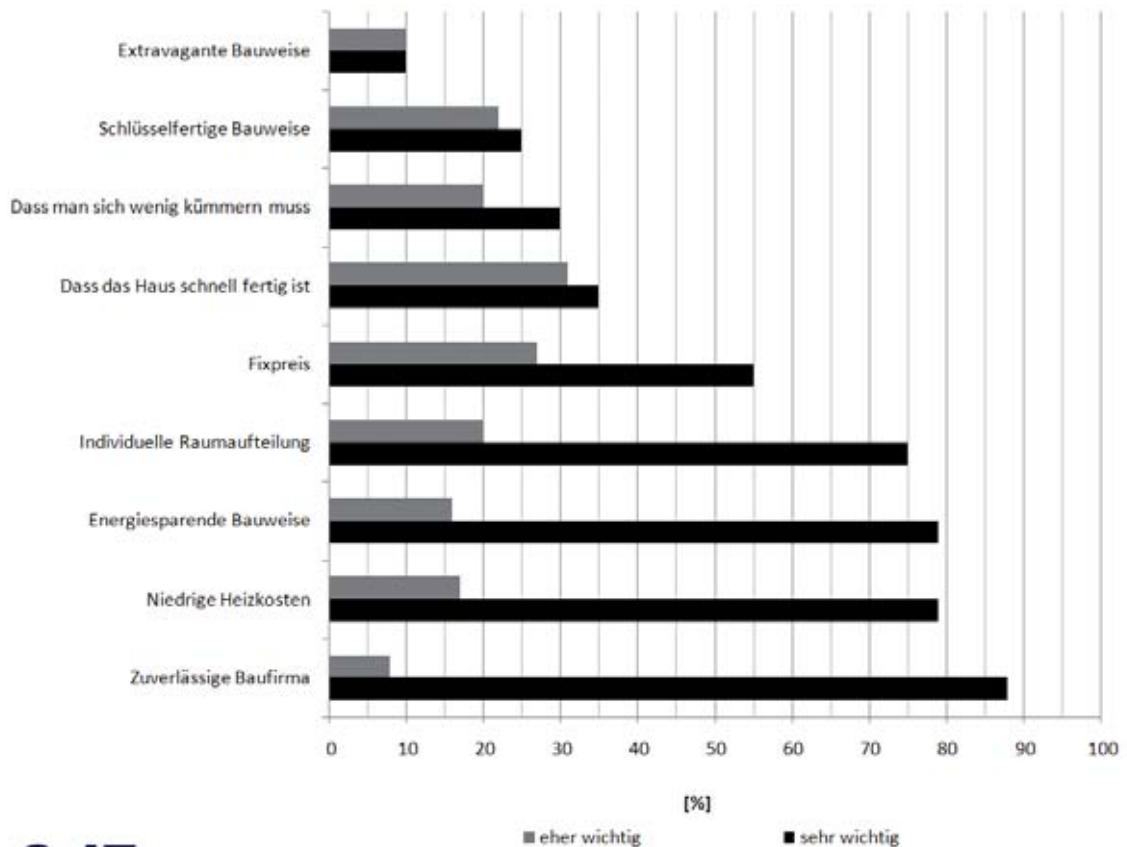
²⁸ Zellhofer, R. (2007): S. 1.

²⁹ Bundesverband Deutscher Fertigbau e. V. (2007).

³⁰ Zellhofer, R. (2007): S. 1.

³¹ Zellhofer, R. (2007).

³² Report (2007): S. 28–30.



GrAT

Abbildung 12: Kundenanforderungen für den Hausbau. Quelle: IMAS-Studie 2007. Eigene Darstellung.

Aber auch hier gibt es abweichende Präferenzen: Im Unterschied zum Trend „schlüsselfertig“ bei typischen Fertigteilhauskäufern gibt es am anderen Ende der Skala Bauträger, bei denen die Möglichkeit, durch Eigenleistungen Kosteneinsparungen zu erzielen, eine entscheidende Rolle spielt. Selbst bei diesen eingefleischten „Häuslbauern“ gibt es jedoch interessanterweise ein relativ hohes Interesse an einer teilweisen Vorfertigung von Komponenten. Diesbezügliche Befragungen bei TeilnehmerInnen eines im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Workshops zum Thema „Selbstbau mit Stroh“ ergaben, dass die befragten Personen zwar Bedenken hinsichtlich einer vollständigen Vorfertigung von Gebäuden äußerten, einer teilweisen Vorfertigung zumeist jedoch nicht abgeneigt waren. Als akzeptable Zeitvorgaben für die Errichtungszeit wurden neun bis zwölf Monate angegeben, als Preis galten 900 bis 1.200 €/m² als angemessen.

Der Trend zur zunehmenden Vorfertigung ist auch im Massivbau zu beobachten. Die Bereitschaft der Bauträger, selbst Hand anzulegen, nimmt ab, am Markt werden daher auch bereits vorgefertigte Wandelemente aus Ziegeln angeboten.³³

³³ Isopp, A.; Koiner, P. (2006).

5.3.4 Schlussfolgerungen

Anforderungen der KundInnen

Neben dem Wunsch nach einer zuverlässigen Baufirma wurden in der bereits erwähnten IMAS-Studie zum Thema Hausbau von den befragten Personen vor allem niedrige Heizkosten und eine energiesparende Bauweise als sehr wichtig angeführt.

Im Bereich des Wohnbaus spielen neben ökologischen Gesichtspunkten aber auch Funktionalität und Ästhetik eine wesentliche Rolle. Das bedeutet, dass es nicht genügt, nur ökologisch einwandfreie Gebäude zu errichten, sondern diese sollen auch über ein ansprechendes Äußeres verfügen.³⁴ Darüber hinaus gibt es international deutliche Anzeichen dafür, dass auch die Flexibilität der Wohnform und eine mögliche Anpassung an sich wandelnde Lebensstile in zunehmendem Ausmaß eine Rolle spielen.

Beispiele für Konstruktionen, die eine Verbindung all dieser Faktoren anstreben, sind das Nomad Home oder der Enviro Pod (Details dazu sind in Kapitel 6.4 angeführt).

Der endgültige Entschluss zum Hausbau und die Entscheidung für einen entsprechenden Haustyp werden, nach den Erfahrungen der ProjektleiterInnen, auch durch die Motivation, das Alter und die spezifischen Lebensumstände der KonsumentInnen geprägt. Gebaut wird oft in Lebenssituationen, die eine Erweiterung oder auch eine Verkleinerung der Wohnsituation erfordern, wie bei Familienzuwachs oder Auszug der Kinder. Die KundInnen, die an ökologischem Bauen interessiert sind, sind daher oft Jungfamilien und Personen, die der Gruppe der Über-50-Jährigen angehören. Zweitere tendieren vor allem deswegen zu natürlichen Materialien, weil sie Bedenken gegenüber den konventionellen Baumaterialien und deren eventuell gesundheitsschädigenden Auswirkungen haben.

Basierend auf diesen Anforderungen, den weiter oben beschriebenen Konsummilieus und den Erfahrungen aus der Verkaufspraxis wurden die folgenden drei großen für den Hausbau relevanten Kundengruppen zusammengefasst. Die jeweiligen Stilpräferenzen unterscheiden sich dabei ebenso wie die verfügbaren Budgets.

Kudentypen:

1. Jungfamilie (22–27 Jahre): besteht meist aus Mutter, Vater und 1–2 Kindern, die in einer kindgerechten, grünen Umgebung aufwachsen sollen. Dieser Kudentyp bevorzugt schlichtes, einfaches und modernes Design und ist somit eher dem technokratischen Stil zuzuordnen. Viele sind gegenüber dem ökologischen Bau aufgeschlossen, allerdings nur zu angemessenen Preisen.

³⁴ Wenzel et al. (2008): S. 206–207.

2. Personen im Alter zwischen 35 und 45 Jahren: Diese verfügen über ein mittleres bis hohes Einkommen und Bildungsniveau, sind meist das zweite Mal verheiratet und oft Patchwork-Familien. Sie bevorzugen den Landhaus- und technokratischen Baustil.
3. Generation 50+: sind meist Personen ohne Kinder bzw. mit schon erwachsenen und mittlerweile ausgezogenen Kindern. Diese Kundengruppe wünscht sich meist ein „kleines Häuschen mit Garten“ für die Pension mit altersgerechten Einrichtungen. Sie ist dem Landhaus- und technokratischen Stil zugeneigt.

5.4 Konkrete Beispiele vorgefertigter Systeme

Einige ausgewählte Beispiele sollen den industriellen Zugang zur Vorfertigung von Gebäuden illustrieren. Dabei liegt der Schwerpunkt auf innovativen Konzepten und unterschiedlichen Baustoffen. Eine Auswahl interessanter Systeme für den Ein- und Mehrfamilienbereich wird im Folgenden kurz vorgestellt. Tabelle 8 gibt eine Übersicht über Fertigteilssysteme und teilweise vorgefertigte Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen.

Unternehmen	Herkunft	System	Homepage
Fertigteilssysteme			
Sekisui House	JP	Stahl- od. Holzskelett als tragende Bauweise	www.sekisuihouse.com
Sekisui Chemical	JP	Containerbauweise in Holz- oder Stahlrahmenausführung	www.sekisuiheim.com
Die Modulfabrik, KLH	AT	Holzfertigelemente in Containerbauweise mit integrierten Kabelkanälen	www.diemodulfabrik.at
WalzerBauSysteme, Redbloc	AT	Fertige Wandsegmente aus Ziegeln mit integrierten Kabelkanälen	www.redbloc.at
Dennert	G	Betonfertigelemente, Wandsegmente, Containerbauweise, Fertigg Keller	www.dennert-massivhaus.de
Nomad Home	AT	Mehrmalig auf- und abbaubares System	www.nomadhome.com
Enviro Pod	AU	Modulares System	www.environmentalvillages.com
Johannes Kaufmann Architektur	AT	Holz-Zellenbauweise	www.jkarch.at
Lukas Lang	AT	Bausatz	www.lukaslang.at
Passivhäuser mit Dämmstoffen aus Stroh und Schilf			
ModCell	GB	Vorgefertigte Rahmenkonstruktion mit Stroh oder Hanf als Dämmstoff	www.modcell.co.uk
So(u)lbox	A	Vorgefertigte Wandelemente mit nachwachsenden Rohstoffen als Dämmstoff	www.soulbox.at

Holzbau Kastner	A	Vorgefertigte Wandelemente mit Stroh als Dämmstoff	www.tischlerei-kastner.at
S-HOUSE	A	Holztafelbauweise mit Stroh als Dämmstoff	www.s-house.at
Esendo GmbH	G	Schilf als Außen- und Aufdachdämmung	www.esendo.de

Tabelle 8: Übersicht ausgewählter Fertigteilssysteme.

5.4.1 Sekisui House (Stahl- und Holzskelettkonstruktionen)

In Japan werden von den drei größten Fertighausherstellern ca. 21 % der neu errichteten Ein- und Zweifamilienhäuser, das sind insgesamt jährlich ca. 60.000 Einheiten, gebaut. Sekisui House ist der größte derartige Produzent von Wohngebäuden in Japan. In den unten angeführten Abbildungen sind die einzelnen Komponenten ersichtlich, die anschließend zusammengesetzt werden. Als tragende Konstruktion dient ein Stahl- oder Holzskelett. Durch diese Bauweise sind die Gebäude hinsichtlich ihrer Ausführung (ihres Designs) flexibel gestaltbar.

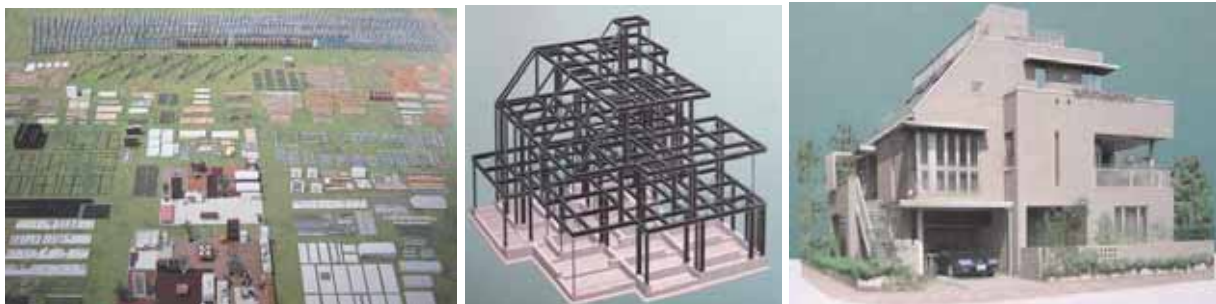


Abbildung 13: Sekisui House.

5.4.2 Sekisui Chemical, Housing Company (Zellenbauweise)

Die Sekisui Chemical Group besteht aus drei Unternehmen, der „High Performance Plastics Company“, der „Urban Infrastructure and Environmental Products Company“ und der „Housing Company“, die seit den 1970er Jahren Fertigteilgebäude produziert. Die Sekisui Housing Company zählt ebenfalls zu den drei größten Fertighausherstellern in Japan und ist im Unterschied zum oben beschriebenen namensgleichen Konkurrenzunternehmen Pionier und Marktführer im Bereich modularer Bauweise. Ihre Häuser bestehen aus Containern, die je nach gewünschter Größe des Gebäudes zusammengesetzt werden.

Die Konstruktionen beruhen auf Modulen mit Stahl- oder Holzrahmen, die bereits im Werk fertig verkleidet und mit fertig eingerichteten Nassräumen, Küchen, Möbeln, Böden, Verkabelung, Türen, Elektro- und Sanitärinstallationen an die Baustelle geliefert werden. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt des angebotenen Spektrums an modularen Häusern.



Abbildung 14: Sekisui, Auszug aus dem Produktportfolio.

Die ökologische Produktschiene, das sehr erfolgreiche sogenannte „Zero Utility Cost House“, wird mit einer hochwertigen Lüftungseinheit mit integriertem Wärmetauscher und Photovoltaiksystemen (vorgefertigtes Dach mit integrierten Kollektoren mit ca. $4 \text{ kW}_{\text{peak}}$) ausgestattet.³⁵

Die Photovoltaik-Anlage ist so ausgelegt, dass sich bei durchschnittlicher Gebäudenutzung die Stromkosten mit den Einnahmen aus der Netzeinspeisung kompensieren. Bei dieser Rechnung ist allerdings zu beachten, dass dafür die in Japan existierende große Spreizung der Stromkosten zwischen Tag und Nacht genutzt wird. Die elektrischen Geräte werden vorwiegend in der Nacht betrieben, wie etwa die Wärmepumpe zur Heizung und Warmwasserbereitung, die mit CO_2 als Arbeitsmedium betrieben wird.

5.4.3 KLH-Module, Modulfabrik (Modulbauweise)

Im Bereich der Modulbauweise sind japanische Unternehmen technologisch führend, jedoch wurden auch in Österreich diesbezüglich bereits interessante Produkte auf den Markt gebracht, wie zum Beispiel von der Firma KLH oder auch von Johannes Kaufmann. Beide Typen basieren auf verleimtem Holz als statischer Konstruktion. Das österreichische Unternehmen

³⁵ Sekisui Chemical CO., LTD. (2005): S. 21–22.

„Die Modulfabrik“, ein 2005 gegründetes Tochterunternehmen der KLH Massivholz GmbH, fertigt Module aus Kreuzlagenholz-Segmenten, die ebenfalls bereits mit fertig eingerichteten Nassräumen und Möblierung geliefert werden. Die Länge der Module beträgt 3–8 m, Breite und Höhe liegen jeweils zwischen 2,42 und 2,95 m. Ein eigener Bauteilkatalog dient als Planungshilfe.

Der Schwerpunkt des Unternehmens liegt im Gewerbebau. 2006 wurden anlässlich der olympischen Winterspiele in Turin fünf viergeschoßige Hotelanlagen unter Anwendung der von der Firma KLH patentierten Modulbauweise errichtet. Laut eigenen Angaben betrug die Bauzeit für diese Anlagen drei Monate.



Abbildung 15: KLH-Module.³⁶

5.4.4 ELK (Fertigteilhäuser)

Die ELK-Fertighaus AG ist Marktführer in Österreich und als Mehrheitseigentümer der Bien-Zenker-Gruppe laut eigenen Angaben auch Marktführer bei Fertigteilhäusern in Europa. Die ELK-Fertighaus AG produzierte im Jahr 2005 900 Häuser mit 600 MitarbeiterInnen in Österreich und 250 MitarbeiterInnen in der Tschechei. Dies entspricht ca. einem Gebäude pro MitarbeiterIn.³⁷ Gemeinsam mit der Bien-Zenker AG wurden 1.900 Gebäude errichtet. Die Firma ELK benötigt ca. zwölf Stunden, bis das Gebäude wetterfest auf der Baustelle errichtet und das Dach gedeckt ist. Sonderausstattungen wie höhere Wärmedämmung (auch mit Hanfdämmstoffen), Holz-Ziegel-Massivwand, auf erneuerbaren Energien basierende Heizungssysteme, kontrollierte Wohnraumlüftung etc. sind ebenfalls wählbar, dies gilt auch für Kucheneinrichtungen. Generell wird zwischen den Ausführungsvarianten „Innen zum Selbstausbau“ und

³⁶ Schaumontage Modulfabrik, Gästehaus Aquilin, St. Pölten.

³⁷ ELK-Fertighaus AG (2007).

„Schlüsselfertig“ unterschieden. Bei der schlüsselfertigen Variante sind Wände und Decken isoliert, beplankt und verspachtelt, Elektroinstallationen mit Schaltern und Steckdosen eingebaut und Sanitärinstallationen montiert.



Abbildung 16: ELK-Fertigkeithaus

5.4.5 WalzerBauSysteme, Redbloc (vorgefertigte Ziegelstein-Wandelemente)

Bei Redbloc handelt es sich um eine Marke der Firma WalzerBauSysteme aus Retz, die fertige Wandelemente produziert. Diese werden aus Ziegelsteinen hergestellt, die mit einem patentierten Trockenkleber verbunden und maschinell mit einer Wasserstrahlschneideanlage auf Maß zugeschnitten werden. Gemäß den von den ArchitektInnen entworfenen Plänen werden Wandelemente mit integrierten Kabelkanälen, Dosenvorbohrungen und Überlagern gefertigt. Durch die witterungsunabhängige maschinelle Vorfertigung und die kurze Errichtungszeit ergeben sich Kostenersparnisse im Vergleich zur konventionellen Massivbauweise. Die Endfertigung (Verputzen etc.) erfolgt an der Baustelle.



Abbildung 17: Aufbau der vorgefertigten Wandelemente von Redbloc.

5.4.6 Dennert Massivhaus GmbH (Betonfertigelemente: Module und Wandsegmente)

Der Einsatz von Betonfertigelementen gewinnt auch für die Errichtung von Einfamilienhäusern an Bedeutung. In mehreren europäischen Ländern und mittlerweile auch in Österreich bietet die Dennert Massivhaus GmbH³⁸ Betonmodule und Wandsegmente inklusive Dämmung, eingebauten Fenstern, Türen, Küche und Bad an. Die Errichtung der Betonmodule auf der Baustelle erfolgt innerhalb eines Tages nach einer Qualitätsüberprüfung im Werk. Auch hier wurden laut eigenen Angaben Konzepte aus der Automobilindustrie, wie Montagestraßen und Modulfertigung, übernommen.

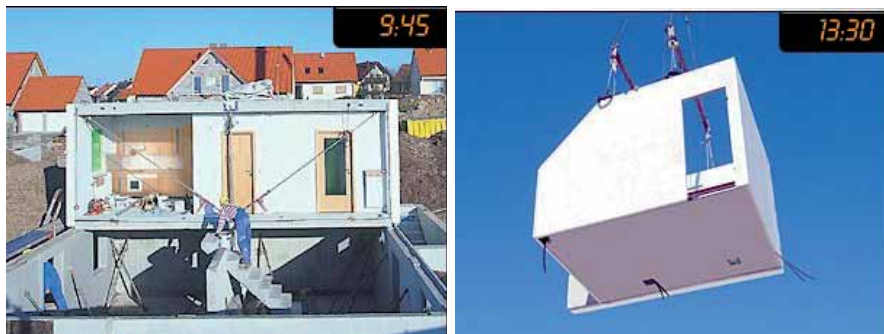


Abbildung 18: Betonmodule, Dennert Massivhaus.

Das zweite System der Firma Dennert Massivhaus beruht auf Wandsegmenten, die die tragende Konstruktion bilden. Die Anordnung der Innenwände ist dabei frei wählbar. Die Verwendung von Wandsegmenten erlaubt eine größere Gestaltungsfreiheit im Vergleich zu den Betonmodulen. Einfamilienhäuser sind in ca. drei Tagen regendicht montiert, inklusive außen-seitiger Wärmedämmung.



Abbildung 19: Beton-Wandsegmente, Dennert Massivhaus.

Die Unternehmensgruppe Dennert aus Schlüsselfeld beschäftigt sich seit 1970 mit Bauteilsystemen. Der Jahresumsatz der Dennert Massivhaus GmbH beträgt 70 Mio. € mit sieben Fertigungsstandorten, 550 Mitarbeitern und über 4.000 verwirklichten Bauvorhaben pro Jahr.

³⁸ Dennert Massivhaus GmbH (2006-1).

5.4.7 Nomad Home (Flexibilisierung – Wechsel des Wohnortes)

Das sogenannte „Nomad Home“ ist eine Entwicklung von Gerold Peham und ermöglicht einen mehrmaligen Auf- und Abbau. Das Haus kann dadurch bei einem Wohnortwechsel „mitgenommen“ werden. Das Gebäude ist aus jeweils 11 m² großen austauschbaren Modulen aufgebaut. Die Module sind U-förmig und werden an der Baustelle miteinander verbunden. Für die Montage reichen einfache Fundamentlösungen aus. Je nach Anzahl der Module sind unterschiedliche Wohngrößen realisierbar, beginnend bei 22 m² (inkl. Bad, WC, Küche, Wohn- und Schlafbereich), die jederzeit erweitert werden können. Durch Anbaumodule wie Carport, Terrasse und Eingangsbereich lässt sich das Gebäude weiter konfigurieren. Die U-Werte der Wände und Decken betragen 0,14–0,15 W/m²K, die Energiekennzahl beträgt für ein 70 m² großes Nomad Home in etwa 64 kWh/m²a. Als tragende Konstruktion dient ein Stahlskelett. Bei den Baumaterialien wurden solche ausgewählt, die über eine hohe Lebensdauer (bis zu 50 Jahre) verfügen. Das sogenannte „Auto-Nomad Home“ soll auch auf Strom- bzw. Kanalanschluss verzichten können, dazu wird es mit einem Wasser- und Fäkalientank und solar bereitgestelltem Strom versorgt.³⁹



Abbildung 20: Nomad Home.

5.4.8 Enviro Pod (Globalisierung, Environmental Villages aus Raumzellen)

Auf der World Sustainable Building Conference 2008 stellte die australische Firma Australian Turntable den „Enviro Pod“ vor. Das Unternehmen stellt Drehtische für Präsentationszwecke, z.B. zur Ausstellung von Automobilen, bzw. auch für rotierende Räume wie Restaurants oder Aussichtplattformen her. Ein Tochterunternehmen, die Environmental Villages Worldwide, plant, ein preiswertes autarkes Gebäudesystem, den Enviro Pod, auf den Markt zu bringen. Dieses Gebäude wird mit Solarenergie versorgt, ist wirbelsturmresistent ausgeführt und wird mittels Geothermie beheizt und gekühlt. Eine Einheit kann in einem Container verschifft werden und innerhalb von drei Tagen auch von nicht angelernten Arbeitskräften errichtet werden. Die Enviro Pods können gestapelt und miteinander verbunden werden. In der Basisversion

³⁹ Nomad Home Trading GmbH (2007).

besteht ein Modul aus einer Wohnküche, zwei Schlafzimmern und zwei Badezimmern, um einer Familie genügend Platz zu bieten. Die Zwischenwände übernehmen keine tragenden Funktionen und sind daher an die jeweilige Lebenssituation anpassbar. Für das Gebäude wurden Holz, recycelter Kunststoff und gedämmte lasttragende Wandelemente verwendet.

In Kombination mit Permakulturgärten und Abwasseranlagen sollen auf diese Weise ganze Dörfer (Environmental Villages) errichtet werden. Zielmärkte sind unter anderem auch Entwicklungsländer. Der erste Prototyp wurde errichtet, und der Aufbau eines ersten Ausstellungszentrums ist am Laufen.⁴⁰



Abbildung 21: Enviro Pod, www.environmentalvillages.com.

5.4.9 Lukas Lang (Bausatz)

Die Firma Johann Prutscher vertreibt in Kooperation mit dem Architekten Lukas Lang eine interessante Konstruktion in Form eines Bausatzes. Keiner der Bauteile ist schwerer als 100 kg, sie sind daher einfach manipulierbar. Flexibilität, Umgestaltung und umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten stehen im Vordergrund.⁴¹ Die Gebäude werden mittels industriell vorgefertigter Einzelteile individuell zusammengesetzt, das Rastermaß beträgt 1,4 x 1,4 m. Das System ist so konzipiert, dass die Errichtung des Gebäudes auch durch Laien erfolgen kann. Die Installationen werden durch geschoßübergreifende Elektro- und Sanitärzellen realisiert, die Verbindungen werden durch steckbare Rohr- und Elektrokabel hergestellt. Auch bei diesem Konzept ist ein vollständiger Abbau des Gebäudes und Wiederaufbau an einem anderen Ort ebenso möglich wie nachträgliche Erweiterungen oder Verkleinerungen des Wohnraumes. Die Lösbarkeit der Verbindungen ist auch eine gute Voraussetzung für den Austausch schadhaft gewordener Komponenten. In der Planungsphase können Kunden mittels

⁴⁰ Australian Turntable Company (2008).

⁴¹ Lukas Lang Building Technologies (2007).

einer eigens dafür entwickelten Software und eines Modellbaukastens ihre Vorstellungen visualisieren.⁴²



Abbildung 22 : Lukas Lang Building Technologies, www.lukaslang.com.

5.4.10 Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen

ModCell (vorgefertigte mit Stroh oder Hanf gedämmte Wandpaneele)

Die britische Firma ModCell stellt vorgefertigte Wandpaneele her, die mit Hanf oder Strohballen vor Ort befüllt werden. Mit dem „BaleHouse“ (siehe Abbildung 23) bietet ModCell auch eine Komplettlösung an. Die Zielsetzung des Unternehmens war es, den Energiebedarf von Wohngebäuden möglichst weit zu reduzieren, einerseits durch die gedämmten ModCell-Paneele, andererseits durch eine kontrollierte Wohnraumlüftung und Verringerung des Strombedarfs durch optimale Ausnutzung des Tageslichtes. Durch Verwenden einer intelligenten Steuerung der stromverbrauchenden Geräte und eines zusätzlichen 12-Volt-Stromkreises werden weitere Einsparungsmaßnahmen erzielt. Die eingesetzten Wandelemente verfügen laut Firmenangaben über eine Lebensdauer von mehr als 75 Jahren, wonach sie wiederverwendet oder recycelt werden. Die Abmaße der Elemente sind gestaffelt und betragen 1 m x 3 m, 2 m x 3 m oder 3 m x 3 m. Bis zu drei Stück können lasttragend übereinandergesetzt werden.⁴³

⁴² Lukas Lang Building Technologies (2007).

⁴³ ModCell (2007).



Abbildung 23: ModCell, BaleHouse.

So(u)lbox (modulare Konstruktionen mit Nawaros)

Die Firma so(u)l network bietet die sogenannte „So(u)lbox“ an, die aus Modulen unterschiedlicher Größe besteht. Die Module sind in drei verschiedenen Größen verfügbar, vorwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen (Holz, Zellulose, Flachs, Schilf) gefertigt und können flexibel zu unterschiedlichen Strukturen zusammengefügt werden. Die Module werden witterungsgeschützt vorgefertigt, die Firma Sou(l)network garantiert kurze Bauzeiten, hohe Qualität und Fixpreise.⁴⁴



Abbildung 24: So(u)lbox.

Kreativ Holzbau Kastner (passivhaustaugliche Wandelemente)

Die Firma Kreativ Holzbau Kastner fertigt passivhaustaugliche Wandelemente, die unter anderem auch mit Stroh gedämmt werden können. Die vorgefertigten Wandelemente werden an der Baustelle zusammengesetzt.⁴⁵ Es wird auch die Möglichkeit des Selbstbaus durch den Bauträger angeboten. In diesem Fall wird die Holzkonstruktion geliefert und montiert, und die Ausfachung der Wände mit wärmedämmenden Strohballen erfolgt durch den Bauträger witterungsgeschützt von der Innenseite aus.

⁴⁴ so(u)lnetwork (2007).

⁴⁵ Kreativer Holzbau Kastner (2008).



Abbildung 25: ©kreativerholzbau.at.

S-HOUSE (Demonstrationprojekt)

Das Demonstrationsprojekt S-HOUSE (im Rahmen der Programmlinie „Haus der Zukunft“) stellt ebenfalls eine Kombination aus Vorfertigung und Fertigstellung vor Ort dar. Das Gebäude zeichnet sich nicht nur durch seinen äußerst geringen Energiebedarf, sondern auch durch den minimierten Ressourcenverbrauch aus. Dies konnte einerseits durch eine effiziente und sparsame Verwendung energieintensiver Baustoffe wie Beton (z.B. Punktfundamente anstatt Streifenfundamenten oder Fundamentplatten), andererseits durch den Einsatz von Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen (wie Holz und Stroh) gewährleistet werden. Die verleimten Holzplatten dienen als tragende Struktur des Gebäudes, während das auskragende Dach Schutz vor Witterung und Sonne bietet. Diese Konstruktion hat es auch ermöglicht, die Dämmschicht unter geschützten Bedingungen anzubringen. Das Gebäudekonzept wurde bereits national und international zur Grundlage für ähnliche Gebäude.



Abbildung 26 : S-HOUSE,



www.s-house.at

Esendo (Schilf als Dämmstoff)

Die Firma Esendo bietet Lehm-Massivhäuser sowohl zum Selbstausbau als auch schlüsselfertig an. Als Wärmedämmung wird Schilf in den vorgefertigten Holzrahmenkonstruktionen der Wände und im Dachbereich eingesetzt. Die Zwischenräume der Holzständer werden mit Lehmbausteinen gefüllt, der Einbau kann durch den Eigentümer erfolgen. Laut Firmenangaben ist ein Modulsystem in Entwicklung, um die Kosten weiter zu senken.⁴⁶



Abbildung 27: Esendo, Holzrahmenkonstruktion.

5.5. Auswertung von Produktionsstrukturen

Die Analyse von Produktionsstrukturen internationaler Firmen aus der Baubranche, aber auch von erfolgreichen Beispielen aus anderen Industriesparten kann als Ausgangsbasis für die Konzeptentwicklung im Hinblick auf Organisation und Logistik dienen. In Tabelle 9 sind jene Sparten und Unternehmen angeführt, die dazu näher untersucht wurden. Dabei wurden sowohl branchenrelevante Beispiele analysiert als auch strukturelevante, also solche, die für die klein strukturierte österreichische Bauwirtschaft von Bedeutung sein können. Neben der Produktion wurden auch Aspekte der Kundenbetreuung nach dem Verkauf berücksichtigt.

Die beiden „branchenfremden“ Beispiele Sesselproduktion und Automobilindustrie bieten zum einen wertvolle Hinweise auf erfolgreiche Kooperationsmodelle von Klein- und Mittelbetrieben, zum anderen aber auch interessante Ansätze zum Thema modulare Gestaltung und arbeitsteilige Produktion in flexiblen Strukturen.

⁴⁶ Esendo GmbH (2008).

Sparte	Unternehmen
Industriell produzierte Wohnbauten	Sekisui Housing Company, Japan
Solare Luftheizungssysteme	OM Solar, Japan
Vorgefertigte Wandelemente	ModCell, England
Sesselproduktion	Sesselcluster Promosedia, Italien
Automobilindustrie	international

Tabelle 9: Übersicht untersuchter Sparten/Unternehmen.

5.5.1. Großindustrielle Produktion und „After-Sales“-Services

Am Beispiel der Sekisui Chemical Group (siehe auch Kap. 5.1.4) soll hier die großindustrielle Fertigung illustriert werden. Die „Sekisui Housing Company“ errichtete 2005 ca. 3,6 Gebäude pro MitarbeiterIn an insgesamt sechs Firmenstandorten, davon rund 11.580 Einfamilienhäuser und rund 4.300 Häuser in mehrgeschoßiger Bauweise. Insgesamt wurden im gleichen Zeitraum (Jahr 2005) in Japan 1,25 Mio. Gebäudeeinheiten errichtet (siehe Tabelle 10).

	2005	2006	2007
Anzahl der neu errichteten Gebäudeeinheiten in Japan	1.249.366	1.285.246	1.035.598
davon Einfamilienhäuser (Einheiten)	352.577	355.700	311.803
Sekisui Housing: verkaufte Gebäudeeinheiten	15.850	15.000	14.350
davon Einfamilienhäuser	11.580	10.820	10.100

Tabelle 10: Verkaufte Einheiten. Daten: Sekisui Chemical CO., LTD., Annual Report (2008).

Zum Vergleich: Vom größten österreichischen Fertigteilhaushersteller, der ELK-Fertighaus AG, wurden im Jahr 2005 900 Häuser mit 600 MitarbeiterInnen in Österreich und 250 in der Tschechei produziert. Dies entspricht annähernd einem Gebäude pro MitarbeiterIn.⁴⁷

Um dem hohen Qualitätsanspruch der japanischen Hersteller in einer zentralisierten industriellen Produktion gerecht zu werden, wurden teilweise Konzepte und Produktionsweisen der Automobilherstellung adaptiert. In hoch mechanisierten Produktionsstraßen werden mit Fertigungsmaschinen und Robotern unterschiedliche Haustypen hergestellt. Die Module und Plattformen sind jedoch modellübergreifend gleich, ein Prinzip, das auch in der Automobilindustrie angewandt wird (s. u.).

⁴⁷ ELK Fertighaus AG (2007).

Die System-Map der großindustriellen Produktion (Abbildung 27) zeigt die wichtigsten Stakeholder innerhalb und außerhalb der Firma und die Zusammenhänge in der Produktion, hier vor allem die relevanten Material- und Informationsflüsse.

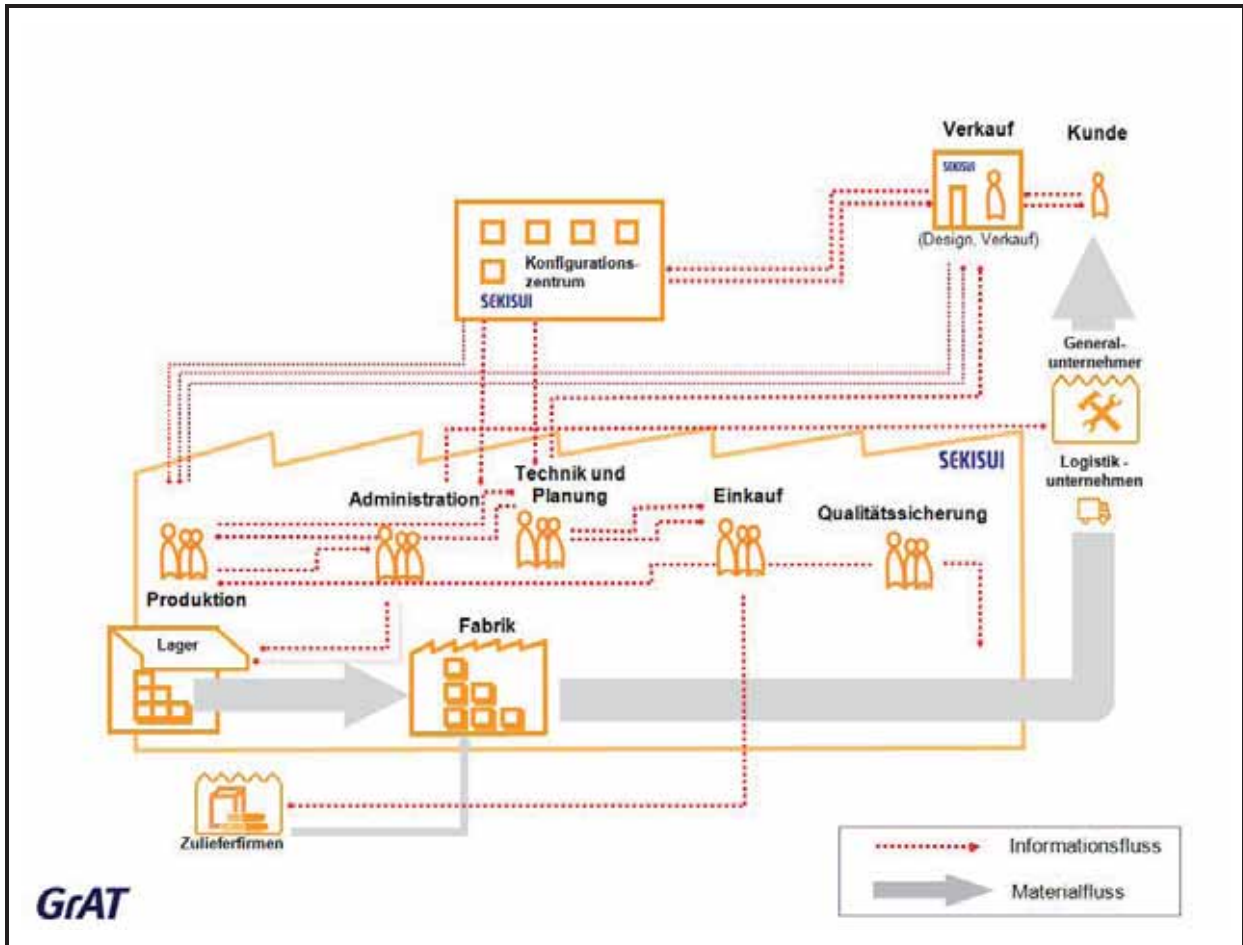


Abbildung 27: System-Map der zentral gesteuerten großindustriellen Produktion.

Die benötigten Bauteile werden zum Großteil in der Fabrik produziert und zusammengesetzt, zugekauft werden nur wenige standardisierte Komponenten. Produktion, Administration, Technik, Planung, Einkauf und Qualitätssicherung erfolgen unter einem Dach. Die Module, aus denen die Gebäude zusammengesetzt werden, werden so weit wie möglich in der Fabrik vorgefertigt. Ansprechstelle für die KundInnen sind regionale Verkaufsbüros bzw. das Konfigurationszentrum, wo die Stilpräferenzen der zukünftigen HausbesitzerInnen ermittelt und Planungsdetails festgelegt werden.

Zirka 80 % aller Arbeitsschritte zur Fertigstellung des Hauses werden im Werk durchgeführt, innerhalb von zwölf Stunden werden die derart vorgefertigten Gebäude vor Ort regensicher aufgestellt, bis zur Fertigstellung werden 50 Tage benötigt. In Abbildung 28 ist zu erkennen, wie ein fertig verpacktes Modul die Fabrik verlässt und wie das aus über 20 derartigen Modulen aufgebaute, fertige Haus nach der Endmontage am Bauplatz aussieht.



Abbildung 28: Fertigung, Transport und Aufbau des modularen Gebäudes.

Generell unterscheiden sich die japanischen Fertighausanbieter von den meisten europäischen Anbietern durch einen höheren Leistungsumfang – so werden Finanzierung, Grundstückssuche und Einrichtung (Böden, Küche etc.) aus einer Hand angeboten. Um den Servicecharakter zu verdeutlichen, lohnt sich ein Blick auf das Business-Modell „Stock-Refurbishing Business“ der Sekisui Housing Company (siehe Abbildung 29).

Der Fokus bei dieser Geschäftsidee liegt auf Produkten und Dienstleistungen, welche angepasst an die jeweilige Lebensphase und die Bedürfnisse der Bewohner die Wohnqualität verbessern helfen. Das angebotene Spektrum reicht von einem neuen Anstrich über neue Einrichtungen für Küche und Bad bis zur Nachrüstung des Gebäudes mit einer Photovoltaik-Anlage bzw. bis zur Erneuerung der Fassade. Als Grundlage für derartige Wartungs- und Umbauarbeiten dienen Informationen über Bauteile, Baupläne, Lage der Sanitärinstallationen und elektrische Leitungen, die in einer Datenbank, dem sogenannten „Owner information management system“, erfasst werden. Mit Hilfe dieser Daten kann auch noch Jahre später eruiert werden, wie die Inneneinrichtung am besten getauscht bzw. erneuert werden kann bzw. welche Elemente dafür am besten verwendet werden können. Im Abstand von fünf Jahren werden die Bedürfnisse der BewohnerInnen erneut ermittelt und aktualisiert.

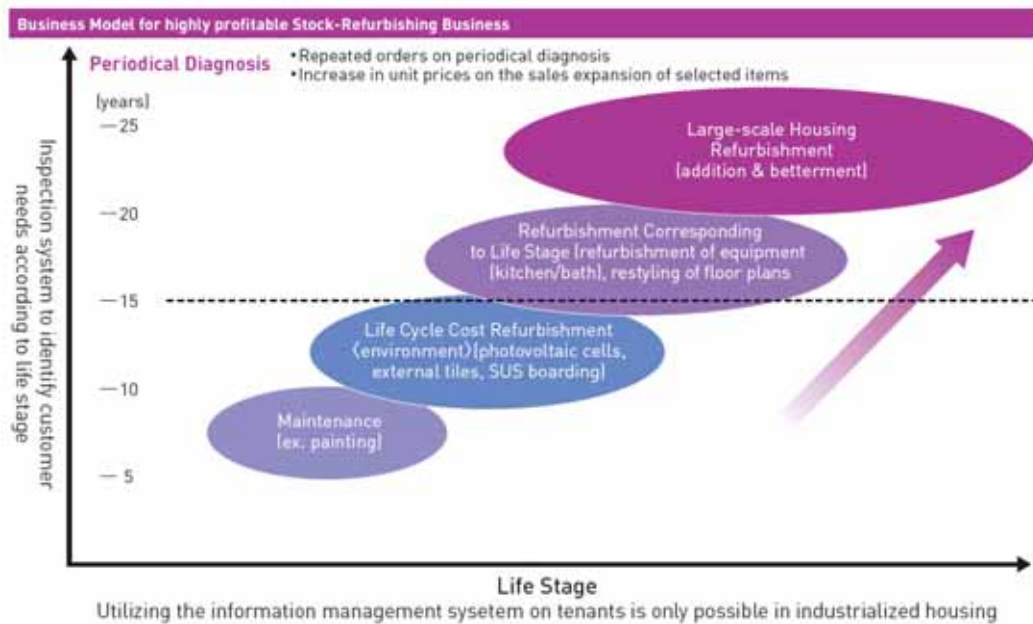


Abbildung 29: Stock-Refurbishing Business. Sekisui Chemical CO., LTD. (2008), S. 23.

Vorkonfigurierte Standardpakete werden im Rahmen dieses Programms ebenfalls angeboten, zum Beispiel das sogenannte „Ecopack Reform“ – eine Kombination aus wärmedämmenden Produkten (für Fenster, z.B. wärmegeämmter Schieberahmen), einer Photovoltaik-Anlage und anderen energiesparenden Maßnahmen. Derartige nachträgliche Änderungen sind vor allem deshalb einfach realisierbar, da Außen- und Innenelemente von der tragenden Stahlrahmen-Skelettkonstruktion einfach trennbar sind.⁴⁸



Abbildung 30: Einfach demontierbare Außenfassadenelemente.

⁴⁸ Sekisui Chemical CO., LTD. (2008): S. 22–23.

Sekisui Housing bietet auch am Ende der Lebensdauer eine Rücknahme von Modulen bzw. ganzen Häusern an, die im Werk generalüberholt und danach wiederverwendet werden.⁴⁹ (siehe auch Kapitel 6.4)

5.5.2 Netzwerk von Produzenten unter gemeinsamer Dachmarke (am Beispiel OM Solar)

Ein weiteres japanisches Unternehmen, die OM Solar Association, bedient sich eines grundlegend anderen Unternehmensmodells. OM Solar ist ein vergleichsweise kleiner Mitbewerber mit ca. 1.000 Gebäuden pro Jahr.

Die OM Solar Association umfasst über 300 Unternehmen als Mitglieder, die nicht nur die Erstellung von Entwürfen und die Errichtung der Gebäude durchführen, sondern auch zusätzliche Dienstleistungen anbieten, wie die Gestaltung der Innen- und Außenbereiche, Wartung oder die Beratung hinsichtlich finanzieller und rechtlicher Aspekte. Die Mitglieder sind von der OM Solar Association konzessioniert, die OM-Solar-Technologie steht ausschließlich ihnen zur Verfügung, zum Beispiel Bauteile für die Heizungs-/Kühlkomponenten, Simulationssoftware und auch Training für die richtige Implementierung und Auslegung der Technologien. Dieses Training ist vor allem zur Wahrung des Marken-Images und der Reputation von hoher Bedeutung. Ausnahmen werden nur bei großen gewerblichen oder öffentlichen Gebäuden gemacht – bei diesen wird die Simulation des Luftheizungssystems nur durch OM Solar selbst durchgeführt. Die Mitgliedsbetriebe können sowohl Gebäude mit der OM-Solar-Technologie als auch gewöhnliche Gebäude anbieten. Das Design der Gebäude wird jedoch stets vollständig den ausführenden Unternehmen überlassen.

Die technologische Kernkomponente des OM-Solar-Hauses ist das solare Luftheizungssystem. Die Beheizung und Kühlung der Gebäude erfolgt durch solar erwärmte Luft bzw. kalte Luft (Luft-Dachkollektoren), die durch die Wände und Fußböden mit optimierter Speichermasse geführt wird. Die Warmwasserbereitung erfolgt durch einen Luft/Wasser-Wärmetauscher. Seit Mitte 2003 wurden 25.000 öffentliche und private Gebäude mit dieser Technologie in Japan errichtet.⁵⁰

⁴⁹ Sekisui Chemical CO., LTD. (2005): S. 24.

⁵⁰ OM Solar (2001): S. 4 ff.



Abbildung 31: OM Solar – Schema des Luftheizungssystems.

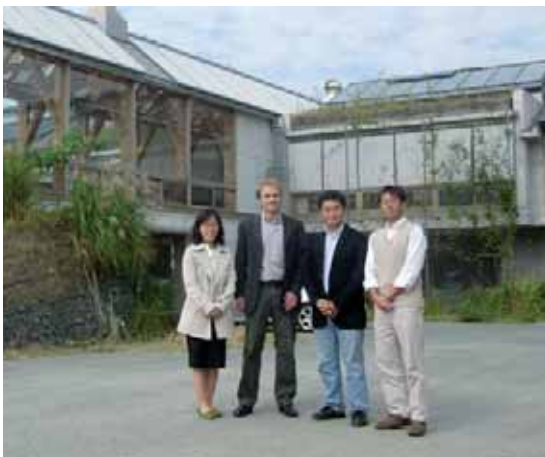


Abbildung 32: Projektteam bei OM Solar.

Anfragen für den Bau eines Hauses werden direkt an die jeweils in der Nähe des Kunden verfügbaren Anbieter weitergeleitet, die dann sämtliche Gewerke organisieren. Die Vermarktung erfolgt ebenfalls primär durch die regionalen Anbieter, die teilweise auch über Musterhäuser verfügen. Vertrieben werden die Gebäude zum Großteil unter der gemeinsamen Dachmarke „OM Solar“, wofür hauptsächlich das Internet als Marketinginstrument benutzt wird. Es gibt keine Zusammenarbeit mit anderen großen Fertigteilhausherstellern.

Zur externen Qualitätsüberwachung und für maßgeschneiderte Finanzierungsmodelle wurden jeweils eigene Gesellschaften angegliedert.

Die System-Map dieses Geschäftsmodells ist in der folgenden Graphik dargestellt.

Gebäude noch in enger Kooperation mit ModCell errichtet werden. Um einen fachgerechten Einbau zu gewährleisten, werden zusätzlich Beratungsleistungen angeboten.

In Abbildung 34 ist der Produktionsprozess für ein Gebäude mit ModCell-Komponenten anhand einer System-Map dargestellt.⁵²

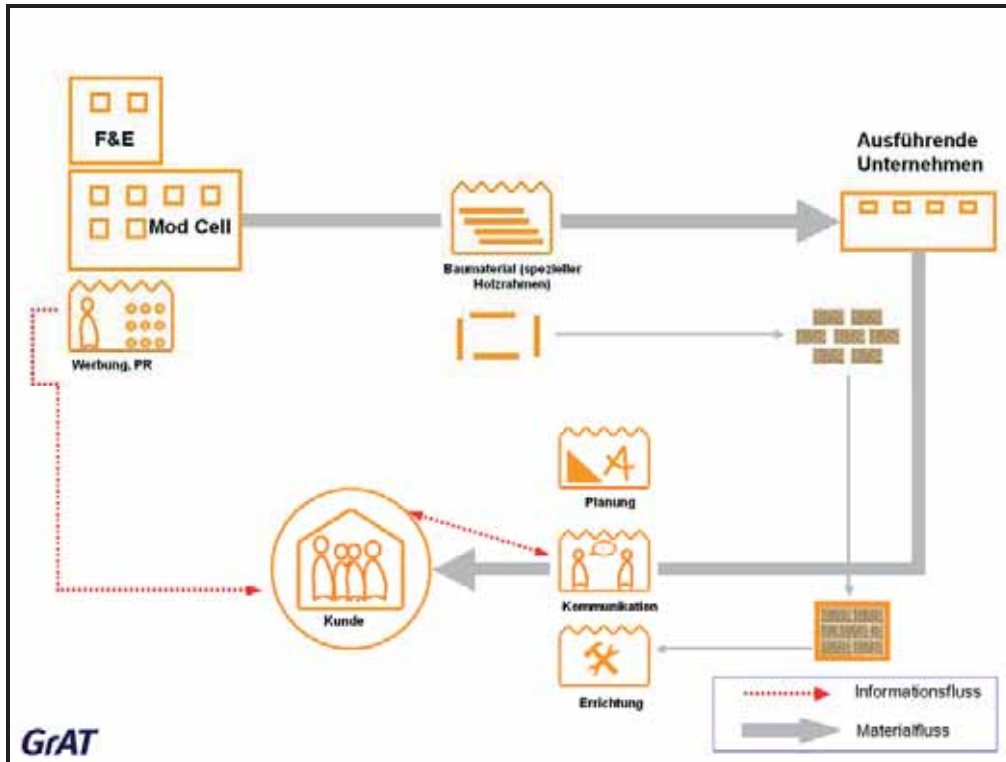


Abbildung 34: Produktionsprozess ModCell-Gebäude.

Wie die Wandelemente gefertigt, transportiert und auf der Baustelle zusammengesetzt werden, zeigt Abbildung 35.



Abbildung 35: Module verlassen die Flying Factory.

5.5.4 Neue Vertriebsformen für Fertigteilgebäude

In zunehmendem Maße steigen auch Versandhäuser und Baumärkte in das Geschäft mit Fertigteilhäusern ein und nutzen so ihre bestehenden Vertriebsstrukturen, um ein neues Angebot auf den Markt zu bringen. So hat beispielsweise der Quelle-Versand inzwischen drei Hausty-

⁵² ModCell (2007): S. 1.

pen inklusive Wohnraumlüftung und Wärmepumpe in sein Sortiment aufgenommen. Einrichtungsgegenstände bzw. KÜcheneinrichtungen können ebenfalls direkt über den Versand bestellt werden. Ein weiteres Beispiel ist das BaumaxHaus, bei dem der Baufachmarkt Baumax komplette Ausbaupakete (Böden, Tapeten, Sanitärinstallationen etc.) anbietet, die dann in Eigenregie oder durch Fachpersonal installiert werden können.⁵³ In Schweden, Norwegen, Dänemark und Großbritannien ist IKEA in Kooperation mit Skanska, einem international tätigen, aus Schweden stammenden Unternehmen, aktiv geworden und bietet mittlerweile ebenfalls Fertigteilhäuser (Reihenhäuser) an.⁵⁴

5.5.5 Relevante Beispiele von Produktionsstrukturen aus anderen Industriebranchen

Neben den beschriebenen Beispielen für die Produktion von Fertigteilhäusern finden sich auch im Bereich der Möbelherstellung und der Automobilindustrie Geschäftsmodelle, die vor allem durch ihre innovativen Ansätze arbeitsteiliger Produktion auch für die Baubranche von Interesse sein können.

Sesselcluster Promosedia

Die Produktion von Sesseln im geographischen Dreieck zwischen Manzano, Cornodi Rosazzo und San Giovanni al Natisone in Italien begann Mitte des 19. Jahrhunderts. 1983 gründeten zwölf Personen „Promosedia“ als Zusammenschluss von Betrieben mit dem Ziel, die Region bekannt zu machen und Ideen für neue Absatzmärkte zu generieren. Die Organisation ist ein Paradebeispiel für eine flexible und dezentralisierte Produktion. Interessant ist dabei vor allem die kleinteilige Betriebsstruktur der beteiligten Unternehmen. Lediglich ein Prozent der Unternehmen haben mehr als 100 Angestellte, und 70 Prozent der Betriebe haben weniger als zehn Angestellte. Promosedia zeichnet sich durch eine hohe Arbeitsteilung der Produktionsprozesse und eine gute Koordination der Klein- und Mittelbetriebe aus. Die Unternehmen spezialisieren sich jeweils auf einzelne Arbeitsschritte und liefern die halbfertigen Produkte zum nächsten Werk zur Weiterverarbeitung. Einige Mitarbeiter machten sich selbständig, wodurch Dienstleistungsunternehmen wie Polstereien oder Lackierwerkstätten entstanden.⁵⁵

Innerhalb des Clusters arbeiten etwa 1.200 Unternehmen in den jeweiligen hochspezialisierten Produktionsabschnitten wie Produktion der Komponenten, Montage und Endbearbeitung; 250 Unternehmen treten als Endproduzenten auf den Markt.

⁵³ Baumaxhaus (2008).

⁵⁴ Boklok (2008).

⁵⁵ Leiprecht (2005): S. 269.

Promosedia ist heute eine Aktiengesellschaft und unterstützt als internationale Dachmarke die Kleinbetriebe bei der Marktentwicklung und der Akquisition. Als Mitglieder sind nur Unternehmen zugelassen, die als Endprodukt Stühle herstellen. Von den Mitgliedern werden keine Jahresgebühren eingehoben, sie wählen jene Leistungen, die sie in Anspruch nehmen wollen, und zahlen auch nur für diese. Die Aktienanteile werden von den Mitgliedern, der Handelskammer Udine und Investitionsgesellschaften und Banken gehalten, wodurch auch die Unternehmen selbst Einfluss auf die Dachorganisation haben.⁵⁶

Reglementierungen hinsichtlich Umweltschutz, Arbeitszeiten etc. betreffen den Promodia-Sesselcluster zwar wesentlich stärker als Unternehmen in Billiglohnländern, gerade darin wird jedoch auch die Chance gesehen, ökologisch bessere Standards als besonderes Qualitätsmerkmal hervorzuheben. Durch ein Öko-Label werden beispielsweise Kriterien wie die ausschließliche Verwendung von zertifiziertem Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern, der Einsatz von ökologisch verträglichen Lacken sowie umweltfreundliche Produktion sichtbar gemacht. Die größten Stärken der dezentralisierten Produktionsstrukturen sind jedoch Kundenbetreuung, Service und der Fokus auf Entwicklung von Innovationen und neuem Design. Billiganbieter können zwar ähnliche Produkte herstellen, jedoch keine qualitativ gleichwertigen Dienstleistungen anbieten.⁵⁷

Zusammengefasst werden von Promosedia folgende Aktivitäten durchgeführt:

- Leitung und Organisation einer jährlich stattfindenden Messe
- Veranstaltung eines internationalen Designwettbewerbs
- Auszeichnungen für besonders innovative Entwicklungen
- Herausgabe einer halbjährlich erscheinenden Zeitschrift
- Regelmäßige Informationsveranstaltungen
- Organisation von Gruppenauftritten bei internationalen Messen
- Entwicklung eines Labels, das dem Konsumenten höchste Qualität garantiert

⁵⁶ Leiprecht (2005): S. 278.

⁵⁷ Leiprecht (2005): S. 270 ff.



Abbildung 36: TopTen Award Promosedia.

Dem Sesselcluster Promosedia ist es so gelungen, eine Balance zwischen weltweiter Vermarktung und Erhalt der Selbständigkeit der lokalen Mitgliedsbetriebe zu schaffen. Um Abhängigkeiten von einigen wenigen Kunden zu vermeiden, erfolgte eine Diversifizierung der Abnehmer. Dafür wurde der Vertrieb neben Großhändlern auch auf Einzelgeschäfte und Direktkunden wie beispielsweise Hotels ausgeweitet. Für diese Einzelkunden können dann individuell entwickelte Produktfamilien angeboten werden; so werden etwa ganze Hotelgebäude mit allen benötigten Sesseltypen ausgestattet (z.B. Stühlen für Restaurant, Bar, Zimmer,...).⁵⁸

Automobilindustrie

Die Automobilindustrie wird im Zusammenhang mit der industriellen Fertigung von Gebäuden immer wieder als Vorbild genannt, dies gilt vor allem für den großindustriellen Produktionsansatz. Aber auch das System von Zulieferfirmen kann für die Baubranche von Interesse sein.

Automobilhersteller wie BMW, Audi etc. werden zu einem großen Teil durch ein hierarchisch strukturiertes System von Zulieferunternehmen mit spezifisch gefertigten Komponenten und Modulen versorgt. Allein in Österreich arbeiten 700 Unternehmen mit 175.000 Beschäftigten im Bereich der Automobil-Zulieferindustrie. Der jährliche Umsatz beträgt ca. 38 Mrd. € pro Jahr. In Abbildung 37 ist die Hierarchie der Produktionsstruktur vereinfacht dargestellt. Jene Zulieferunternehmen, die die Automobilproduzenten direkt beliefern, werden als „Tier-1“-Lieferanten bezeichnet. Tier-2-Lieferanten versorgen wiederum Tier-1-Lieferanten und so fort. Der Informationsfluss über benötigte Mengen und erforderliche Liefertermine läuft dementsprechend in die entgegengesetzte Richtung.

⁵⁸ Leiprecht (2005): S. 238 ff.

Als wesentlichste Kundenschnittstelle dienen die Autohäuser, in denen die KundInnen ihre Konfigurationswünsche hinsichtlich Farbe und Ausstattung bekanntgeben. Auch Finanzierungsdienstleistungen werden angeboten. Dabei ist beachtenswert, dass die Automobilhersteller mit diesen Dienstleistungen bereits mehr Wertschöpfung erzielen als mit dem Verkauf der Autos selbst.⁵⁹ In der Studie „Future Automotive Industry Structure 2015“ von Mercer Management Consulting und dem Fraunhofer-Institut wird prognostiziert, dass bis 2015 die Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen große Teile der Entwicklung und Produktion von den Autoherstellern übernehmen werden und so um bis zu 70 % expandieren können. Auslöser dafür sind neue Technologien, die steigende Modellvielfalt sowie die zunehmende Fahrzeugkomplexität. Weltweit lag im Jahr 2002 der Wertschöpfungsanteil der Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen bei rund 65 % (417 Mrd. Euro). Bis 2015 soll sich dieser Anteil auf 77 % erhöhen. Die Automobilhersteller selbst geben Anteile ab und konzentrieren sich zunehmend auf markenprägende Aspekte wie Fahrzeugdesign, Markenerlebnis und Service-Konzepte.

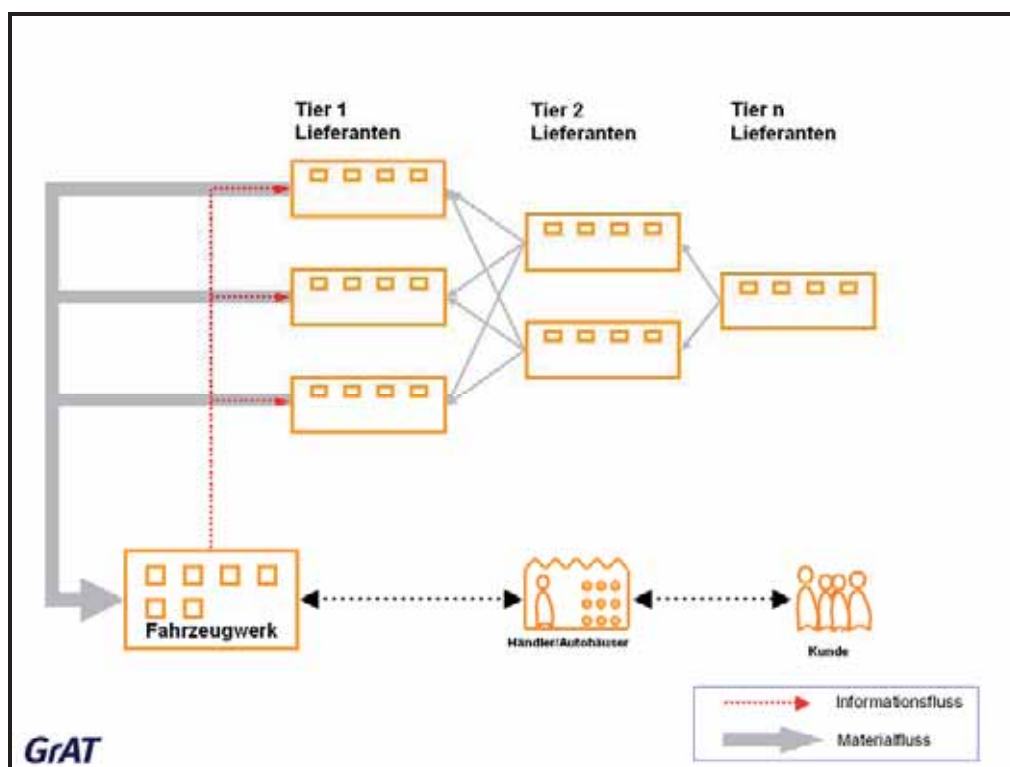


Abbildung 37: System-Map der Automobilindustrie.

Die Zulieferindustrie verfügt über eine starke Vernetzung durch die Automobilcluster, die eine Basis für nationale und internationale Kontakte und Kooperationsprojekte schaffen. In Österreich vertritt die Austrian Automotive Association die regionalen automotiven Netzwerke wie

⁵⁹ Mercer Management Consulting (2005).

die AC Styria, AC Oberösterreich, die Automotive Cluster Vienna Region (ACVR) und übernimmt die Vertretung der Cluster auf internationaler Ebene.

Modularisierung und Plattformstrategien

Aus konstruktiver Sicht sind vor allem die Modularisierung im Automobilbau und das Konzept, die gleichen Grundkonstruktionen für völlig unterschiedliche Modelle zu verwenden, für die Bauindustrie von hoher Relevanz. Aufgrund der Globalisierung und der zunehmenden Produkt-Differenzierung hat die Marktkomplexität in der Automobilindustrie drastisch zugenommen. Mit der steigenden Anzahl an verschiedenen Produkten geht auch eine Erhöhung der Kosten und Entwicklungszeiten einher. Abgeleitet von der Elektronikindustrie, die als Erste Produktplattformen zur Komplexitätsreduktion verwendete, wurde dieses Konzept in einer abgewandelten Form für die Automobilindustrie adaptiert. Hier werden Plattformen verwendet, auf denen unabhängige, veränderbare Module aufgebaut werden können, wodurch eine Differenzierung der Modelle ermöglicht wird. So wird eine wesentliche Reduktion der Entwicklungs- und Produktionskosten erzielt.⁶⁰ Die meisten Automobilkonzerne verfügen über mehrere Marken, die einerseits möglichst günstig produziert werden sollen und andererseits für den Kunden eindeutig unterscheidbar bleiben müssen. Diese Unterscheidbarkeit gilt laut Wernle im Besonderen für jene Komponenten, die der Konsument mit den Sinnen erfassen kann.⁶¹

Die Volkswagen AG zum Beispiel verfügt über sieben Tochterunternehmen. Die Plattformen werden für Audi, Skoda, Volkswagen und Seat verwendet.⁶²

VW definiert eine Plattform folgendermaßen: „Die Plattform stellt eine Einheit dar, die keinen Einfluss auf die Außenhaut des Fahrzeuges hat, d. h. ein Chassis inklusive der inneren Radhäuser. Sie besteht aus verschiedenen Funktionsgruppen (z. B. Aggregat, Schaltung, Bremsanlagen). Möglichst viele Fahrzeuge auf einer Plattform zu bauen (Plattformstrategie) wirkt sich zeit- und kostenoptimierend aus.“⁶³ Global Insight, ein global agierendes Marktforschungsunternehmen aus dem Bereich der Automotivindustrie, definiert eine Plattform als Fahrzeuge, die sich mehr als 55 % der Komponenten teilen.⁶⁴

Plattformen werden jedoch nicht nur für verschiedene Modelle innerhalb eines Konzerns verwendet, sie kommen auch konzernübergreifend zum Einsatz. Ein Beispiel dafür ist die Koope-

⁶⁰ Schmieder/Thomas (2005): S. 1–2.

⁶¹ Wernle (2003): S. 1.

⁶² Schmieder/Thomas (2005): S. 169.

⁶³ Volkswagen (2008).

⁶⁴ Wernle (2003): S. 1.

ration zwischen Toyota Motor Corporation (TMC) and PSA Peugeot Citroën. Dabei wurde als gemeinsames Entwicklungsziel ein preiswerter Kleinwagen angestrebt, bei dem ein möglichst hoher Anteil an gleichen Teilen verwendet werden sollte. Die jeweils markenspezifischen Eigenschaften, in erster Linie die Gestaltung der Außenhaut, wurden der jeweiligen Marke angepasst (Abbildung 38).⁶⁵



Abbildung 38: Toyota Aygo, Peugeot 107, Citroen C1. Automotive Engineer 2005.

Die Anwendung von Plattformen mit einem hohen Anteil an gleichen Teilen und vereinheitlichten Produktarchitekturen führte zu einer relativ hohen Ähnlichkeit der Fahrzeuge, daher wurden flexiblere, modulare Plattformen weiterentwickelt.⁶⁶ Diese sind keine unveränderlichen Bauteile mehr, vielmehr erlauben sie eine Anpassung des Radstands, der Spurweite und anderer entscheidender Unterscheidungsmerkmale wie etwa der Sitzhöhe. So teilen sich beispielsweise der VW Touran und der Audi A3 die PQ35-Plattform des Golfs.

Auf den fünf weltweit am meisten verwendeten Plattformen basieren jeweils bis zu sieben verschiedene Marken und bis zu 13 Modelle. Die Fertigung erfolgt in bis zu zehn verschiedenen Ländern (siehe Tabelle 11). Die Anzahl der produzierten Einheiten je Plattform ist weiterhin im Steigen begriffen. Der führende Plattformhersteller VW beabsichtigt, in den nächsten Jahren 43 Fahrzeugmodelle auf einem modularen Querbaukasten (MQB) basieren zu lassen, um damit wettbewerbsfähige Kosten bei hoher Modell- und Markenvielfalt zu gewährleisten.⁶⁷

⁶⁵ Automotive Engineer (2005): S. 1.

⁶⁶ Schmieder/Thomas (2005): S. 162.

⁶⁷ VW Internationale Investorenkonferenz (2008).

Rank	Group	Platform	Plan volume (millions)	No. of brands	Number of models	Countries assembled in
1	VW	A4 (Golf)	1,84	4	9	10
2	GM	GMT800 (truck)	1,67	3	7	3
3	Toyota	Corolla 330N	1,30	1	9	8
4	VW	PQ24 (Polo)	1,02	4	4	7
5	Suzuki	Alto	1,01	7	13	7

Tabelle 11: Globale Plattformen mit mehr als 1 Mio. produzierter Einheiten im Jahr 2002. Quelle: Global Insight Automotive.

Im Jahr 2006 führte VW mit den PQ35/46-Plattformen die Statistik der verkauften Einheiten mit 2,3 Millionen Stück an. Darauf folgten die Toyota-NBC-Plattform mit 1,63 Millionen und die Ford-C1/p1-Plattformen mit 1,52 Millionen Stück.⁶⁸

Alternative Produktionskonzepte

Ein weiteres Konzept innerhalb der Automobilindustrie, das sogenannte „MoCar-Prinzip“, ist vor allem für die dezentrale Produktion relevant und wurde von Daimler-Chrysler vorgestellt. Dabei wird das Fahrzeug aus vier komplett fertig lackierten und montierten Einzelmodulen innerhalb sehr kurzer Zeit zusammengestellt. Das MoCar-Prinzip stellt eine Weiterentwicklung der Smart-Produktion im französischen Hambach dar. Durch die enge Verknüpfung der Produktions- und Montagelinien und der Zulieferbetriebe (siehe Abbildung 39) beträgt die Herstellungszeit für einen Smart nur 4,5 Stunden.⁶⁹

⁶⁸ Weernink, W.O. (2007): S. 1.

⁶⁹ Langner/Truckenbrodt (2001): S. 2–3.

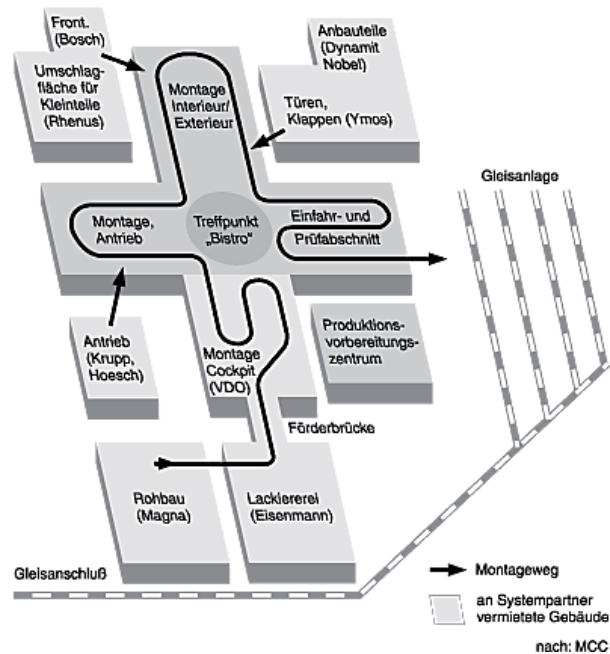


Abbildung 39: Smart-Produktion. www.innovation-aktuell.de, aufgerufen am 03.03.2008.

Beim MoCar-Prinzip können Einzelmodule dezentral an verschiedenen Standorten in wesentlich kleineren Fabrikeinheiten produziert werden. An die Stelle großer zentraler Produktionsstandorte treten mit MoCar kleine, flexible Fertigungseinheiten zur Produktion der Einzelmodule. Dadurch sinken die Investitions- und Logistikkosten für künftige Produktionsanlagen bei gleichzeitiger Verkürzung der Errichtungszeit pro Fertigungseinheit.⁷⁰

5.5.6 Zusammenfassung und abgeleitete Prinzipien

Geringe Kooperationserfahrung der Unternehmen, Föderalismus, eine hohe Konjunkturabhängigkeit, niedrige Eigenkapitalquoten und geringe Verfügbarkeit von Fördermitteln stehen der innovativen Weiterentwicklung der österreichischen Bauindustrie im Wege. Im Gegensatz dazu haben es die japanischen Unternehmen aufgrund der Adaptierung von Produktionsprozessen aus der Automobilindustrie geschafft, sehr effizient und kundengerecht zu produzieren. Weiters bieten die Unternehmen auch zusätzliche Services an, wie etwa Grundstückssuche, Wartungsdienste oder Rücknahme für abgewohnte Einheiten am Ende ihrer Nutzungsdauer. Die Orientierung in Richtung Null-Energie-Haus hat eine hohe Priorität. Durch die modulare, standardisierte Bauweise wird ein hoher Vorfertigungsgrad erzielt. Die Gebäude können so bereits in der Fabrik mit Küchen, Nasszellen, Elektro-, Sanitärinstallationen und Böden ausgestattet werden. Unternehmen wie OM Solar und ModCell sind primär daran interessiert, ihre standardisierten Energiesysteme und Bauprodukte zu verkaufen, und arbeiten in

⁷⁰ Langner/Truckenbrodt (2001): S. 4.

branchenübergreifenden Netzwerken. Sie benötigen dadurch keine eigenen Fertigungsstandorte und Fabrikshallen.

Neben einem zentralen Marketing übernehmen sie vor allem Forschung und Entwicklung, Qualitätsüberwachung und im Falle von OM Solar auch Finanzdienstleistungen. Dadurch werden vorhandene, regionale Ressourcen genutzt und die lokale Wertschöpfung erhöht.

Vorteile für die NutzerInnen sind die durch die Dachmarke garantierte Qualitätssicherheit und Verlässlichkeit.

Der Promosedia-Sesselcluster hat es trotz seiner kleinstrukturierten Unternehmen geschafft, ein starkes Netzwerk aufzubauen und Ressourcen zu bündeln. Durch die Teilnahme an Messen und die Organisation von jährlichen Designwettbewerben können Innovationen vorangetrieben und die Region als weltweites Zentrum der Sesselproduktion und -kreation positioniert werden. Konkurrenten aus dem Ausland wird mit erweiterten Dienst- und Serviceleistungen entgegnet.

In der Automobilindustrie wird auf eine enge und streng hierarchisch organisierte Kooperation der Zulieferbetriebe gesetzt, die „just in time“ die benötigten Komponenten liefern. Die Qualitätsanforderungen der Automobilproduktion sind hoch, die erforderliche Differenzierung von den Konkurrenzunternehmen erfordert auch eine ständige Weiterentwicklung. Durch modularisierte Plattformen wird versucht, einen möglichst hohen Anteil an Bauteilen für mehrere Marken zu verwenden, bei gleichzeitig hoher Diversifizierung. Die Modularisierung der Fahrzeuge, wie etwa beim MoCar-Prinzip, ermöglicht neue, dezentralisierte Produktionskonzepte, die mit weniger Kapitalaufwand und kürzerer Errichtungszeit betrieben werden können. Die Automobilkonzerne selbst konzentrieren sich zunehmend auf markenprägende Komponenten wie Design, Markenerlebnis und Service.

Folgende relevante Prinzipien für die industrielle Serienfertigung von Gebäuden können aus der Analyse der verschiedenen Produktionsmodelle abgeleitet werden:

- Höherer Grad der Vorfertigung (Integration von Küchen, Stiegen, Verkabelung, Haustechnik,...).
- Höhere Kundenorientierung in Form von Serviceleistungen, One-Stop-Shop, Betreuung der Kunden und Antizipieren von Bedürfnissen über den gesamten Zeitraum der Nutzungsdauer des Gebäudes.
- Standardisierte Aufbauten und Materialien, die als fertige Konstruktionen oder auch nur als Bausteine verkauft und lokal zusammengesetzt werden können.

- Dieselbe Plattform für mehrere Modelle zu verwenden ist möglich, solange der Kunde aufgrund der Gestaltung eindeutig zwischen den Produkten unterscheiden kann.
- Hohe Arbeitsteilung: Unternehmen konzentrieren sich auf ihre jeweiligen Stärken; hohe Variantenvielfalt trotz weitgehender Standardisierung.
- Modularität und leicht lösbare Verbindungen ermöglichen einfache Änderungen der äußeren Gestalt, Nachrüstung und Recycling (von Fassade, Inneneinrichtung etc...).
- Kleine Produktionseinheiten sind bei modularer Fertigung flexibler und finanziell vorteilhafter (Smart-Produktion).
- Ökologische Orientierung gepaart mit Gewinn für die KonsumentInnen – „Zero Utility Cost“.
- Markenbildung und Differenzierung zu Konkurrenten durch Cluster/Dachorganisationen.

6 Strategien

6.1 Gebäudehülle

Eine flexible und modulare Grundkonstruktion ist eine wesentliche Voraussetzung für die effiziente industrielle Fertigung von ökologischen Passivhäusern. Neben Qualitätssicherung und Kosteneinsparung sind dadurch auch wesentliche Vorteile während des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes zu erzielen. Durch die flexible Zusammensetzung der Module kann das Gebäude leicht erweitert werden, und auch Wartung, Recycling und Wiederverwendung der einzelnen Teile beim Rückbau werden ermöglicht.

Die hier ausgearbeitete Strategie für die Gebäudehülle basiert auf einer Weiterentwicklung der beschriebenen Modulbauweise der Fertighausindustrie in Japan und der Plattformstrategie der Automobilindustrie. Die Gebäudehülle muss dabei nicht nur technische Aufgaben erfüllen, sondern auch ästhetischen Ansprüchen der NutzerInnen entsprechen.

Die zentrale konstruktive Herausforderung liegt daher darin, bei möglichst hoher Standardisierung und Vereinheitlichung der Komponenten der Grundkonstruktionen einen großen, idealerweise unbeschränkten Spielraum für die spezifische Gestaltung offen zu lassen, sodass für die BewohnerInnen ein wahrnehmbar individuelles Gebäude entsteht.

Exemplarisch wurden dafür drei verallgemeinerte Möglichkeiten des Gebäudedesigns durchgespielt, die aus den Gestaltungspräferenzen der drei in Kapitel 6.3.1 identifizierten prototypischen Kundengruppen abgeleitet wurden.

6.1.1 Prinzip und Traggerüst des Gebäudes

Aus dem Spektrum verschiedener konstruktiver Varianten wurden diejenigen herausgefiltert, die am besten für den Einsatz als passivhaustaugliche Lösung geeignet sind. Materialsparende Konstruktionen, Verbindungselemente und Verarbeitbarkeit sind dabei Aspekte, auf die in der Entwicklung der Bauweise geachtet wurde. Als Baustoff für die tragenden Elemente wurde vor allem Holz berücksichtigt.

Technische Aspekte bei der Herstellung der Gebäudehülle sind zum einen die Konstruktionen von Wand-, Boden- und Deckenelementen und zum anderen die Verbindungen der Bauteile eines Moduls sowie die Verbindungen der Module untereinander sowie die Anschlussdetails. Entscheidend dabei ist, wie die erforderliche Luftdichtheit der Gebäudehülle gewährleistet werden kann. Zu beachten ist auch, wie sich das Gebäude bei Nutzungsänderungen und nachträglichen Umbauten verhält.

Als Traggerüst von Gebäuden wurden für das vorliegende Projekt zahlreiche Varianten analysiert. Für eine industrielle Serienfertigung sind vor allem die Skelett-, die Tafel- und Plattenbauweise und die Modulbauweise bzw. eine Kombination dieser drei am besten geeignet (siehe Tabelle 12).⁷¹

	Beispiele	Konstruktionen	Vorteile	Nachteile
Skelett-konstruktionen	Doppelträger-konstruktion Einteilige Stütze mit aufliegendem Träger Skelettknoten	Tragsystem in der Wand Wandelement vorgefertigt Oft in Kombination mit Plattenbauweise	einfacher Transport Wandelemente haben keine tragende Funktion freie Raumplanung	hoher Fugenteil (handwerkliche Bearbeitung) geringe Vorfertigung
Tafel-/ Plattenbauweise	Wandelemente Deckenelemente Dachelemente Bodenelemente U-Schalen	Brettschicht-holzplatten Sandwichplatten Brettstapelplatten Paneelemente	Kombination von Baustoffen einfach möglich einfacherer Transport	Fugen müssen vor Ort bearbeitet werden Verbindungsstücke der Platten
Zellenbauweise	Raumelemente: Sanitärzellen Küchenzellen Andere Zellen	Rahmen-Plattenkonstruktion (verschiedene Materialien möglich) Verbundaufbauten	Materialeinsparung (besonders bei der Betonbauweise) Ausbau und Installationen im Werk vorgefertigt hohe Luftdichtheit	Transportprobleme (Abmessungen, Gewicht) hoher Logistikaufwand Doppelung von Wänden (= Überdimensionierung)

Tabelle 12: Bauarten.^{72,73,74}

Die Tafel- und Plattenbauweise findet sowohl in Form von rein statischen Komponenten als auch in Form von vorgefertigten Elementen mit integrierter Dämmung und Verrohrungen Anwendung.

Eine Kombination der beschriebenen Konstruktionsarten ist für die Zielsetzung am besten geeignet. Dabei wird ein vorgefertigtes Modul mit sämtlichen eingebauten Wasser- und Elektroinstallationen aufgestellt, um welches herum die Gebäudehülle in Skelett- oder Plattenbauweise errichtet wird. Das zentrale Modul erfüllt darüber hinaus auch statische Funktionen und kann das Stiegenhaus aufnehmen. Auf diese Weise können die Vorteile von Raumzellen genutzt werden, ohne die Gestaltungsfreiheit im restlichen Gebäude wesentlich einzuschränken.

⁷¹ Für ausführliche Untergliederungen siehe auch Winter et al. (2001).

⁷² Graf, A (2003).

⁷³ Prochiner (2006).

⁷⁴ Albers, K. J. (2001).

6.1.2 Design und technischer Aufbau

Der Wunsch nach einem ökologisch und nachhaltig entworfenen Haus geht quer durch unterschiedliche Gesellschaftsschichten und soziale Milieus (siehe Kapitel 6.3.1). Dementsprechend breit gestreut sind auch die Werthaltungen und die damit verbundenen Designvorstellungen.

Diese unterschiedlichen ästhetischen Ansprüche können durch die flexible Modulbauweise individuell umgesetzt werden. Dabei bleibt die Grundkonstruktion immer gleich, in Bezug auf Dachformen, Oberflächenstrukturen oder Design des Gebäudes besteht jedoch ein großer Gestaltungsspielraum.

Um die Vielzahl an möglichen gestalterischen Lösungen trotz einheitlicher Plattform zu verdeutlichen, werden im Folgenden drei verschiedene Designmöglichkeiten dargestellt. Diese stellen vereinfachte Haustypen dar, die entsprechend den sozialen Milieus „Etablierte“, „Bürgerliche Mitte“ und „ländlich-traditionelles Milieu“ entwickelt wurden (siehe Kapitel 6.3.1). Die Entwicklung dieser drei Grundtypen ist der Ausgangspunkt für eine individuelle Gestaltung je nach Nutzeranforderungen.

6.1.3 Designkategorien

Als Grundtypen für Gebäudedesign wurden für das Einfamilienhaus der technokratische Stil, der Landhausstil und der Villa-Typ herausgearbeitet, außerdem wurde ein Entwurf für ein Mehrfamilienhaus im verdichteten Flachbau konzipiert.

Den größten Einfluss auf die Gestaltung eines Gebäudes hat die Dachkonstruktion. Während der technokratische Stil vor allem durch den Einsatz von Pultdächern realisiert wird, wird das Satteldach vor allem für den Landhausstil und das Walmdach für den Villa-Typ eingesetzt. Der Villa-Stil wird zusätzlich vor allem durch Erker und aufwendigere Dachkonstruktionen realisiert

Die Dachkonstruktion kann als gesamtes Element vorgefertigt werden. Integrierte Sonnenkollektoren und PV-Elemente sind möglich und ersetzen teilweise die Dacheindeckungen. Im Folgenden werden die drei Design-Prototypen kurz beschrieben.

Technokratischer Stil

Das Dach ist als Flachdach ausgeführt und vom Gebäude weitgehend entkoppelt, dadurch werden die Wärmebrücken der Gebäudehülle minimiert, eine Hinterlüftung der Dämmebene ist gewährleistet. Die Dachoberfläche kann begrünt und zum Aufstellen von Solaranlagen genutzt werden.

Der Balkon wird wärmebrückenfrei an das Gebäude angebracht. Die Fensterflächen an der Nordseite werden weitestgehend minimiert, um Energieverluste zu reduzieren. Funktionalität und modernes Design stehen bei diesem Entwurf im Vordergrund.

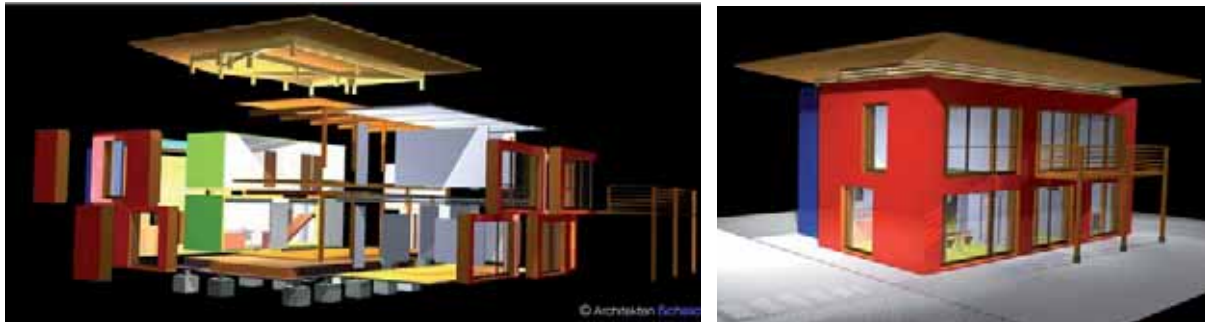


Abbildung 40: Gebäudetyp 1 – „technokratischer Stil“, Explosionsdarstellung und Ansicht.

Villa-Typ

Diese Designkategorie entspricht dem sozialen Milieu der bürgerlichen Mitte, die vor allem nach einem angemessenen sozialen Status strebt. Das Gebäude zeichnet sich durch klare Formen, an historischen Vorbildern orientiertes Design und ein Walmdach aus.

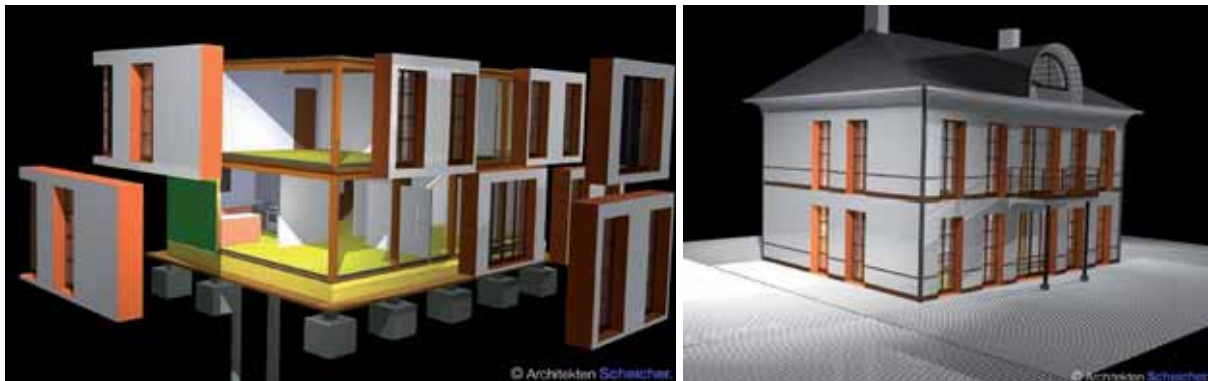


Abbildung 41: Gebäudetyp 2 – „Villa-Typ“, Explosionsdarstellung und Ansicht

Landhaus-Typ

Traditionelle/ländliche Kundengruppen präferieren meist ein klassisches Design. Der Landhaus-Entwurf richtet sich daher vor allem an diese Zielgruppe. Je nach Region und vorherrschender Gestaltungstradition können einfach realisierbare Abänderungen notwendig sein, um die gleiche Zielgruppe zu erreichen.



Abbildung 42: Gebäudetyp 3 – „Landhaus-Typ“, Explosionsdarstellung und Ansicht.

Verdichteter Flachbau

Auch für den verdichteten Wohnbau ist das Konzept prinzipiell geeignet. Durch die kompakte Bauform kann noch kostengünstiger und energieeffizienter gebaut werden. In einem weiteren Entwicklungsschritt ist vorgesehen, derartige Gebäude auch energieautark zu planen. In der folgenden Abbildung ist ein Entwurf für ein Mehrfamilien-Wohnhaus in Modulbauweise dargestellt.



Abbildung 43: Entwurf energieautarkes Mehrfamilienhaus, Front. Architekten Scheicher, GrAT.



Abbildung 44: Entwurf energieautarkes Mehrfamilienhaus, Rückseite. Architekten Scheicher, GrAT.

Alle gezeigten Modelle können mit der gleichen Plattformstrategie realisiert werden, ähnlich dem in Kapitel 6.5 analysierten Konzept der Autoindustrie, wonach völlig unterschiedliche Modelltypen auf ein und dieselbe Grundkonstruktion aufgebaut werden. Im Folgenden wird der technische Aufbau eines derartigen Gebäudes näher ausgeführt. Dabei wird auch klar, wie die Gestaltungsvielfalt trotz vereinheitlichter Elemente der Grundkonstruktion realisiert wird.

6.1.4 Technischer Aufbau

Die Module und Wandsegmente des Gebäudesystems erfüllen unterschiedliche Aufgaben. So sind alle Haustechnik-Komponenten in den vorgefertigten Modulen untergebracht. Die Module sind so konzipiert, dass sie auch statische Funktionen übernehmen. Die restliche Konstruktion des Gebäudes wird um diese Module herum entworfen, Träger und Säulen tragen die restlichen Kräfte ab. Die Fassadenelemente werden ebenfalls vorgefertigt und außen angebracht, vorzugsweise mit einer demontierbaren Holzverkleidung. Sie werden an der Grundkonstruktion fixiert und nur minimal belastet. In den vorgefertigten Holzmodulen können je nach Kundenwunsch Küche, Nassräume, Treppe und die Haustechnik bereits ab Werk integriert werden. Zusätzlich ermöglicht das Konzept eine einfache Wartung, insbesondere auch in Hinblick auf die unterschiedliche technische Lebensdauer von Haustechnik und Gebäudestruktur und damit verbundene Erneuerungen oder Erweiterungen.

Das Dach ist je nach Modell variierbar (Pult-, Sattel- oder Walmdach) und thermisch von der Gebäudehülle entkoppelt. Durch diesen Aufbau kann ein hoher Vorfertigungsgrad gewährleistet werden. Die Gestaltungsfreiheit des Gebäudes ist durch die beiden Module im hinteren Bereich des Gebäudes nur gering eingeschränkt.

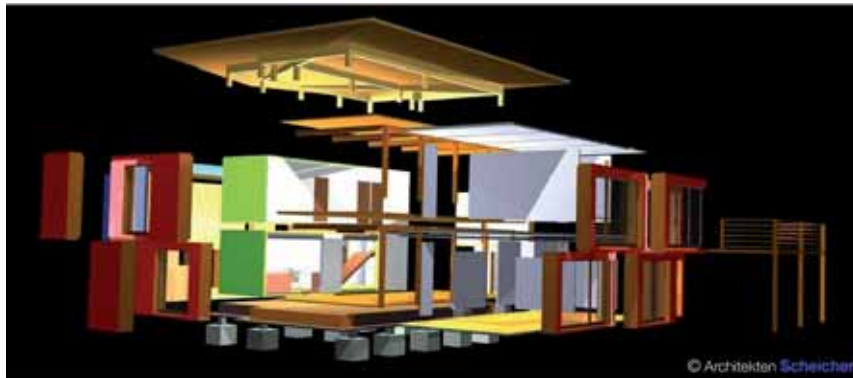


Abbildung 45: Explosionsdarstellung des Gebäudeaufbaus.

6.1.5 Errichtung

Die ebenfalls in Segmenten vorgefertigte Bodenplatte wird auf Punktfundamenten (ressourcenschonendste Variante) wärmebrückenfrei und luftdicht angebracht. Die Anlieferung der Module erfolgt per Lkw.

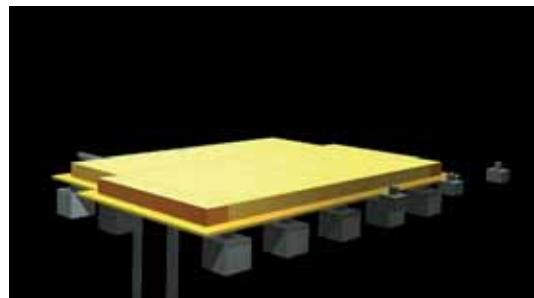


Abbildung 46: Punktfundamente und Bodenplatte.

In Abbildung 47 ist dargestellt, wie das erste Modul mit integrierter Kücheneinrichtung und Stiegenhaus angeliefert wird.

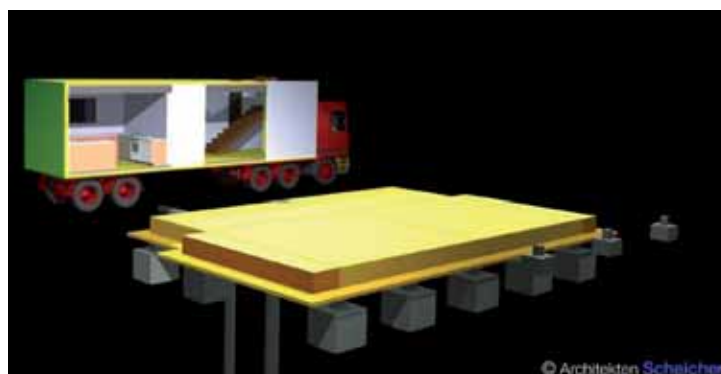


Abbildung 47: Modul Küche und Stiegenhaus.

Auf das erste Modul wird das zweite aufgesetzt (siehe Abbildung 48). In diesem befinden sich der Nassraum und die Haustechnik sowie der Stiegenaufgang. Die Leitungen und Rohre sind bereits im Modul integriert. Fehler beim Einbau werden so vermieden, da sämtliche Anschlüsse bereits installiert sind und an der Baustelle nur mehr die Versorgungsleitungen verbunden werden müssen.

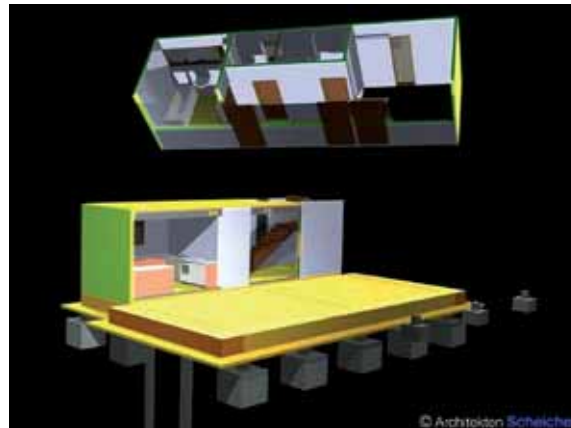


Abbildung 48: Modul Haustechnik und Nassraum.

Der weitere Ausbau erfolgt durch materialoptimierte Holzständer (siehe Abbildung 49), die entweder sichtbar oder unsichtbar in einen Wandaufbau integriert werden und gemeinsam mit den Modulen die Geschößdecken tragen.

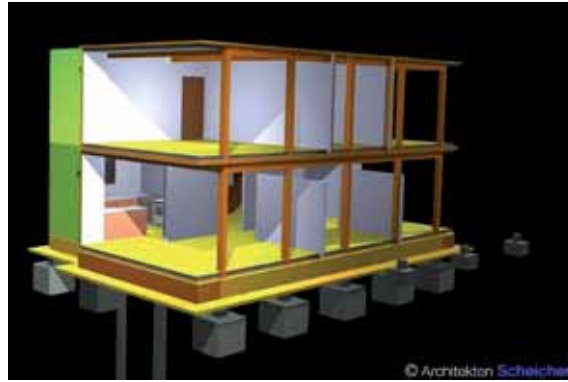


Abbildung 49: Grundkonstruktion.

Die Wandsegmente werden mit eingebauten Fenstern und fertiger Außenfassade luftdicht an die Konstruktion angebracht. Die Errichtung kann innerhalb weniger Tage erfolgen. In Abbildung 50 ist das fertiggestellte Gebäude, in diesem Fall mit Pultdach, abgebildet. Analog können auch andere Designtypen realisiert werden.

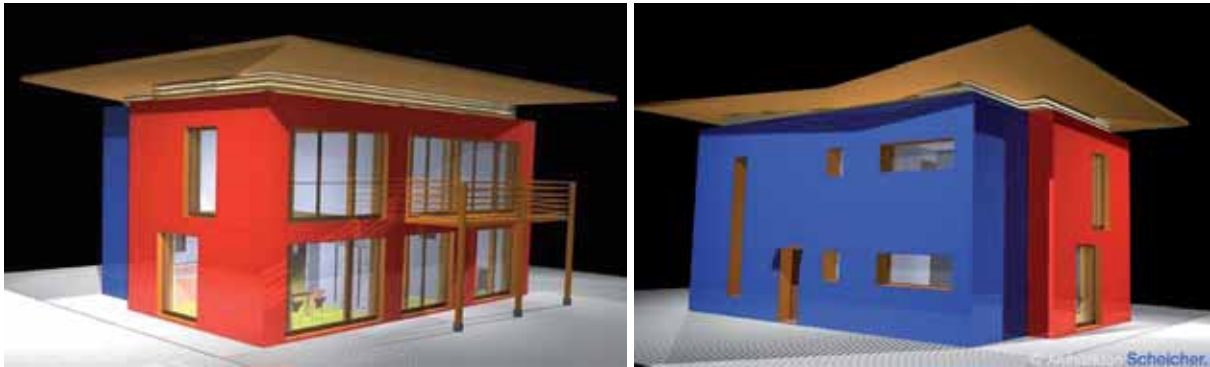


Abbildung 50: Fertiges Gebäude.

6.1.6 Bauteilverbindungen

Im Sinne einer erhöhten Bauqualität gilt laut Korab und KollegInnen für die Verbindung der einzelnen Bauteile: „Im Bereich der technischen Nahtstellen müssen mehr feststehende Leitdetails für standardisierte Bauteilanschlüsse in der Ausführung entwickelt werden, statt jeden Bauteilanschluss stets von neuem als handwerklichen Prototyp zu betrachten.“⁷⁵ Die Verwendung standardisierter Verbindungen ist vor allem bei hohen Ansprüchen an die Ausführungsqualität ein entscheidender Vorteil. So ist etwa die beim Passivhausstandard geforderte Luftdichtheit der Gebäudehülle wesentlich leichter und sicherer zu erreichen.

Beim Einsatz von Raumzellen ist die Gewährleistung der Luftdichtheit am einfachsten umzusetzen, da die Zellen meist an sich bereits eine luftdichte Hülle aufweisen. In den folgenden

⁷⁵ Korab et al. (2003): S. 19.

Bildern ist die Montage eines Fertigteilhotels dargestellt. Die Verbindungen zwischen den Raumzellen wurden nach deren Positionierung abgedichtet.



Abbildung 51: Verbindung von zwei Raumzellen, Schaumontage Modulfabrik, Gästehaus Aquilin, St. Pölten.

Allgemeine Anforderungen an Verbindungselemente:

- langlebige, tragfähige Verbindung von zwei Elementen;
- exakte Justierung (Einrichtung der Fertigteile in horizontaler und vertikaler Richtung) soll vor Ort leicht durchführbar sein;
- zerstörungsfreies Lösen der Verbindungen;
- Integration verschiedenster Gewerke, z.B.: Strom, Daten, TV, BUS, Trink- und Heizwasser (siehe auch Kapitel 7.2.4).

In den folgenden Abbildungen sind innovative Konzepte für Verbindungen, die sich noch im Prototypenstadium befinden, dargestellt.



Abbildung 52: links: Konstruktion Hochlastverbinder mit Elektro- und Sanitärverbindung, rechts: erste Prototypenwand (Wasser, Strom, Datenbus) der Fa. Munitec.

Neben der dargestellten Verbindungslösung der Firma Munitec bieten auch Verbindungstechniken, die in der Möbelindustrie für die rasche (Selbst-)Montage zum Einsatz kommen (siehe Abbildung 53), eine Reihe interessanter Ansätze für die Weiterentwicklung, natürlich in entsprechend größer dimensionierter und dauerhafter Ausführung.



Abbildung 53: Verbindungselement der Firma Sekisui.

Auch im Innenraum stellen innovative Verbindungssysteme sinnvolle architektonische Lösungen dar, wie z.B. ein patentiertes System der Firma „Trennwandsysteme Scheicher“, das derzeit vorwiegend im Objektbereich eingesetzt wird: Durch dieses Verbindungssystem können auch im Wohnbereich flexible Trennwände den wechselnden Anforderungen und Bedürfnissen der BewohnerInnen (Familiengründung, Auszug der Kinder, Einrichtung eines Arbeitszimmers,...) einfach angepasst werden. In Abbildung 54 sind zwei Trennwände aus Naturfaser-Compounds dargestellt, die im Rahmen eines „Fabrik der Zukunft“-Projekts⁷⁶ entwickelt wurden, sowie die Details der Verbindung.

⁷⁶ Wimmer et al. (2007): S. 87.



Abbildung 54: Flexible Trennwände aus Naturfaser-Compounds, S-HOUSE.

Die Trennwände sind für einen raschen Umbau mit geringem Werkzeugeinsatz konzipiert. Gerade die Möglichkeit einer flexiblen Innenraumgestaltung ist natürlich besonders wichtig für die im nächsten Abschnitt beschriebene kundenspezifische Planung.

6.1.7 Konfiguration und kundenindividuelle Anpassung

Die Umsetzung unterschiedlicher Gestaltungsvarianten bei der industriellen Herstellung von Gebäuden stellt die Unternehmen vor die Herausforderung, individuelle Kundenwünsche zu berücksichtigen und gleichzeitig wirtschaftlich zu produzieren.

Eine Strategie, um diese Ziele zu erreichen, stellt die sogenannte „Mass Customization“ oder kundenindividuelle Massenfertigung dar. Mass Customization wird folgendermaßen definiert:

„Mass Customization (kundenindividuelle Massenproduktion) ist die Produktion von Gütern und Leistungen für einen (relativ) großen Absatzmarkt, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, zu Kosten, die ungefähr denen einer massenhaften Fertigung vergleichbarer Standardgüter entsprechen. Die Informationen, die im Zuge des Individualisierungsprozesses erhoben werden, dienen dem Aufbau einer dauerhaften, individuellen Beziehung zu jedem Abnehmer.“⁷⁷

Bei der Analyse der Produktionsstruktur der Automobilindustrie konnte der Eindruck entstehen, dass dort eine kundenindividuelle Fertigung bereits an der Tagesordnung steht. Man kann dabei jedoch nur von einer fortgeschrittenen Variantenfertigung sprechen. Die einheitlichen Plattformen dienen den Unternehmen dazu, die Komplexität des Produktionsprozesses zu reduzieren, Kosten einzusparen und für die jeweilige Nische ein Produkt anbieten zu können. Vom Kunden frei konfigurierbar sind jedoch nur wenige Komponenten. Modelle, die tat-

⁷⁷ Piller (1998): S. 65.

sächlich nach Wunsch des Kunden gefertigt werden, können noch nicht zum Massenfertigungspreis angeboten werden.⁷⁸

Im Bausektor kann die Fertigteilhausindustrie eine hohe Varietät an Produkten anbieten, allerdings besteht auch hier wenig Spielraum für die KundInnen, ohne Aufpreis individuelle Konfigurationen vornehmen zu können. Dabei wären gerade für die Baubranche Konzepte interessant, die eine kundenindividuelle Massenfertigung ermöglichen, da ja fast jedes neu errichtete Gebäude einen Prototyp darstellt.

Das am weitesten verbreitete Mass-Customization-Konzept basiert auf Modularisierung. Mit Hilfe einer begrenzten Anzahl standardisierter und miteinander kompatibler Bauteile wird ein kundenspezifisches Produkt erstellt.⁷⁹

Die Benutzerschnittstellen, die eine solche individuelle Konfiguration ermöglichen, verschieben sich von Katalogen und Prospekten im Zeitalter der Informationstechnologie immer mehr in Richtung Internet. Die KundInnen können dort zwar zwischen vielen Angeboten wählen, werden jedoch meist von unübersichtlichen Zahlen- und Buchstabenkombinationen überfordert. Ein leicht und intuitiv bedienbarer Produktkonfigurator würde es den KundInnen ermöglichen, selber innerhalb kürzester Zeit einen groben Entwurf zu erstellen und damit auch aktiv am Gestaltungsprozess teilzunehmen.

Ein gelungenes Beispiel für einen solchen Produktkonfigurator bietet die Homepage des amerikanischen Unternehmens „weeHouse“. Einerseits werden dort individuell geplante Gebäude angeboten, andererseits können aber auch vorkonfigurierte, günstigere Alternativen ausgewählt werden. Bei der Variante der individuellen Gestaltung kann aus einer eingeschränkten Anzahl von Modulanordnungen der favorisierte Typ gewählt werden. Je nach Modell sind verschiedene Grundrissvarianten möglich.

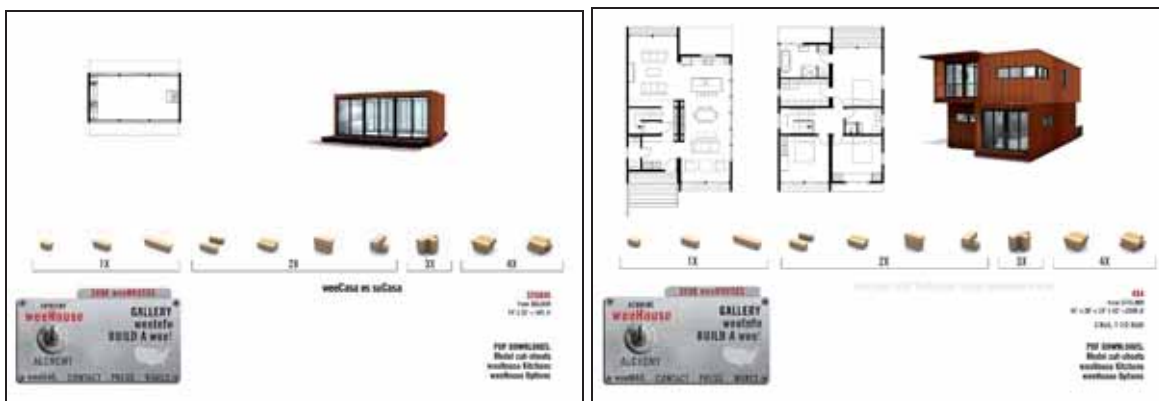


Abbildung 55: weeHouse in unterschiedlichen Konfigurationen.

⁷⁸ Piller (1998): S. 176–177.

⁷⁹ Piller (1998): S. 175.

Die Auswahl von Fassadentyp und -farbe sowie von anderen Eigenschaften wird in einem zweiten Schritt getroffen.

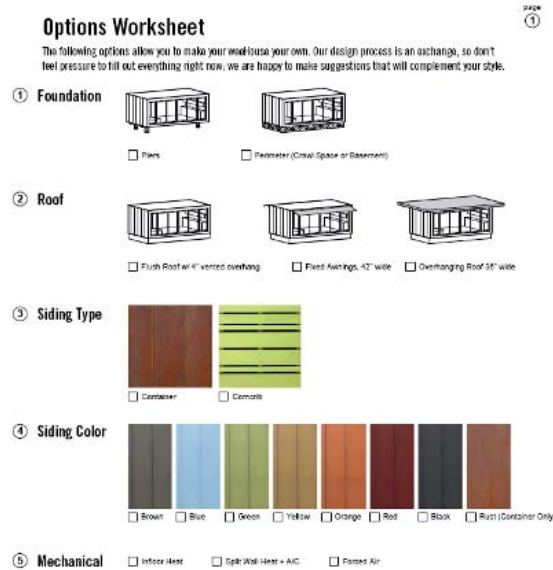


Abbildung 56: weeHouse – Auszug aus den wählbaren Optionen.

Durch die Auswahl individueller Vorlieben können die KundInnen direkt am Gestaltungsprozess teilnehmen. Für das Unternehmen wiederum stellt der Produktkonfigurator ein hilfreiches Tool dar, um die Präferenzen der KundInnen schnell zu erfassen.

Durch entsprechende Anpassung solcher Konfigurationstools können auch weitere Zielgruppen angesprochen werden, beispielsweise Architekten, die Module in ihre eigenen Entwürfe integrieren wollen.

6.2 Einbauten und Anschlüsse

In Bezug auf die im vorigen Kapitel dargestellte modulare Konstruktion werden hier mögliche Detaillösungen für Einbauten und Anschlusssysteme herausgearbeitet, die im Rahmen einer industriellen Serienfertigung eingesetzt werden können.

Gerade die Gewerke Sanitär-, Heizungs-, Klima- und Elektroinstallation benötigen bei konventioneller Ausführung auf der Baustelle einen hohen Arbeitsaufwand vor Ort durch entsprechende Facharbeiter und sind gleichzeitig eine der häufigsten Ursachen für Baumängel vor allem beim Passivhaus. Nachträgliche Durchdringungen der Gebäudehülle durch Leitungsführung zum Beispiel beeinträchtigen sehr oft die erforderliche Luftdichtheit des Gebäudes und reduzieren damit die Wirksamkeit der kontrollierten Wohnraumlüftung und die Energieeffizienz des Hauses, auch wenn der Rohbau an sich fehlerfrei ausgeführt worden ist.

Diese Installationsarbeiten benötigen also nicht nur viel Zeit und Koordination, da sich die Gewerke überschneiden und entsprechende Zwischenarbeiten durch andere ProfessionistInnen durchzuführen sind, sondern sie sind auch für die angestrebte Gesamtqualität des Passivhauses von entscheidender Bedeutung.

Nur hochqualifiziertes Fachpersonal ist in der Lage, die entsprechende Ausführungsqualität auf der Baustelle zu gewährleisten. Angesichts steigender Lohnkosten besteht also gerade hier das Potential, durch vorgefertigte Systeme wirtschaftlicher zu arbeiten. Lösungsansätze in diesem Bereich sind jedoch spärlich gesät und kommen derzeit vorwiegend bei der Errichtung von gewerblich genutzten Gebäuden zum Einsatz.

Im Folgenden sind jene Prinzipien und ihre jeweilige Anwendung herausgearbeitet, die für die industrielle Serienfertigung von Passivhäusern eingesetzt werden können, um die Anzahl der Gewerke bei der Errichtung vor Ort und damit Fehlerquellen und Zeitverzögerungen so weit wie möglich zu reduzieren. Insbesondere wurden dabei die folgenden Funktionsbereiche berücksichtigt:

- Elektroinstallationen und Leitungsführung,
- Sanitärinstallationen und wasserführende Leitungen (inkl. Küche und Nassräume),
- kontrollierte Wohnraumlüftung und Heizsystem.

Zusätzlich werden Ansätze für die Integration dieser Einbauten dargestellt.

6.2.1 Elektroinstallationen und Leitungsführung

Bei der Leitungsführung ist die architektonische Gestaltung der Grundrisse von entscheidender Bedeutung für die Komplexität der Leitungsführung und hat damit einen unmittelbaren Einfluss auf die erforderlichen Leitungslängen.

Bereits durch eine Optimierung der Grundrissgestaltung sind daher erhebliche Ressourcen- und Kosteneinsparungen zu erzielen, und dies bei gleichbleibendem oder sogar steigendem Nutzerkomfort. Das wichtigste Prinzip dabei ist eine zentrale Anordnung der Haus- und Energietechnik sowie der Installationen (siehe Abbildung 57).

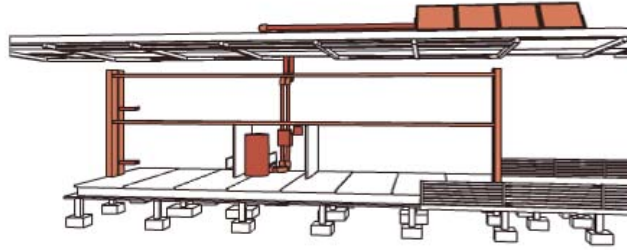


Abbildung 57: Zentrale Anordnung der Haustechnik (rot), S-HOUSE.

Die Stromversorgung erfolgt über ein zentrales Backbone-System, von dem aus die elektrischen Leitungen weiter zu den Verbraucherstellen geführt werden. Besonders effizient sind hier vor allem gestalterisch anspruchsvolle Aufputz-Installationen in Holz- oder Blechkanälen, da sie in Bezug auf geänderte Nutzungsanforderungen und entsprechende nachträgliche Umbauten sehr flexibel sind (z.B. im S-HOUSE der GrAT bzw. im demontierbaren Gebäude von Werner Sobek „R128“).

Eine zusätzliche Möglichkeit, bei gleichzeitiger Komforterhöhung Ressourcen und Energie einzusparen, ist die Verwendung eines EIB (Europäischer Installationsbus), eines standardisierten Systems zur intelligenten Vernetzung von Elektroinstallationen. Die Steuerungs- und Stromversorgung wird dabei durch eigene Kabel gewährleistet. Der Zustand der einzelnen Verbraucher im Gebäude wird durch Sensoren überwacht und kann über das Internet oder Mobiltelefon beeinflusst werden. So können z.B. beim Verlassen des Gebäudes die Fenster geschlossen und die Geräte vom Netz getrennt werden, um Standby-Verluste zu eliminieren. Die Lüftung kann in Abhängigkeit des CO₂-Gehaltes in der Raumluft gesteuert werden bzw. wird nur bei Anwesenheit von Personen eingeschaltet.

Für die technischen Details der Ausführung gibt es eine Reihe interessanter Varianten, die zum Teil auch abhängig von den verwendeten Wandkonstruktionen sind, da etwa der Holzbau andere Möglichkeiten bietet als der Massivbau.

Lösungen für Holzbauteile

Elektroleitungen im Fertigteilhausbau können bereits während der Montage im Werk in dafür vorgesehene Hohlräume eingelegt werden. Dies hat zur Folge, dass auf der Baustelle kein Schlitzen von Leitungen notwendig ist und die bauphysikalischen Funktionen somit nicht beeinträchtigt werden. Durch den separaten Installationsbereich ist keine Minderung der Dämmschicht notwendig.⁸⁰

⁸⁰ Lignotrend Produktions GmbH (2008).

In Abbildung 58 sind Beispiele für eine werkseitige Einbringung der Elektroinstallationen dargestellt.

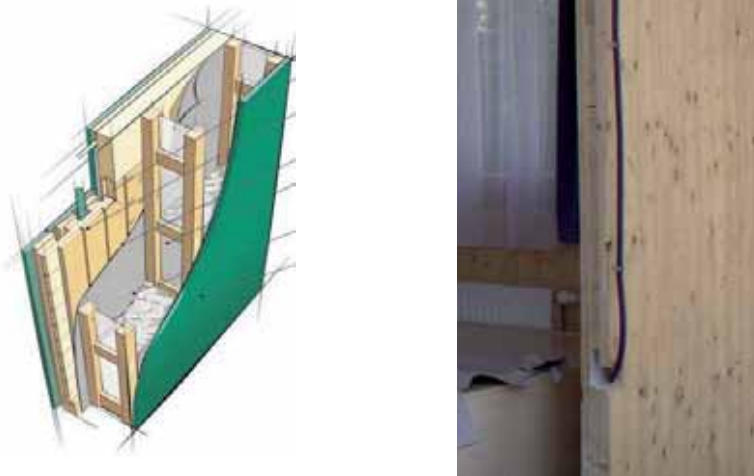


Abbildung 58: links: U*psi F-Element hochwärmegedämmte Lignotrend-Massivholzwand, rechts: Elektroinstallationen durch KLH Wand.

Lösungen für Ziegel- und Betonfertigbauteile im Massivbau

Vor allem in der Betonfertigteilherstellung ist eine werkseitige Integration von Installationen notwendig, da eine nachträgliche Bearbeitung von Betonwänden sehr aufwendig ist. Diese Integration von Elektroinstallationen (aber auch Installationen im Allgemeinen) wird meist mit Leerverrohrungen durchgeführt.

Die Firma Redbloc stellt Fertigteile aus Ziegeln her, wobei auch Elektroinstallationskanäle und Dosenvorbohrungen bereits im Werk eingebaut werden können (siehe Abbildungen 59 und 60).

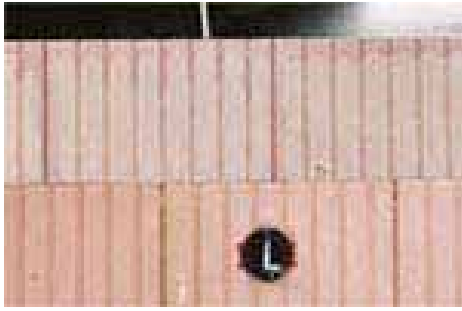


Abbildung 59: Ziegelfertigteile Fa. Redbloc.⁸¹



Abbildung 60: Schnitt durch Fertigteildecke Fa. Wohn-Ton.⁸²

Detaillösungen für die Verbindungstechnik

Flachkabeltechnik

Prinzipiell basiert das System von Flachkabeln auf einem im Werk eingelegten umlaufenden Kabel, an dem an jeder beliebigen Stelle Anschlüsse möglich sind. Einer der Vorreiter der Flachkabeltechnologie ist die Schweizer Firma Woertz, die bereits in den 60er Jahren Flachkabelsysteme entwickelte. Auf diesen Flachkabeln können mittels isolationsdurchdringender Klemmvorrichtungen spezielle Anschlussdosen aufgebracht werden. Die Klemmvorrichtungen bestehen aus Spitzschrauben, welche beim Einschrauben die Isolation durchstechen und den Kontakt zu den Anschlüssen herstellen. Durch die Verwendung von Flachkabelsystemen werden bis zu 30 % Kosteneinsparung aufgrund von Zeitersparnis und späterer Flexibilität erzielt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich durch die geringere Anzahl an Fehlanschlüssen und einfacheres Auffinden von Fehlern.⁸³



Abbildung 61: Woertz – technofil, Dose und Kabel.

Die Grundidee dieser Methode wurde von der Firma Munitec GmbH gemeinsam mit spezialisierten Firmen aufgenommen, um neue Piercingdosen-Prototypen speziell für die Verwen-

⁸¹ RedBloc Ziegelfertigteilsysteme GmbH (2007).

⁸² Prochiner (2006): S. 299.

⁸³ Prochiner (2006): S. 255–259.

dung im Wohnungsbau zu entwickeln. Anschlüsse können dabei auch nachträglich in bereits vorkonfektionierte Elektroinstallationen eingebaut werden. Dazu erfolgt eine Lochbohrung in die Wandkonstruktion in der Größe der Piercingdose. Diese wird in die Öffnung eingeschoben und gedreht, bis die Halter hinter das Kabel greifen (siehe Abbildung 62). Danach kann mittels isolationsdurchdringender Schrauben der Anschluss hergestellt werden. Durch dieses System wird eine Vorkonfektionierung im Werk ermöglicht, gleichzeitig bleibt auch die Flexibilität für nachträgliche Installationen erhalten.⁸⁴

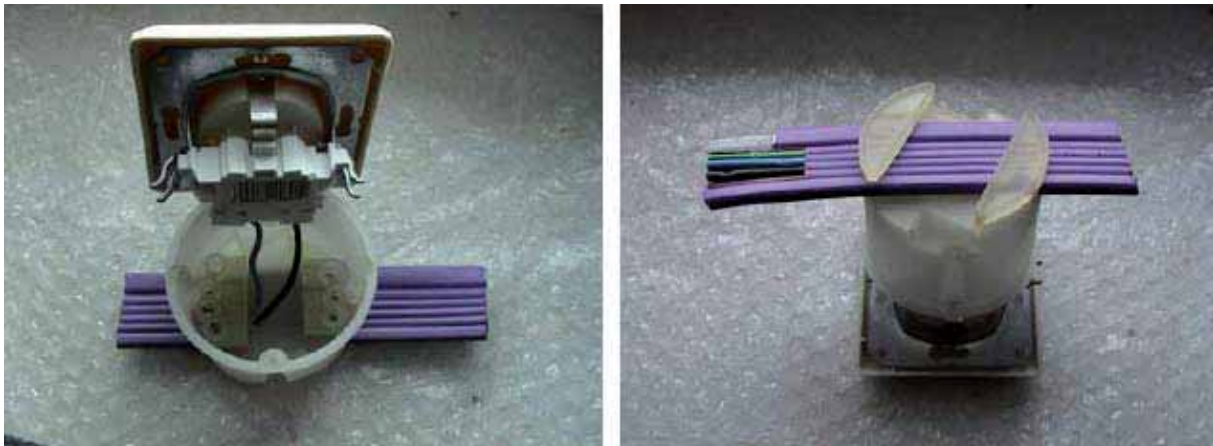


Abbildung 62: Piercingdose. Prochiner (2006): S. 261.

Vorteile von Flachkabelsystemen:

- Flexibilität (Anschlüsse an beliebigen Stellen)
- Sicherheit (verdeckter Kontakt mit Leiter)
- Zeitersparnis (modulare Planung von Anschlüssen an das Kabel)
- Nachrüstbarkeit (nachträgliche Anschlüsse ohne großen Aufwand möglich)
- Kosteneinsparung (Zeitersparnis, Flexibilität)

Steckverbindungen

Bei Toyota Homes werden für die Verbindung der Leitungen ähnlich wie in der Automobilindustrie Kabelbäume verwendet. Diese werden bereits vorinstalliert und anschließend vor Ort mittels einfacher und farblich gekennzeichneter Steckvorrichtungen miteinander verbunden. Dadurch werden die Aufgaben der ProfessionistInnen auf der Baustelle minimiert und eine luftdichte Gebäudehülle kann gewährleistet werden. Die Anwendung von ähnlich vereinfachten Verbindungssystemen findet man in der Automobilindustrie; es gibt aber auch einfache Steckverbindungen für stromführende Leitungen auf dem Markt.

⁸⁴ Prochiner (2006): S. 259–264.



Abbildung 63: Steckverbindungsbeispiel, Fa. Wieland gesis®.

6.2.2 Sanitärinstallationen und wasserführende Leitungen

Wie bei Elektroinstallationen hat auch hier die architektonische Gestaltung des Gebäudes einen wesentlichen Einfluss auf den Einbau der Leitungen. Der Nassraum und die Küche werden in unmittelbarer Nähe angeordnet, um die wasserführenden Leitungen kurz zu halten und dadurch Ressourcen einzusparen. Die Leitungen werden so weit wie möglich außerhalb der Wand geführt, um eine einfache Wartung zu ermöglichen und um auf Dauer die Luftdichtheit der Gebäudehülle zu gewährleisten.

Von einzelnen Installationsbausteinen über Vorwandsysteme bis hin zu kompletten Sanitärzellen werden standardisierte Module vorgefertigt angeboten. Durch diese Standardisierung können Installationsfehler vermieden und Planungs- bzw. Montagekosten sowie Zeit eingespart werden.

Installationsbausteine

Sanitärbausteine (siehe Abbildung 64) sind sowohl für die Inwand- als auch für die Vorwandmontage bei Massiv- und Trockenbauweise geeignet. Das Bausteinsystem erleichtert den Anschluss der Elemente sowie die Planung, außerdem ist kein direkter Eingriff in die Tragstruktur notwendig.



Abbildung 64: Sanitärbaustein der Firma Instabloc.

Installationswände (Vorstellelement, Schachtelement)

Eine weitere Möglichkeit vorgefertigter Systeme stellen neben Installationsbausteinen variable Schacht- und Vorwandssysteme dar, die als komplette Sanitäreinheit in einem Gewerk integriert werden. Die Wände, die meist aus Fertigbeton hergestellt werden, bestehen aus raumhohen Installationselementen, welche projektbezogen geplant und im Werk gefertigt werden. Je nach Anforderungen können Einbauteile und Anschlüsse integriert werden.

Diese Systeme bieten durch die Zusammenführung von Sanitär-, Heizungs-, Lüftungs-, Abwasser- und Elektroleitungen und durch optionalen Vorfertigungsgrad wirtschaftliche und sicherheitstechnische Vorteile. Weiters ergeben sich durch die zentrale Anordnung Raumvorteile. Die Wandsysteme werden momentan vorwiegend im Gewerbebau eingesetzt.



Abbildung 65: Fa. Insta-Bloc (Vorstellelement, Schachtelement).

Sanitärzellen

In den zum Großteil vorgefertigten Sanitärzellen werden sämtliche Sanitärinstallationen bereits im Werk eingebaut und in eine komplette Einheit integriert. Diese Zellen sind schnell und einfach zu montieren, die Materialien im Innenraum sind meist frei wählbar. Durch die Vorfertigung im Werk wird die Qualität der Fertigung erhöht und die Arbeitszeit verkürzt. Sanitärzellen werden derzeit noch nicht für Einfamilienhäuser eingesetzt, sondern finden etwa im Hotelbau Anwendung.



Abbildung 66: Vorgefertigte Sanitärzelle, Geberit.

6.2.3 Kontrollierte Wohnraumlüftung und Heizsystem

Auch im Bereich des Lüftungs- und Heizsystems sind nachhaltige und modulare Lösungen möglich. Die Luftkanäle werden wie die Stromleitungen als Backbone-System ausgeführt und vor Ort montiert. Der Haustechnikraum wird im Erdgeschoss integriert und ist über einen Versorgungsschacht, der neben dem Kamin und dem Abluftrohr einen Durchbruch durch die Gebäudehülle darstellt, mit den Versorgungsleitungen verbunden. Im Haustechnikraum befinden sich der Luft-Wärmetauscher sowie die Luftansaugung und -austragung.

Als Alternative kann ein Austausch der Luft durch Steuerung der Fenster über ein EIB-System gewährleistet werden. Dabei kann bedarfsgerecht, z.B. je nach CO₂-Gehalt in der Luft, gelüftet werden. Eine Wärmerückgewinnung findet hier nicht statt, jedoch können die Kosten für eine Komfortlüftung eingespart werden.

Es wird ein Kaminanschluss integriert, an den wahlweise ein Pellets- oder Stückholzofen installiert werden kann. Beide Systeme verfügen über Speicher, die die erzeugte Wärme über einen längeren Zeitraum gleichmäßig an das Lüftungssystem abgeben. Des Weiteren kann auch eine aktive Beheizung von Bauteilen angedacht werden.

6.2.4 Integration der Einbauten und Gewerke

Es ist sinnvoll, Elektro-, Sanitär- und Lüftungsinstallationen zu modularen Einheiten zusammenzuführen, die vollständig im Werk vorgefertigt werden. Dadurch können Vorteile wie reduzierte Wärmeverluste, geringere Montagekosten und vereinfachte Wartung realisiert werden. Die Produktionsweise ähnelt dabei bereits angewendeten Konzepten in der Automobilindustrie, wo standardisierte Module als gemeinsame Plattform vorgefertigt werden und darauf aufbauend individuelle Gestaltungen realisiert werden können.

Kompaktgeräte

Die Zusammenfassung mehrerer Einzelgeräte in einem Kompaktgerät bietet verschiedene Vorteile gegenüber einem getrennten Einbau: Anschlüsse können zentral eingebaut werden, Leitungslängen werden reduziert und Wärmeverluste zwischen den einzelnen Geräten vermieden.

Der Begriff Kompaktgerät ist jedoch ungenau definiert und kann somit zur Bezeichnung sehr unterschiedlicher Geräte verwendet werden. Je nach Fabrikat können verschiedene Einzelgeräte in einem Kompaktgerät zusammengefügt sein. Abhängig von der Nutzung können z.B. Lüftungsgerät, Wärmepumpe und Brauchwasserspeicher kombiniert werden. Die Firma „drexel und weiss“ beispielsweise vereint in ihrer Gerätelinie aerosmart die Bereiche Wärmerück-

gewinnung, Wärmepumpe und Brauchwasserspeicher in einer Einheit. Diese Geräte sind in verschiedenen Leistungsklassen erhältlich (siehe Abbildung 67).



Abbildung 67: aerosmart S (60/60/230 cm, thermische Leistung der Wärmepumpe 970 W).

Vorteile/Nachteile von Kompaktgeräten:

- + geringerer Platzbedarf
- + teilweise weniger Anschlüsse und Leitungen
- geringere Wirkungsgrade
- geringerer Leistungsspielraum

Installationskern

Ein Installationskern (Abbildung 68), der von einer Fertigteilhaus-Firma (Fa. Bau-Fritz) entwickelt wurde, sorgt durch die genormten Anschlüsse für eine einfache und schnelle Bauabwicklung. In diesem Kern verlaufen alle Installationsleitungen (z.B. Heizrohre, Lüftung, Sanitärinstallation, Solartechnik, Stromversorgung bis zum Zentralstaubsauger). Weitere Vorteile sind laut der Firma Bau-Fritz die Minimierung von Wärme- und Energieverlusten durch kurze Versorgungswege und eine einfache und effektive Wartung sowie der einfache Austausch von Installationen durch die leichte Zugänglichkeit.⁸⁵

⁸⁵ Bau-Fritz GmbH & Co. KG (2008).



Abbildung 68: 3D-Ansicht Installationskern, Bau-Fritz GmbH.

Modulare Lösungen

Neben der Integration einzelner Installationsbausteine zu einem Installationskern oder Kompaktgerät können auch gesamte Module vorgefertigt werden, in denen neben Haustechnik, Nasszelle und Küche bereits Wohnbereiche vorgesehen bzw. ausgeführt sind.



Abbildung 69: Module bei der Fertigstellung/Einbau.



Abbildung 70: KLH-Modul.⁸⁶

⁸⁶ Schaumontage Modulfabrik, Gästehaus Aquilin, St. Pölten.

Ein ähnliches Konzept wie das in diesem Projekt entwickelte modulare System verfolgt auch Rolf Disch mit der Powerbox. Diese ist aus zwei übereinandergesetzten Containern aufgebaut und beinhaltet eine Solarstation, Wärmespeicher, Wechselrichter für die Photovoltaik Anlage, Elektroverteiler und Zähler, Wärmetauscher für die kontrollierte Wohnraumlüftung sowie sämtliche Steuerungselemente. Weiters sind hier auch Küche und Bad untergebracht, um Leitungslängen so kurz wie möglich zu halten und Energie zu sparen. Die standardisierten Module tragen zur Kostenreduktion unter anderem aufgrund erheblich verkürzter Bauzeiten bei.⁸⁷

6.2.5 Übergabepunkte zwischen Wänden und Decken

Eine wichtige Schnittstelle für verschiedenste Anschlüsse (besonders für Heizungs- und Elektroanschlüsse) stellt der Knoten zwischen Wand und Decke dar. Um eine für die Vorfertigung sinnvolle Lösung zu finden, wurden von der Forschungsgruppe Munitec verschiedene Prototypen getestet. Es wurde versucht, Fertigteildecken mit integrierten Heizungs- und Elektroverteilerschlüssen zu realisieren. Wie in den nachfolgenden Systemskizzen erkennbar, ist die Verbindung der Deckenelemente untereinander maßgeblich für die gesamte Konstruktion.

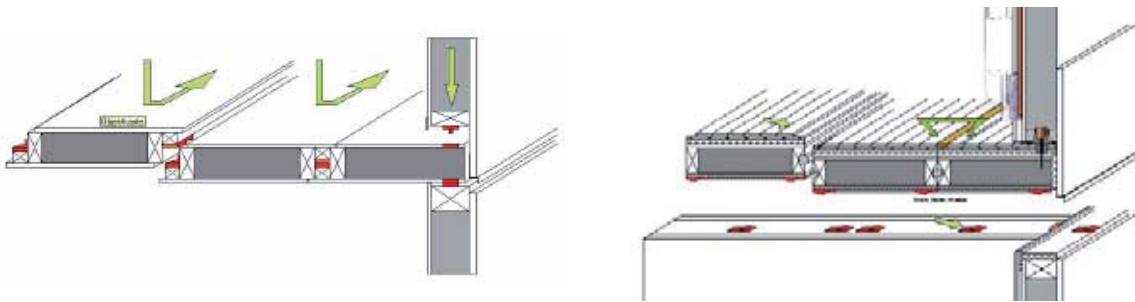


Abbildung 71: links: „horizontale“ Deckenverbindung mit Anschlüssen in Decke und Wänden, rechts: Deckenverbindungen mittels Nut-Feder-Prinzips, Medienverbinder an Wandoberseite. Aus: Prochiner (2006): S. 225, 229.

In den folgenden Abbildungen sind Prototypen-Verbindungsanschlüsse von Deckenelementen sichtbar. Um die Alltagstauglichkeit bewerten zu können, wurden Testhäuser mit unterschiedlichen Verbindungsvarianten gefertigt, die jedoch aufgrund des Prototypenstadiums noch keine Ergebnisse für die Massenproduktion liefern konnten.

⁸⁷ Disch (2007).



Abbildung 72: Deckenmontage bei Testhäusern mit Schnellverbindern. Aus Prochiner (2006): S. 230.

6.3 Planungs- und Produktionsorganisation

Derzeit ist die Produktionsorganisation in der österreichischen, aber auch insgesamt in der europäischen Bauindustrie vor allem durch Einzelfertigung, die Konstruktion von immer neuen Prototypen, mangelnde Implementierung von Forschungsergebnissen und durch daraus resultierende Qualitätsmängel charakterisiert. Weitere Probleme sind vor allem für kleine Unternehmen hohe Kosten und geringe Wettbewerbsfähigkeit. Im europäischen Raum verzeichnet die Bauindustrie im Vergleich zum Lebensmittel-, IT- oder Automobil-Sektor derzeit steigende Kosten.

Wirtschaftlichere und nachhaltigere Lösungen für die Produktionsorganisation können anhand von internationalen Beispielen erarbeitet werden, etwa mit Blick auf japanische Firmen, die in großen Produktionsanlagen Tausende Häuser pro Jahr erzeugen, oder auf andere Wirtschaftsbranchen wie die Automobilindustrie (vgl. Kapitel 6.5). Für die europäische und im Speziellen die österreichische Bauindustrie gelten allerdings andere Rahmenbedingungen, die schon durch die wesentlich geringeren Unternehmensgrößen bestimmt sind. Hinzu kommen andere gesellschaftliche Werte sowie eine hohe Sensibilität für „gesundes Bauen und Wohnen“ von Seiten der NutzerInnen. Diese Kriterien wurden bei der Entwicklung von Strategien für eine industrielle Fertigung von ökologischen Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen berücksichtigt.

Unterschiedliche bereits bestehende Produktionsprinzipien bilden die Ausgangslage für die Entwicklung eines neuen Organisationsmodells (siehe auch Kapitel 6.5):

1. Die derzeit dominierende **Einzelfertigung**, bei der vor allem KMU wie z.B. Zimmereien oder Baumeister den gesamten Planungs- und Produktionsprozess durchführen. Ein Großteil der Arbeiten wird dabei auf der Baustelle erbracht. Aufgrund der beschriebe-

nen Mängel in der Produktionsqualität und Wirtschaftlichkeit kommt diese Variante allerdings für die vorgeschlagene Strategie nicht in Betracht.

2. Die **großindustrielle Produktion**, bei der Gebäude in großen Fabriken und in hohen Stückzahlen gefertigt werden. Durch Standardisierung und Vorfertigung der Bauelemente wird eine hohe Qualität gewährleistet. Professionelles Marketing und umfangreiche Dienstleistungen („After-Sales-Services“) zeichnen die Anbieter aus.
3. Die **teilweise Vorfertigung standardisierter Elemente**, wie etwa von Wandsegmenten, die jeweils an der Baustelle zusammengesetzt werden. Durch die dezentrale Produktion können Transportwege eingespart werden.
4. Die **Kooperation in Netzwerken**. Die kleinteilige Produktionsstruktur der teilnehmenden Unternehmen bleibt erhalten; das übergeordnete Netzwerk fungiert als Dachmarke mit eigenem Marketing und kann den Mitgliedsbetrieben z.B. gemeinsame Technologien zur Verfügung stellen.

Die drei letztgenannten Produktionsprinzipien werden für das Modell der „**Virtuellen Fabrik**“ adaptiert. Dieses an die Strukturen der heimischen Bauwirtschaft angepasste Konzept integriert die in den vorhergehenden Kapiteln entwickelte Modulbauweise, Kundenanforderungen und ökologische Rahmenbedingungen in eine industrielle Produktion und stellt somit eine geeignete Lösung für die Entwicklung einer nachhaltig orientierten Serienproduktion ökologischer Passivhäuser dar.

Wesentliches Merkmal der virtuellen Fabrik ist die Zentralisierung von Marketing, Kundenkontakt und Planung bei gleichzeitiger Dezentralisierung der Produktion, die weiterhin von den einzelnen Mitgliedsbetrieben durchgeführt wird. Dabei werden bereits bestehende Kapazitäten und Ressourcen der beteiligten KMU genutzt und durch Kooperationen in einem wettbewerbsfähigen Netzwerk zusammengeführt.

Abbildung 73 zeigt den Aufbau einer solchen virtuellen Fabrik in Gegenüberstellung zum derzeit vorherrschenden Produktionsmodell der Einzelfertigung.

'Virtuelle Fabrik'

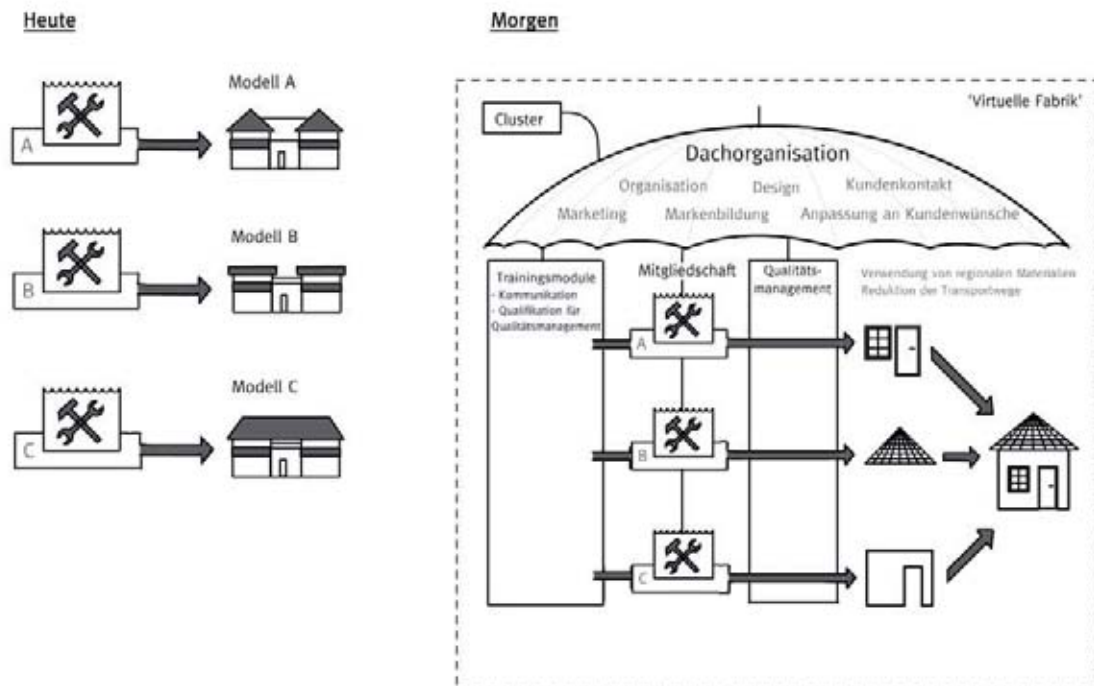


Abbildung 73: Virtuelle Fabrik.

Das System der virtuellen Fabrik zeichnet sich durch eine konsequente Anwendung der Erkenntnisse aus Forschung & Entwicklung aus, was zu einer drastischen Verbesserung der Qualität und der Wettbewerbsfähigkeit führt. Die räumliche Streuung der Produktionsstätten minimiert die Transportwege, was vor allem für den Baubereich aufgrund der hohen Baustoffmengen und -massen und der damit verbundenen hohen Transportkosten einen besonderen Vorteil bringt. Notwendig dafür ist jedoch eine zentral gesteuerte Logistik und Organisation.

Ansätze, die durch die Organisation ihrer Produktionsabläufe und durch die Arbeitsteilung zwischen den beteiligten Betrieben bereits in die Richtung eines solchen Systems weisen, sind Initiativen wie das so(u)l network, der Sesselcluster Promosedia⁸⁸, der Bau.Energie.Umwelt-Cluster Niederösterreich⁸⁹ oder Euronics (siehe weiter unten in diesem Kapitel).

⁸⁸ Vgl. Kapitel 5.1.5.

⁸⁹ www.oekobaucluster.at.

6.3.1 Systemelemente der virtuellen Fabrik

Die Produktionsstruktur einer virtuellen Fabrik ist als System-Map in Abbildung 74 vereinfacht dargestellt. Konfigurationszentrum, Marketing, Einkaufsgemeinschaft und Planung sind zentral zusammengefasst und über regionale Generalunternehmer mit den dezentral arbeitenden Produktionsunternehmen verbunden.

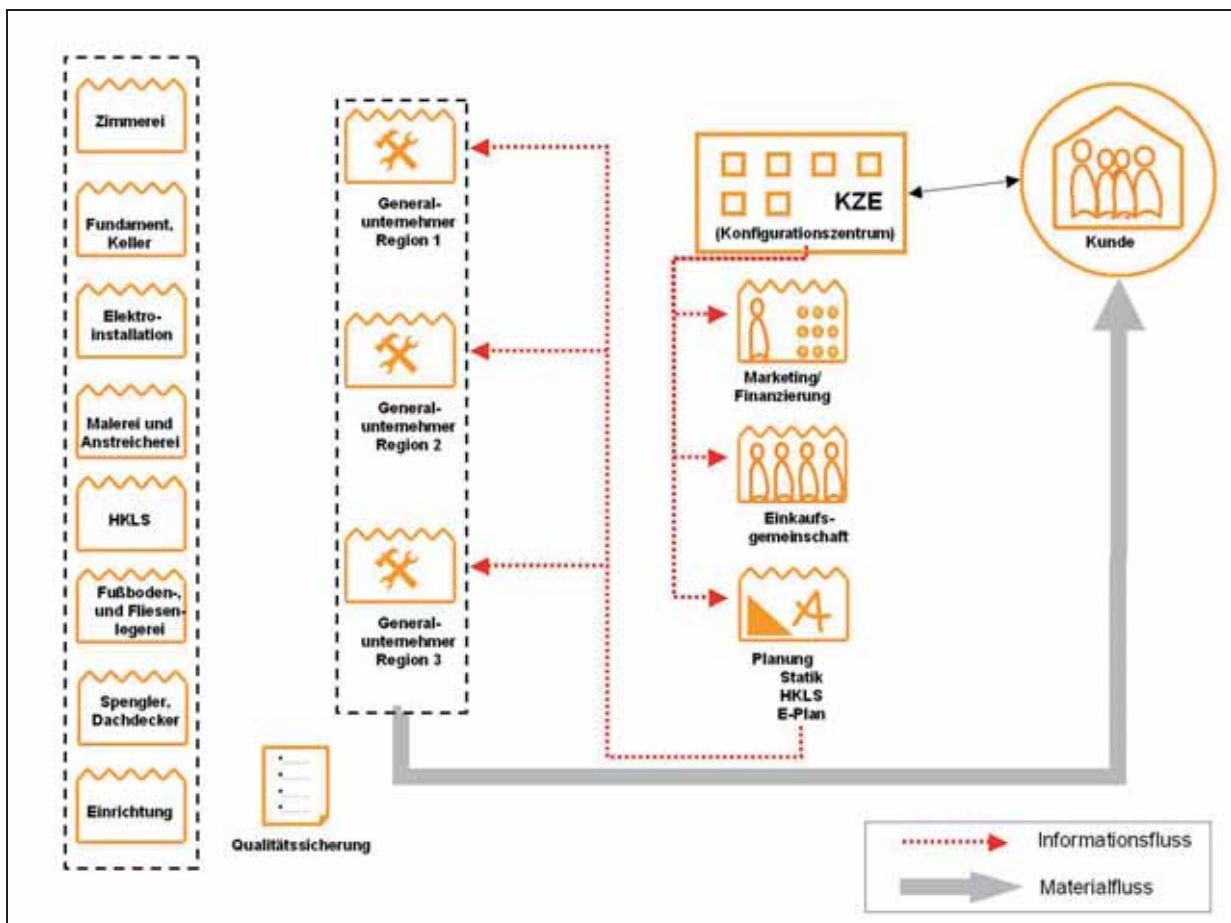


Abbildung 74: System-Map Virtuelle Fabrik.

Konfigurationszentrum – KZE

Das KZE dient als Beratungs- und Planungszentrum, das Anlaufstelle und einzige Schnittstelle zu den KundInnen ist. Hier nehmen die KundInnen aktiv am Gestaltungsprozess teil und treffen ihre Auswahl bezüglich Design und Ausstattung, entweder direkt vor Ort oder mit Hilfe der Vorkonfigurierung im Internet. Dabei wird prinzipiell zwischen bereits fertigen Entwürfen bzw. Standardvarianten und individuellen Anpassungen unterschieden, die auf Wünsche der KundInnen Rücksicht nehmen. Beispielsweise lassen japanische Fertigteilhaushersteller ihre KundInnen aus einer eingegrenzten Auswahl an Objekten wie z.B. Kaffeetassen eine oder mehrere aussuchen, aufgrund derer sie dann Designvorschläge für die Inneneinrichtung

erstellen. Adidas lässt die KundInnen in ausgewählten Flagship-Stores mittels Touchscreen und intuitiver Bedienelemente ihre Turnschuhe selbst gestalten.

Auch für die Finanzierung der ausgewählten Gebäude stehen den KundInnen im KZE ExpertInnen zur Verfügung, die mit ihnen gemeinsam maßgeschneiderte Finanzierungsmöglichkeiten erarbeiten.

Das Konfigurationszentrum als zentrale Plattform fungiert außerdem auch als Lizenzgeber: Vorgefertigte Komponenten werden den beteiligten Unternehmen als Lizenznehmern zur Verfügung gestellt. Dabei können diese Komponenten entweder so zusammengesetzt werden, dass sie ein von der Plattform konzipiertes Produkt ergeben, oder sie werden durch den Generalunternehmer in kundenorientierte Entwürfe eingepasst. Erstere Variante wird von der Plattform aktiv beworben. Für die zielgerechte Implementierung der Komponenten sind dementsprechend Schulungsmaßnahmen notwendig.

Um zusätzlich zu den Einsparungen durch die industrielle Serienfertigung auch im Einkauf finanzielle Vorteile zu erlangen, kann das KZE bei einer entsprechend hohen Anzahl der Mitglieder eine sogenannte Einkaufsgemeinschaft verwalten, ähnlich jener von z.B. Red Zac im Elektronikhandel. Die den nationalen Stellen (in Österreich Red Zac mit 226 Mitgliedern) vorstehende Stelle ist die Euronics International LTd. (mit 25 Organisationsmitgliedern und 11.500 Unternehmen), die 1990 entstand, als sich mehrere Klein- und Mittelunternehmen aus dem Elektrofachhandel zusammenschlossen und nationale und regionale Einkaufsgemeinschaften bildeten. Das Ziel war, die Unternehmen wettbewerbsfähiger zu machen und ihre Kaufkraft zu erhöhen. Gleichzeitig sollten die Vorteile der kleinen Unternehmen wie gut ausgebildetes Personal, umfangreiches Produktwissen und persönliche Betreuung erhalten werden. Die nationalen Organisationen sind verantwortlich für das Management und die Koordination von Einkauf, Marketing, Verkauf, Finanzen, Logistik und rechtlichen Belangen. Weiters sind sie ein Bindeglied zwischen den einzelnen Shops und Euronics. Eine Schlüsselrolle des Erfolgs von Euronics spielen die individuelle unternehmerische Verantwortung und die regionale Vernetzung der Mitglieder. Die KonsumentInnen profitieren nicht nur von der hohen Kaufkraft der größten europäischen Einkaufsgemeinschaft, sondern auch von der umfangreichen und hochwertigen Kundenbetreuung, die lokal ansässige Einzelhändler anbieten können.⁹⁰

Eine ähnliche Lösung wäre beim Zusammenschluss mehrerer virtueller Fabriken denkbar. Dabei können durch den gemeinsamen Kauf von benötigten Komponenten günstigere Einkaufsoptionen erzielt werden. Die Finanzierung ist je nach Projektconsortium zu beschließen. Eine Möglichkeit sind Mitgliedsbeiträge oder Beiträge für ausgewählte Leistungen.

⁹⁰ Euronics International Ltd. (2008).

Weitere Leistungen des Konfigurationszentrums sind unter anderem:

- Akquisition von KundInnen
- Marketing, Öffentlichkeitsarbeit, Veranstaltungen, Design-Wettbewerbe
- Markenbildung und -verwendung
- Planung und Konzeption der Gebäude in Rücksichtnahme auf vorhandene Produktionsmöglichkeiten und Kernkompetenzen der Projektpartner
- Schulungen der beteiligten Produktionsunternehmen zur richtigen Ausführung, Koordination der Qualitätssicherung

Generalunternehmer

Die Generalunternehmer dienen in der virtuellen Fabrik als Schnittstelle zwischen dem Konfigurationszentrum und den einzelnen Betrieben. Sie sind für jeweils eine Region bestimmt, übernehmen die Koordination der ausführenden Unternehmen und sind für die Durchführung der einzelnen Projekte in ihrer Region verantwortlich.

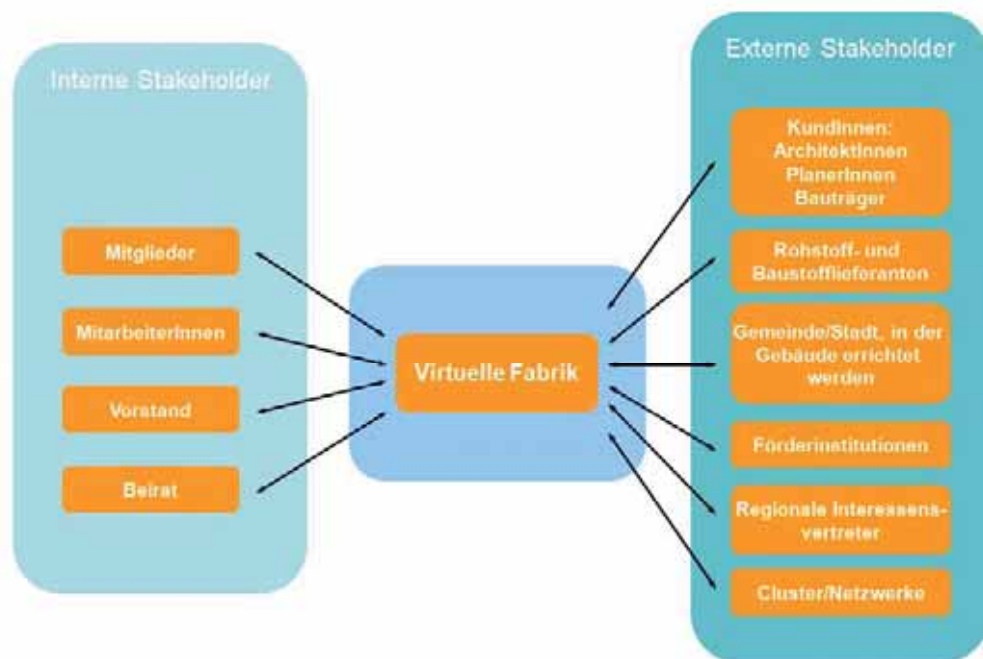
Ausführende Unternehmen (KMU)

Die Mitgliedsunternehmen einer virtuellen Fabrik behalten ihre kleinteiligen Organisationsstrukturen bei, kooperieren jedoch verstärkt in Netzwerken untereinander, um das von der Zentrale in Abstimmung mit den KundInnen geplante Gebäude wirtschaftlich und qualitativ hochwertig herzustellen. Dabei erfolgt die Kooperation der Unternehmen sowohl vertikal als auch horizontal.

Die vertikale Zusammenarbeit der einzelnen Gewerke ermöglicht es, ein ganzes System (Gebäude) oder vorgefertigte Module, die z.B. bereits Haustechnikinstallationen enthalten, als gemeinsames Produkt anzubieten. So können sich vor allem Klein- und Mittelbetriebe auf ihre jeweiligen Kernkompetenzen konzentrieren, ihre Fertigungskapazitäten voll auslasten und dadurch wirtschaftlicher arbeiten. Durch den Fokus auf die jeweils eigenen Stärken kann Variantenvielfalt bei gleichzeitig hoher Standardisierung garantiert werden. Eine horizontale Zusammenarbeit zwischen Unternehmen aus dem gleichem Segment bringt Vorteile durch eine flexiblere Fertigung und geringere Investitionskosten.

Stakeholder der virtuellen Fabrik

Die wichtigsten internen und externen Stakeholder einer virtuellen Fabrik wurden im Zuge der mit den Projektpartnern durchgeführten Workshops eruiert. Bei der Bildung einer virtuellen Fabrik entscheidet vor allem die spezifische Organisationsform, inwiefern zusätzliche Stakeholder berücksichtigt werden müssen.



GrAT

Abbildung 75: Stakeholder, Virtuelle Fabrik

Zunächst sind *interne Stakeholder* zu berücksichtigen. Zu diesen gehören:

- 1) Mitglieder der virtuellen Fabrik, also alle ausführenden Unternehmen, die für die Gebäudeerrichtung zuständig sind;
- 2) MitarbeiterInnen, die im Kundenzentrum mit Marketing, Finanzierung, Verwaltung der Einkaufsgemeinschaft und Planung beschäftigt sind;
- 3) der Vorstand, der für die strategische Ausrichtung und Koordination der virtuellen Fabrik zuständig ist, und
- 4) der Beirat, der aus wirtschaftlichen und politischen EntscheidungsträgerInnen besteht.

Externe Stakeholder, die ein Interesse an den Prozessen und Ergebnissen der virtuellen Fabrik haben können, sind:

- 1) KundInnen: Zu diesen zählen einerseits private Bauträger, andererseits aber auch ArchitektInnen und PlanerInnen, die vorgefertigte Komponenten von der virtuellen Fabrik beziehen;
- 2) Rohstoff- und Baustofflieferanten;
- 3) die Gemeinde/Stadt, in der das Bauvorhaben durchgeführt wird;
- 4) Förderinstitutionen, die Projekte der virtuellen Fabrik unterstützen;
- 5) regionale Interessensvertreter, die z.B. an der Ankurbelung der regionalen Wirtschaft interessiert sind;
- 6) Cluster/Netzwerke im Umfeld der virtuellen Fabrik (z.B. IG Passivhaus,...).

Planung, Ausführung und Qualitätssicherung

Die Planung der Produktion erfolgt zentral im KZE, an das sich auch die ausführenden Unternehmen für sämtliche Planungsaufgaben wenden. Dafür können auch entsprechende EDV-Systeme eingesetzt werden, die einen Datenaustausch zwischen Unternehmen und Zentrale ermöglichen.

Der ersten Planungsphase kommt die größte Bedeutung zu, hier entscheiden sich die zukünftigen Aufwendungen und Ausgaben. Um eine hohe Auslastung zu erzielen, werden spezifische Fertigungstechnologien und Produktionsmöglichkeiten der Mitgliedsbetriebe in die Planung miteinbezogen.

Verantwortlich für die Ausführung ist schließlich ein Unternehmen. Vor dem Kaufabschluss werden in einem Handbuch die vereinbarten Leistungen mit den entsprechenden Toleranzen festgehalten. Darauf aufbauend erfolgt die Qualitätskontrolle durch eine übergeordnete Instanz wie z.B. den Architekten/ die Architektin des KZE.

6.3.2 Serviceleistungen für die KundInnen

Mehrere Anforderungen von Seiten der KundInnen sind von einer virtuellen Fabrik zu erfüllen. Dabei spielen in der Planungsphase Ansprüche hinsichtlich des Designs und finanzielle Rahmenbedingungen eine wesentliche Rolle. Ein gewichtiges Argument für die KundInnen sind fixe Preise ohne versteckte Kosten. Dabei muss klar abgegrenzt sein, welche Leistungen im Auftrag beinhaltet sind. Aber auch während der Gebrauchsphase und in der Nachgebrauchsphase sind eventuelle Änderungswünsche der KundInnen aufgrund neuer Lebensumstände sowie Möglichkeiten des nachhaltigen Rückbaus zu berücksichtigen.

Eine kontinuierliche Wartung von Einfamilienhäusern ist unerlässlich, insbesondere bei hohen technischen Anforderungen an das Gebäude wie beim Passivhausstandard. Daher ist eine

Nachbetreuung der Gebäude, bei der z.B. Leckagen eruiert oder Wartungen an der Lüftungsanlage durchgeführt werden, notwendig, um die Funktionalität und den hohen Grad an Energieeinsparungen aufrechtzuerhalten. Lösbare Verbindungselemente vor allem im Fassadenbereich ermöglichen einerseits einen einfachen Austausch schadhafter Elemente, andererseits aber auch eine einfach zu realisierende Veränderung der äußeren Gestalt. Weiters denkbar sind Dienstleistungen wie Erneuerung der Oberflächen innen und außen, Neuausstattung von Badezimmer und Küche oder eine Änderung der Raumaufteilungen.

Die einzelnen Phasen der Konsumkette, angelehnt an jene der Mass Customization,⁹¹ werden in der folgenden Tabelle angeführt.

Konsumkette Virtuelle Fabrik	
Vorkaufphase	
1	Werbeaktivitäten, Mundpropaganda, Musterhäuser zur Besichtigung
2	Informationsmöglichkeit für die KundInnen über das Internet, wo auch bereits Fixpreise zu finden sind
Individualisierungsphase	
3	Erste Konfiguration bereits im Internet
4	Auswahlprozess und Festlegung des gewünschten Designs mit den KundInnen im KZE oder ausschließlich über das Internet
5	Preisfindung
Kaufphase	
6	Kontaktherstellung mit regionalem Kooperationspartner
7	Übermittlung der Pläne und Ausführungsdetails
8	Zukauf von standardisierten Komponenten
9	Weitestgehende Vorfertigung vor Ort (in vorgelagerten Produktionsstätten): Alle Gewerke, die dort ausführbar sind, werden auch dort durchgeführt; Auslieferung zum Kunden
10	Errichtung und Durchführen der restlichen Arbeiten vor Ort
11	Qualitätssicherung durch geschultes Personal
12	Begehung des Gebäudes mit den KundInnen
13	Eventuelle Nacharbeiten und Übergabe
Gebrauchsphase	

⁹¹ Piller (1998) : S. 132–133.

14	Regelmäßiger Kontakt mit den KundInnen, um Verbesserungspotentiale oder neue Dienstleistungen zu generieren
15	Wartung
16	Erweiterung
	Nachgebrauchsphase
17	Rückbau bzw. Rücknahme von Komponenten, Recycling und Wiederverwendung.

Tabelle 13: Konsumkette der virtuellen Fabrik.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Kombination von nachwachsenden Baustoffen mit der Passivhaustechnologie ermöglicht wesentliche Einsparungen von Energie und abiotischen Ressourcen. Um dieses Ziel zu erreichen, sind zunächst die Kreislauffähigkeit und insbesondere die Biokompatibilität von Baustoffen zu berücksichtigen. Nachwachsende Rohstoffe haben hier einen wesentlichen Vorteil gegenüber mineralischen und fossilen Ressourcen, da sie CO₂-neutral sind und damit einen unverzichtbaren Beitrag zum Klimaschutz leisten. Ebenfalls in Betracht zu ziehen ist bereits in der Planungsphase die akute Entsorgungsproblematik von Baurestmassen. Auch in diesem Bereich weisen biogene Baustoffe sowohl ökologische als auch ökonomische Vorteile gegenüber mineralischen und fossilen Materialien auf.

Neben der Einsparung von Ressourcen durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe steht auch die Entwicklung effizienter industrieller Produktionsprozesse zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und zur nachhaltigen Erhöhung der Wirtschaftlichkeit der österreichischen Bauindustrie im Fokus der hier entwickelten Strategie.

7.1 Die sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung

Der Beitrag zum Gesamtziel der Programmlinie „Haus der Zukunft“ besteht in diesem Projekt darin, die Erkenntnisse aus der Analyse von nationalen und internationalen Produktionsbeispielen auf den Massenmarkt umzulegen und daraus Umsetzungspotentiale für den Bereich ökologischer Hausbau abzuleiten. Dabei wurden technische Aspekte, der logistische Planungsablauf (Kundenkontakt, Bau, Fertigung) und das Informationsmanagement zwischen den beteiligten Partnern berücksichtigt. Mögliche Umsetzungsstrategien sollen an die Industrie weitergegeben werden.

In insgesamt dreizehn angestrebten Ergebnissen werden die sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung umgesetzt. Die Zuordnung der einzelnen Ergebnisse zu den Prinzipien, die sie jeweils erfüllen, ist in Abbildung 76 dargestellt und wird im Folgenden erörtert.

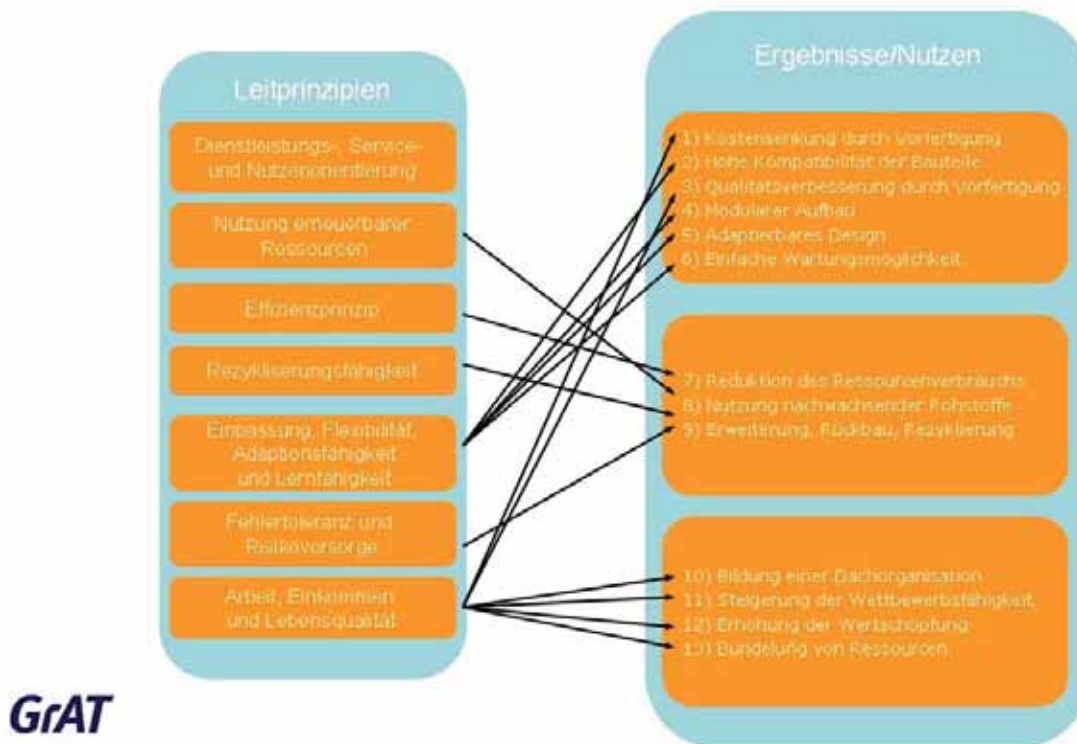


Abbildung 76: Verknüpfung Leitprinzipien und Ergebnisse/Nutzen.

Prinzip der Dienstleistungs-, Service- und Nutzenorientierung

Durch die Berücksichtigung der Nutzungsphase bereits in der Planung werden neue nachhaltige Lösungen ermöglicht. Während im konventionellen Produktionssystem nur die Hardware (z.B. Gebäudehülle, Haustechnik) eingebaut wird, sollen zukünftige Konzepte auch Servicekomponenten für die Nutzung der Gebäude beinhalten (z.B. Raumwärme als Dienstleistung, Haushaltsgeräte-Leasing).

Prinzip der Nutzung erneuerbarer Ressourcen

Wo möglich, soll bei der Planung und Errichtung neuer Gebäude auf mineralische und fossile Produkte verzichtet werden. Dies wird einerseits durch Ressourcenoptimierung (z.B. durch Punktfundamente) und andererseits durch die Verwendung nachwachsender Rohstoffe ermöglicht. Bei Anwendung des Passivhausstandards ist eine nachhaltige energetische Versorgung der Gebäude zu bewerkstelligen.

Effizienzprinzip

Dem Effizienzprinzip wird durch mehrere Punkte Rechnung getragen:

- Energieeffizienz durch Anwendung des Passivhausstandards,

- Materialeffizienz durch weitestgehende Verwendung von nachwachsenden Rohstoffen, die im Durchschnitt geringere Umweltauswirkungen aufweisen,
- Zeiteffizienz durch Vorfertigung von Komponenten und dadurch Verringerung der Transportzeiten,
- effizientere Planung und geringere Mengen an Abfall durch Integration von Verrohrungen und Anschlüssen in standardisierten Bauteilen,
- Kosteneffizienz durch Zeiteinsparungen sowie durch höhere Ausführungsqualität und damit verbunden verringerte Reparaturkosten.

Prinzip der Rezyklierungsfähigkeit

In Fällen, in denen die Nutzung erneuerbarer Ressourcen noch nicht oder nur schwer möglich ist, wird eine einfache Demontierbarkeit der Bauteile angestrebt, um eine Wiederverwendung der Komponenten zu ermöglichen. Dadurch und durch den Verzicht auf Verbundwerkstoffe kann eine einfache Rezyklierung nach Ende der Lebensdauer erfolgen.

Prinzip der Einpassung, Flexibilität, Adaptionfähigkeit und Lernfähigkeit

Durch den modularen Aufbau und die hohe Kompatibilität der Bauteile wird es ermöglicht, die Gebäudetypen an die Kundenwünsche anzupassen und gleichzeitig die Kosten gering zu halten. Zukünftige Adaptierungen und Entwicklungen werden durch eine einfache Zugangsmöglichkeit zu den Installationen und zur Haustechnik gewährleistet. Der modulare Aufbau bzw. flexible Innenwandsysteme erlauben eine Anpassung an die wandelnden Ansprüche der BesitzerInnen.

Prinzip der Fehlertoleranz und Risikovorsorge

Aufgrund der Verwendung nachwachsender Rohstoffe und Ausdehnung der Nutzungsdauer des Gebäudes durch Erweiterung, Rückbau und Rezyklierung ist nicht mit Auswirkungen auf Landstriche und zukünftige Generationen zu rechnen. Die Baurestmassen können entweder thermisch verwertet werden oder dem biologischen Kreislauf zurückgeführt werden. Durch Verzicht auf nicht oder nur mit hohem Aufwand trennbare Verbundwerkstoffe, die nicht biologisch abbaubar sind oder auf unterschiedlichen Materialien basieren (z.B. auf mineralischen Baustoffen und Kunststoffen), ist auch eine Deponierung nicht vonnöten.

Prinzip der Sicherung von Arbeit, Einkommen und Lebensqualität

Die Sicherung von Arbeit kann mittels Kostensenkung und Qualitätsverbesserung durch Vorfertigung von Komponenten erzielt werden. Dadurch steigt einerseits die Wettbewerbsfähig-

keit der Unternehmen, andererseits können auch Preisvorteile an die KundInnen weitergegeben werden.

Das Kernstück zur Sicherung von Arbeit und Einkommen leistet die virtuelle Fabrik. Da diese vor allem regional ihren Einsatz findet, können Arbeitsplätze in der Region geschaffen und gehalten, Einkommen gesichert und die Lebensqualität der ArbeitnehmerInnen verbessert werden.

Ökologische Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen weisen einen wesentlich geringeren Einfluss auf die Umwelt auf und erhöhen zugleich die Lebensqualität der BewohnerInnen. Diese profitieren durch geringe Energiekosten, ein gutes Innenraumklima sowie einfache Wartungs- und Adaptionmöglichkeiten.

7.2 Handlungsfelder

Aufbauend auf den sieben Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung aus der Programmlinie „NACHHALTIGwirtschaften“ wurden drei Handlungsfelder definiert:

1. Industrielle Serienfertigung als Weg zu einer höheren Marktdiffusion ökologischer Passivhäuser (Industrielle Produktion)
2. Verwendung nachwachsender Rohstoffe und Ressourcenminimierung (Nawaros)
3. Neue Modelle der Produktionsorganisation zur Erhöhung der regionalen Wertschöpfung (Virtuelle Fabrik)

In Abbildung 77 sind diese Handlungsfelder mit den zugrundeliegenden Leitprinzipien und den zu erwartenden Ergebnissen graphisch dargestellt.

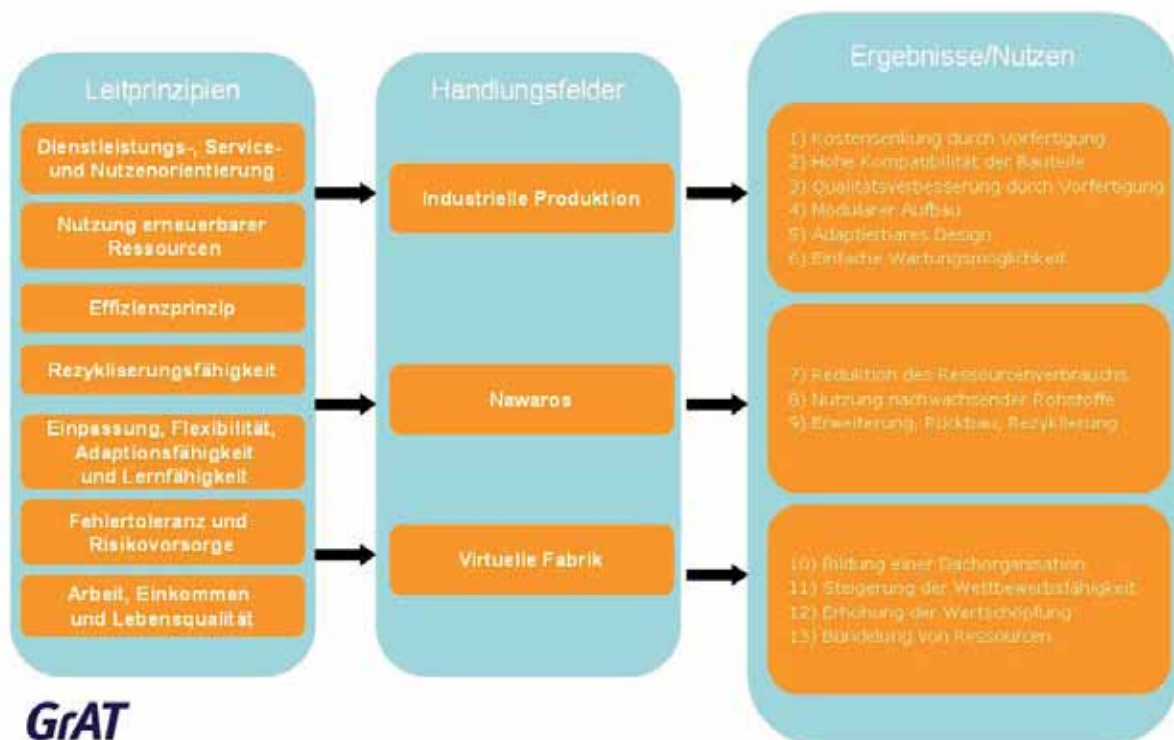


Abbildung 77: Leitprinzipien, Handlungsfelder, Ergebnisse/Nutzen.

Industrielle Produktion

Folgende Ergebnisse sind bei der Realisierung der vorgeschlagenen Strategie für eine industrielle Serienfertigung ökologischer Passivhäuser zu erwarten:

1. Kostensenkung durch Vorfertigung
2. Hohe Kompatibilität der Bauteile
3. Qualitätsverbesserung durch Vorfertigung
4. Modularer Aufbau
5. Adaptierbares Design
6. Einfache Wartungsmöglichkeit

Eine deutliche Qualitätssteigerung sowie Kosten- und Zeitersparnis bei der Herstellung von Gebäuden sind durch vorgefertigte Elemente erzielbar. Um Passivhäuser industriell effizient und gleichzeitig nach individuellen Kundenwünschen zu fertigen, ist es notwendig, die Gebäude flexibel und modular zu fertigen. Durch die modulare Fertigungsart können vorgefertigte Teile leicht miteinander kombiniert werden, ähnlich einem Baukastensystem. Außerdem können auf diese Weise nachträgliche Veränderungen des Designs oder der Nutzungsmöglichkeiten leicht durchgeführt werden.

Im Bereich der industriellen Serienfertigung mit vorgefertigten Elementen sind in Österreich bereits höchst interessante Lösungen von Bausystemen bis hin zu lösbaren modularen Konstruktionen vorhanden, die weiter forciert werden müssen. Modulare Konstruktionen mit integriertem Bad oder integrierter Küche und Haustechnik ermöglichen weitere Qualitätssteigerungen und Kostensenkungen, wie sie bereits im gewerblichen Bereich erreicht werden. Vor allem im Bereich Anschlüsse und Einbauten ist hier noch ein hohes Potential zu erschließen. Hier können parallel Schritte gesetzt werden, um eine einfache Zugänglichkeit, Erweiterung und Demontage zu ermöglichen und dadurch den KundInnen durch leichter durchzuführende Wartung Kosten zu sparen sowie auch der Abfallvermeidung Rechnung zu tragen.

Nawaros

Für das Handlungsfeld „Verwendung nachwachsender Rohstoffe und Ressourcenminimierung (Nawaros)“ gelten folgende Zielsetzungen:

7. Reduktion des Ressourcenverbrauchs
8. Nutzung nachwachsender Rohstoffe
9. Berücksichtigung von Erweiterung, Rückbau, Rezyklierung

Der Einsatz nachwachsender Rohstoffe führt – abgesehen von Holz – trotz deren ausgezeichneter ökologischer Performance noch immer ein Nischendasein. Dies liegt einerseits an fehlenden Bauzulassungen, andererseits an den geringen Erfahrungen der Verarbeiter mit dem Material. Vor allem die Integration des Rückbaus und eventueller Erweiterungen in den Planungsprozess und in das Baubewilligungsverfahren wird noch zu wenig berücksichtigt. So sind nach der Nutzungsdauer der Gebäude große Mengen an Baurestmassen energieintensiv und kostspielig zu entsorgen. Der Anteil an „Grauer Energie“ dieser Baustoffe liegt meist um ein Vielfaches höher als jener von Baustoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Trotz verstärkten Baustoffrecyclings in den letzten Jahren hat die Baurestmassenproblematik noch nicht an Brisanz verloren. Verschärfte Umweltschutzbestimmungen und eine hohe Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Deponien sowie die Verringerung der vorhandenen Deponiekapazitäten werden die Entsorgungskosten von Baurestmassen weiter erhöhen.

Eine Trendwende in diesem Zusammenhang kann durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe eingeleitet werden. Baustoffe aus diesen Materialien müssen nicht deponiert oder kostspielig entsorgt werden. Eine Kompostierung und damit die Rückführung in den biologischen Kreislauf ist einfach möglich und leistet einen wesentlichen Beitrag zur Entschärfung der Abfallproblematik.

Mit der Reduktion der Baurestmassen verbunden ist auch die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz. Beispielsweise ermöglicht die Nutzung von Strohballen als Baustoff eine

extrem effiziente Nutzung von Energie und Ressourcen. Mit nur einem Arbeitsvorgang, dem Pressen von losem Stroh zu Ballen, kann ein hochfunktioneller Baustoff erzeugt werden. Aufgrund der regionalen Verfügbarkeit bleibt der Transportaufwand sehr gering. Ebenso effizient und ökologisch nachhaltig ist auch die Rückführung in den biologischen Kreislauf nach der Nutzungsphase, wenn das pflanzliche Material durch die Kompostierung zu organischem Dünger umgewandelt wird, der wieder als Produktionsmittel für die Herstellung landwirtschaftlicher Produkte dient. Durch den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ergibt sich daher eine langfristig verstärkte Wertschöpfung am österreichischen Markt.

Virtuelle Fabrik

Mit der Bildung virtueller Fabriken werden folgende Zielsetzungen verfolgt:

10. Bildung einer starken Dachmarke
11. Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit
12. Erhöhung der Wertschöpfung
13. Bündelung von Ressourcen

Zwei scheinbar gegensätzliche Aspekte sollen dabei miteinander verbunden werden:

- „Die Zukunft des Wohnbaus liegt in der postindustriellen Produktion und transnationaler Vermarktung.“⁹²
- Die kleinstrukturierte österreichische Bauwirtschaft.

Um die vorhandenen Ressourcen und Strukturen zu bündeln und die Wettbewerbsfähigkeit der bestehenden KMU zu erhöhen, ist die virtuelle Fabrik für die österreichische Situation vor allem im Bereich der Passivhäuser eine geeignete Lösung.

Die horizontale und vertikale Kooperation der beteiligten Betriebe führt dabei zu einer effizienten Nutzung der vorhandenen Ressourcen und zu einer ökonomisch wie ökologisch sinnvollen Auslastung der Kapazitäten. Die Konzentration der Klein- und Mittelunternehmen auf ihre jeweiligen Kernkompetenzen bei gleichzeitiger Standardisierung der vorgefertigten Elemente garantiert auch für die KundInnen die Qualität der Gebäude; finanzielle Vorteile können durch kürzere Transportwege aufgrund der dezentralen Produktion und durch den Zusammenschluss unter einer starken Dachmarke erreicht werden.

Durch das Produktionsmodell der virtuellen Fabrik kann so der Wirtschaftszweig „Passivhäuser aus nachwachsenden Rohstoffen“ gestärkt und eine höhere Wertschöpfung und Wettbe-

⁹² Geissler et al. (2004): S. 71.

werbsfähigkeit sowohl auf dem österreichischen als auch auf dem internationalen Markt erzielt werden.

7.3 Umsetzung und Ausblick

Gewonnene Erkenntnisse für das Projektteam

Das Projektteam hat durch das Projekt Netzwerke geschaffen die regional und auch in einem weiteren Umfeld funktionieren können. Durch Diskussionen, praktische Versuche und umfangreiche Recherchen zu technologischen wie auch organisatorischen Punkten, die eine industrielle Serienfertigung ermöglichen, wurden neue Ideen aufgegriffen, die nun als Grundlage für weitere Entwicklungen innerhalb des eigenen Unternehmens und auch für zukünftige Netzwerkbildungen dienen.

Umsetzung der Erkenntnisse durch das Projektteam

Aufbauend auf den erarbeiteten Ergebnissen wird daran gearbeitet, die virtuelle Fabrik in einem Demonstrationsprojekt in kleinem Umfang zu erproben. Unter Miteinbeziehen existierender Cluster, Netzwerke und ausgewählter Akteure können damit Problemstellungen und Weiterentwicklungsbedarf ermittelt werden. Als erste Projekte sind z.B. Ökosiedlungen und kommunale Projekte denkbar. Dabei können vorgefertigte Komponenten der Projektpartner verwendet werden. Die technischen Konzepte (modularer Aufbau) und organisatorischen Modelle (arbeitsteilige Produktion durch bereits bestehende Fachbetriebe), die in diesem Projekt erarbeitet wurden, können dadurch zusammengeführt werden.

Demonstrationsprojekt

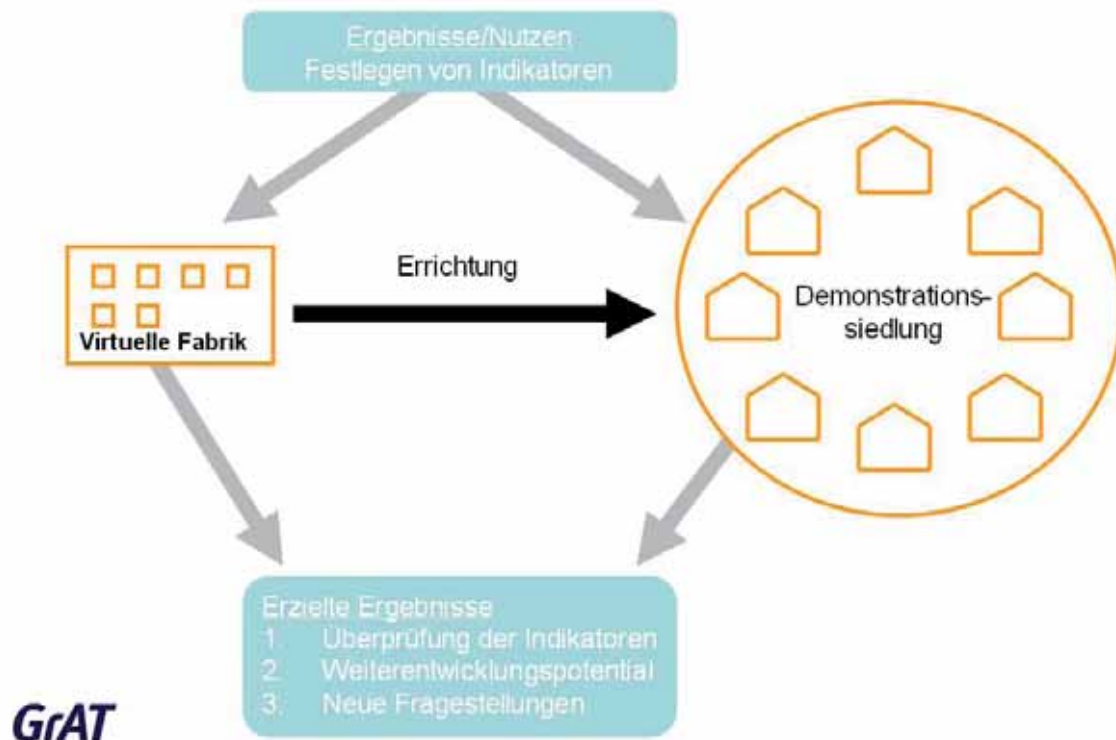


Abbildung 78: Modell eines Demonstrationsprojekts.

Chancen und Risiken bei der Umsetzung eines Demonstrationsprojekts

In einem Demonstrationsprojekt kann ermittelt werden, inwiefern die angestrebten Ergebnisse durch eine virtuelle Fabrik erreicht werden und in welchem Ausmaß eine Kostensenkung erzielbar ist bzw. wo weitere Verbesserungsmaßnahmen gesetzt werden müssen. Dazu ist zunächst eine Definition von Indikatoren notwendig. Der Grad und das Ausmaß an Synergien und höherer Wettbewerbsfähigkeit stellt dabei eine wichtige Kerngröße dar. Aus der Analyse der Ergebnisse ergeben sich Potentiale und neue Fragestellungen für die Weiterentwicklung der Strategie.

Schwierigkeiten können vor allem hinsichtlich fehlender Qualifikationen in der Region, in der das Projekt umgesetzt werden soll, ausgemacht werden. Dieses Problem ist jedoch durch vorhergehende sorgfältige Auswahl der Projektpartner und durch transparente Planung lösbar.

Um eine funktionierende Subunternehmerkette aufzubauen, bedarf es ausreichender Vorteile für die teilnehmenden Unternehmen und deren Kooperation. Dafür braucht es zunächst funktionierende Modelle, die als Vorbild dienen und den Nutzen für die partizipierenden Unter-

nehmen sichtbar machen. Weiters sind Überzeugungsarbeit, klare Regelungen und darauf aufbauend ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess notwendig.

In der folgenden Tabelle sind Risiken und Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung angeführt.

Risiko	Art	Wahrscheinlichkeit	Lösungsstrategie
Unzureichende Innovationsbereitschaft im KMU Netzwerk	organisatorisch	mittel	Kampagne von themennahen Clustern zur Meinungsbildung
Gewerbeübergreifende Tätigkeiten übersteigen Kompetenzen	organisatorisch	hoch	Kooperationsverträge zwischen ausführenden Fachunternehmen
Konstruktionen zu aufwendig, lösbare Verbindungen zu teuer	technisch/ finanziell	hoch	Suche nach Alternativen, Beschränkung auf Schlüsselstellen

Tabelle 14: Chancen und Risiken.

Zielgruppen der Projektergebnisse

Die erarbeiteten Ergebnisse sind vor allem für *klein- und mittelständische Unternehmen* interessant. Die Möglichkeit der modularen Vorfertigung ist hauptsächlich für Zimmereien und bei allen Gewerken relevant, die in vorgefertigte Bauteile integriert werden können. Besonders im Bereich Elektro-, Sanitär- und Lüftungsleitungen sind Weiterentwicklungen von einfach in Bauteile integrierbaren und leicht lös- und trennbaren Anschlüssen und Verbindungen gefragt.

Im Rahmen einer Fachveranstaltung wurden die erarbeiteten Konzepte zur industriellen Serienfertigung mit ausgewählten ExpertInnen des Bau.Energie.Umwelt-Clusters und der IG Passivhaus sowie von Fertighausherstellern vorgestellt und diskutiert (siehe Abbildung 79). Dabei wurde in einer Feedback-Runde Interesse bekundet, durch den virtuellen Zusammenschluss der Mitglieder sinnvolle Einheiten zu schaffen und Innovationen freizusetzen. Durch die Integration vieler verschiedener Sektoren mit unterschiedlichen Aufgaben besteht hier ein besonders hohes Potential für die Entwicklung neuer Organisationsmodelle. Forderungen von Seiten der TeilnehmerInnen der Feedback-Runde waren die Gewährleistung der lokalen Wertschöpfung und die Erhaltung des persönlichen Kundenkontakts trotz standardisierter Vorfertigung.



Abbildung 79: Themenlounge des Bau.Energie.Umwelt-Clusters NÖ.

Die *Anbieter von Fertighäusern* als zweite Zielgruppe der erarbeiteten Strategie haben die Möglichkeit, den Marktbereich Passivhaus mit effizienteren, ressourcenschonenderen (Verbesserung um den Faktor 10) wie auch kostengünstigeren Modellen abzudecken. Die Produktion ist witterungsunabhängig, die Errichtung des Gebäudes kann innerhalb weniger Tage erfolgen, und durch die Fertigung von variabel kombinierbaren Normelementen können die Produktionszahlen erhöht und die Kosten gesenkt werden, ohne dass individuelle Kundenwünsche auf der Strecke bleiben. Die beteiligten Unternehmen treten in diesem Bereich als Marktführer und daher auch als innovative Unternehmen mit Know-how-Vorsprung auf.

Von Seiten der *EndnutzerInnen* als weiterer Zielgruppe sind sowohl Anforderungen an ein Fertigteilhaus als auch an ein ökologisches Passivhaus zu berücksichtigen. Durch die nachhaltige Bauweise ergeben sich für die KonsumentInnen eine geringere Abhängigkeit von Energieträgern und dadurch auch geringere Betriebskosten. Da fast ausschließlich nachwachsende Rohstoffe für den Bau der Gebäude verwendet werden, sind die Entsorgungskosten sehr gering. Aufgrund der eingesetzten Materialien wird auch ein optimales und angenehmes Raumklima gewährleistet. Die Serienfertigung bringt dem Endnutzer zusätzliche Vorteile wie geringere und nachvollziehbare Kosten, eine kürzere und zeitlich garantierte Errichtungszeit und einen konstanten Ansprechpartner für die Errichtung des Gebäudes.

Auch die *heimische Landwirtschaft* kann sich durch eine höhere Nachfrage nach Produkten wie z.B. Stroh einen zusätzlichen Absatzmarkt erschließen. Der Landwirt gilt somit als „Baustofflieferant der Zukunft“.

Die Ergebnisse sind ebenso für *PlanerInnen und ArchitektInnen* interessant, insofern, als die weitestgehende Gestaltungsfreiheit unter Zuhilfenahme von standardisierten Komponenten individuelle Gebäude bei reduzierten Kosten ermöglicht – Vorteile, die an die KundInnen weitergegeben werden können.

Marktpotential, Verbreitungs- und Realisierungspotential der Ergebnisse

Wettbewerbsvorteile für industrielle Betriebe, die sich aus der Serienfertigung ökologischer Passivhäuser und aus der geringeren Abhängigkeit von knappen Rohstoffen ergeben, tragen

zur Absicherung von Arbeitsplätzen und gegebenenfalls zur Expansion der Unternehmen bei. Durch den Einsatz neuer nachhaltiger Technologien werden außerdem weitere Absatzmärkte für die beteiligten Unternehmen erschlossen.

Auch in der regionalen Landwirtschaft ergeben sich neue Absatzmärkte durch die erhöhte Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen, die für die Erzeugung ökologischer Passivhäuser benötigt werden.

Für öffentliche Interessensvertreter eröffnet sich das Potential, der Bevölkerung Nachhaltigkeit und Klimaschutz anhand von erfolgreich umgesetzten Projekten näherzubringen. Ein gutes Beispiel ist hier der Turnsaalzubau in Allentsteig durch das Land Niederösterreich.

Die einfache Entsorgung der modular und ökologisch gefertigten Gebäude erhöht die Möglichkeit, ein Grundstück nach Ende der Lebensdauer des Bauwerks für neue Zwecke zu nutzen. Dadurch wird die Anzahl an leerstehenden Objekten verringert, Sanierungs- bzw. Abrisskosten werden vermieden, und neue Bauvorhaben können durchgeführt werden.

Empfehlungen für weiterführende Forschungsarbeiten

Um eine besonders nachhaltige und effiziente Umsetzung der erarbeiteten Strategie zu erreichen, sind sowohl technische als auch organisatorische Weiterentwicklungen gefragt. Mit Hilfe von Prototypen sollte an technischen Detaillösungen für eine modulare Gebäudehülle und Einbauten gearbeitet werden, insbesondere im Bereich der Bauteilverbindungen und Anschlüsse. Auch für modulare Energieversorgungssysteme besteht Entwicklungspotential.

Die Einbindung der KundInnen in den Planungsprozess kann durch verbesserte Interface-Systeme noch weiterentwickelt werden. Adaptierte Konfigurationstools ermöglichen hier verstärkt eine partizipative Planung.

Eine detaillierte Beurteilung des Weiterentwicklungsbedarfs und der Potentiale der entwickelten Strategie ist durch die Umsetzung in einem Demonstrationsprojekt möglich. Als erste Projekte wären z.B. Ökosiedlungen und kommunale Projekte denkbar. Dabei können vorgefertigte Komponenten der Projektpartner verwendet werden. Zur Bewertung, inwiefern Verbesserungs- und Kosteneinsparungspotentiale erzielt werden können, ist eine Definition von Indikatoren notwendig. Diese sollen eine Beurteilung ermöglichen, in welchem Ausmaß die erwarteten Ergebnisse in den Handlungsfeldern Industrielle Produktion, Nawaros und Virtuelle Fabrik erreicht werden. Die Umsetzungsdemonstration sollte außerdem durch einen Feedbackmechanismus begleitet werden, in dem technisches Monitoring und NutzerInnenbefragungen zu einer regelmäßigen Verbesserung führen.

8 Verzeichnisse

8.1 Literatur

Albers K. J: Moderner Holzhausbau in Fertigteilbauweise. WEKA Media Verlag, Kissing 2001.

Australian Turntable Company: Major Dubai deal revolves around Victorian company. 2008.
URL: <http://www.turntables.com.au/docs/EnviroPod.pdf> (abgerufen am 2. Oktober 2008; 12:13)

Automotive Engineer: Nargess Shahmanesh-Banks test drives three ultimate city cars: Toyota Aygo, Peugeot 107 and Citroen C1. 2005. URL: <http://www.ae-plus.com/Key%20topics/kt-vdh-news30.htm> (abgerufen am 13. Oktober 2007; 14:06)

Bau-Fritz GmbH & Co. KG: Zukunftsweisend– der Installationskern. 2008. URL: <http://www.baufritz.de/baufritz/qualitaet-und-kompetenz/qualitaet/perfekte-detailloesungen/der-installationskern/> (abgerufen am 25. Juni 2008; 10:48)

Baumaxhaus. 2008. URL: www.baumaxhaus.at (abgerufen am 15. August 2008; 17:38)

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Bundes-Abfallwirtschaftsplan.2006. (aktualisierte Kapitel 1–3, März 2008)

Boklok. 2008. URL: www.boklok.co.uk (abgerufen am 13. Februar 2007; 11:58)

Bundesverband Deutscher Fertigbau e.V. 2007. URL: <http://www.bdfev.de/german/presse/index.html?NID=133> (abgerufen am 11. April 2007, 14:45)

Cornet A: Plattformkonzepte in der Automobilindustrie. 1. Auflage, Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden. 2002.

Dennert Massivhaus GmbH. 2006-1. URL: <http://www.icon-haus.de> (abgerufen am 10. Oktober 2006; 11:34)

Der Standard: Vom Uni-Lehrgang ins „soul-village“. 2007. URL: http://derstandard.at/?url=/?id=2763642%26_index=1 (abgerufen am 07. April 2007; 15:56)

Disch, R.: Das Plusenergiehaus in jede Gemeinde. Broschüre. Büro Rolf Disch. 2007.

ELK Fertighaus AG. 2007. URL: www.elk.at (abgerufen am 22. Juni 2007; 13:29)

Esendo GmbH. 2008. URL: www.esendo.de (abgerufen am 13. Mai 2008; 16:02)

Euronics International Ltd. 2008. URL: http://www.euronics.com/structure_stores.html (abgerufen am 20. Juni 2008; 14:24)

fiec: Verband der europäischen Bauwirtschaft. 2007. URL:
<http://www.fiec.org/Content/Default.asp?PageID=5> (abgerufen am 08. Februar 2007; 12:38)

Geissler S., Leitner K., Schuster G. : Industriell produzierte Wohnbauten. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2005.

Graf A: Vorgefertigte Einfamilien- und Reihenhäuser. Callwey Verlag, München 2003.

IBO (Österreichisches Institut für Baubiologie und -ökologie): Passivhaus-Bauteilkatalog. Ökologisch bewertete Konstruktionen. 2. Auflage. Springer Verlag, Wien – New York 2008.

IMAS-Studie. In: Bankhamer, A.: Report: Neue, alte Wohntrends. Report Bau & Immobilien. Ausgabe Nr. 5/2007. Verlagspostamt 1170, Wien. 2007.

Insta-Bloc Installationssysteme Sanitär-Elementbau GmbH. 2008. URL:
<http://www.instabloc.at/deutsch/index.htm> (abgerufen am 19. August 2008; 15:18)

Isopp A., Koiner P.: Schnell, günstig, industriell. In: Solid 03/2006. 2006. URL:
http://www.industriemagazin.at/index.php?id=s-artikel&tx_ttnews%5Btt_news%5D=561 (abgerufen am 15. Februar 2007; 16:12)

Iwahara, T., Suzuki, Y.: Reuse System of Industrialised Houses (Reused System House). Proceedings of the Fifth World Sustainable Building Conference in Tokyo. 2005, S. 1211-1218.

Korab R., Posch J., Fasan I., Belazzi T., Vondrus C., Steyskal F: Bau.Werk.Zukunft. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2003.

Krawietz Silke A.: Gebäudeintegration von Photovoltaik (GIPV) in Europa. Eigenverlag, Darmstadt 2003.

Kreativer Holzbau Kastner. 2008. URL: www.tischlerei-kastner.at (abgerufen am 30. März 2007; 10:44)

Krick B.: Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise. Unidruckerei der Universität Kassel, Kassel 2008.

Langner, J.; Truckenbrodt, A.: MoCar - Die Modularisierung von Produkt und Produktion bei Daimler Chrysler, SCGA-Seminar, Zürich. 2001

Leiprecht H.: Der Sessel-Cluster Friaul. Im Stuhl-Dreieck Manzano. In: Strategien des Handwerks. Sieben Porträts außergewöhnlicher Projekte in Europa. Haupt Verlag, Bern, Wien u.a., 2005, S. 238–281.

Lignotrend Produktions GmbH: Prospekt, Lignotrend Wandelemente. Weilheim-Bannholz 2008.

Lukas Lang Building Technologies. 2007. URL: www.lukaslang.at (abgerufen am 31. August 2006; 15:39)

Medienforschung ORF. 2007. URL: http://mediaresearch.orf.at/index2.htm?fernsehen/fernsehen_sinus.htm (abgerufen am 5. Mai 2008; 12:45)

Mercer Management Consulting: Mercer-Studie zur Zukunft des Automobilvertriebs: Der Systemprofit der Automarken ist bedroht. In: APA (Austria Presse Agentur) OTS. 2005. URL: http://www.ots.at/presseaussendung.php?schluessel=OTS_20050913_OTS0029&ch=wirtschaft (abgerufen am 10. Oktober 2006; 12:54)

Mercer Management Consulting: In der Automobilindustrie verteilen Hersteller, Zulieferer und Dienstleister die Karten neu. Kurzfassung Studie FAST 2015. 2007. URL: http://www.mercermc.de/veroeffentlichungen/spektrum/spektrum_2004/spektrum_detail/article/studie_fast_2015.html (abgerufen am 14. Juni 2007; 16:04)

ModCell. 2007. URL: <http://www.modcell.co.uk/> (abgerufen am 10. September 2007; 11:45)

Nomad Home Trading GesmbH.2007. URL: www.nomadhome.com (abgerufen am 14. März 2007; 12:11)

OM Solar: OM Solar – The Orange Mode. OM Environmental Planning, Inc. 2001.

Piller F. T.: Kundenindividuelle Massenproduktion. Die Wettbewerbsstrategie der Zukunft. Carl Hanser Verlag, München – Wien, 1998.

Prochiner, F.: Homes 24. Zukunftsorientierte Fertigungs- und Montagekonzepte im industriellen Wohnungsbau. Dissertation. Fakultät für Architektur. Technische Universität München. 2006

Promosedia SpA. 2006. URL: http://www.promosedia.it/distretto_promosedia_eng.html (abgerufen am 7. März 2007; 14:55)

RedBloc Ziegelfertigteilsysteme GmbH. 2007. URL: <http://www.redbloc.at/index.asp?menu=15&head=3> (abgerufen am 10. November 2007; 16:33)

Schlumberger A. : Fix und fertig mit Solardach. In: Photon 12/2006. Solar Verlag GmbH, Aachen 2006.

Schmieder M., Thomas S.: Plattformstrategien und Modularisierung in der Automobilentwicklung, Shaker Verlag, Aachen 2005.

Schwarz B.: Entwicklung neuer Konzepte der technischen Gebäuderüstung für den Holzbau. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart 1999.

Sekisui Chemical CO., LTD.: Environmental & Social Report 2005.

Sekisui Chemical CO., LTD.: Annual Report 2008.

so(u)l network. 2007. URL: www.soulbox.at (abgerufen am 28. März 2007; 12:51)

Statistik Austria: Leistungs- und Strukturstatistik 2004. Produktion einschl. Bauwesen. Verlag Österreich GmbH, Wien 2006-1.

Statistik Austria: Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Integrierten NAMEA (National Accounting Matrix including Environmental Accounts), Statistik Austria. Berichtszeitraum: 2003. Wien 2006-2.

Statistik Austria: Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Materialflussanalyse, Statistik Austria. Berichtszeitraum: 2003. Wien 2006-3.

Statistik Austria: Umweltökonomische Gesamtrechnung, im Auftrag des BMLFUW. 2008. URL: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_und_umwelt/umwelt/umweltoekonomische_gesamtrechnung_namea/index.html (abgerufen am 17. Juli 2008; 10:41)

Volkswagen: Plattformdefinition. 2008. URL: http://www.volkswagen.de/vwcms_publish/vwcms/master_public/virtualmaster/de3/unternehmen/mobilitaet_und_nachhaltigkeit/service/glossar_kopie/plattformstrategie.index.html (abgerufen am 13. Oktober 2007; 14:28)

VW Internationale Investorenkonferenz. Prof. Dr. Martin Winterkorn: Redemanuskript anlässlich der Internationalen Investorenkonferenz am 13. März 2008, Teil III - S. 3. 2008.

Walch K., Lechner R., Tappeiner G., Suttner P., Schrattenecker I., Oswald P., Kobelmüller M., Stafler G.: Gebaut 2020. Zukunftsbilder und Zukunftsgeschichten für das Bauen von morgen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2001.

Weernink W. O. VW's 10-million-unit plan: New architectures underpin effort to catch Toyota, Automotive News, 2007. URL: <http://www.autonews.com/article/20071126/ANE03/71123042> (abgerufen am 13. Oktober 2007; 13:56)

Wenzel A., Kirig A., Rauch C.: Greenomics. Wie der grüne Lifestyle Märkte und Konsumenten verändert. FinanzBuch Verlag GmbH, München 2008.

Wernle B.: One million-unit platform club grows: Carmakers are under pressure to realize economies of scale resulting from their multiple brands, Automotive News, 2003. URL:

<http://www.autonews.com/article/20030407/SUB/304070832> (abgerufen am 15. Oktober 2007; 15:23)

Wieland Electric GmbH. 2008. URL: http://www.wieland-electric.de/uploads/tx_ffdownload/BIT_326_333_Zube_D.pdf (abgerufen am 17. September 2008; 12:14)

Wimmer R., Hohensinner H., Drack M.: Innovative Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel eines Büro- und Ausstellungsgebäudes. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2007.

Wimmer R., Hohensinner H., Janisch L., Drack M.: Wandsysteme aus nachwachsenden Rohstoffen. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2001.

Winter, W., Dreyer, J., Schöberl, H.: Holzbauweisen für den verdichteten Wohnbau. Berichte aus Energie- und Umweltforschung. Haus der Zukunft. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien. 2001

Zellhofer R.: Größter Treiber für Fertighäuser ist das Thema „Energie sparen“. In: BRANCHENRADAR® Fertighäuser in Österreich 2007. 2007. URL: <http://www.kfp.at/scripts/active.asp?vorlage=14&id=3119&rubrik=3119> (abgerufen am 7. August 2007; 14:52)

Weiterführende Internetseiten:

www.vda.de

www.fertighaus.org

www.presetext.at/pte.mc?pte=070426034

www.sekisuiheim.com

www.omsolar.net/

www.foiltecna.com

www.icon-haus.de

www.jkarch.at

www.oekobaucluster.at

www.merlin-holzhaus.de

www.fiec.org

www.nomadhome.com

www.bdfev.de

www.diemodulfabrik.at

www.klh.at

www.redbloc.at

www.lukaslang.at

www.modcell.co.uk

www.hartlhaus.at

www.soulbox.at

www.elk.at

www.tischlerei-kastner.at

www.hanlo.at

8.2 Tabellen

Tabelle 1: Leistungs- und Strukturstatistik Produktion einschließlich Bauwesen, 2004. Daten: Statistik Austria (2006-1).....	18
Tabelle 2: Produktion Bauwesen, 2004. Daten: Statistik Austria (2006-1).	18
Tabelle 3: Beschäftigte pro Unternehmen. Daten: Statistik Austria (2006-1).....	20
Tabelle 4: Schwächen-Profil der österreichischen Bauwirtschaft. Geissler et al. (2005): S. 37–39.	21
Tabelle 5: Abfallaufkommen Bauwesen. Daten: BMLFUW 2006.....	23
Tabelle 6: Kurzcharakteristik der Sinus-Milieus. Medienforschung ORF 2007.	35
Tabelle 7: Umsatz und Absatz von Fertigteilhäusern in Österreich. Quelle: Zellhofer, R. (2007).....	37
Tabelle 8: Übersicht ausgewählter Fertigteilsysteme.....	41
Tabelle 9: Übersicht untersuchter Sparten/Unternehmen.	52
Tabelle 10: Verkaufte Einheiten. Daten: Sekisui Chemical CO., LTD., Annual Report (2008).52	
Tabelle 11: Globale Plattformen mit mehr als 1 Mio. produzierter Einheiten im Jahr 2002. Quelle: Global Insight Automotive.	66
Tabelle 12: Bauarten.".....	71
Tabelle 13: Konsumkette der virtuellen Fabrik.	104
Tabelle 14: Chancen und Risiken.	114
Tabelle 15: Veranstaltungen	128

8.3 Abbildungen

Abbildung 1: Bauwesen Struktur, Eigendarstellung. Daten: Statistik Austria (2006-1).	19
Abbildung 2: Materialinput. Daten: Statistik Austria (2006-2 und 2006-3).	22
Abbildung 3: Materialeinsatz in der Bauwirtschaft 1995–2005. Daten: Statistik Austria (2008).	23
Abbildung 4: Getrennte Sammlung und Beispiel für die vollständige Wiederverwertung von Produktionsabfällen.....	24
Abbildung 5: Sekisui-Heim – innovative Wartungs- und Recyclingservices.....	27
Abbildung 6: Materialfluss.....	27
Abbildung 7: Baustoffe, Primärenergieinhalte. Quellen: Krick, B. (2008) und IBO (2008): S. 328 f. Eigene Darstellung.....	30
Abbildung 8: Baustoffe, Treibhauspotential. Quellen: IBO (2008) und eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.....	31
Abbildung 9: Baustoffe, Versäuerungspotential. Quellen: IBO (2008) und eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.....	32
Abbildung 10: Vorteile modularer Konstruktionen.....	33
Abbildung 11: Sinus-Milieus. Medienforschung ORF 2007.....	34
Abbildung 12: Kundenanforderungen für den Hausbau. Quelle: IMAS-Studie 2007. Eigene Darstellung.....	38
Abbildung 13: Sekisui House.....	41
Abbildung 14: Sekisui, Auszug aus dem Produktportfolio.....	42
Abbildung 15: KLH-Module.....	43
Abbildung 16: ELK-Fertigkeithaus.....	44
Abbildung 17: Aufbau der vorgefertigten Wandelemente von Redbloc.....	44
Abbildung 18: Betonmodule, Dennert Massivhaus.....	45
Abbildung 19: Beton-Wandsegmente, Dennert Massivhaus.....	45
Abbildung 20: Nomad Home.....	46
Abbildung 21: Enviro Pod, www.environmentalvillages.com	47
Abbildung 22 : Lukas Lang Building Technologies, www.lukaslang.com	48
Abbildung 23: ModCell, BaleHouse.....	49

Abbildung 24: So(u)lbox.....	49
Abbildung 25: ©kreativerholzbau.at.....	50
Abbildung 26 : S-HOUSE, www.s-house.at.....	50
Abbildung 27: Esendo, Holzrahmenkonstruktion.....	51
Abbildung 28: Fertigung, Transport und Aufbau des modularen Gebäudes.....	54
Abbildung 29: Stock-Refurbishing Business. Sekisui Chemical CO., LTD. (2008), S. 23.....	55
Abbildung 30: Einfach demontierbare Außenfassadenelemente.....	55
Abbildung 31: OM Solar – Schema des Luftheizungssystems.....	57
Abbildung 32: Projektteam bei OM Solar.....	57
Abbildung 33: Das Geschäftsmodell von OM Solar.....	58
Abbildung 34: Produktionsprozess ModCell-Gebäude.....	59
Abbildung 35: Module verlassen die Flying Factory.....	59
Abbildung 36: TopTen Award Promosedia.....	62
Abbildung 37: System-Map der Automobilindustrie.....	63
Abbildung 38: Toyota Aygo, Peugeot 107, Citroen C1. Automotive Engineer 2005.....	65
Abbildung 39: Smart-Produktion. www.innovation-aktuell.de, aufgerufen am 03.03.2008.....	67
Abbildung 40: Gebäudetyp 1 – „technokratischer Stil“, Explosionsdarstellung und Ansicht.....	73
Abbildung 41: Gebäudetyp 2 – „Villa-Typ“, Explosionsdarstellung und Ansicht.....	73
Abbildung 42: Gebäudetyp 3 – „Landhaus-Typ“, Explosionsdarstellung und Ansicht.....	74
Abbildung 43: Entwurf energieautarkes Mehrfamilienhaus, Front. Architekten Scheicher, GrAT.....	74
Abbildung 44: Entwurf energieautarkes Mehrfamilienhaus, Rückseite. Architekten Scheicher, GrAT.....	75
Abbildung 45: Explosionsdarstellung des Gebäudeaufbaus.....	76
Abbildung 46: Punktfundamente und Bodenplatte.....	76
Abbildung 47: Modul Küche und Stiegenhaus.....	76
Abbildung 48: Modul Haustechnik und Nassraum.....	77
Abbildung 49: Grundkonstruktion.....	78
Abbildung 50: Fertiges Gebäude.....	78

Abbildung 51: Verbindung von zwei Raumzellen, Schaumontage Modulfabrik, Gästehaus Aquilin, St. Pölten.....	79
Abbildung 52: links: Konstruktion Hochlastverbinder mit Elektro- und Sanitärverbindung, rechts: erste Prototypenwand (Wasser, Strom, Datenbus) der Fa. Munitec.....	80
Abbildung 53: Verbindungselement der Firma Sekisui.....	80
Abbildung 54: Flexible Trennwände aus Naturfaser-Compounds, S-HOUSE.....	81
Abbildung 55: weeHouse in unterschiedlichen Konfigurationen.....	82
Abbildung 56: weeHouse – Auszug aus den wählbaren Optionen.....	83
Abbildung 57: Zentrale Anordnung der Haustechnik (rot), S-HOUSE.....	85
Abbildung 58: links: U*psi F-Element hochwärmegedämmte Lignotrend-Massivholzwand, rechts: Elektroinstallationen durch KLH Wand.....	86
Abbildung 59: Ziegelfertigteile Fa. Redbloc.....	87
Abbildung 60: Schnitt durch Fertigteildecke Fa. Wohn-Ton.....	87
Abbildung 61: Woertz – technofil, Dose und Kabel.....	87
Abbildung 62: Piercingdose. Prochiner (2006): S. 261.....	88
Abbildung 63: Steckverbindungsbeispiel, Fa. Wieland gesis®.....	89
Abbildung 64: Sanitärbaustein der Firma Instabloc.....	89
Abbildung 65: Fa. Insta-Bloc (Vorstellelement, Schachtelement).....	90
Abbildung 66: Vorgefertigte Sanitärzelle, Geberit.....	90
Abbildung 67: aerosmart S (60/60/230 cm, thermische Leistung der Wärmepumpe 970 W).....	92
Abbildung 68: 3D-Ansicht Installationskern, Bau-Fritz GmbH.....	93
Abbildung 69: Module bei der Fertigstellung/Einbau.....	93
Abbildung 70: KLH-Modul.....	93
Abbildung 71: links: „horizontale“ Deckenverbindung mit Anschlüssen in Decke und Wänden, rechts: Deckenverbindungen mittels Nut-Feder-Prinzips, Medienverbinder an Wandoberseite. Aus: Prochiner (2006): S. 225, 229.....	94
Abbildung 72: Deckenmontage bei Testhäusern mit Schnellverbindern. Aus Prochiner (2006): S. 230.....	95
Abbildung 73: Virtuelle Fabrik.....	97
Abbildung 74: System-Map Virtuelle Fabrik.....	98

Abbildung 75: Stakeholder, Virtuelle Fabrik	101
Abbildung 76: Verknüpfung Leitprinzipien und Ergebnisse/Nutzen.	106
Abbildung 77: Leitprinzipien, Handlungsfelder, Ergebnisse/Nutzen.....	109
Abbildung 78: Modell eines Demonstrationsprojekts.	113
Abbildung 79: Themenlounge des Bau.Energie.Umwelt-Clusters NÖ.....	115

Anhang

Methodik

In der folgenden Tabelle ist ein Überblick über die im Rahmen des Projektes durchgeführten Meetings, Workshops bzw. besuchten Veranstaltungen/Führungen angeführt.

Name	Typ	Ort	Datum	Input
Workshops				
Workshop mit Projektpartnern	Workshop	S-House Böheimkirchen	03/2006	Gestaltungskriterien, Rahmenbedingungen, Kundentypen
Workshop mit Projektpartnern	Workshop	Rangersdorf Mölltaler Ökohaus	06/2006	Fertigungstechniken, statische Lösungen
Workshop mit Projektpartnern	Workshop	Mondseehaus	12/2007	Virtuelle Fabrik, Analyse und Konzeption
Meetings, Befragungen, Expertengespräche				
NEH, PH im Selbstbau	Expertengespräche	S-House Böheimkirchen	09/2006	Entwicklungen im Ausland im Bereich Bauen mit nachwachsenden Rohstoffen
NEH, PH im Selbstbau	Befragung	S-House Böheimkirchen	04/2007	Feedback/Akzeptanz zu industrieller Vorfertigung im Bereich ökologischer Passivhäuser
Regelmäßige Treffen mit Architekten Scheicher	Projektmeetings	Böheimkirchen/ Wien	laufend	Entwürfe zu modularer Bauweise und Gestaltungsvarianten
Veranstaltung S-HOUSE	Veranstaltung	S-House Böheimkirchen	10/2007	Feedback, Review von Vertretern aus der Bauwirtschaft
Besichtigungen, Interviews				
Japanische Fertighausproduzenten Sekisui Heim, Sekisui House, Toyota Homes	Fabrikbesuche	Japan	12/2006	Produktionsstruktur, Angebotsumfang, Wiederverwendung von Gebäudeteilen und Komponenten
OM-Solar	Fabrikbesuch	Japan	06/2007	Besichtigung des Unterneh-

Name	Typ	Ort	Datum	Input
				mens
Schaumontage KLH	Besichtigung	St. Pölten	09/2008	Besichtigung einer Gebäude- errichtung durch das Unter- nehmen „Die Modulfabrik“
Nationale/Internationale Konferenzen				
Sustainable Building Confer- ence	Konferenz	Tokyo	09/2005	Entwicklungen im Bereich nachhaltiges Bauen
Chance Hoch- bau,	Tagung/ Konferenz	Wien	11/2006	Produktionsstrukturen im Aus- land
SCORE!	Internationaler Workshop	Paris	06/2007	Arbeitskreis nachhaltiges Bauen, Innovationen, aktuelle Forschungsprojekte, neue Konzepte
World Sustain- able Building Conference 2008	Konferenz	Melbourne	09/2008	Vorstellung des Projekts (Ver- fassung eines wissenschaftli- chen Artikels, Posterpräsentation)

Tabelle 15: Veranstaltungen

Fragebogen

Serienfertigung von Strohbauten?

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Strohballenbaus, vor allem hinsichtlich Qualitätssicherung und rationellerer Fertigung, erforschen wir die Möglichkeiten der teilweisen und kundenindividuellen Serienfertigung von Passivhäusern aus nachwachsenden Rohstoffen, vor allem solchen, die mit Stroh gedämmt sind.

Die Idee dahinter ist einerseits die Qualität der Ausführung zu steigern, andererseits die Konkurrenzfähigkeit ökologischer Passivhäuser zu erhöhen. Zur Vorfertigung gibt es bereits erste Ansätze auf dem Markt, und wir möchten Sie im Rahmen des Workshops dazu einladen, mit Ihren Ideen zu einer Ziel gerichteten Weiterentwicklung beizutragen. Als Planer bzw. Bauherr haben Sie sich schon intensiv mit unterschiedlichen Bausystemen auseinandergesetzt und daher ist Ihre Meinung zu diesem Thema von besonderem Interesse.

Ich bin

(bitte ankreuzen)

- Planer
- Bauherr
- Architekt
- andere: _____

Welche Gebäudetypen interessieren Sie am Meisten?

- Passivhaus
- Niedrigenergiehaus
- Haus nach Bauordnung

Sanierung

Büro- Gewerbebauten

andere: _____

Welche Konstruktionstypen bevorzugen Sie?

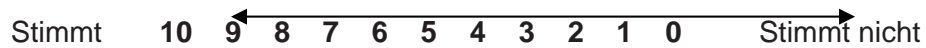
(z.B. Holzständerkonstruktion, Massivbauweise,...)

Vorfertigungsgrad/ Individuelle Anpassung

Wie beurteilen Sie die Vorfertigung von Gebäuden bzw. Gebäudeteilen

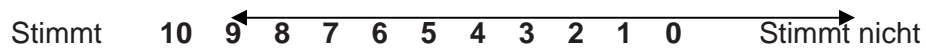
Jedes Haus sollte vollständig in Einzelfertigung errichtet werden

(bitte auf der Skala von 0 bis 10 ankreuzen)



Eine teilweise Vorfertigung von standardisierten Elementen ist sinnvoll

(bitte auf der Skala von 0 bis 10 ankreuzen)



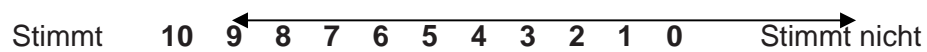
Diese Elemente bzw. Gewerke sollten vorgefertigt werden:

(z.B. Wandelemente,...)

Diese Elemente/Gewerke sollten in Einzelfertigung durchgeführt werden:

Wünschenswert wäre eine vollständige Vorfertigung bei ausreichenden individuellen Anpassungsmöglichkeiten

(bitte auf der Skala von 0 bis 10 ankreuzen)



Eine individuelle Auswahl bzw. Anpassung ist vor allem für die folgenden Bereiche erforderlich (z.B. Dachform Pult-, Satteldach,.....)

Welche Anforderungen müssen vorgefertigte Systeme erfüllen?

- Gebäudehülle
- Einbauten
- Haustechnik, Kabelführung
- Ästhetik (Dachform etc...)
- Planung
- Zeit
- Preis (Preisvorstellungen pro m²) Von ____ bis ____

Zusätzliches

Selbstbau (mit Baumeister)

- Ja
- Nein

Wenn ja weshalb?

Was ist ihre Motivation mit Strohballen zu bauen?

Wenn Sie an den Ergebnissen der Forschungsarbeiten interessiert sind, bitte Name und Adresse bzw. E-Mail notieren:

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!