

Industriell gefertigte Gebäudehüllen – energieeffiziente Fassaden der Zukunft

Dipl. Ing. (FH) Marcus Fischer MBA
Rubner Holzbau GmbH
DE-Augsburg



Industriell gefertigte Gebäudehüllen – energieeffiziente Fassaden der Zukunft

1. Einleitung

Die Moderne Hülle von heute unterscheidet sich in vielen Punkten zu früheren Ausführungen einer Gebäudehülle. Als Basis gilt jedoch immer eine Funktion, ähnlich der menschlichen Haut, die schützende und klimaregulierende Aufgaben einnimmt.

Die Fassade, als Bestandteil einer Gebäudehülle, ist eines der wichtigsten Elemente eines Gebäudes. Sie ist in ästhetischer Sicht das nach aussen wahrzunehmende Bild eines Gebäudes - der erste Eindruck.

In den Jahren der Industrialisierung, im 19. Jahrhundert, wurde die Fassade zunehmend als eigenständige Konstruktion ausgeführt. War Sie zuvor noch Bestandteil des Tragsystems ist Sie zunehmend als eigenständiges Bauteil angesehen, welches zunehmend Gebäudestrukturen auf Basis von Skelettbauweisen ermöglichte.

Die Fassade selbst ist seit dessen auch mehr als nur die Farbe und äusserste Schicht eines Gebäudes. Sie bietet einen Schutz vor belastenden Umwelteinflüssen, klimatischen sowie individuellen Bedürfnissen. Sie bieten aber auch Möglichkeiten die modischen Bedürfnisse des Menschen zu zeigen.¹

Fassaden von heute sind energieeffiziente komplexe Elemente eines Gebäudes mit vielseitigen Eigenschaften und eine Zusammenführung von diversen Materialien. Dies ist unter anderem geschuldet durch das gesteigerte Energiebewusstsein der Bauherren, durch die immer stärkeren Bestimmungen der Energieerhaltung bzw. Energieeinsparung sowie auch durch den Wunsch die Fassaden vielseitig zu gestalten. Zudem stehen neue Materialien zu Verfügung die entsprechend zur Anwendung gebracht werden sollten. Nicht zu verachten ist auch der Einfluss der Möglichkeiten der modernen Gebäudetechnik auf die Ausbildung der Gebäudehülle, z.B. durch den Einsatz von Solar und Lichttechnik.

Doch was macht eine Fassade der Zukunft aus?

Um zu erkunden was eine Fassade der Zukunft ausmacht, speziell im Holzbau, ist es hilfreich einen Überblick über die Fassade an sich zu erhalten. Welche Anforderungen und welche Arten von Fassaden gibt es im generellen? Im Rahmen des Vortrages wird auf die prinzipiellen Aspekte eingegangen um diese Punkte mit auf dem Markt vorhandenen Systemen auf zu zeigen.

Gerade im Bereich der „Industriell gefertigten Gebäudehülle“ hat der Holzbau Potential, doch steht er hier in direktem Wettbewerb zu Industrieprodukten.

Die Fassade der Zukunft muss eine möglichst hohe industrielle Fertigung aufweisen, die verschiedenen Anforderungen für die verschiedenen Varianten einer Fassade lösen. Doch muss diese sich auch den Neuerungen der Architektonischen Entwicklung im Hinblick auf Anwendung und Nutzung übernehmen. Grundvoraussetzung für den Erfolg einer Fassade und die Gesamte Gebäudehülle ist jedoch, der für jedes Gebäude neu zu bewertende Art der Fassade und Abstimmung der Bauphysikalischen Eigenschaften im Einklang mit der zu erwartenden Nutzung und der solaren Wärmegewinne.

2. Fassadentypen und -anforderungen

Um sich mit der Fassade als Gesamtpaket auseinander zu setzen ist zunächst ein Überblick über die verschiedenen Ausführungen sowie deren Anforderungen wichtig. Unter Fassaden wird im Umgangssprachlichen meist die sichtbare Ebene genannt und um zu verhindern, dass unter einer Holzfassade lediglich die mit Holz bekleidete Variante angesehen wird helfen diese Definitionen.

¹ Vgl. Definition Bekleidung nach Wikipedia.

2.1. Fassadentypen

Fassaden werden in der Literatur meist in 2 Hauptgruppen unterteilt.

Zu den *Wandbauweisen* zählen hauptsächlich massive und schwere Wandkonstruktionen aus den Baustoffen Beton und Mauerwerksbau. Es handelt sich dabei um Lastabtragende Konstruktionen mit entsprechender Wandstärke und einem Eigengewicht von über 250kg/m². Öffnungen für Fenster, Lüftung, Verglasungen etc. werden in diesen Fassaden je nach Bedarf, meist kleinflächig angeordnet.

Als Fassaden mit *leichter, skelettartigen Aussenhülle* werden mehrschalige Fassaden (Doppelfassaden), einschalige Leichtbaufassaden (Flächengewicht $\leq 150\text{kg/m}^2$), sowie kombinierte Fassaden mit ein- und mehrschaligen Aufbau evtl. mit Integration von haustechnischen Funktionen benannt.

Aufgelöste Wandkonstruktionen bestehen aus einer lastabtragenden Funktion - wie Fachwerksbau, Skelettbauten in Holz Stahl oder Beton - und einer leichten hüllenden Fassadenkonstruktion, welche in der Regel großflächige Aussenwandkonstruktionen mit hohem Glasanteil sind. Unter diesen Typ kann auch Wandkonstruktionen aus vorgefertigten Holzelementen eingestuft werden.

Die Vielzahl der möglichen Varianten einer aufgelösten Wandkonstruktion beinhaltet Doppelfassadenkonstruktionen aus Kastenfenster, Schacht-Kastenfenster sowie Glasfassaden mit Ebenen als thermische Pufferkonstruktion sowie einer Fassade mit einer Ebene als Abluftkonstruktion.

In die Kategorie der leichten Konstruktion werden auch Ausführungen der Pfosten/Riegelfassaden, Vorhangfassaden (nach DIN EN 13830) oder Kaltfassaden mit/ohne Hinter-Lüftung eingegliedert.²

Zudem sind in der Literatur ebenfalls noch Unterscheidung einer Fassade in *Warm-* oder *Kaltfassade* zu finden.

Als *Warmfassade* werden Konstruktionen bezeichnet, welche die Funktion des Raumabschlusses und der thermischen Trennung übernehmen. Diese werden meist durch leichte tragende Wandkonstruktionen mit Wärmedämmschicht und Putz ausgeführt.

Kaltfassaden beinhalten einen getrennten Wetterschutz, welcher durch eine Luftschicht von der wärmedämmenden Schicht abgesetzt wird. Somit ist die Dämmebene geschützt, falls der Wetterschutz beschädigt ist. Die bekannteste Art der Ausführung ist die vorgehängte und hinterlüftete Fassadenkonstruktion.³

2.2. Fassadenanforderungen

Die lastabtragende Funktion einer Fassade ist bei modernen Fassaden hauptsächlich beschränkt auf das Eigengewicht sowie auf die Windlasten. In Ausnahmefällen müssen zusätzlich Lasten aus Bauteilen wie Dach, Decken, Wände oder Sonderlasten aus Bauablauf, Nutzung, Montage, Einbruch oder Explosion.

Als Weit aus Größeres Feld an Anforderungen gehen folgende hervor:

- *Anforderungen an die Gestaltung:*
Einbindung in städtebauliche Vorgaben, Corporate Design, Individualität, Materialität
- *Anforderungen an die Energieeffizienz, Bauphysik und thermische Behaglichkeit:*
Klimatischer Raumabschluss, Wärme- und Sonnenschutz, Wind- und Regenschutz, Raumbelüftung
- *Anforderungen an die visuelle Behaglichkeit:*
Raumbelichtung, Sichtbezug nach aussen, Blendschutz und Lichtlenkung, Gewährleistung der Reinigungsmöglichkeit
- *Anforderungen an die akustische Behaglichkeit:*
Schalldämmung nach innen, nach aussen, Schallabsorption
- *Anforderungen an die Sicherheit und Schutz:*
Strahlungen, Beschädigung, Absturz, Brandüberschlag und Wärmestrahlung, Nutzung als Rettungsweg

² Vgl. Baunetzwissen

³ Vgl. Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte Fassaden e.V.

- *Anforderungen an die Funktionalität:*
Barrierefreiheit, Flexibilität, individuelle Bedienbarkeit und/oder zentrale Steuerbarkeit, Integration der Gebäudetechnik
- *Anforderungen an die Lastabtragung:*
Rasterung der Fassaden (horizontal/vertikal), Linienraster, Bandraster, Position der Fassade in Bezug zu den Lastabtragenden Achsen des Gebäudes

3. Führende Fassadenlösungen auf dem Markt

Fassadenkonstruktionen an öffentlichen Einrichtungen (Museen, Schulen, Krankenhäuser) sind meist mit anderen Konstruktionen gestaltet als Gewerbebauten, Industriebauten oder privaten Bauten. Dies ist unter anderem auch den geltenden Regelungen im Hinblick auf Energieeinsparung geschuldet. So gelten z.B. gemäß EnEv 2009 für Aussenwände an Wohngebäuden Grenzwerte für $U=0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, während an Industriebauten diese bei Werten von $U=0,28\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ (Raumtemperatur $\geq 19^\circ\text{C}$) bis hin zu $U=0,35\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ (Raumtemperaturen 12 bis $< 19^\circ\text{C}$) als Grenzwert und den somit entsprechend ausgelegten Wandaufbauten.

Bei privaten Wohnungsbauten ist die Bereitschaft der Bauherren zur Unterbietung des bindenden Wärmedurchgangskoeffizienten zu erkennen.

Für die „richtige“ Art der Fassadenlösung gibt es eine Vielzahl von Varianten von möglichen Systemen. Neben Lösungen aus Holz werden auch in großer Anzahl andere Materialien zur Anwendung herangezogen.

Es ist daher von Interesse die auf dem Markt gängigen Lösungen für Fassadenkonstruktionen zu betrachten, welche losgelöst von der Tragstruktur des Gebäudes sind. Hier werden 2 Bereiche betrachtet.

3.1. Fassaden für Industrie und Gewerbe

Der äusserst interessante *Industriebau und Gewerbebau* ist bei Großflächigen Hallenkonstruktionen stark geprägt von äusserst wirtschaftlichen flächigen mehrschaligen Fassadensystemen aus Trapezblechen und Dämmstoffen in Rasterbauweise mit standardisierten Detailausbildungen für alle Bauanwendungen. Die Montagefreundlichkeit der Systeme wurde die letzten Jahre ebenfalls verbessert, was zu einer Beschleunigung der Montage und zu einer Reduzierung möglicher Fehler geführt hat. Die Sandwichkonstruktion kann aus fertig geschäumten „Platten“ oder in einer bauseitig erstellten Sandwichkonstruktion ausgeführt werden.

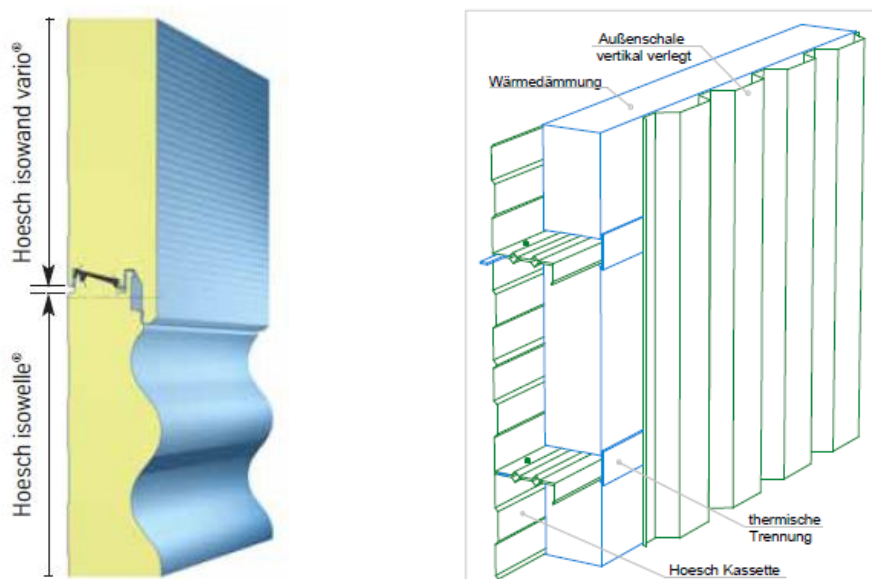


Abbildung 1: Systemwand Hoesch „Isowelle“ Platte oder Hoesch Systemwandkonstruktion⁴

⁴ Produktkatalog Hoesch Isowelle 10.2007

Die beiden Ebenen der Deckschalen (innen/ausen) sind zentrisch mit einem Dämmstoffkern versehen. Als Dämmstoffe für diese Konstruktionen kommen sowohl Materialien auf expandierter Schaumbasis als auch Mineralwollbasierende Platten zur Anwendung. Bei den vorgefertigten Plattenelementen dient als Lastabtragung nur die innere bzw. äussere metallische Schicht, da die beiden Ebenen mittels Schaumdämmung zug- und schubfest miteinander verbunden sind.

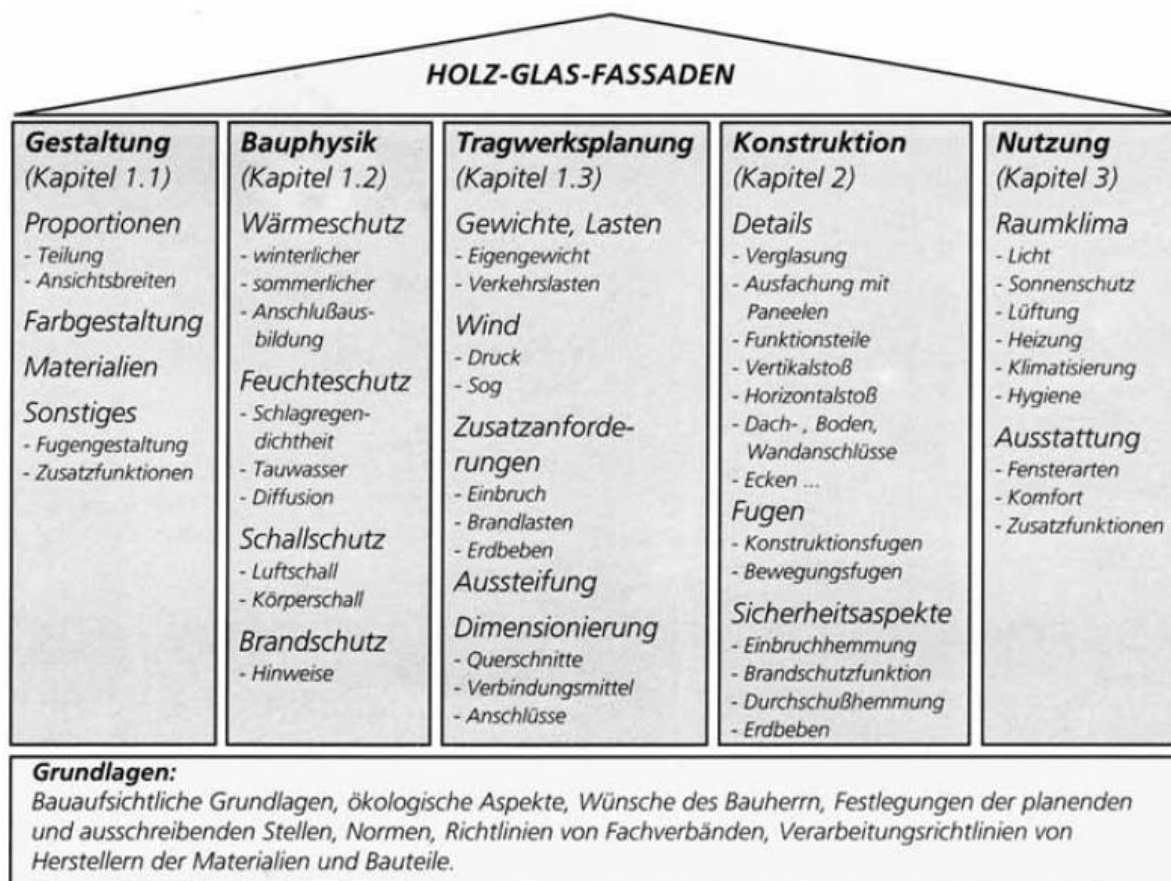
Eine Wandkonstruktion, aus bauseitig errichteten Aufbau, beinhaltet einen Steg in der Konstruktion zur Befestigung der äusseren Ebene sowie der Windlasten für die Fassadenebene. Die Systemhersteller haben aus dem einst reinen Industrieprodukt über die Jahre ein Produkt für Anwendung in allen Segmenten des Bauens geschaffen. Durch eine Vielzahl von Systemkomponenten zum spielerischen Einbau von Fenstern, Lüftungselementen, Anschluss-Formteilen, Sonnenschutz oder anderen gestalterisch-funktionellen Elementen ist es gelungen den Planern den nötigen Komfort zu bieten um einen Einsatz im wirtschaftlichen Rahmen für die Anwendung in jeder Bauaufgabe zu geben.

3.2. Fassaden für Büro und Wohnungsbau

Die Pfosten/Riegel Fassade, als Element der Gebäudehülle, findet zunehmend Anwendung in Neubauten von Büro und Wohnungsbauten des gehobenen Segmentes. Die äusserst filigrane Ausbildung von Glasfassaden wird der tragenden Struktur des Gebäudes vorgehängt oder zwischen die Decken gestellt. Die Lastabtragung der Fassade erfolgt über die Pfosten und Riegel. Der Wetterschutz erfolgt über das Dichtungssystem, welches mindestens 2 Dichtungsebenen aufweist und das Skelett mit dessen Verglasungen und Öffnungselementen abdichtet. Da die Fassaden ein sehr großes Gestaltungselement eines Gebäudes darstellt, erfolgt sehr oft eine Anpassung der Profile und Querschnitte an die jeweilige Einbausituation. Für diese Fassaden werden neben Glas alle Materialien wie Stahl, Alu oder Holz angewendet. Die Häufigkeit einer Pfosten-Riegel-Fassade in Holz ist geringer als eine Nutzung in Stahl und Alu. Der Großteil einer industriell gefertigten Pfosten Riegelfassade wird in Alu/Stahl für Hochhäuser erfolgreich angewendet.

Unter den Fassadenkonstruktionen ist eine Pfosten-Riegel-Fassade diejenige mit der größten Entwicklung in technischer Hinsicht. Neben den Fertigungstechniken für die verschiedenen Komponenten sind die Entwicklungen für die Energieeinsparung oder Energiegewinnung in diesem Bereich sehr innovativ.

Verglasungen mit diversen Beschichtungsmöglichkeiten, Photovoltaik Komponenten, Öffnungselemente für Lüftung, Wärme- und Rauchabzug, Elektrisch gesteuerte Fassadenelemente für Verschattung und Belichtung werden in Pfosten-Riegel-Fassaden integriert. Hinzu kommen noch die unterschiedlichen Materialien welche eingesetzt werden.

Abbildung 2: Anforderungen an Holz-Glas-Fassaden⁵

4. Holzbaubeispiele aus der Praxis

Der moderne Holzbau kann bei den vorangehenden Fassadentypen durch den möglichen hohen Vorfertigungsgrad attraktive Lösungen bieten.

Nachfolgend werden einige Beispiele aus der Praxis des Holzbaus Unternehmen Rubner Holzbau gezeigt.

4.1. Logistikhalle Wörgl

Kerndaten:

- Konstruktion:
Die Logistikhalle wurde in einer Brettschichtholzkonstruktion errichtet. Das Gebäude wurde durch Dach- und Wandelemente aus dem Standort Rubner Holzbau, Obergrafendorf geliefert und montiert und bauseitig durch eine Lärchenholz-Plattenbekleidung verkleidet.
- Fassadenfläche:
870m² Fassadenelemente als vorgefertigte Bauteile
- Montagezeit:
ca. 4 Wochen

⁵ Holzbau Handbuch, Reihe 1 Teil 10 Folge 3



Abbildung 3: Logistikhalle Wörgl

4.2. Bürogebäude Z3, Stuttgart

Kerndaten:

- Konstruktion:
Der Rohbau wurde als 5-geschossige Stahlbetonkonstruktion ausgeführt. Als Außenwandkonstruktion wurde durch das Architekturbüro MHM architects aus Wien eine Struktur aus vorgefertigten Holzelementen vorgesehen. Die Regelwandelementen werden rechts und links jeweils von einer Betonstütze eingefasst und beinhaltet drei Fenster-Achsen. Außenseitig sind vorgehängte Lisenen in Lärche Brettschichtholz angebracht. Die Lisenen wurden individuell nach Vorgaben des Architekten gefräst und in einem Stück montiert.
- Fassadenfläche:
2.900m² Wandfläche inkl. Fensterelemente, Blechbekleidung und vorgesetzten Holzlisenen.
- Montagezeit:
Februar 2012, 6 Wochen für Gebäude dicht



Abbildung 4: Bürogebäude Z3, Stuttgart

4.3. Wohnungsbau in Mühlgrund, Wien

Kerndaten:

- Konstruktion:
Die Architekten Hermann Czech, Adolf Krischanitz und Werner Neuwirth planten den Rohbau als Stahlbetonkonstruktion auf 3 Geschoßen. Aussenhülle aus vorgefertigten Wandelementen, welche vertikal vorgesetzt wurden. Wandkonstruktionen beinhalteten Fenster und Türen aus eigener Produktion. Aussenbekleidung mit Sägerauhen Lärchenholzschalung.
- Fassadenfläche:
6.490m² Wandfläche inkl. 419 Fensterelemente, 77 Haustüren, Verblechung und Holz-lisenen.
- Montagezeit:
6 Monate in verschiedenen Abschnitten



Abbildung 5: Wohnanlage Muhlgrund, Wien

4.4. Marina Verde in Caorle, Italien

Kerndaten:

- Konstruktion:
Fa. Rubner Holzbau war beauftragt für die 6-geschossige Rohbaukonstruktion komplett als Brettschichtholz-Skelett-Konstruktion incl. Aussen und Zwischenwandelemente in Holzbauweise. Das Projekt trägt die Handschrift des Architekten Studio P&B associati sowie Simone Micheli und ist das erste 6-geschoßige Holzbaugebäude in Italien.
- Fassadenfläche:
Nettofläche 2930m² Aussenwand- und Wohnungstrennwandelemente
- Montagezeit:
Frühjahr 2012



Abbildung 6: Marina Verde, Caorle

5. Trends im Fassadenbau

Die Entwicklungen im Fassadenbau sind rasant und es werden sich in den nächsten Jahren noch weitere Neuerungen auf diesem Gebiet entwickeln. Das rundum nachhaltige Gebäude auf neuestem ökologischen Standard ist mehr und mehr bestrebt auch die Fassade nicht nur als abschliessende Hülle des Gebäudes zu nutzen. Gerade auf dem Sektor der Energiegewinnung und Rekultivierung werden Fassadenflächen zunehmend zu Nutzflächen. Der Einsatz von Photovoltaik in Kaltfassaden oder Pfosten-Riegel-Fassaden hat sich durchgesetzt und findet bereits in zahlreichen Neubauten seine Anwendung.

Der Trend zu begrünten Fassaden bis hin zu vertikalen Gärten findet durch neue verbesserte Fassadensysteme zunehmend seine Anwendung vor allem in Großstädten. Anfangs waren diese nur als Rankhilfen oder punktuelle Bewuchshilfen als Fassadenelemente zu finden. Mittlerweile hat sich der Flächendeckende Bewuchs über die kompletten Fassadenflächen als Variante des aktiv nach aussen zeigenden Umweltschonende Massnahme am Bau gezeigt. Der Untergrund solcher Fassadenkonstruktionen ist bislang nahezu ausnahmslos eine Struktur aus Beton oder aus Mauerwerk.



Abbildung 7: Vertikaler Garten am Museum Quai Branly Paris

Ein weiterer Trend ist der Einsatz der Fassade als aktives Kommunikationsmittel durch den Einsatz von LED Elementen. Dieses Gestaltungselement ermöglicht dem Gebäude eine neue Variante der Interaktionsmöglichkeit mit der Umwelt. So werden große Fassaden stilistisch durch direkte oder indirekte Beleuchtung hervorgehoben. Die „Stromsparenden“ LED Beleuchtungen stellen in Kombination mit einer Photovoltaikanlage hier eine umweltfreundliche Lösung einer illuminierten Fassade dar.



Abbildung 8: LED Fassade am Siemens Parkhaus in Zug

Die Nutzung der Fassade als Energieproduzent wird neben der bekannten Photovoltaik oder Solarenergie Technik zu weiteren Anwendungen führen. So entwickeln Colt International zusammen mit Arup Deutschland GmbH und Strategic Science Consult GmbH die Nutzung der Fassade als Bioreaktor. So werden Fassadenelemente herangezogen um Mikroalgen zu züchten, welche mit Solarthermie und der einsetzenden Photosynthese Biomasse und Wärme erzeugen kann.



Abbildung 9: Fassade als Bioreaktor ©Colt International ⁶

6. Schlussfolgerung

Das 21. Jahrhundert ist geprägt von einer Zeit der schnellen Veränderungen und schnellen Entwicklung. Dies ist vor allem auch im Fassadenbau fest zu stellen. Sicher steht hier der Holzbau unter einem sehr starken Druck durch Systeme und Produkte welche auf andere Materialien basieren.

Es ist jedoch offensichtlich, dass eine Industrialisierte Produktion im Holzbau die nötigen wirtschaftlichen Abläufe beinhaltet um gegen Systeme anderer Materialien Stand zu halten. Kombiniert mit dem nach wie vor schlagkräftigen Argument des nachwachsenden Baustoffes hat der Holzbau hier eine stabile Basis auf die aufgebaut werden kann.

Diese kann allerdings nur genutzt werden wenn die Unternehmer die Bereitschaft zur Flexibilität im Umgang mit anderen Materialien und Technologien zeigen. Neben der Basis, die Materialkenntnis für das Holz, muss der zukunftsfähige Fassadenbauer auch die nötigen Wissensbereiche der Blechbekleidung, vorgehängte Fassadenbekleidungen, Dichtungsmaterialien und weiterführenden haustechnischen Anlagen wie Photovoltaik, Sonnenschutz, Belüftung oder eben neue Techniken wie LED Fassaden etc. abdecken und beherrschen.

Die energieeffiziente Fassade der Zukunft wird somit möglichst flexibel industriell gefertigt und mit neuesten Technologien im Hinblick auf Energieumwandlung und -Nutzung ausgeführt werden. Es wird mehr der Generalist gefragt als der Branchenspezifische Hersteller einer Komponente.

⁶ Fassade als Bioreaktor, Veröffentlichung von Colt International www.colt-info.de