

# Fassadenladen – Hochtechnologie mit biogenen Werkstoffen – Ein universeller Baukasten als Neuinterpretation des Fensterladens (Fabiow)

## Teilvorhaben: wissenschaftliche Begleitung, Koordinierung

**Projekt:** Fassadenladen – Hochtechnologie mit biogenen Werkstoffen

**Laufzeit:** 01.12.2016 bis 31.07.2018

**Gesamtprojektkosten:** 338.182, 67 €

**Davon Förderung:** 338.182,67 €

**Projektleiter:**

Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner

Fakultät Architektur

Technische Hochschule Nürnberg

Georg Simon Ohm

Fassaden stellen die maßgebliche Schnittstelle für Nutzerkomfort und Energiebilanz von Gebäuden dar und bestimmen in entscheidender Weise deren Erscheinungsbild. Für die Planung und den Bau nachhaltiger und leistungsfähiger Häuser sind adaptive Konstruktionen ein wichtiges Arbeitsfeld. Bereits seit Jahren wird im Baubereich nach nachhaltigen Alternativen zu herkömmlichen Roh- und Werkstoffen gesucht, welche eine Reduzierung der Stoff- und Primärenergieströme ermöglichen und gleichzeitig die Rezyklierbarkeit verbessern. Das Verbundvorhaben „Fabiow“ hat dazu eine neuartige Baukomponente entwickelt, die exponiert vor der Fassade angeordnet, besonders den vertikal zonierten, unterschiedlichen Funktionen, wie Sonnenschutz und Tageslichtnutzung, Sichtkontakt nach außen sowie Zuluft-/Abluftöffnungen, in effizienter Weise gerecht werden soll. Dabei stellt der sogenannte „Fassadenladen“ eine Weiterentwicklung des traditionellen Fensterladens dar. Neben der Fakultät Architektur unterstützten an der TH Nürnberg die Fakultäten Bauingenieurwesen, Betriebswirtschaft und das Institut für Energie und Gebäude das Projekt.

## Ziele

Ziel des Forschungsvorhabens war die Entwicklung der Baukomponente sowie der Bau und Test von Funktionsmodellen im Sinne eines modularen Baukastensystems. Dieser Ansatz soll dabei insbesondere eine funktionale Flexibilität ermöglichen – für den Einsatz in Neubauten (Wohnungs- und Bürogebäude) sowie im Gebäudebestand. Das Teilvorhaben der TH Nürnberg widmete sich der wissenschaftlichen Begleitung und Koordinierung des Gesamtprojektes sowie der systematischen Entwicklung von Lösungsprinzipien für die Geometrie der Profile und für die Flächenbelegung des Fassadenladens. Die Untersuchungen sollten dabei durch Computersimulationen und dreidimensionale Arbeitsmodelle unterstützt werden.

## Projektverlauf

Zu Beginn des Projekts wurde ein Lastenheft erarbeitet, welches im Verlauf des Verbundvorhabens stetig weiter spezifiziert wurde.

Für die Herstellung des Fassadenladens galt es einen geeigneten biogenen Werkstoff bereitzustellen, der die geforderten Spezifikationen erfüllt. Im Gegensatz zu Holzwerkstoffen

sind biogene Werkstoffe auch in lichtdurchlässigen Varianten verfügbar. Damit können die gestiegenen Anforderungen an eine effiziente Tageslichtnutzung in optimaler Weise erfüllt werden. Durch den Einsatz von Extrusion als Herstellungs- und Verarbeitungstechnik ergeben sich im Vergleich zu tradierten Fensterläden aus Holz erweiterte technische Merkmale. Als Material kommen thermoplastische Biokunststoffe mit einem sehr hohen Anteil an nachwachsenden Rohstoffen zum Einsatz, für die die strahlungsphysikalischen und lichttechnischen Eigenschaften (Transmission, Reflexion, Absorption, Emission) ermittelt wurden.

Auf Basis des mit Peter Bonfig entwickelten Extrusionsprofils (siehe Abbildung 1) wurden unterschiedliche Belegungsvarianten und Konzepte für die Profilbefestigung erarbeitet, visualisiert und bewertet – begleitet vom Bau von Mustern und Funktionsmodellen im Maßstab 1:1. Darüber hinaus erfolgten Simulationen von Einbausituationen, insbesondere für Marktstudien beziehungsweise Akzeptanztests. Neben der Auswahl der Funktionsmodelle für die Testdurchgänge an den Prüfeinrichtungen erfolgten erste Schritte einer Systematisierung von Schnittstellen zum Gebäude für Fallstudien und spätere Demonstrationsprojekte.



Abb. 1: „Fabiow“-Extrusionsprofile, die sowohl einlagig als auch mehrlagig (partiell beweglich) angeordnet werden können. Foto: Peter Bonfig

Im Gegensatz zu den Standardprodukten handelt es sich bei dem Fassadenladen um ein teiltransparentes, flexibles und mehrschichtiges System aus einem biogenen Werkstoff, das in dieser Art von üblichen Berechnungsmethoden nicht vollständig abgebildet werden kann. Zur Bestimmung und Beurteilung der energetischen und lichttechnischen Eigenschaften wurde das Berechnungsmodell der VDI 6007-2 weiterentwickelt und in der Simulationsumgebung „EES“ umgesetzt. Die Ergebnisse wurden mit an Prüfständen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (im Labor und in situ) gemessenen Werten evaluiert und bestätigt.

## Ergebnisse

Mit dem Fassadenladen wurde für den Fassadenbereich eine neue Baukomponente aus nachwachsenden Rohstoffen entwickelt. Zentrales Bauteil ist ein extrudiertes, neuartiges Profil für die Flächenbelegung aus einem Biopolymercompound. Um den Anteil nachwachsender Rohstoffe zu erhöhen, wurden auch Rahmenkonstruktionen bestehend aus dem biogenen Werkstoff getestet. Die Projektarbeiten zeigen, dass biobasierte Sonnenschutzsysteme eine nachhaltige Alternative zum Einsatz von Standardprodukten aus Aluminium oder PVC in der Fassade darstellen. Im Rahmen des Verbundvorhabens erfolgten umfangreiche Untersuchungen zur Leistungsfähigkeit des Materials (sowohl einer PLA- als auch einer Bio-PA-basierten Variante) sowie zu den gefertigten Extrusions-Profilen, welche die Grundlage zur Auslegung und Berechnung des Fassadenladens bilden. Mit den Projektergebnissen stehen zwei gut zu verarbeitende Materialtypen zur Verfügung, die eine feste, formstabile Schmelze im Prozess aufzeigen. Dennoch muss eine Anpassung der Materialien an das geforderte Eigenschaftsprofil in weiteren Vorhaben erfolgen.

Mittels umfangreicher Variantenstudien konnte ein neuer Profiltyp entwickelt werden, welcher als Grundtypus über einen statisch wirksamen „Kern“ als Hohlprofil in Rautenform verfügt und in einer Achse liegende flächige Fortsätze als dünne „Flügel“ zur Optimierung der Lichtdurchlässigkeit aufweist. Anhand zweier unterschiedlicher Profile ist es gelungen, eine differenzierte Erscheinungsform sowohl über die Profilgeometrie als auch die abgestuften Wandstärken der Flügel zu erzielen. Beim Deutschen Patent- und Markenamt in München wurde nachfolgende Patentanmeldung eingereicht: Peter Bonfig; Roland Krippner: Profilelement zur Abdeckung einer Gebäudehülle; Deutsche Patentanmeldung mit dem amtlichen Aktenzeichen DE10 2018 106 519.1 vom 20.3.2018.

Anknüpfend an Vorarbeiten innerhalb der Dissertation „Wirkungsprinzipien von beweglichen Fassadenteilen aus nachwachsenden Rohstoffen“ (Peter Bonfig) wurden verschiedenste Anordnungsprinzipien der Profile mit Bezug zu den grundlegenden Fassadenzonen sowohl einlagig als auch mehrlagig (partiell beweglich) entwickelt. Dabei konnte mit dem Bau von Mustern und Funktionsmodellen des Fassadenladens im Maßstab 1:1 gleichermaßen die funktionale Leistungsfähigkeit als auch die ästhetische Besonderheit erfolgreich getestet werden (siehe Abbildung 2).

In Visualisierungen von Einbausituationen zeigt sich eine sehr gute Anpassungsfähigkeit der Baukomponente in verschiedenen Fassadenbeispielen sowohl hinsichtlich konstruktiver als auch materialspezifischer Parameter wie ebenso in der positiven atmosphärischen Wirkung auf den Innenraum. Hierbei wurde auch das unterschiedliche Erscheinungsbild des Fassadenladens deutlich, der im Licht betrachtet opak (undurch-



Abb. 2: Fassadenladen (Funktionsmodell). Profilanordnungen mit Bezug zu den prinzipiellen Fassadenzonen (Brüstung und Sichtfeld) Foto ROMA KG

sichtig) wirkt und im Gegenlicht transluzent (durchsichtig). In durchgeführten statischen Vorbemessungen sowie Untersuchungen zu Lastannahmen, Anforderungen und Festlegung von Spannweiten konnten beim Fassadenladen gute Kennwerte hinsichtlich des Lastabtrags von äußeren Einwirkungen, insbesondere Wind, erzielt werden. Die Verformungen infolge möglicher Temperaturbeanspruchungen lassen sich durch konstruktive Maßnahmen auf ein verträgliches und der vorgesehenen Nutzung gerecht werdendes Maß reduzieren. Daraus resultieren praxistaugliche Bauteilquerschnitte und -abmessungen für die Funktionsmodelle. Ergänzend erfolgten Temperaturmessungen an einem Demonstrator im Maßstab 1:1 an der Technischen Hochschule Nürnberg. Bei den Messungen von Oberflächentemperaturen an verschiedenen Stellen der Einzelprofile für eine Sommerperiode zeigte sich eine Abhängigkeit zwischen Windgeschwindigkeit und Materialtemperatur aufgrund einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung (Oberfläche, Kern). Bei Windeinfluss sinkt demnach die Oberflächentemperatur des Profils.

Die Verwendbarkeit des Fassadenladens als sommerliche Wärmeschutzkomponente bei gleichzeitiger guter Tageslichtversorgung konnte durch Simulationen, auch in Kombination mit angrenzenden Räumen, nachgewiesen werden. Einen klaren Vorteil stellen dabei die selektive Nutzbarmachung solarer Wärmegewinne während der Heizperiode sowie die gute Tageslichtversorgung dar, die sich wiederum in niedrigeren Energiebedarfswerten für die künstliche Beleuchtung widerspiegeln. Bei der Untersuchung der Nutzerbeeinträchtigung aufgrund von Blendung durch Tageslicht zeigte sich, dass es aufgrund der Transluzenz der Einzelprofile und die

durch die Anordnungen entstehenden freien Öffnungsflächen zu störender Blendung kommen kann. Mit geschickter Anordnung der Profile kann dies vermieden werden. Die Simulationsergebnisse sind mit an den Prüfständen des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik (im Labor und vor Ort) gemessenen Werten evaluiert und bestätigt worden. Die Resultate der Simulationsberechnungen und der Prüfstandversuchen stimmen gut überein. Geringe Abweichungen sind auf die unterschiedlichen und nicht exakt erfassbaren äußeren Randbedingungen zurückzuführen.

Begleitende Konzepttests zur Messung der Marktakzeptanz des Fassadenladens zeigen (obwohl die Befragungen nur mittels Zeichnungen und Bildern durchgeführt wurden), dass die Vorteile der neuartigen Baukomponente, besonders im Bereich Sonnenschutz und Tageslichtnutzung sowie im Vergleich zu herkömmlichen Baumarktprodukten, wahrgenommen werden. Allerdings bedarf es zur Weiterentwicklung der Funktionsmodelle zu einem marktfähigen Produkt weiterer Tests, in welchen auch Kriterien wie Lebensdauer und Kosten zu berücksichtigen sind.

Mit dem Fassadenladen gelang es, eine neuartige Baukomponente für energieeffiziente und nachhaltige Gebäudehüllkonstruktionen zu entwickeln. Die Ergebnisse in dem Verbundprojekt zeigen darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur Optimierung der stofflichen Nutzung biogener Materialien. Die Verbundpartner beabsichtigen daher ein Folgeprojekt zu beantragen.

## Fördergeber

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Projektpartner aus der Wissenschaft



LEHRSTUHL  
FÜR KUNSTSTOFFTECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer



---

Projektleiter  
Prof. Dr.-Ing. Roland Krippner  
Telefon: 0911/ 5880-2133  
E-Mail: roland.krippner@th-nuernberg.de

Fakultät Architektur  
Technische Hochschule Nürnberg  
Georg Simon Ohm

[www.th-nuernberg.de](http://www.th-nuernberg.de)

## Projektpartner aus der Industrie

TECNARO Gesellschaft zur industriellen Anwendung nachwachsender Rohstoffe mbH  
Joma-Polytec GmbH  
Roma KG