

solarCUBES

Projekt im Studiengang Bauingenieurwesen, Fakultät Design

forschendes Lernen

Projektskizze

Die Fassade eines Gebäudes spielt hinsichtlich der Energieeffizienz eines Bauwerkes eine ganz zentrale Rolle. Mit dem Bau vier baugleicher Kuben mit einem Nettovolumen von ca. 1 x 1 x 1 m, die im Rahmen des Projektes „solarCUBES“ entstanden sind, können jeweils vier verschiedene Fassadenkonstruktionen zur passiven und aktiven Sonnenenergienutzung unter realen Witterungsbedingungen parallel untersucht werden. Die vorderen Fassadenfronten sind auswechselbar, so dass die Messzellen immer wieder für neue Konstruktionen und Fragestellungen herangezogen werden können.



Bild 1: Zwei von vier solarCUBES mit abnehmbarer Frontfassade. Die Frontfassade liegt auf den Kuben.

Die didaktische Herausforderung besteht darin, den Studierenden neben der theoretischen Wissensvermittlung zum Thema der energieeffizienten Fassadensysteme durch die Möglichkeit der praktischen Umsetzung solcher Konstruktionen ein verstärktes Interesse und auch den Spaß an dem Thema zu wecken. Insbesondere im Fassadenbereich bietet sich durch den Einsatz von aktiven und passiven Komponenten eine fachübergreifende Zusammenarbeit von Studierenden der Hochschule aus den Fachbereichen Architektur, Innenarchitektur, Bauingenieurwesen, Elektrotechnik, angewandte Naturwissenschaften und auch Maschinenbau an. Im Rahmen von Wahlpflichtfächern, die auch Wettbewerbscharakter haben können, können in Zukunft gezielt einzelne Fassadenelemente von interdisziplinären Studierendengruppen entwickelt, gebaut und anschließend im Vergleich ausgewertet werden.

Hier wird auch ein kompetenzorientiertes Prüfungsformat Einzug finden. Die Bewertung der Studierenden erfolgt anhand der konstruktiven Überlegungen, der technischen Ausführung sowie der Auswertung der Messergebnisse. Im Laufe der zukünftigen Semester entsteht dadurch eine Vielzahl an unterschiedlichen Fassaden, die in der Lehre als Anschauungsobjekte verwendet werden können.

Ziele

Mit den solarCUBES besitzen die Studierenden der Hochschule Coburg zukünftig die Möglichkeit, eigene Ideen mit überschaubarem Aufwand umzusetzen und zu erproben. Gleichzeitig können die Kuben auch für gezielte Fragestellungen im Rahmen von Abschlussarbeiten oder auch zu Forschungszwecken eingesetzt werden.

Interdisziplinäre Teams sind nun in Zukunft in der Lage zusammenzuarbeiten, um besonders energieeffiziente Fassadenkonzepte gemeinsam zu entwickeln. Im Wettbewerb verschiedener konkurrierender Teams ergibt sich ein spielerischer Ansatz mit enormem Lerneffekt durch die praktische Umsetzung der jeweils eigenen theoretischen Planung in den einzelnen Teams, die folgenden vergleichenden Messungen an den Kuben und die abschließende Auswertung.

Herangehensweise

Zunächst war der Plan, dass die Kuben im Sommersemester 2020 von studentischen Hilfskräften gebaut werden und die erste solarCUBES-Challenge als interdisziplinärer Wettbewerb parallel dazu startet. Allerdings waren aufgrund der COVID-19-Pandemie und den dadurch einhergehenden Präsenzbeschränkungen weder die notwendigen Workshops noch ein gemeinsamer Bau dieser Fassadenprüfstände durch Studierende möglich. Die Kuben wurden deshalb von den Werkstattmeistern am Campus Design der Hochschule Coburg angefertigt.

Begleitet wurde das Projekt jedoch durch eine Bachelorarbeit aus dem Studiengang „Energieeffizientes Gebäudedesign“. Im Rahmen dieser Abschlussarbeit entwickelte die Studentin Annika Hopf durch konzeptionelle Überlegungen den Konstruktions- und Schichtaufbau der solarCUBES. Des Weiteren führte die Studentin stationäre und dynamische Simulationen durch, um die Temperaturentwicklung in den solarCUBES im Vorfeld bestimmen zu können. Hierbei entstand ein Excel-Simulationstool, das die Raumtemperatur in den solarCUBES für einen typischen Jahresverlauf am Standort CampusDesign simuliert. Dies ermöglicht bereits im Vorfeld Aussagen zur „Performance“ der Fassade zu treffen, noch vor der praktischen Umsetzung und dem Beginn der Messungen. Auch können nun zukünftig aufgrund der Vergleichbarkeit zwischen Messung und Simulation, numerische Methoden validiert werden.

Die Anzahl von vier Kuben ermöglicht zukünftig auch Testreihen des gleichen Fassadensystems mit nur geringen Variationen, was die Auswirkungen der verschiedenen Veränderungen einfach erkennen und besser verstehen lässt. Des Weiteren wurde ein umfangreiches Mess-Equipment mit Sensoren und Datenloggern angeschafft, welches nun die bauphysikalischen Eigenschaften im Innenraum der Messzellen aufzeichnet. Hier wurden neben Temperatursensoren auch Feuchte- und Lichtsensoren berücksichtigt. Der Erwerb von drei Pyranometern erlaubt zukünftig eine differenzierte Datenerfassung der außen vorhandenen diffusen und direkten solaren Einstrahlung auf die Testzellen.

Ergebnis

Die COVID-19-Pandemie hat bislang nur eine theoretische Beschäftigung mit dem Projekt zugelassen. Alle Vorbereitungen für einen Start in die praktische Phase haben aber stattgefunden. Sowie die Studierenden wieder vor Ort sind und Präsenzveranstaltungen in größerem Ausmaß möglich sind, wird die erste „Challenge“ gestartet.

Trotzdem haben wir erste Erfahrungen im Rahmen der begleitenden Bachelorarbeit sammeln können. Der unkomplizierte Versuchsaufbau mit den Kuben und die damit überschaubaren Einflussparameter erlauben, sonst sehr komplexe Sachverhalte mit verhältnismäßig einfachen Modellen zu simulieren. In erster Annäherung können mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen Aussagen getroffen werden, ohne dass aufwändige Simulationsprogramme bemüht werden müssen, die für Studierende oft einen gewissen „Black-Box-Charakter“ haben. Die einzelnen Einflüsse und Effekte bleiben nachvollziehbar.

Da die „Challenges“ mit überschaubarem Aufwand durchgeführt werden können, bieten sich diese als regelmäßige interdisziplinäre Wahlfächer im Rahmen des Studium Generale für die gestalterischen und die MINT-Studiengänge an. Die Spielregeln für den Wettbewerb lassen sich immer wieder verändern, so dass sich auch die Schwerpunkte von Jahr zu Jahr unterscheiden können. Die Zusammenarbeit von interdisziplinären Teams, die von der Projektidee über die Planung bis zur praktischen Ausführung führt, mündet dann in die gemeinsame vergleichende Messphase. Die Beobachtung des eigenen Projekts unter realen Klimabedingungen, im Vergleich zu den benachbarten „Konkurrenten“, ermöglicht ein evidenzbasierendes Lernen.

Mit dem Bau der solarCUBES können nun in Zukunft die bauphysikalischen Zusammenhänge zwischen Außenklima, Fassade und Innenraumklima sowohl spielerisch erfahren als auch wissenschaftlich ausgewertet und wahrgenommen werden. Durch die vergleichsweise geringe Größe diese Kuben können diese auch hinsichtlich des Standortes und Ausrichtung jederzeit auf neue Anforderungen ausgerichtet werden. Auf Grund der Möglichkeit des modularen Wechsels der Fassadenfronten können die Kuben für ganz verschiedene und immer neue Fragestellungen herangezogen werden. So können in Zukunft mittels Gruppenarbeiten und „Challenges“ verschiedene unterschiedliche Fassadensysteme auf ihre Leistungsfähigkeit im Vergleich untersucht werden. Im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten sind messtechnische Untersuchungen von unterschiedlichen Fassadenkonstruktionen und -aufbauten möglich. Des Weiteren können diese solarCUBES für neuartige Fassadenentwicklungen für wissenschaftliche Zwecke herangezogen werden.



Bild 2: Frontalansicht der solarCUBES. Messung von unterschiedlichen Fassadentypen unter identischen außenliegenden Wetterverhältnissen im Vergleich



Bild 3: Rendering des solarCUBES mit Darstellung des Schichtaufbaus (Quelle: Bachelorarbeit Annika Hopf)



Bild 4: Innenansicht des gedämmten solarCUBES



Bild 5: Pyranometer zur Datenerfassung der solaren Einstrahlung Bachelorarbeit Annika Hopf)



Bild 6: modulartiges Fassadenstecksystem

Kontakt

Prof. Friedemann Zeitler
Telefon: +49 (0)9561 317-590
Email: friedemann.zeitler@hs-coburg.de

Dr. Matthias Werner
Telefon: +49 (0)9561 317-434
Email: matthias.werner@hs-coburg.de



Stimmen der Studierenden

„Mir hat die Entwicklung der solarCUBES im Rahmen meiner Bachelorarbeit so viel Spaß gemacht, dass ich mich auch bei meiner Masterarbeit wieder den Cubes widmen möchte.“
Annika Hopf