

LEHRKONZEPTE DER BUILDING PERFORMANCE SIMULATION FÜR ARCHITEKTURSTUDIERENDE

H. J. Schmitz¹

¹Frankfurt University of Applied Sciences, Frankfurt, Germany (FRA-UAS)

KURZFASSUNG

Architekten sind Schlüsselpersonen im Planungsprozess von Gebäuden. Die Building Performance Simulation (BPS) ist ein wichtiges Instrument, die Performance von Gebäuden vorherzusagen und zu optimieren. Um den größtmöglichen Nutzen aus der Gebäudesimulation zu ziehen, muss man dieses Instrument also möglichst schon den Architekturstudierenden nahebringen. Aus zunehmender Affinität der Studierenden zu digitalen Werkzeugen einerseits und dem Druck des Klimawandels andererseits sind Lehrveranstaltungen zu Simulationstools gefragt, die Gebäude nicht nur gestalterisch abbilden. In diesem Artikel werden die didaktische Grundlage, allgemeine Lehrkonzepte sowie Erfahrungen mit einem spezifischen Lehrangebot besprochen.

ABSTRACT

Architects are key professionals in the building design process. Building Performance simulation (BPS) is a mighty instrument to predict and optimize building performance. This instrument must though be introduced to the architecture students in order to benefit best from its opportunities. Increasing affinity of students for digital tools on one hand and the pressure of climate change on the other bring great demand to courses on simulation tools to support the design process complementary to the topic of appearance. In this paper, the didactic basics, general teaching concepts and experiences are given from collected and own courses.

RAHMEN

Die Randbedingungen für das Planen von Gebäuden unterliegen aktuell einem radikalen Wandel, der sich in der Lehre erst langsam niederschlägt. Die endlich auch im Bauwesen einsickernde Erkenntnis der „Grenzen des Wachstums“ (Meadows et al. 1972) macht ein umfassendes Umdenken des Bauens erforderlich. Die aktuell an die Universitäten drängende Generation hat die Fridays4future Bewegung mit ins Leben gerufen und fragt intensiv nach nachhaltigen Bau- und Betriebsweisen. Die sich im Klimawandel unverkennbar verändernden Rahmenbedingungen einerseits und die Inflation an Baukonstruktionen und technischen Möglichkeiten andererseits verlangen, Architektur kontextbezogen

sehr schnell neu zu definieren. Die dringend notwendige Energie- und Ressourcenwende erfordert ganz neue Planungsweisen. Es steht für diese radikale Herausforderung keine erprobte Bautradition zur Verfügung. Die Aufgabe, Architekten die dafür notwendigen Methoden und Kompetenzen im Studium zu vermitteln, erfordert auch ein methodisches Umdenken in der Konzeption des Architekturstudiums.

Dabei ist der notwendige systematische Ansatz für eine performativen Architektur bei weitem nicht neu: „Die Architektur wird in Hinsicht auf ihre energetische Performance entwickelt. Doch beim Entwerfen entzieht sich das vom Haus erzeugte energetische Feld der Anschauung. Die Zeichnung sagt uns nicht, wo es kalt oder warm ist, wo es hell oder dunkel ist, wo es zugig oder stickig ist. Hier hilft uns zuerst die Erfahrung: Wir kennen viele Räume und wissen, ob sie behaglich sind oder nicht. [...] Ebenso gibt es Computerprogramme, die Luftströmung, Wärmeverteilung, Lichteinfall und Schallausbreitung simulieren. All diese Verfahren visualisieren die diskreten Volumen von Licht, Luft, Klang und Wärme. Sie führen uns vor Augen, daß unser Entwurf jenseits der visuellen Form ganz andere Dimensionen besitzt. Und diese anderen Raumdimensionen sind ständig im Wandel, verändern sich stündlich, täglich und übers Jahr.“ (Oswald 1992) Trotz der einen oder anderen begrifflichen Unschärfe zeigt diese Betrachtung, wie das Potential der BPS bei Architekten geschätzt wird.

Der Vermittlung von Grundkenntnissen dieses Werkzeuges ist bedeutungsvoll. Die International Building Performance Simulation Association (IBPSA) widmet sich im Education Committee unter anderem den „education and training needs throughout the building simulation performance community including academia, private sector and government.“ (IBPSA 2020) Die zu Beginn meist für Experten entwickelten tools haben erstens aufgrund der Verbreitung leistungsfähiger Computer und zweitens der Einführung softwaregestützter Planungsmethoden inzwischen die Möglichkeit einer breiten Anwendbarkeit erreicht. Die dritte Komponente für den sinnvollen Einsatz dieser Möglichkeiten ist die Vermittlung der Kompetenzen zur Anwendung.

„The teaching of BPS is a topic, that deserves as much attention as the development and validation of models and simulation tools.” (Beausoleil-Morrison 2015)

Architekten sind anders

Architekten sind als Zielgruppe für die Lehre der Gebäudesimulation wichtig. Architekturstudierende im Masterstudium sind nahe am Einstieg in die Berufspraxis und werden die Zukunft des Bauens maßgeblich mitgestalten. Als Generalist muss der Architekt später die Planungsleistungen seines Teams soweit verstehen, dass er diese koordinieren kann.

Sind bei klassischen Ingenieurwissenschaften zunächst Aufgaben mit linearen numerischen Lösungswegen Lehrinhalt, werden Architekten von Beginn des Studiums an mit iterativen Lösungsprozessen für meist zunächst unscharfe Aufgabenstellungen vertraut gemacht. Entwerfen ist Experimentieren. Insofern ist das Architektendenken im Grunde dem Vorgehen in der Simulation schon recht nahe. Auf der anderen Seite bedingt diese Art der Lehre oft eine Ausrichtung auf Ergebnisse, die sich in einem Plan und einem analogen Modell abbilden lassen. Numerische Ergebnisse bleiben für Architekten daher oft abstrakt und müssen in ihrer Bedeutung für das Gebäude eingeführt werden.

Die Mindestanforderung an die Lehrziele für die Building Performance Simulation ist, ein Verständnis der dynamischen Prozesse und der Wechselwirkung baulicher, klimatischer und betrieblicher Parameter zu vermitteln. Dabei sollen nicht alle Architekten zu Experten für die Gebäudesimulation werden, aber sie sollen verstehen, was diese – besonders in den frühen Planungsentscheidungen- zum Entwurf beitragen kann. So soll die Kompetenz geschaffen werden, die richtigen Fragen zu stellen und die Antworten einordnen zu können. Im Idealfall wird die Simulation im Studium aber auch zur Initialisierung, mit der Performance der Architektur zu experimentieren.

LEHRE DER GEBÄUDESIMULATION

Lerntheorie

Für die Lerntheorie ist zunächst festzulegen, welches Lernziel verfolgt werden soll. In der Übersicht zu verschiedenen Lehrprogrammen der BPS werden in einer Metastudie zu insgesamt 37 verschiedenen dokumentierten Lehrmodulen die zukünftigen Rollen der Architekten hinsichtlich der Gebäudesimulation im Planungsprozess untersucht. Hier werden im Wesentlichen drei mögliche Rollen identifiziert: Performer, Consumer, Expert. (Alsaadani & Bleil De Souza 2019) Der „Expert“ ist ein Anwender der Gebäudesimulation, der die Theorie und die Methoden im Detail beherrscht, komplexe Simulationsaufgaben modellieren, Ergebnisse interpretieren und sicher validieren kann. Hierfür ist umfangreiches bauphysikalisches und technisches Vorwissen erforderlich, das Architekten als Generalisten nur im Fall besonderen Interesses mitbringen. Der

„Consumer“ beschränkt sich auf die Grundkenntnisse zu Simulationsverfahren und kann mit einem Experten im Dialog die Fragestellungen für die Simulation definieren und die Ergebnisse interpretieren, um diese dann in den Entwurfsprozess zu integrieren. Einen breiten Ansatz, diese Kompetenz mit geringem Zeitaufwand in die Lehre der Architektur zu integrieren wird in Form eines spielbasierten 90min Kurs zur Gebäudesimulation vorgeschlagen. Eine so kurze Lehrveranstaltung kann natürlich lediglich ein Grundverständnis vermitteln und bestenfalls Interesse wecken. „In their essays all groups reported that they enjoyed the exercise and found the game to be an effective and engaging teaching method. At the same time, there was a ubiquitous feeling that the 90 minute game had been too short and hence resulted in a fair amount of guess work.” (Reinhardt 2011) Hierbei stellt sich die Frage, wie diese Einführung sinnvoll fortgeführt werden kann.

Die meisten Lehrveranstaltungen aus der Metastudie zielen deshalb darauf, den Architekten zum „Performer“ auszubilden, der die grundlegenden Simulationen selbst durchführen kann, um frühe Entwurfsentscheidungen damit zu unterstützen. “Rather than using BPS to analyze performances of fully-developed designs, all describe using BPS to support an evidence-based design process, whereby BPS tools are used to support the synthesis of design ideas.” (Alsaadani & Bleil De Souza 2019) Erst in komplexen Fragestellungen wird der Dialog mit dem Experten erforderlich. Etabliert in den verschiedensten Lehrprogrammen hat sich die Strukturierung einer Simulation mit aufeinander aufbauenden Parametern.

Heutige Software ermöglicht es häufig, nach nur kurzer Einführung mit den vom Programm vorgegebenen Voreinstellungen eine Simulation durchzuführen. Die Ergebnisse sind im Rahmen der Voreinstellungen zunächst nicht falsch. Die Herausforderung in der Lehre ist jedoch, die Kompetenz zu vermitteln, Simulationen mit validierbaren Ergebnissen für eigene Modelle zu generieren. Alle Lehrerfahrungen und vielfach auch Auswertungen von Gebäudesimulationen in der Praxis zeigen hier eine überraschende bis erschreckende Bandbreite der Ergebnisse. Dies erschüttert bei der Einführung der Simulation zunächst das Vertrauen in die Methode, erwartet man doch von aufwendigen Programmen und schnellen Rechnern exakte Ergebnisse. In „Learning the fundamentals of BPS“ nennt Beausoleil-Morrison (2019) dies die „credibility gap“. Damit für die spätere Berufspraxis eine belastbare Simulationskompetenz entsteht, muss in der Lehre diese Bandbreite der Erstergebnisse analysiert, verstanden und durch eigene Erfahrungen der Studierenden weitgehend überwunden werden. Ansonsten bleibt als Ergebnis der Lehrveranstaltung schlimmstenfalls eine grundlegende Skepsis gegenüber der Methode.

Nach einer theoretischen Einführung wird eine einfach parametrisierte Simulationsübung durchgeführt. Die Validierung und die Interpretation der Ergebnisse ist für die Studierenden eine wichtige Voraussetzung für das richtige Verständnis der Gebäudesimulation.

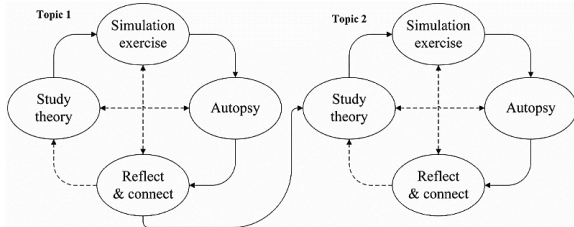


Abbildung 1: Lernschema nach Beausoleil-Morrison

Hier erfolgt der Übergang vom reinen „Consumer“ zum „Performer“ mit eigener Simulationskompetenz. Es ist dazu unerlässlich die unweigerlich diversen Ergebnisse der Studierenden systematisch zu untersuchen und ggf. in einer weiteren Schleife anzugleichen, bevor neue Parameter in die Simulation eingeführt werden. Für die Lehre der Gebäudesimulation ist daher besonders ein Verfahren geeignet, das allgemein als „Experimental Learning“ unabhängig von den Lehrinhalten beschrieben wurde. Aus den Lerntheorien von Dewey, Lewin und Piaget leitet Kolb eine Lerntheorie ab, die Erfahrung in den Mittelpunkt des Lernprozesses stellt. „The [...] reason is to emphasize the central role that experience plays in the learning process. This differentiates experimental theory from rationalist and other cognitive theories of learning.“ (Kolb 1984) Dieser lerntheoretische Ansatz ist in der Lehre der Architektur generell stark vertreten und ist auch für die Gebäudesimulation in einen iterativen Lernprozess gut umzusetzen.

Lehrkonzepte

Der große Teil der beschriebenen und auch der eigenen Lehrprogramme für Architekten umfassen im Wesentlichen drei, manchmal vier Stufen.

Die erste Stufe ist die Vermittlung der Grundbegriffe
 Modell (Abstraktion)
 Parameter
 Verifizierung
 Interpretation
 Übertragung

Hier kann es den Studierenden helfen, zunächst eine Simulation zu analysieren, die aus einem ganz anderen Umfeld kommt (Verkehr, Wetter,...) die zum Teil in Echtzeit aufrufbar sind und die Grundlage der Simulationstheorie veranschaulichen können. Insbesondere das dynamische, agentenbasierte Modell der Verkehrssimulation (<https://traffic-simulation.de>) ist geeignet, relativ schnell einen visuellen Zugang zur Simulationstheorie zu vermitteln (Treiber & Kesting 2010). Zudem gibt es einen Anreiz zum spielerischen

Umgang mit den Parametern und ist daher ein guter Motivator, sich zu Beginn eines Kurses mit der Theorie zu befassen. Zum Kursbeginn müssen auch die lokalen Wetterdaten als grundlegender dynamischer Parameter der BPS eingeführt werden. Diese erste Stufe ist kurz, aber sehr wichtig.

Die zweite Stufe ist die Einführung der Methode und der Software mit einfachen Modellvorlagen und systematischer Betrachtung einzelner Parameter. Hierbei kann je nach Qualität der tools auf tutorials der Softwareanbieter zurückgegriffen werden. Es hat sich bewährt, hier wirklich einzelne bauliche Parameter zu isolieren und zunächst z.B. nur den dynamischen Wärmestroms eines Wandaufbaus im Tagesgang der Temperatur und Einstrahlung zu simulieren. Das Modell ist sehr überschaubar.

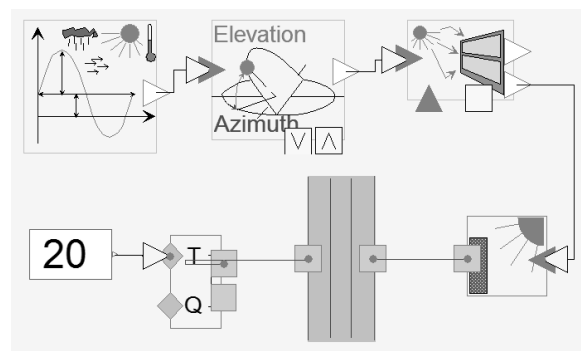


Abbildung 2: Modell einer Außenwand gegen konstante Innentemperatur zur Ermittlung der Wärmeströme

Dennoch können hier bereits die Parameter der Himmelsrichtung, des Dämm- und Speicherverhaltens und der Phasenverschiebung analysiert werden.

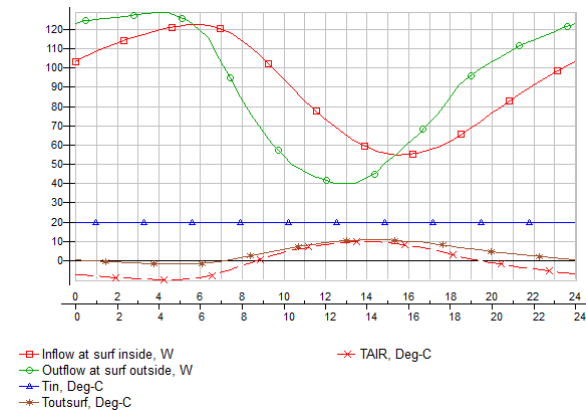


Abbildung 3: Phasenverschiebung der Wärmeströme bei einer monolithischen Wand

Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass die Fehlerquote minimal ist, und daher von allen Studierenden schnell übereinstimmende Ergebnisse erzielt werden. Diese können dann exemplarisch analysiert und in Experimenten mit dem Modell sehr schnell variiert werden. Lässt man die Studierenden zunächst etwa die Hälfte der Lehrheiten parallel zur

Vorstellung der Software mit solch einfachen Modellen Parameterstudien erstellen und diese in einer Zwischenpräsentation vorstellen, ergibt das für den gesamten Kurs einen guten Überblick über die Bandbreite der Parametrierung einer BPS und durch die Gruppe kann auch eine gewisse Verifizierung der Ergebnisse erfolgen. Als Zwischenergebnis werden in den eigenen Kursen Analysen der Wechselwirkung zweier Parameter verlangt, die sich auf die passive klimatische Performance einfacher Zonen auswirken.

Um die Simulation als Methode in der dritten Stufe in konkrete Architektur zu überführen, braucht es eine baulich einfache, klimatisch aber z.B. herausfordernde Aufgabenstellung. Bewährt hat sich in eigenen Lehrveranstaltungen etwa das rein passive Ferienhaus in günstigen Klimaregionen bis hin zu z.B. Forschungsstationen an extremen Standorten (Wüste, Arktis, extraterrestrisch) in Lehrveranstaltungen anderer Hochschulen.

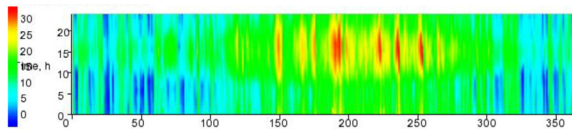


Abbildung 4: günstiger Klimastandort für ein rein passives Ferienhaus (ASHRAE IWEC2 Weather File for NANTES.)

Alternativ wurde die „Nachsimulation“ eines mit verfügbaren Angaben zur Baukonstruktion, Betriebsweise und realen Messdaten aus einem Monitoring gut dokumentierten Gebäude angewendet. Die Vor- und Nachteile dieser Varianten der Aufgabenstellung werden im Abschnitt „Ergebnisse“ diskutiert. In der dritten Stufe sollen die bisherigen Experimente gezielt in von den Studierenden selbst erstellten Modellen eingesetzt werden und dazu führen, ein Design zu entwickeln oder nachzuvollziehen. Diese Stufe ist in der Regel sehr betreuungsintensiv, so dass neue Parameter nur noch aufgabenspezifisch eingeführt werden können.

Manche Lehrkonzepte widmen sich in einer vierten Stufe auch der Gebäudetechnik und betrachten dabei beispielsweise verschiedene technische Varianten der Wärmeversorgung und -übergabe. Aus der eigenen Erfahrung füllen die ersten drei Stufen zeitlich schon den Rahmen eines Wahlpflichtfaches mit vier Unterrichtsstunden pro Woche nebst der Eigenarbeit der Studierenden völlig aus, so dass in der vierten Stufe nur noch bei sehr gutem Vorwissen oder extrem engagierten Studierenden ein sinnvoller Lerneffekt erzielt wird. Der Schwerpunkt auf baukonstruktiven Lösungen und intelligenten Regelungen –etwa für den Sonnenschutz und die Fensteröffnung– bietet für den Einstieg eine ausreichende Herausforderung und fördert, kreative bauliche Lösungen mit der Simulation zu entwickeln.

Der Kurs wird als Wahlpflichtfach im Master Architektur unter dem Namen „Klimadesign“ in jedem zweiten Semester angeboten. Die hier beschriebenen Kursinhalte wurden seit 2016 dreimal deutsch und einmal englisch, dann mit MA-Studierenden des internationalen Master Advanced Architektur durchgeführt. Insgesamt basieren die Erfahrungen auf 78 abgegebenen Arbeiten.

Die folgende Tabelle zeigt die Organisation eines Lehrmoduls im Rahmen eines Wahlpflichtfaches für Masterstudierende der Architektur an der FRA-UAS.

Tabelle 1:
Gliederung der Lehrinhalte

Stufe	Lehrinhalt	Methode	Lehrziel
I	Simulation	Beispiele	Grundverständnis der Begriffe
I	Klima	Grafiken	Parameter
II	Hülle	BPS-tool	Parameter, Modellierung
II	Fenster	BPS-tool	Parameter, Modellierung
II	Nutzer	BPS-tool	Verifizierung
II	Komfort	BPS-tool	Parameter, Modellierung
II	Lüftung	BPS-tool	Parameter, Modellierung
P1	Zwischenpräsentation	Ergebnis	Modell, Parameter, Verifizierung
III	Steuerung	BPS-tool	Modellierung
III	Auswertung	BPS-tool	Interpretation
III	Betreuung	BPS-tool	Interpretation
III	Betreuung	BPS-tool	Übertragung
P2	Präsentation	Ergebnis	Interpretation, Übertragung

Zu Beginn der Lehrveranstaltung hat sich eine sehr strukturierte Wiederholung und Zuordnung der Grundbegriffe bewährt. Durch die Übertragung der eigenen Experimente in die Struktur festigt sich ein Verständnis davon, was man gerade tut. Vor allem die Parametrierung von Steuerelementen wird VOR der Eingabe in die Nutzeroberfläche des tools als Beschreibung abgefragt. Zu jedem Simulationslauf wird eine Fragestellung definiert, um prüfen zu können, ob das Modell adäquat abstrahiert wurde, um diese mit den erwarteten Ergebnissen beantworten zu können.

ERGEBNISSE:

Wie in jeder Lehrveranstaltung ist zuerst eine klare Vorstellung des Lernzieles und der Aufgabe grundlegend. Die Studierenden können sich dann von Beginn an im Verlauf des Kurses orientieren. Die Aufgabe sollte so einfach sein, dass der Schwerpunkt auf dem Erlernen der Methode liegen kann. Insofern scheint das „Nachsimulieren“ eines existierenden Gebäudes mit verfügbaren Daten sehr geeignet. Demgegenüber führen die Betrachtung der gebäudetechnischen Komponenten und die Differenzierung verschiedener Energiebedarfe zu einer Komplexität, bei der die Architekturstudierenden zum Teil dazu neigen, das Interesse zu verlieren. Für Architekten zunächst attraktiver ist daher die Möglichkeit, die Simulation als Hilfsmittel für eine eigene Bauaufgabe einzusetzen. Letztlich ist dies auch die Kompetenz, die Studierende durch den Kurs erwerben sollen. Hier sind Entwurfsaufgaben mit wenigen Zonen in möglicherweise besonderen Klimarandbedingungen in den eigenen Kursen wie auch an anderen Hochschulen recht erfolgreich gestellt worden.

Motivation

Wenn das Modul als Wahlpflichtfach im Master Architektur angeboten wird, bringen die Studierenden meist schon eine Vorstellung und Interesse in die Lehrveranstaltung ein. Die Nachfrage nach dem Modul ist groß.

Erste Erfolge in der Anwendung der verwendeten tools vermitteln den Studierenden schnell ein Erfolgsergebnis und motivieren zu eigenen Experimenten. Hierfür ist eine Zugänglichkeit des tools auch außerhalb der Lehrveranstaltungen unbedingt erforderlich.

Frustration

Werden in der dritten Stufe Simulationsmodelle aus eigenen Entwürfen erstellt, beginnen die Studierenden zu experimentieren. Dies geschieht bewusst sehr frei, um Möglichkeiten der Methode auszuloten. Es zeigt, sich dass manche Studierende hier sehr kreativ in der Parametrierung eigener Modelle werden. In dieser Stufe ist es wichtig, die Studierenden anzuleiten, ihre Experimente zu dokumentieren und sorgfältig zu analysieren, damit daraus ein wachsendes Verständnis entsteht.

Nicht selten kommt es auch dazu, dass fehlerhafte Modelle der Studierenden anfangs nicht „laufen“ bzw. unplausible Ergebnisse liefern. Hier ist eine intensive Betreuung erforderlich. Idealerweise arbeiten die Studierenden spätestens jetzt in kleinen Gruppen, um sich gegenseitig mit den in der zweiten Stufe bereits erworbenen Erfahrungen unterstützen zu können. Dennoch bleibt der individuelle Betreuungsaufwand in dieser Stufe recht hoch. Hilfreich sind Programme, die Fehler schnell identifizierbar und editierbar machen.



Abbildung 2: aus einer Zwischenpräsentation

Kryptische Fehlermeldungen können Lehrende und Lernende gleichermaßen zeitlich überfordern. Mit zunehmender Lehrerfahrung kann man viele Standardfehler der Studierenden meist schnell lösen. Manchmal sind Modelle aber so falsch parametrisiert, dass eine vollständige Fehleranalyse kaum noch möglich ist. Dann hilft oft nur noch eine komplett neue Modellierung.

Interpretation

Sobald die ersten Simulationen der Studierenden plausible Ergebnisse liefern, stellt sich das Erfolgserlebnis ein, mit dem eigenen Modell verwendbare Ergebnisse produziert zu haben. Es gilt dann die Phase des Experimentierens offen zu lassen, auf der anderen Seite aber auch Hilfen zu geben, sich nicht in den unzähligen möglichen Variationen zu verlieren. Eine Fokussierung auf die Aufgabe bzw. sich daraus ergebende Fragestellungen ist dann genauso wichtig, wie eine Anleitung zur Dokumentation der Experimente. Hier muss vermieden werden, dass sich die Studierenden im Simulieren verlieren. Für die Interpretation sind die graphischen Ausgabemöglichkeiten der Software entscheidend. Die Interpretation rein numerischer Ergebnisse gelingt Architekturstudierenden eher schlecht. Es zeigt sich, dass auch das Lesen von Diagrammen, Vergleichen von Ergebnissen und das richtige Schlussfolgern angeleitet werden muss.

Lernerfolg

Der Lernerfolg war in den bisher durchgeführten Kursen immer wieder sehr unterschiedlich. Allen Kursteilnehmern konnte das Grundverständnis der für die Modellerstellung notwendigen Abstraktion und der unterschiedlichen Wirkung der klimatischen, baulichen und nutzungsbedingten Parameter vermittelt werden. In der Anwendung der Software haben die Studierenden dann sehr unterschiedliches Engagement gezeigt und entsprechend sind auch die Lernerfolge bei der Verifizierung, der Interpretation und der Übertragung der Ergebnisse sehr unterschiedlich ausgefallen. Bei einigen Studierenden ist die Interpretation der Ergebnisse über die Zonentemperaturen hinaus bruchstückhaft geblieben. Die meisten Studierenden konnten am Ende des Kurses die Energiebilanz der Zonen interpretieren. Je nach Aufgabenstellung wurden auch andere Komfortparameter dann richtig interpretiert. Da die Erstellung eines lauffähigen Simulationsmodells den größten Teil der Betreuungszeit in Anspruch genommen hat, haben fast alle Studierende in der

Schlusspräsentation auf die grafischen Standardausgaben der Software zurückgegriffen, die für Nichtkursteilnehmer sicher kaum verständlich geworden wären. Hier haben sich Studierende anderer Studiengänge (z.B. Bauingenieurwesen) in ähnlich angelegten Kursen mit der Darstellung von Ergebnissen meist leichter getan.



Abbildung 2: Simulationsmodell und Visualisierung eines Studierendenentwurfs des passiven Ferienhauses

Die Übertragung der Ergebnisse in eine eigene Entwurfsaufgabe hat auf Grund der Vorbildung der Architekturstudierenden bei fast allen Kursteilnehmern gut funktioniert. Architekten wollen entwerfen und haben gelernt, in diesen iterativen Prozess gewonnene Erkenntnisse einzupflegen. In jedem Kurs haben auch einige Architekturstudierende mit hohem zeitlichen Einsatz aus offensichtlich gewecktem Interesse so umfangreiche Experimente mit der BPS durchgeführt, dass zum Teil sogar eigene Funktionen neu in die Software integriert wurden, bzw. verschiedene Programme verknüpft wurden. Viele der Studierenden haben die BPS in Folgeprojekten in der Entwurfsphase wieder eingesetzt, wie sich an Betreuungsanfragen früherer Kursteilnehmer in deren weiterem Studienverlauf nachvollziehen lässt.

EVALUATION

Die Evaluationsergebnisse stammen aus insgesamt zwei der in dieser Form durchgeführten Kurse. In beiden Fällen wurden neben diversen individuellen Problemen vor allem zwei Kriterien kritisch bewertet.

- Die Komplexität der verwendeten Software hat gerade zu Kursbeginn viele Studierende stark gefordert.
- Die Kurse waren zu groß, als dass die individuelle Betreuung der Studierenden alle Fragestellungen zeitnah aufgreifen konnte.

Während der zweite Punkt eine wichtige Abwägung zwischen Quantität und Qualität ist, wurden die Kurse

jedoch bewusst auf die eigene Erarbeitung von Parametern ausgelegt und eine entsprechend hohe Komplexität verlangt. Dies hat vor allem zu Beginn der Kurse zu dem Wunsch geführt, dass die Einführung mehr an vorgefertigten Modellen stattfinden sollte. Auch hier stellt sich die Frage, ob eine solche Vereinfachung den gewünschten Lerneffekt erreichen kann. Grundsätzlich wurde der Lernerfolg in den Kursen vergleichsweise hoch bewertet. Einige Studierende wünschten sich noch einen größeren Entwurfsanteil in der Aufgabe und Bewertung. In der Aufgabenstellung war gezielt nur die Bewertung der Simulation angegeben. Im Vergleich mit Kursen für Masterstudierende des Bauingenieurwesens zeigt sich, dass die Architekturstudierenden einen viel stärker experimentellen Anteil der Lehrveranstaltung einfordern.

ZUSAMMENFASSUNG

Obwohl die angehenden Architekten vielfach Digital Natives sind und grundsätzlich wenige Berührungängste mit komplexen Programmen haben, stellt sich die Vermittlung eines Grundverständnisses der Gebäudesimulation in der Hochschullehre als überraschend schwierige Aufgabe dar. In der Terminologie der Architekten ist ein „Modell“ etwas Dreidimensionales und sobald Software eine geometrische Schnittstelle bietet, ist es fast nicht mehr möglich, ein „Simulationsmodell“ von der 3D-Darstellung auf dem Bildschirm zu lösen. Der Modellbegriff der Simulation umfasst aber deutlich mehr als die Geometrie. Gewohnt, bauliche Konzepte als Idee in Pläne zu transferieren, fehlt noch die Betrachtung des „Funktionierens“ des Gebäudes unter dynamischen Bedingungen. Der Entwurf wird statisch und vorwiegend gestalterisch gedacht. Dies bestätigt auch die Analyse der Anwendbarkeit von Tools. „Visualization capabilities and ease-of-learning tend to be the criteria used to justify selection of BPS tools used in articles describing the 'performer' paradigm.“ (Alsaadani & Bleil De Souza 2019). Das bedeutet, dass man zunächst für das Grundverständnis einer Simulation die Abstraktion lehren muss, bevor Modelle „einfach visuell“ erstellt werden. Erfahrungsgemäß sollte man daher möglichst abstrakt in den Kurs einsteigen, um diesen wichtigen Schritt nicht zu überspringen. Andererseits muss die Aufgabe schnell genug so konkret werden, dass die Studierenden eigene Simulationsergebnisse in realistische bauliche Fragestellungen übertragen können, da sonst die anfängliche Motivation für die Einarbeitung in das komplexe Thema schwindet. Sofern das gelingt, muss man den Architekten nach Erfahrungen aus eigenen Varianten der Lehrveranstaltung die Möglichkeit geben, die Simulation in eine eigene Entwurfsaufgabe zu überführen. Die Architekturstudierenden sind gewohnt, Lösungen in iterativen Prozessen zu entwickeln. Dies ist für die Nutzung der BPS sehr hilfreich.

Die meisten Architekturstudierenden im Master wollen entwerfen und die Lehrinhalte der angebotenen Wahlpflichtmodule in eigene Ideen umsetzen. Das gelingt bei allen Studierenden mindestens rudimentär, besonders bei technisch interessierten Studierenden oft mit deren hohem zeitlichen Eigenengagement aber auch sehr gut. Übereinstimmend mit den in der Literatur dokumentierten Lehrkonzepten zeigt sich, dass die Einführung der BPS für Architekturstudierende im Master gute Lernerfolge erzielen kann. Die Methoden unterscheiden sich hier trotz unterschiedlicher Software relativ wenig. Um angehenden Architekten die Kompetenz zu vermitteln, die BPS als eine Methode zur Entwurfsfindung einsetzen zu können, muss genau diese parametrische Vorgehensweise der zentrale Lehrinhalt sein.

LITERATUR

- Alsaadani, Sara; und. Bleil De Souza, Clarice 2019 Teaching BPS to architects: A closer look at the building performance simulation 'consumer' and 'performer' training paradigms; Conference Proceedings BSCairo 2019
- Beausoleil-Morrison, Ian 2019. Learning the fundamentals of building performance simulation through an experiential teaching approach, *Journal of Building Performance Simulation*, 12:3, Seite 308-325
- Clarke, Joe 2005. A vision for building performance simulation: *Journal of Building Performance Simulation*, 8:2 Seite 29-43.
- IBPSA Education, <http://www.ibpsa.org/education/06.07.2020>
- IDA Indoor Climate and Energy (IDA ICE), 2019 Software V 4.7, (www.equa.se) EQUA Simulation AB, Stockholm
- Kolb, David 1984, *Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development*, Prentice Hall Inc. Engelwood Cliffs NJ
- Meadows, Donella H. 1972. *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
- Oswald, Philipp 1992; *Wohltemperierte Architektur*, Editorial arch+ 113
- Reinhart, C.; Dogan, Timur; Ibarra, Diego; Samuelson, Holly, 2011 Learning by playing – teaching energy simulation as a game; *Journal of Building Performance Simulation*
- Treiber M. und Kesting A., 2010 *Verkehrsdynamik und -simulation: Daten, Modelle und Anwendungen der Verkehrsflussdynamik*, Springer-Lehrbuch, Berlin-Heidelberg