

Vom ersten Strich bis zum fertigen Gebäude

Zur Realisierung des Experimentalbaus »Exil« in Hamburg

Zugegeben, vieles war nicht zu Ende gedacht. Das Gebäude war nur entworfen und noch nicht durchgeplant, gab es doch lediglich einen sehr schönen Wettbewerbsvorschlag aus dem Semester davor. Und so bildeten wir Gruppen für Planung, Material- und Sponsorenrecherche, PR und Bauleitung – nachzulesen unter www.experimentalbau.de.

Die »Ablaufplanung«

Da beschließen 30 »über-motivierte Studierende der Architektur und des Bauingenieurwesens der soeben gegründeten HafenCity Universität Hamburg, eine Ausstellungshalle zu errichten. Das ist absurd. Eigentlich müssten sie zeitgeisttypisch und zügig Kästchen für Kästchen im Curriculum abarbeiten, einen definierten »Workload« je Kästchen aufbringen und sich die entsprechenden »Credit Points« attestieren lassen. Nebenbei: Noch viele von den Kästchen markieren den Weg bergab im Niedergang der deutschen Universitäten bei der Umstellung auf die Hochgeschwindigkeitsausbildung im US-Standard mit Bachelor und Master. Aber das ist ein anderes Thema.

Unsere Studierenden kümmern sich also nicht um Kästchen, fragen nicht, welche Mühe dies wohl bedeuten wird, sondern fangen einfach an. Vom ersten Termin an wurde reingeklotzt, wobei keinem der Teilnehmer klar war, auf was er sich hier einlässt. Ich gebe zu: ich auch nicht. Zudem traf die Nachricht »Wir bauen!« in eine Zeit, die eher durch die großen Schwierigkeiten bei der Zusammenführung von fünf Fachbereichen aus drei Hochschulen an vier Standorten mit zwölf Studienordnungen die Stimmung drückte. Dennoch wurde unser Baustellenseminar dankbar aufgenommen.



Realisierte Ausstellungshalle
© HafenCity Universität Hamburg

Es wurde genau ein Jahr gebaut und parallel dazu geplant. Einige der Studierenden hängten ihr Studium für diese Zeit an den Nagel, praktizierten, konzipierten, detaillierten, diskutierten und ließen sich erstaunlich wenig darin beirren. Manchmal überholte freilich die Realität die Planung oder die Materiallieferung, denn schon die Bestellung von 3 m³ Kies war ein mittelschweres Unterfangen. Kein Wunder, ohne Geld. Fast alles wurde von den Firmen umsonst oder beinahe umsonst geliefert, was zwar kaum Geld, aber viel Zeit kostete. Und natürlich kostete es die Lehrenden, die das Ganze anzettelten, Mut. Die Studierenden haben nicht nur 200 m² Betonplatten, 56 m³ Erde, 2.000 m Holzbalken, 300 Stahlwinkel, 7.500 Holzschrauben,

1.500 Passbolzen, 3.000 Muttern, 200 m² Fassadenplatten oder 120 m² Dachplatten bewegt, sondern auch etliche Hände, Füße, Hämmer, Zangen, Maschinen, Schippen, Bagger, Balken, Platten, Bolzen, Computer, Plotter, Tastaturen sowie Gedanken, Ideen und Diskussionen in zahllosen Tag- und Nachtsitzungen. Und das in insgesamt 4.500 selbst organisierten Arbeitsstunden.

Wir haben ca. 30.000 Euro aufgewendet, zusammengebettelt von Präsidium, Department, Kollegen und eigenen Drittmitteln. Dafür haben wir ca. 50.000 Euro meist als Sachspende in Form eines Sponsorings von Firmen bekommen und einen Bau erstellt, der einen Gesamtwert von 140.000 Euro aufweist.

Wie rechnen?

Die Berechnung eines Trägerrosts ist eigentlich heutzutage nicht komplizierter als die irgendwelcher anderer Tragwerke. In unserem speziellen Fall eines Trägerrosts aus Holz, zudem mit gestapelt angeordneten Lamellen, ist dies jedoch extrem schwierig. Warum ist das so?



Stabwerksmodell
© HafenCity Universität Hamburg

Nun ist dieses Werk der Hochschulöffentlichkeit übergeben worden und muss anfangen zu leben: Ausstellungen, Events, Seminare, Feste.

Doch Vorsicht! Als flächendeckendes didaktisches Konzept taugt so was nicht! Es war für alle Beteiligten eine enorme Anstrengung, und zwar jenseits aller geplanten »Workloads«. Zugleich waren es freilich ebenso viele Erfahrungen, die ein Architekt oder aber auch ein Bauingenieur in seinem Leben wohl nie wieder macht.

Vom Strich zum Bauwerk:

Wir danken allen, die uns geholfen haben in den beteiligten Firmen, Ämtern, Werkstätten, in Hochschulverwaltung, Präsidium, Kollegium, Hausmeisterei, den Werkstattleitern und Prüfingenieuren für diese wertvolle Erfahrung.

Zunächst: Der Trägerrost besteht aus abwechselnd in zwei Richtungen gestapelt angeordneten Holzlamellenscharen. Die Lamellen wurden an den Kreuzungspunkten, den Knoten, miteinander durch Bolzen verbunden, und es wurden zusätzlich Futterhölzer in den Zwischenräumen vorgese-

hen, die ebenso durch Bolzen mit den Lamellen zusammengefügt wurden. Die Futterhölzer schließen die Gurte einer Achse zu einem Gesamtträger zusammen, werden von der sogenannten Querkraft beansprucht und sind daher besonders in Auflagernähe nötig. Die Schwierigkeit resultiert nun aus der Berücksichtigung der Schubweichheit der Verbindungsmittel bei der Modellierung mit einem sogenannten Stabwerksprogramm auf dem Computer. Schubweichheit der Verbindungsmittel bedeutet, dass die Holzverbinder wie Nägel, Schrauben oder, in unserem Fall, Bolzen die zu koppelnden Holzteile weich verbinden. Das ist ein großer Unterschied zum Stahlbau oder Stahlbetonbau: Für die Modellierung des vielleicht bekanntesten (stählernen) Trägerrosts der Welt, des Dachs der Neuen Nationalgalerie Berlin, braucht ein geübter Bauingenieur eine Stunde oder noch weniger. Bei unserem Pavillon hat sie sich hingegen über viele Wochen hingezogen und wurde mehrfach durch Versuche verifiziert.

Zum Berechnungsmodell: Für die Berechnung stellten die Studierenden alle statisch tragenden Bauteile der Halle als Stabwerksmodell auf dem Computer dar.



»Entwurfskatalog«
© HafenCity Universität Hamburg

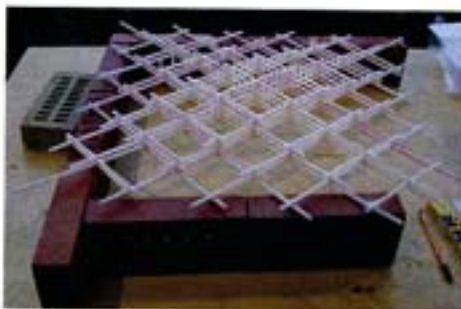
Für die Dachkonstruktion wurden die Lamellen des Trägerrosts dabei nachgebildet und zur Simulation der Bolzenverbindungen sogenannte virtuelle Querstäbe eingefügt, ein sicherlich nicht ganz zutreffendes Mittel, um die Weichheit der Anschlüsse in den Knoten zu berücksichtigen. Für die Ermittlung der Steifigkeit dieser virtuellen Querstäbe wurden zudem Versuche in unserem Baustofflabor durchgeführt. Entgegen aller Erfahrung waren die Probeträger im Labor schlechter gefertigt als der Trägerrost auf der Baustelle, wie sich nachher bei den Messungen am fertigen Bau zeigen sollte.



Trägerrost ...
© Hafencity Universität Hamburg

Zur Minimierung der Futterhölzer: Aus gestalterischen Gründen sollten jedoch nicht alle Lücken zwischen den Lamellen mit Futterhölzern gefüllt werden, was, entsprechend dem Querkraftverlauf, auch gar nicht notwendig ist. Die Anzahl der Futterhölzer wurde daher minimiert, selbstverständlich mit dem entwickelten Stabwerksmodell. Das heißt, in mehreren Schritten wurden immer wieder die am geringsten belasteten virtuellen Querstäbe entfernt und der Rest des Trägerrosts auf Durchbiegung und Spannungen kontrolliert. Das Weglassen der meisten Futterhölzer hatte zugleich ganz praktische

Gründe: Das Einbringen der Bolzen über bis zu sechs Lagen Lamellen plus fünf dazwischenliegenden Futterhölzern ist sehr schwierig und macht eine große Mühe. Wir waren also später wirklich froh, dass wir in unseren Optimierungsschritten extrem viele der Futterhölzer eliminiert hatten.

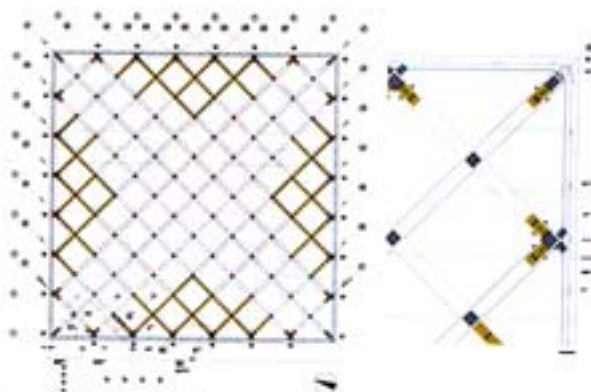


»Modellbau«
© Hafencity Universität Hamburg

Zur Optimierung der Windverbände: Die Außenwände mussten natürlich mit sogenannten Windverbänden versehen werden, damit die Halle bei Wind nicht einzustürzen droht. In der Regel mit kreuzweise angeordneten dünnen Stäben realisiert, ging es aber gegen unseren Stolz, diese sogenannten Andreaskreuze uninspiriert anzubringen wie bei beliebigen Lagerhallen. Noch wichtiger: Bei üblicher Vorgehensweise wären starke abhebende Kräfte in den Stützenfüßen aufgetreten, die von den wirklich zierlichen Fundamenten nicht hätten aufgenommen werden können. Außerdem sollten die Verbände an allen Wänden gleich strukturiert, ihre

Anschlüsse an den Stützen möglichst einfach und zudem die Lage der Türen und Tore berücksichtigt sein. Herausgekommen aus jenen Gedanken und einigen Optimierungsschritten ist ein etwas origineller Verband, mit dessen Fassadenbild und Anschlüssen wir heute sehr zufrieden sind.

Zur Überhöhung des Trägerrosts: Nach tagelanger Diskussion entschieden wir, dass unsere Dachstruktur auf einer Rüstung, einer Unterkonstruktion für den Bauzustand, errichtet wird, die nach dessen Fertigstellung entfernt werden sollte. Bei der Wegnahme der Rüstung würde die Dachkonstruktion sich infolge ihrer Eigen-



Dachaufsicht mit Teilausschnitt
© Hafencity Universität Hamburg

last aber nach unten durchbiegen und bei Aufbringen der weiteren Lasten wie Dachplatten und Schnee sich noch weiter verformen. Weil aber durchhängende Dächer nicht gut aussehen, ja sogar exakt gerade Dächer für das Auge durchhängen, werden größere Konstruktionen grundsätzlich überhöht ausgeführt. Das bedeutet, dass



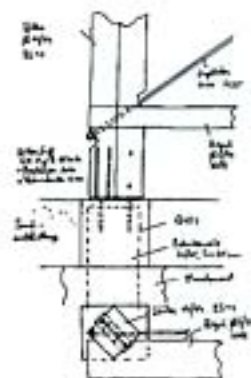
... mit Sitzinstallation
© HafenCity Universität Hamburg



Orthogonalschnitt
© HafenCity Universität Hamburg

die später auftretende Verformung, und zur Sicherheit noch etwas mehr, im Bauzustand entgegengesetzt »eingebaut« wird. Da die Verformung nach dem Entfernen der Rüstung jedoch nach unten durchhängend auftreten würde, fügt man die Überhöhung quasi nach oben aufgewölbt ein. Das hört sich zunächst logisch und einfach an. Im Bauablauf ist das hingegen, vor allem bei unserer Holzstapelkonstruktion, geometrisch recht schwierig. Wir beschlossen, für die Überhöhung in Hallenmitte 10 cm zu wählen, da ja nach wie vor große Unsicherheiten bei unserem Stabwerksmodell bestanden.

Wären wir sicherer gewesen, hätten 5–6 cm ausreichen müssen. Das geometrische Problem bestand nun darin, die Bohrungen in den einzelnen Holzlamellen so vorzusehen, dass sie nachher im Bauzustand bei mehreren, vorgekrümmt übereinandergelagten Lamellen so gut aufeinanderpassten, um die Bolzen durchschlagen zu können. Es folgten also lange Studien, welche Form die Vorkrümmung haben sollte und wie sich die richtigen Stellen für die Bohrungen bestimmen lassen. Die Form der Überhöhung gewannen wir durch das Stabwerksprogramm selbst, dessen Verformungsfigur wir direkt als Maß für die Überhöhung nutzten. Dann mussten die einzelnen Lamellen vorgekrümmt gezeichnet werden, um die Bohrstellen zu ermitteln. Deren Koordinaten wurden danach in die Abbundanlage der Zimmerei, die uns großzügig unterstützte, eingegeben, und diese realisierte schließlich alle Schlitz- und Bohrungen, die nötig waren. Erstaunlicherweise hatten wir offenbar nahezu alles richtig vorgedacht, denn sämtliche Bohrungen lagen tatsächlich übereinander.



Fußpunkt
© HafenCity Universität Hamburg



Anschlussdetail
© HafenCity Universität Hamburg

Zuletzt Versuche

Unsere statische Berechnung der Windverbände hat uns der Prüfungingenieur wegen der vielen exzentrischen Anschlüsse leider nicht abnehmen wollen. Wir mussten also am fertigen Bauwerk die Windlast simulieren und per Experiment nachweisen, dass die Halle nicht einstürzt. Dafür haben wir einen Seilzug außen an einer Gebäudeecke angeordnet und die rechnerische Windlast per Seilwinde aufgebracht, immerhin mehr als 1,20 t und damit ungefähr ein VW Golf, nur eben nicht vertikal, sondern horizontal: Die Halle bewegte sich lediglich um wenige Millimeter.

Außerdem wollte der Prüfungingenieur eine vertikale Probelastung des Trägerrosts vorgenommen wissen, das heißt eine Simulation der Schneelast, um die Eigenschaften unserer famosen virtuellen Querstäbe im Berechnungsmodell zu kontrollieren. Unsere Studierenden kamen auf die Idee, diese Last durch Personen aufzubringen. Man kann daran erkennen: Wir waren ziemlich sicher, dass das Experiment gelingt. Dafür wurde extra ein Fest angesetzt, das »Test Fest!«: In den Knotenpunkten wurden Seile befestigt und daran kleine Holzplatten, auf denen man sitzen durfte und sollte. In zwei Stufen wurde dann die »Schneelast« durch Personen simuliert, durch 61 Leute mit im Mittel 74 kg Gewicht. Das macht immerhin 4,50 t Gesamtlast, jedenfalls nach den Gewichtsangaben auf den Zetteln, die alle Versuchspersonen ausfüllen mussten. Auch hier betrug die Verformung wenige Millimeter, weit weniger, als in der statischen Berechnung ermittelt – und der Prüfungingenieur war zufrieden.

Prof. Dr.-Ing. Michael Staffa
HafenCity Universität Hamburg
Department Architektur
Fachgebiet Tragwerksentwurf



Fertiges Gebäude
© HafenCity Universität Hamburg

Bauherr:
HafenCity Universität Hamburg

Projektleitung:
Dipl.-Ing. Kai Niederreichholz
Prof. Dr.-Ing. Michael Staffa

Entwurf und Planung:
Federführend:
Christian Meyer Wolters, Sascha Hinck

Bauleitung:
Federführend: Robin Geltrich

Kostenplanung und Sponsoring:
Federführend: Corinna Knebel, Sandra Jovic

Tragwerksplanung:
Steffen Pein, Dennis Politz, Nicolai Zarenko

Bauausführung:
diese und weitere 30 Studierende
der HafenCity Universität Hamburg

Dokumentation:
Danielle Reinhardt, Kerstin Puls,
Tomislav Kutlosa, Kurt Lerche

Website:
Johannes von Bargen



Dachmitte
© HafenCity Universität Hamburg

Sponsoren:
Otto Dörner, Cemex, HKL Baumaschinen,
Wecker Baustoffe, hsb-Systems, Liko-Technik,
TTS Tooltechnic Systems, GH-Baubeschläge,
SSK Schrauben, Nord-Stein, Gebr. Schütt,
Hundegger Maschinenbau, Fränkische Rohrwerke,
Burmester, Altonaer Spar- und Bauverein,
Gerüstbau Muelhan, Klenk Holz AG, Nexans,
Verein zur Förderung der Architekturausbildung
an der HafenCity Universität Hamburg,
Metallbau Soukop, Gebr. Dölle, Schrag, Helm,
Asta der HafenCity Universität Hamburg