

Golden Moon: Digital Control Meets Crafts- manship

Computational tools increase the architect's control over the construction process. Yet often the “computability = constructability” equation seems inadequate, especially in contexts where the available craftsmanship is inept, or simply not complementary to requested levels of complexity easily generated in virtual environments.

Golden Moon: Digitale Kontrolle trifft Handwerkskunst. Computertools erhöhen die Kontrolle des Architekten über den Bauprozess. Dennoch trifft die Gleichung „Berechenbarkeit = Baubarkeit“ in der Realität meist nicht zu. Vor allem dort nicht, wo das notwendige handwerkliche Können fehlt oder einfach nicht dem Komplexitätsniveau gerecht wird, das in virtuellen Environments so leicht zu generieren ist.

KRISTOF CROLLA



1

Where craftsmanship is inherently capable of dealing with serendipitous occurrences during construction, it is the intolerance of computational worlds towards unpredictability that gradually pushes the role of skilled labor aside.¹ Still, an opportunity is presented by the equation's dissociation from reality. Rather than rendering skilled building trades obsolete,² if strategically integrated into the construction process, computational power can be combined with unanticipated events during construction, and bring an unpredictable, yet unique added value to the final work. This case study—Hong Kong's "Golden Moon" 2012 Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland—explores how top-down, parametric design techniques can be combined productively with a highly intuitive and century old regional craft, currently only surviving in the Cantonese region of Southern China:³ the use of bamboo scaffolding.

The Mid-Autumn Festival is one of the most important Chinese festivals taking place in Hong Kong. The celebrations include an annual design competition to design and build a "Lantern Wonderland" as the architectural highlight of the festival. The 2012 winning entry "Golden Moon" conceptually revisits the notion of a Chinese lantern and establishes a direct link to the legend of Chang'e (嫦娥), the Moon Goddess of Immortality. A light-weight steel geodesic dome forms the pavilion's primary structure and is the basis for a computer-generated grid wrapped around it. This grid is materialized through a secondary bamboo structure, which was then clad with

stretch fabric flames, all lit up by animated LED lights (fig. 3). Only a period of three weeks was available for prefabrication and a mere eleven days for onsite construction were permitted.

Components. Steel Geodesic Dome.

The primary structure is formed by a freestanding twenty-meter diameter steel geodesic dome which gives both form and stability to the installation and which is mounted onto a steel base structure. On top of this base structure, a circular concrete slab is placed to provide stability since no anchoring in

Und wo das Handwerk grundsätzlich in der Lage ist, mit dem beim Bauen sich ergebenden glücklichen Fügungen umzugehen, dort verdrängt wiederum die in der Welt des Rechnens herrschende Intoleranz gegenüber dem Unvorhersehbaren zunehmend die handwerklichen Fähigkeiten.¹ Allerdings ergeben sich aus der Realitätsferne der obigen Gleichung durchaus auch Möglichkeiten. Statt die traditionellen Bauhandwerke durch strategische Integration in den Konstruktionsprozess obsolet zu machen,² kann man die rechnerischen Möglichkeiten auch mit unvorhersehbaren Ereignissen beim Bauen verbinden und so dem fertigen Bauwerk einen im Voraus nicht zu berechnenden Mehrwert verleihen. Die vorliegende Fallstudie über den vom Laboratory for Explorative Architecture & Design Ltd. (LEAD) entworfenen „Golden Moon“, das Laternenwunderland für das Hongkonger Mittherbstfest 2012, zeigt, wie sich parametrische Top-Down-Entwurfstechniken produktiv mit einem hochgradig intuitiven jahrhundertealten regionalen Handwerk verbinden lassen, das nur noch in der südchinesischen Region Kanton existiert:³ dem Bambusgerüstbau.

Das Mittherbstfest ist eines der wichtigsten chinesischen Feste in Hongkong. Teil der Feierlichkeiten ist ein jährlich durchgeführter Designwettbewerb für ein „Laternenwunderland“, welches das architektonische Highlight des Festes bildet. „Golden Moon“, der Siegerentwurf von 2012, greift die Form des chinesischen Lampions auf und setzt sie direkt in Beziehung zur Legende von Chang'e (嫦娥), der Göttin des Mondes und der Unsterblichkeit.⁴ Die Grundstruktur des Pavillons besteht aus einer leichten, aus Stahl gefertigten geodätischen Kuppel, die zugleich als Tragwerk für ein sie umhüllendes computergeneriertes Gitternetz dient. Dieses ist als sekundäres Bambus-Diagrid ausgeführt, das dann mit LED-beleuchteten Flammzungen aus Stretchstoff verkleidet wurde (Abb. 3). Für die Vorbereitungsarbeiten standen lediglich drei Wochen zur Verfügung und für den Aufbau vor Ort gerade einmal elf Tage.

1 Willis und Woodward schreiben: „Die Gleichung BAUBARKEIT = BERECHENBARKEIT sollte theoretisch die Kontrolle des Architekten über das Projekt und die Vorhersagbarkeit der Baukosten verbessern. Sie macht allerdings auch die qualifizierten Bauberufe weitgehend obsolet und verringert die Möglichkeit, glückliche Fügungen beim Bau aufzugreifen, eliminiert also die Art von Ereignissen, die Künstler, aber auch viele Architekten, als belebend für ihre Arbeit ansehen.“ Dan Willis und Todd Woodward, „Diminishing Difficulty: Mass Customization and the Digital Production of Architecture“, in: Robert Corser (Hg.): *Fabricating Architecture: Selected Readings in Digital Design and Manufacturing*, New York 2010, S. 182–183.

2 „Das Verschwinden des qualifizierten Handwerkers ist ein Beispiel für den fortgesetzten Transfer ökonomischer und politischer Macht von denen, die mit ihren Händen arbeiten, hin zur privilegierten Klasse informationsverarbeitender ‚symbolischer Analytiker‘.“ Ebd., S. 195.

3 Die Region Kanton besteht aus den Sonderverwaltungszone Hongkong und Macao sowie der Provinz Guangdong.

4 Der überaus populären romantischen Legende zufolge lebt Chang'e auf dem Mond, getrennt von ihrem auf der Erde lebenden Ehemann Houyi (后羿). Das Paar kann nur in der Nacht des Mondfestes zusammenkommen, wenn der Mond am vollsten und schönsten strahlt. Als Symbol für die an diesem Tag erglühende leidenschaftliche Liebe des wiedervereinten Paares wurde ein sechs Stockwerke hoher, von abstrakten, feuerfarbenen Flammzungen umlodeter kugelförmiger Mondlampion vorgeschlagen.

A light-weight steel geodesic dome forms the pavilion's primary structure and is the basis for a computer-generated grid wrapped around it.

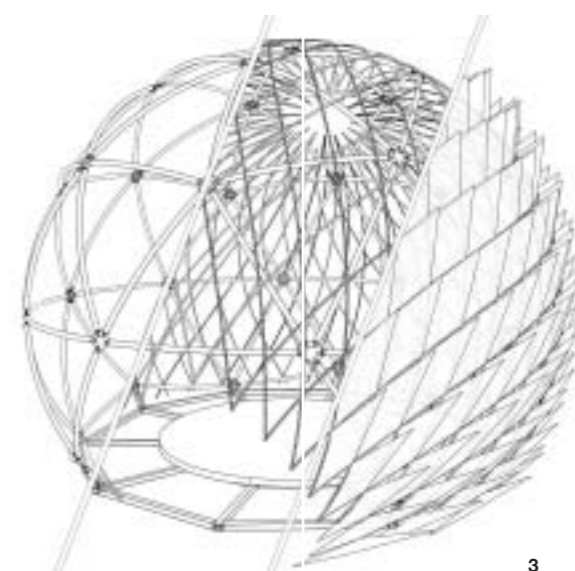


2

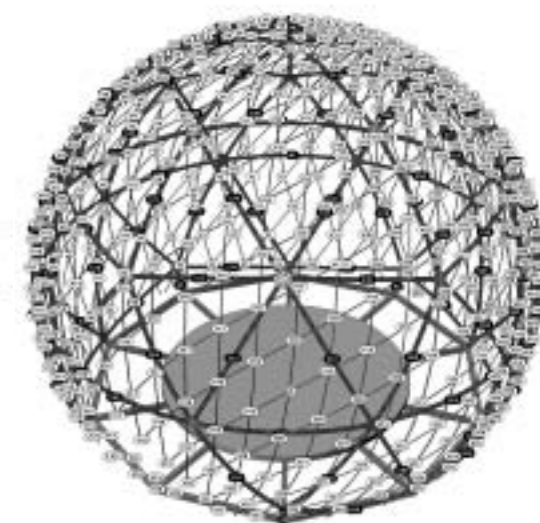
2 „Golden Moon“ – Mittherbstfest Laternenwunderland, Hongkong “Golden Moon” – Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland, Hong Kong, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Grandy Lui für für LEAD

3 „Golden Moon“ Hauptbestandteile: Geodätische Stahlkuppel, zwei Kilometer gebogener Bambus, 475 Stretchstoff-Flammzungen „Golden Moon's“ main components: A steel geodesic dome, two kilometers of bent bamboo, 475 stretch fabric flames, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © LEAD

4 Kreuzungspunkte zwischen Grundgerüst und sekundärem Gitternetz des „Golden Moon“ Intersections between the primary and the secondary structure of “Golden Moon”, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © LEAD



3



4



5



6

- 5 Innenansicht des „Golden Moon“ – Mitherbstfest Laternenwunderland, Hongkong Interior perspective of “Golden Moon” – Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland, Hong Kong, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Kevin Ng for LEAD
- 6 Sich auflösende Geometrie am Pol des „Golden Moon“ – Mitherbstfest Laternenwunderland, Hongkong Disintegrating geometry at the top pole, “Golden Moon” – Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland, Hong Kong, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Hong Kong Tourism Board

Komponenten. Geodätische Stahlkuppel. Die Grundstruktur besteht aus einer freistehenden geodätischen Kuppel aus Stahl mit einem Durchmesser von zwanzig Metern, die der Installation sowohl Form als auch Stabilität verleiht. Sie steht auf einem ebenfalls stählernen Unterbau, der von einer kreisförmigen Betonplatte gekrönt und stabilisiert wird, da eine Verankerung im Boden nicht gestattet war. Diese Betonplatte bildet zugleich den Boden der zentralen Beobachtungsplattform. Alle Stabelemente und Verbindungsteller der Kuppel wurden nummeriert und die vielen hundert Kreuzungspunkte zwischen dem Stahlgerüst und dem sekundären Bambus-Diagrid nach einem vereinfachten, aus den digitalen Dateien extrahierten Zeichnungssatz von Hand aufgetragen (Abb. 4).

Sekundäres Bambusgitter. Das sekundäre Gitternetz des Projekts verbindet digitale Planerstellung mit Techniken des Bambusgerüstbaus. Traditionellerweise kommt der chinesische Bambusgerüstbau ohne konventionelle Pläne oder Zeichnungen aus. Es ist eine schnelle, intuitive und unscharfe Baumethode, die sich auf eine Reihe grundlegender Prinzipien stützt. Dazu gehören etwa die strategische Anbringung von Verstrebungen, Auslegern und Abständen oder der Einsatz verschiedener Knoten mit unterschiedlichen Eigenschaften, die es den Handwerkern erlauben, auf wechselnde materielle und situative Bedingungen einzugehen. Die „Gestaltung“ durch die Handwerker beruht also oft auf einer scheinbar beliebigen Positionierung von Ankerpunkten und Stangen sowie einer „Vorstellung“ von der Form des einzurüstenden Gebäudes.

Zur Erzielung der dynamischen Raumwirkung wurde das Golden-Moon-Diagrid mithilfe von Algorithmen entworfen, die um den Äquator herum Reinheit und Wiederholung und zu den Polen hin geometrische Unschärfen generierten. Die größte Herausforderung des Projekts bestand darin, einen flexiblen Bauplan zu erstellen, der es den Handwerkern ermöglicht, das digitale Design mit entsprechender Genauigkeit, d. h. einer Toleranz von 10–15 cm umzusetzen.

Diese Herausforderung wurde erfolgreich mithilfe eines Arbeitsablaufs bewältigt, bei dem zusammenhängende Bambusstangen verschiedener Länge, Dicke und Biegebarkeit zunächst gekennzeichnet und dann zu durchgehenden flexiblen Bögen von bis zu 40 m Länge zusammengesetzt wurden. Auf diesen Bambusbögen wurden sämtliche Kreuzungspunkte zwischen dem Stahlgerüst und den beiden Richtungen des Gitternetzes nach vereinfachten Zeichnungs- und Datenausügen aus den Computermodellen von Hand aufgetragen. Um die erforderlichen Radien herzustellen, wurden die Stangen wo immer möglich nach Dicke und naturwüchsiger Biegung ausgewählt (Abb. 1). Zur Verbindung des Gitters und zur Befestigung am Stahlgerüst wurden traditionelle Knoten aus schwarzem Kunststoffdraht verwendet. Entwurf und Ausführung der Details für die Stretchstoff-Flammenzungen waren daraufhin angelegt,

the ground was allowed. This concrete slab forms the basis of the central viewing platform. All members and node plates of the dome were numbered, and the hundreds of connection points between the steel structure and the secondary bamboo diagrid were manually marked up following a simplified drawing set extracted from digital files (fig. 4).

Bamboo Substructure. The secondary structure of the project merges digital design setups with bamboo scaffolding techniques. Traditionally, Cantonese bamboo scaffolding construction does without conventional plans or drawings. It is a high-speed, intuitive, and imprecise construction method that follows a set of basic principles, such as strategic ways for cross-bracing, cantilevering or spanning, or the use of a series of knots with different properties, to allow craftsmen to respond to varying material conditions and differing site situations. Hence, the craftsmen’s “design” involves an often seemingly random positioning of anchor points and poles and an “idea” about the shape of the structure to be scaffolded.

In order to achieve its dynamic spatial effects, the design of the Golden Moon’s diagrid is based on algorithms that produce purity and repetition around the equator and geometric imperfections at the poles. The main challenge of this project was to create a flexible setup that would allow the craftsmen to materialize the digital design with sufficient accuracy, i.e., a tolerance of up to 10–15cm.

This challenge was met successfully by creating a work-flow involving the labeling of interconnected bamboo sticks of varying lengths, thickness and bendability, which were joined together to create continuous flexible curves of up to 40 meters in length. All intersection points with the steel structure and between the two directions of the grid were manually marked onto these bamboo curves following simplified drawings and data extracted from computer models. Where possible, stick thicknesses and bamboo’s inherent, pre-existing curvatures were selected and applied based on eventual bending radii (fig. 1). Traditional scaffolding knots made from black plastic wires were used to tie the grid together and fix it onto the steel base structure. Subsequent details for stretch fabric flames were designed and applied to absorb the anticipated deviations which went up to 15cm or more (fig. 8).

During the construction process, however, it turned out that the geometry at the top of the structure emerged to be too demanding for the material, not being able to follow the tight bending radii. The initial design anticipated the rigidity of the diagrid, clad with fabric flames, to visually disintegrate towards the top pole. This would symbolically refer to the dynamic flickering of the flames and the simultaneous destruction of the base geometry through fire. To materialize this, we relied on the craftsmen’s intuition to

During the construction process, however, it turned out that the geometry at the top of the structure emerged to be too demanding for the material, not being able to follow the tight bending radii.

build what they deemed most suitable within the framework of design principles we had developed together (fig.6).

Stretch Fabric Flames. For the stretch fabric flames, a flexible construction detail was designed in collaboration with the fabric and bamboo specialists. This detail uses the fabric's stretching properties to absorb the aforementioned geometry deviations. In response to this flexible detail, optimization scripts were developed to reduce the 475 unique flame geometries into only ten different types. These stretch and morph into the desired shapes onsite, using the bamboo sub-grid as a guide. Together with the choreographed lighting, the coloration of this fabric amplifies the requested otherworldly experience of a "Lantern Wonderland" (fig. 5). On display for only six days, the flamboyant Golden Moon was visited by over 400,000 visitors.

In spite of automation and the prolific use of computer controlled fabrication methods and robotics, the act of constructing remains a largely human enterprise. By opening the hermetically sealed nature of virtual models to this reality, an opportunity is presented for intuition to respond, and thus for craftsmanship to play a proactive role in the project realization.

The Cantonese traditional use of bamboo scaffolding is under heavy pressure from alternative methods. With the project of Golden Moon this custom's role is expanded by using its unique properties to make it part of the final architecture, rather than only having it serve a supporting role during construction. This integrative

approach illustrates a possible way for craftsmanship to evolve and adapt in order to safeguard its sustainable future.

Through a combination of state-of-the-art digital design technology and traditional hand craftsmanship, the Golden Moon demonstrates that complex geometry can still be built efficiently and at low cost when intuitive actions are merged with digital control.

die erwarteten Abweichungen von bis zu 15 cm und mehr auszugleichen (Abb. 8).

Im Verlauf des Bauprozesses erwies sich die Geometrie am Kuppelpol als zu schwierig für das Material; es konnte den engen Radien nicht folgen. Im ursprünglichen Entwurf sollte sich die Strenge des mit den Stoff-Flammen verklebten Gitters gegen den Pol hin visuell auflösen und so das dynamische Flackern des Feuers und dessen Zerstörung der Grundgeometrie versinnbildlichen. Bei der Umsetzung der Idee verließen wir uns auf die Intuition der Handwerker; sie sollten bauen, was ihnen im Rahmen der gemeinsam entwickelten Designprinzipien am passendsten erschien (Abb.6).

Stretchstoff-Flammen. Für die Flammen aus Stretchstoff wurde gemeinsam mit den Stoff- und Bambusspezialisten ein flexibles Baudetail entwickelt, wobei die elastischen Eigenschaften des Stoffs dazu genutzt wurden, die erwähnten geometrischen Abweichungen auszugleichen. Als Reaktion auf diese Elastizität wurden die 475 individuellen Flammenformen mithilfe eigens entwickelter Optimierungsskripts auf lediglich zehn verschiedene Arten reduziert. Diese passen sich an Ort und Stelle an die jeweils geforderten, vom sekundären Bambusgitter ausgehenden Formen an. Die Farbe des Stoffs trägt zusammen mit der choreografierten Beleuchtung zum gewünschten übersinnlichen Erlebnis eines „Laternenwunderlands“ bei (Abb. 5). In den sechs Tagen seines Bestehens wurde der flamboyante goldene Mond von über 400.000 Menschen besucht.

Trotz Automatisierung und dem breiten Einsatz von Robotik und computergesteuerten Fabrikationsmethoden liegt der eigentliche Bauprozess immer noch vorwiegend in der Hand von Menschen. Öffnet man die hermetisch verschlossene Welt virtueller Modelle für diese Realität, ergeben sich Möglichkeiten für die Einbindung intuitiven Handelns und damit eine aktive Rolle des Handwerks in die Projektrealisierung.

Der traditionelle kantonische Bambusgerüstbau ist einem massiven Konkurrenzdruck durch andere Methoden ausgesetzt. Das Golden-Moon-Projekt erweitert die Rolle dieses Gewerbes, indem es seine einzigartigen Fähigkeiten zu einem Teil der eigentlichen Architektur macht und ihm nicht bloß eine Nebenrolle im Bauprozess zuweist. Der integrative Ansatz zeigt somit eine Möglichkeit auf, wie sich das Handwerk weiterentwickeln und anpassen und damit seinen Fortbestand sichern könnte.

Mit der Kombination von neuester digitaler Entwurfstechnik und traditionellem Handwerk, belegt das Projekt, dass sich komplexe Geometrien auch durch eine Fusion von intuitivem Handeln und digitaler Kontrolle effizient und kostengünstig umsetzen lassen.

Übersetzung Wilfried Prantner



7

7 Sich bei Nacht versammelnde Besucher – Mitherbstfest Laternenwunderland, Hongkong Crowds gathering at night, "Golden Moon" – Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland, Hong Kong, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Kevin Ng für for LEAD

8 Anbringung der Stretchstoff-Flammenzungen am Bambusgitter Installation of the Stretch Fabric Flames on the Bamboo Diagrid, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Kevin Ng für for LEAD

9 Eingang zum „Golden Moon“ – Mitherbstfest Laternenwunderland, Hongkong Entrance of "Golden Moon" – Mid-Autumn Festival Lantern Wonderland, Hong Kong, Architekten architects: Kristof Crolla & Adam Fingrut, 2012 © Grandy Lui für for LEAD



8

9