Zeitschrift: Hochparterre : Zeitschrift für Architektur und Design
Herausgeber: Hochparterre
Band: 21 (2008)
Heft: 10

Artikel: Ein Wellenboden für den Geist : Learning Center EPFL
Autor: Hönig, Roderick
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-123543

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 05.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ein Wellenboden für den Geist

Text: Roderick Hönig
Fotos: Joël Tettamanti

Auf dem Campus der EPFL (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne) wird 2010 das Learning Center seine Türen öffnen. Doch vor den Türen liegt im Moment noch eine riesige Armierungseisen- und Betonlandschaft. Ein Augenschein in die Planung und auf die Baustelle.

: Das Learning Center soll die Bibliothek der Zukunft werden. Der Bau basiert auf einer hügelartigen Fläche, in der Wissen und Informationen möglichst ungehindert und frei ausgetauscht und zugänglich gemacht werden sollen. Das rechteckige Gebäude ist 160 Meter lang und 120 Meter breit. Es besteht aus einem Untergeschoss mit Parkplätzen und einem Hauptgeschoss mit Arbeitsplätzen, Café, Lese- und Hörsälen. Rund 30 blasenförmige, verglaste Raumzonen unterteilen die eingeschossige Betonlandschaft und bieten Rückzugsmöglichkeiten. Elf Patios durchlöchern das ‹Raumsandwich› wie einen Käse. 700 Arbeitsplätze wird das Learning Center bieten, sie sollen rund um die Uhr zugänglich sein und so die Bibliothek nicht nur zum Bücherherz, sondern auch zum sozialen Mittelpunkt des Campus machen.

Die Geschichte des ‹Making of› ist gebogen und hügelig – wie die Betonlandschaft selbst. Als 2004 das Wettbewerbsprojekt der japanischen Architekten Sanaa / Sejima + Nishizawa gekürt wurde, haben als erste einige Ingenieure ihre Stimme erhoben: So eine in zwei Richtungen frei gebogene Schale liesse sich nur auf Stützen stellen. Die von den Architekten entworfenen stützenfreien Gewölbe unter dem Hauptgeschoss – sie ermöglichen den ebenerdigen Zugang und spannen bis zu 90 Meter – wi-

1

2

5

6

dersprächen der wirtschaftlichen Vernunft, so der Tenor. Das tun sie noch heute, doch wenigstens haben die Bauingenieure Bollinger + Grohmann aus Frankfurt zusammen mit Walther Mory Maier aus Basel eine Lösung gefunden, die das architektonische Konzept des freien Raumflusses überhaupt erst möglich macht. Dabei hat der Beton nur noch Symbolwert: Die Hügellandschaft des Learning Centers ist eine Stahlkonstruktion im Zement-Negligée.

Mehr Eisen als Beton

Das Misch-Tragsystem, welches das Bauingenieur-Team entwickelt hat, ist in die sichtbare Schalenstruktur integriert. Es besteht aus Stahlbeton-Bögen mit Zugbändern aus Spannkabeln, die sich in der Decke über dem Tiefgaragengeschoss befinden. Die sich zwischen den Bögen spannenden Stahlbeton-Elemente haben eine kombinierte Schalen- und Plattenwirkung. Kein Aufwand wird gescheut: Insgesamt 11 dieser Bögen sind in die Schalen eingelassen, 4 in der kleineren, 7 in der grösseren Schale. Die Schalenränder sind in die vorgespannte Stahlbeto-Decke über dem Tiefgaragengeschoss eingespannt.

In den Schalen sind gewaltige Mengen an Armierungseisen eingelegt: 850 Tonnen Rundstahl mit einem Durchmesser von 5 Zentimetern und einer Länge von 21 Metern sichern die Stabilität und Tragfähigkeit. Das sind rund 450 Kilogramm Stahl pro Kubikmeter – mindesten vier- bis fünfmal so viel, wie für eine konventionelle Stahlbeton-Konstruktion verwendet wird.

Da das statische System nicht viel räumlichen Spielraum liess, mussten die Architekten ihren Grundriss und die Raumgrössen anpassen: Einige Patios wurden kleiner und mussten in die Restflächen zwischen den Armierungsbögen geschoben werden, einige Hügel wurden steiler oder flacher, das heisst, rückten näher an die ideale Bogenform. Das System garantiert zwar die Tragfähigkeit und Stabilität, sagt aber noch nicht viel darüber aus, wie die doppelt gekrümmten Flächen auf der Baustelle umzusetzen sind. Dafür waren Denkarbeit und rund 1500 verschiedene Schalungstische aus Holz-Grobspanplatten (OSB) nötig. Die Ansprüche an die Ausführung der Schalung waren hoch, denn die höhlenartigen Räume unter den Hügeln sind Teil der Aussenfassade und des Eingangs und somit für jedermann zugänglich.

Die Schalungstische bilden exakt die im CAD-Plan der Architekten definierte Hügelform nach. Toleranz: plus / minus 5 Millimeter. Sie setzen sich aus rund 10 000 verschiedenen, 18 Millimeter dicken Einzelteilen zusammen. Immer 7 vertikale Konsolen bilden ein Gerüst, auf welche die →

1-2 Die Schalungstische unterscheiden sich nur um Millimeter voneinander. Zusammengefügt bilden sie die Unterseite des Dachs.

3-4 Auf der glatten Schalungsform liegen insgesamt 850 Tonnen Armierungseisen, die dicksten sind 5 Zentimeter stark.

5-6 Die Anforderung einer glatten, glänzenden Untersicht ist mehrheitlich erfüllt. Ein Hohlboden wird die Oberseite verstecken.

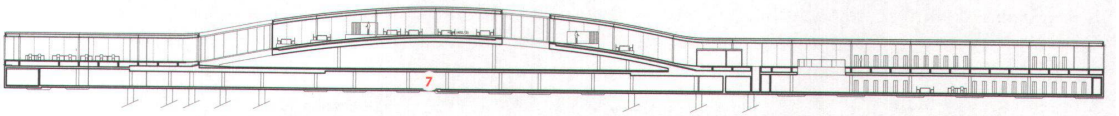
7-8 Eine Computer- und Betoniermeisterleistung: eine Wellenlandschaft mit Löchern wie aus einem Guss.

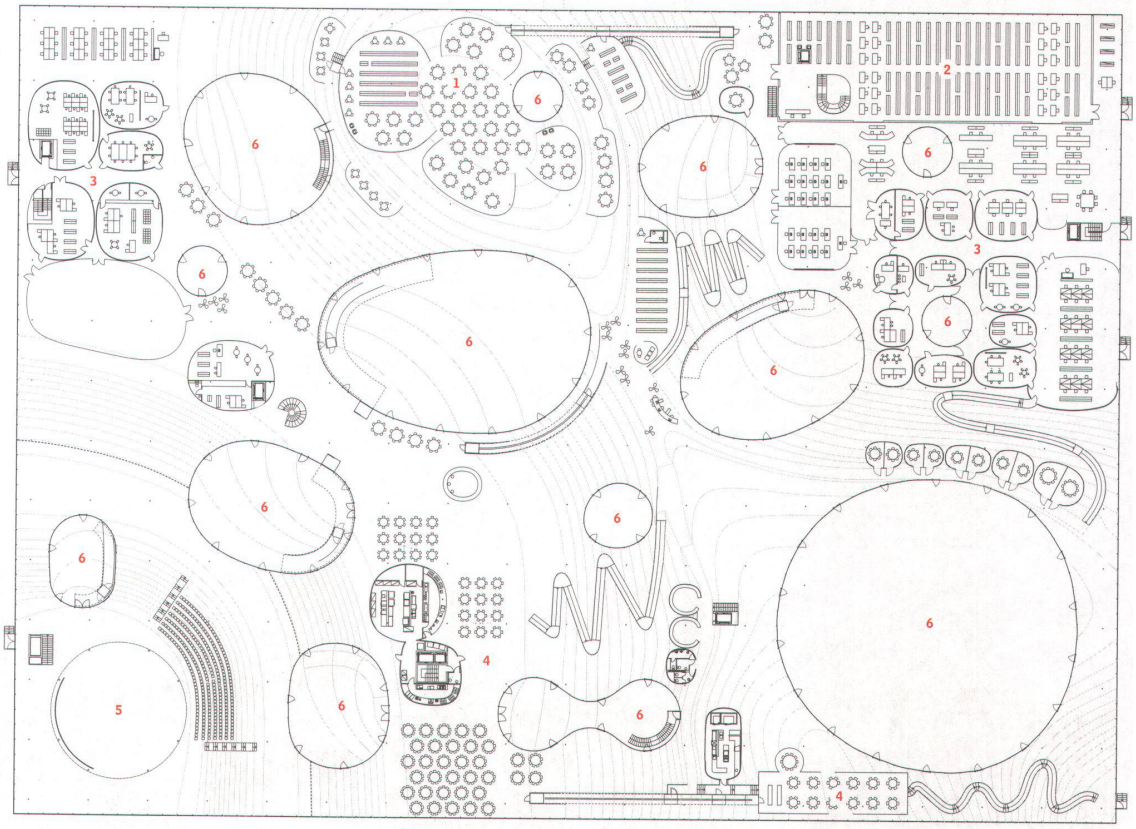
3

4

7

8





Learning Center EPFL

Campus EPFL, Ecublens
--› Bauherrschaft: ETH Lausanne
--› Architektur: Sanaa – Kazuyo Sejima und Ryue Nishizawa, Tokio
--› Totalunternehmer: Losinger Construction
--› Ingenieure: Bollinger + Grohmann, Frankfurt, Walther Mory Maier, Basel
--› Fabrikationsplanung Schalung: Designtoproduction, Erlenbach
--› Schalungsbau: Rauh, Uetendorf
--› Art des Auftrags: Wettbewerb, 2004
--› Realisierung: 2007 – 2009
--› Geschätzte Gebäudekosten (BKP 2/m³): CHF 730.–
--› Geschätzte Gesamtkosten (BKP 1–9): CHF 100 Mio.

Querschnitt und Grundriss des Learning Centers: Bibliothek 1, Sammlung/Forschung 2, Büros 3, Restaurant/Café 4, Aula 5, Patios 6, Garage 7.

→ Schaltafeln geschraubt sind. Sie werde plan angeliefert, ihre doppelte Krümmung entsteht bei der fixen Verschraubung mit den unterschiedlich hohen und schrägen Konsolen. Die Dimensionen der Tische (Quadrate von 2,50 auf 2,50 Meter) basieren in erster Linie auf der Tragfähigkeit der Gerüsttürme, welche mit maximal 20 Tonnen belastbar sind. Sie sind aber auch so bemessen, dass möglichst wenig Verschnitt aus den 2,50 auf 3 Meter grossen Ausgangsplatten entsteht.

Vom Plan auf die Fräse

Hätte man die Werkzeichnungen für die Schalungstische von Hand gezeichnet, wären dafür 10 000 Detailpläne nötig gewesen. Das ETH-Spin-off Designtoproduction (Interview nächste Seite) hat den Fertigungsprozess abgekürzt, indem es die digitale Kette zwischen CAD-Plan und CNC-Fräse geschlossen hat. Die kleine Firma mit Sitz in Zürich und Stuttgart hat in einer ersten Phase die Detailgeometrien der Tische berechnet und in einer zweiten Phase diese in Fertigungsdaten umgewandelt, mit welchen die CNC-Fräse direkt angesteuert werden konnte. Aufgrund der Maschinendatensätze hat die auf Holzwerkstoffe spezialisierte Firma Kronoply aus Heiligengrabe in Deutschland die Einzelteile geschnitten und sie dann zu Rauh nach Uetendorf bei Thun transportieren lassen.

In der Werkstatt des Spezialisten für Betonschalungen haben die Arbeiter daraus die 1500 Schalungstische gebaut. Um den Transport von der Werkstatt auf die Baustelle möglichst effizient über die Bühne gehen zu lassen, baute Rauh ein spezielles Gestell auf die Ladefläche seines Lastwagens: So konnten 15 Tische pro Fahrt transportiert werden. 110 Arbeiter haben auf dem Campus der EPFL rund 30 Tische pro Tag aufgebaut.

Nachdem sie die Tische, welche bereits werkseitig mit einer dünnen Kunststoffschicht überzogen wurden, zur grossen, weich gewellten Fläche zusammengesetzt hatten, gossen die Arbeiter die rund 5 Millimeter grosse Fuge zwischen den Tischen mit Silikon aus. Dann begannen die Eisenleger, die unzähligen Armierungseisen darauf zu verteilen. Die zwei Schalen wurden in zwei Etappen betoniert. Resultat langwieriger Tests war auch die Betonmischung: Sie durfte nicht zu flüssig sein, sodass der Beton nicht die ‹Hügel› hinunter fliesst. Sie durfte aber auch nicht zu zäh sein, weil der Beton teilweise 200 Meter gepumpt werden musste.

Und das Resultat? Der Wunsch der Architekten nach einer glatten, glänzende Betonuntersicht wurde grundsätzlich erfüllt: Die 7500 Quadratmeter grossen Hügel kommen wie aus einem Guss daher und schlagen weiche und stufenlose Bögen. Anspruchslos ist die Ausführung der Oberseite, denn sie wird mit einem Hohlboden verdeckt werden. Wichtig ist jedoch die Untersicht. Hier ist aber nicht nur der Fugenraster sichtbar, sondern auch die Abdrücke der Löcher, welche die Schrauben auf den Holzplatten hinterliessen. Und wer genauer hinschaut, merkt auch, dass die Silikonfugen nicht so dicht waren, wie sie hätten sein sollen: Es drang Wasser ein und liess die Kanten der Schalungstafeln leicht aufquillen. Die Folge: Die mäulchenförmigen Einrisse hinterliessen kleine Rümpfe entlang der Fugenlinie. http://learningcenter.epfl.ch

Interview

Fabian Scheurer, Designtoproduction

? Wozu braucht es Spezialisten wie Designtoproduction?

Unser Unternehmen ist aus einer Forschungsgruppe der ETH Zürich heraus entstanden. Christoph Schindler und ich haben darin versucht herauszufinden, wie man vom Design bis hin zur Fertigung durchgehend digital gesteuerte Prozesse einrichten könnte. Denn heute stehen alle Entwürfe als digitale Daten zur Verfügung und es gibt immer mehr computergesteuerte Produktionstechniken in Betrieben. Was aber fehlt, ist die Verbindung. Diese Lücke will Designtoproduction schliessen.

? Bindeglied zwischen Unternehmer und Architekt: Was heisst das genau?

Bei der Gründung haben wir dezidiert beschlossen, uns zwischen alle Stühle zu setzen. Das heisst, wir fertigen nicht selbst, wir entwerfen nicht selbst und machen auch keine statischen Berechnungen. Wir machen Prozessberatung und definieren Schnittstellen: Wir führen die Informationen von Architekt, Unternehmer und Ingenieur zusammen, bündeln sie und leiten sie weiter.

? Ihre Dienstleistung will komplexe Formen und serielles Bauen zusammenbringen. Ist und bleibt das serielle Bauen nicht ein Wunschtraum vieler Architekten?

Serielles Bauen im Sinne von modularen und vorgefertigten Bauteilen von der Stange ist nicht unser Ansatz. Unser Ansatz basiert darauf, dass es der computergesteuerten Fräse völlig egal ist, in welcher Form und in welcher Anzahl sie ein Element schneidet. Für die Architektur heisst das: Wenn ein Bau auf Elementen basiert, die immer wieder in leicht abweichenden Formen vorkommen, dann kann man diese ähnlichen, aber unterschiedlichen Teile heute mit relativ wenigen Eingangsdaten in grosser Anzahl produzieren. Unsere Leistung besteht zu einem grossen Teil darin, in den Entwürfen von Architekten oder Ingenieuren die parametrischen Systeme zu identifizieren. Haben wir ein einfaches System gefunden, können wir eine grosse Anzahl von Bauteilen gleich behandeln, obwohl sie sehr unterschiedlich sind. Wir extrahieren also das System aus einem Entwurf und nicht umgekehrt.

? Ab wie vielen Teilen lohnt sich das?

Unsere Erfahrung zeigt, dass eine Zusammenarbeit ab 500 unterschiedlichen Einzelteilen Sinn macht. Ausschlaggebend sind die Anzahl Teile und die Komplexität, wie sie zu beschreiben sind. Beim Learning Center gibt es rund 10 000 verschiedene Knaggen, aus denen die 1500 Tische zusammengesetzt sind. Wir haben ein System gefunden, bei dem wir nur drei mathematische Kurven brauchen, um jedes Bauteil komplett zu beschreiben.

? Zu welchem Zeitpunkt kommen Architekten bei der Planung auf Sie zu?

Doppelt gekrümmte Flächen fordern nicht nur Architekten heraus. Vorherzusagen, wo genau eine gerade Latte verläuft, die ich auf ein gekrümmtes Dach nagle, ist höhere Mathematik. Wir haben auch viele Anfragen von Herstellern, um beispielsweise ihnen bei der Formulierung einer Offerte zu helfen. Dort sind wir in der Zwickmühle, denn meistens sind diese nicht bereit, uns für eine kleine Studie zu bezahlen – weil sie ja den Auftrag noch nicht in der Tasche haben. Wir sind dagegen vorsichtig, für eine Offerte mit offenem Ausgang unser Know-how auszuplaudern. Im Idealfall werden wir schon in der Entwurfs- und Ausschreibungsphase als Berater engagiert.

? Der hügelförmige Boden des Learning Centers kostet viel mehr als ein flacher. Wieso baut man so etwas?

Meistens sind es ja grössere öffentliche Gebäude, die auf solchen Formen basieren. Selbstverständlich geht es um einen räumlich-architektonischen Nutzen, aber auch um die gebaute Botschaft, um die Marke. Und in Werbung, Marketing und Branding werden derzeit immense Summen investiert. Sicherlich ist es teurer, um die Kurve zu bauen, als geradeaus. Aber wenn man sich einmal dazu entschlossen hat, sollten solche Bauten so ökonomisch wie möglich über die Bühne gehen. Beim Learning Center hätte jemand 10 000 Werkzeichnungen nur für die Schalung machen müssen – ein ökonomischer Unsinn.

? Wie funktioniert zum Beispiel beim Learning Center die Schnittstelle zwischen Planer und Unternehmer?

Dass man die Schalung aus Tischen bauen würde, stand schon fest, als wir dazukamen. Und auch wie die Tische ungefähr dimensioniert sein würden, aus wie vielen Einzelteilen sie bestehen und dass diese CNC-geschnitten würden. Wir haben von den Ingenieuren die Unterseite des Erdgeschosses als 3D-CAD-Modell bekommen und in einem ersten Schritt die Detailgeometrie für alle Tische berechnet. Auf der Basis dieser Daten hat der Generalunternehmer Losinger die Ausschreibung für den Schalungsbauer formuliert. In einer zweiten Phase haben wir für den Schalungsbauer Rauh die Fertigungsdaten für die Herstellung der Tische berechnet, pro Bauteil ein Maschinendatensatz, mit dem er seine Fräse füttert.

? Wie stellen Sie sicher, dass weder in der Werkstatt noch auf der Baustelle ein Chaos mit den Einzelteilen entsteht?

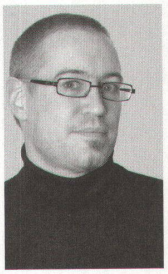
Alle Teile sind durchnummeriert. Das reicht aber noch nicht, denn entscheidend ist auch die Lage der Knagge innerhalb des einzelnen Tischs. Teilweise unterscheiden sich die Einzelteile ja nur um ein paar Millimeter. Lage und Nummer sind deshalb auf jeder Knagge an einer bestimmten Stelle markiert. So ist dem Arbeiter in der Werkstatt klar, was vorne und hinten sowie unten und oben ist.

? Im Computer gibt es keine Toleranzen, wie gross sind sie in der Werkstatt und auf der Baustelle?

Wir haben für die Frästaten eine Toleranz von plus / minus 0,25 Millimeter festgesetzt. Hätten wir mit 0 Millimeter Toleranz gearbeitet, hätte die Oberkante jeder einzelnen Knagge eine doppelt gekrümmte Fläche sein müssen. So konnten wir vier- und nicht fünfachsig fräsen, was den Herstellungsprozess beschleunigte und verbilligte. Auf der Baustelle beträgt die Toleranz fünf Millimeter, so breit ist die Silikonfuge zwischen zwei Tischen.

? Wieviel Zeit brauchen Planung, Programmierung und Rechenzeit?

Wir programmieren im Schnitt zwischen zwei und vier Wochen pro Auftrag. Man darf allerdings den konzeptionellen Vorlauf nicht unterschätzen. Bis ein parametrisches System identifiziert und formuliert ist und alle Schnittstellen definiert sind, braucht es oft eine Reihe von Sitzungen. Ist das parametrische Modell einmal gebaut, geht alles ganz schnell. Der komplette Datensatz steht praktisch mit dem Ende der Rechenzeit zur Verfügung. Der Vorteil des Computers zeigt sich vor allem bei Änderungen: Innert drei bis vier Tage hätten wir Daten für eine komplett anders gewellte Bodenform zur Verfügung stellen können. •



Designtoproduction

Die digitale Produktion von komplexem Design ist das Spezialgebiet der kleinen Beratungsfirma Designtoproduction mit Büros in Zürich und Stuttgart.
Der Architekt Christoph Schindler und der Informatiker Fabian Scheurer (Foto) hatten als Assistenten an Ludger Hovestadts Professur für Computer Aided Architectural Design (CAAD) der ETH Zürich die Integration von digitalen Entwurfstechniken und computergestützter Fertigung untersucht und erprobt, bevor sie 2006 beschlossen, eine Firma zu gründen.
Ihr Stuttgarter Partner, der Architekt Arnold Walz, brachte bereits zehn Jahre Erfahrung auf dem Gebiet komplexer Geometrien in der Architektur mit.

--> Referenzen: Mercedes Benz Museum, Stuttgart (Ben van Berkel); Zentrum Paul Klee, Bern (Renzo Piano); P&C Weltstadthaus, Köln; Hungerburgbahn-Stationen, Innsbruck (Zaha Hadid); Centre Pompidou, Metz (Shigeru Ban); EPFL Learning Center, Lausanne (Sanaa)