

BIRKHAUSER



Multi-layered Multi-layered Multi-layered

konstruktive Vielfalt

sbp

schlach
bergemann partner

multi
layered

konstruktive Vielfalt

Impressum

Projektkoordination
schlaich bergermann partner: Sven Plieninger, Johanna Niescken
Birkhäuser Verlag: Alexander Felix, Regina Herr

Texte: Clementine Hegner-van Rooden

Layout, Covergestaltung und Satz: Moniteurs, Berlin,
Sibylle Schlaich, Beatriz Rebbig

Lektorat: Hilke Bemm
Herstellung: Heike Stempel

Papier: Magno Natural, 140 g/m²;
Zanders Spectral Transparentpapier extraweiß, 100 g/m²
Druck: Gutenberg Beuys Feindruckerei GmbH, Langenhagen

Library of Congress Control Number: 2019937161

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

ISBN 978-3-0356-1490-9

e-ISBN (PDF) 978-3-0356-1489-3

Englisch Print-ISBN 978-3-0356-1491-6

© 2019 Birkhäuser Verlag GmbH, Basel
Postfach 44, 4009 Basel, Schweiz
Ein Unternehmen der Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston

multi **multi**
layered

layered

konstruktive Vielfalt

Birkhäuser
Basel

sbp
schlaich
bergemann partner



Augmented Reality



- ① Download the sbp-AR-app available for iPhones, iPads, or Android devices at Apple App Store or Android Google Store.



- ② Point your device at the page with the trigger AR-icon.



- ③ Watch the image come to life as video content.

	Vorwort	6
	Layer 01 – Arbeitsweise	8
	Hochbau – Kulturbauten	18
	– Glas	26
	Layer 02 – Internationalität	44
	Hochbau – Infrastrukturbauten	64
	– Sonderbauten	79
	Kunst	90
	Hochbau – Türme	124
	Layer 03 – Prüfen	144
	Brücken	154
	Layer 04 – Forschung	210
	Solarenergie	220
	Moveables	242
	Hochbau – Stadien	278
	Layer 05 – Partnerschaften	324
	Anhang	332

multilayered – konstruktive Vielfalt

Der Titel unseres Buchs mag auf den ersten Blick verwundern, und der eine oder andere fragt sich vielleicht, wie es zu einer solchen „vielschichtigen“ Publikation gekommen ist. Zwei Jahre ist es her, dass wir das erste Mal über einen Nachfolger in der Reihe „Holgate“, „leicht weit“ und „DETAIL engineering“ nachdachten. Inhaltlich sind uns sofort viele Schwerpunkte unserer Arbeit eingefallen, die uns wichtig erschienen und die wir veröffentlichen wollten.

Bevor jedoch eine inhaltliche Entscheidung getroffen wurde, ergab sich zunächst die Frage: Ist das Medium „Buch“ in unserer digitalisierten Welt überhaupt noch zeitgemäß, und können wir unsere Arbeitsweise überhaupt entsprechend darstellen? Muss eine Publikation heute nicht viel mehr online erscheinen, um immer aktuell zu sein? Daraus entstand eine sehr leidenschaftliche Diskussion. Am Ende waren wir uns einig, dass ein Buch über schlaich bergermann partner auch die persönliche Dokumentation der zurückliegenden Jahre ist, die man ihrer Themen wegen nicht missen möchte und an der nicht nur andere, sondern auch wir selbst Freude haben. Also ein Buch nur für uns selbst? Das wäre zu kurz gedacht, denn wir sind davon überzeugt, dass die Themen, wie wir sie erleben und bearbeiten, auch das Leserinteresse anderer wecken. Insbesondere dann, wenn das Buch einen Teil der Kultur von schlaich bergermann partner zeigt.

Die möglichen Inhalte, die sich im Anschluss an diese Entscheidung ergaben, waren sehr vielschichtig und reichten von den zahlreichen Projekten, die wir seit unserem letzten Buch 2012 bearbeitet hatten, über die Neuerungen bei der Geometrieoptimierung oder der Formfindung, den rasanten Entwicklungen im Solarbereich bis hin zu ungebauten Ideen. Aber auch Aspekte wie unsere skizzenbasierte Arbeitsweise und wo und unter welchen Umständen wir auf der ganzen Welt bauen, wurden angedacht. Kurz gesagt wollten wir idealerweise die ganze Vielfalt unserer Arbeit und die der Menschen bei schlaich bergermann partner abdecken.

Wir glauben daran, dass die heute existierende Komplexität von Planungsaufgaben nur von gut miteinander verzahnten, sich „verstehenden“ Planungspartnern angegangen und bewältigt werden kann. Auch in unserem eigenen Team ist das so. Insofern ist das in den vergangenen Jahren bei schlaich bergemann partner Erreichte die Summe aller Leistungen der Mitarbeiter. Wir, die Partner, sehen uns als Initiatoren dieser Leistungen, als Ideen- und Impulsgeber. Erst gemeinsam als gesamtes Team sind wir in der Lage, unsere Gedanken und Vorstellungen in die Realität umzusetzen.

So vielfältig, wie wir es sind, und so vielgestaltig, wie es unsere Arbeit ist, genauso soll unser Buch erlebbar sein. Darum ist es in Schichten aufgebaut. Diese sind sowohl optisch als auch haptisch erfahrbar und wiederum inhaltlich untereinander verwoben. Zusätzlich wird der analoge Inhalt mit digitalen Inhalten (siehe dazu vordere Umschlagklappe) ergänzt – sie lassen sich parallel (oder auch getrennt) betrachten. Natürlich kann das Buch klassisch von vorne nach hinten gelesen werden. Es kann aber auch zwischen den Schichten gesprungen werden, unseren Gedanken und internen Verknüpfungen folgend, um dann bei einem einzelnen Thema oder einer *Bilderreihe* zu verweilen. Das Buch soll nicht als Lehrbuch verstanden werden, sondern einen Einblick in unsere breite und kreative Arbeitswelt geben. Es soll die Themen, die uns beschäftigen, erkennbar machen und eine Aufforderung sein, mit uns in einen persönlichen Austausch zu treten. Denn am ehesten erlebt man das, was uns als schlaich bergemann partner ausmacht, in der direkten Zusammenarbeit.

→ 52 

Vielleicht ist dieses Buch ein erster gemeinsamer Schritt. Ich lade Sie im Namen aller Partner und Mitarbeiter ein, mitzukommen.

Sven Plieninger

Layer 01

Arbeitsweise

Clementine Hegner-van Rooden

Über ein Jahr lange durfte ich die Menschen, die hinter dem Büro schlaich bergemann partner stehen, begleiten, befragen, ihnen in Meetings, Workshops und Besprechungen zuhören und mich während gemeinsamer Pausen mit ihnen austauschen. Schritt für Schritt näherte ich mich den Schichten an, die hinter dem großen Namen stecken.

Entstanden ist ein Erfahrungsbericht, der eine Momentaufnahme einer dynamischen Bürogeschichte festhält, die lange noch nicht abgeschlossen ist. Kontinuierlich entstehen in den Büros in Stuttgart, Berlin, New York, Paris, São Paulo und Shanghai Konstruktionen und beeindruckende Bauwerke. Manche mehr dynamisch elegante Maschinerie, andere vor allem virtuos schlanke Tragwerke – immer präzise und bis ins Detail ausgeklügelt. Die Projekte erscheinen ebenso zuverlässig in der Fachliteratur wie unter den Preisträgern der für die Baubranche wichtigen Wettbewerbe.

Wie funktioniert das, frage ich mich nicht nur einmal, während ich die Liste mit mittlerweile fast 3000 Projekten anschau und etliche viel beachtete Bauwerke am Namen oder Bild wiedererkenne. Wie entsteht so eine produktive und kreative Arbeitsweise, wundere ich mich, während ich durch die modernen Büroräume laufe und den Mitarbeitern über die Schulter schaue.

Nach den vielen Stunden des Beobachtens liegt die Antwort auf der Hand und erscheint so selbstverständlich, wie sich auch ihre Projekte selbst präsentieren: sbp strebt nach dem Gleichgewicht – nicht nur in der Statik der Projekte, sondern ebenso im Team. So beruhen die Tragwerke auf einem ausgewogenen kollegialen Kräftespiel und das Team auf einem ausbalancierten Miteinander. Dieses Bestreben ist die wichtigste Bedingung für gute Bauwerke. Nur dann entstehen Projekte, die den Werten und dem Leitgedanken aus dem Gründungsjahr 1980 von sbp entsprechen: Die Baukunst ist unteilbar. Denn sinnfällige Konstruktion und ökologische Effizienz stehen bei jedem Bauwerk gleichberechtigt neben Funktionalität und Gestaltungsansprüchen. Form und Tragwerk überzeugen, weil sie im Bauwerk zu einer Einheit verschmelzen, die nicht hinterfragt werden muss und als Teil einer umfassenden Baukultur begriffen wird.

Die gelebten Werte sind Teil der Unternehmenskultur. Das wird mir besonders deutlich während eines Vortrags von Mike Schlaich vor allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern: **„Ich will, dass jede und jeder, der in unseren Büros mitarbeitet, versteht, woher wir kommen, was uns ausmacht. Ich will die Leidenschaft und den Pioniergeist vermitteln, der in so vielen unserer Projekte steckt – und im Idealfall kann ich die Jungen dazu bringen, sich davon anstecken zu lassen.“**

Damit sich alle Kollegen mit den Werten und mit den Projekten identifizieren können, lebt das Unternehmen eine Büroatmosphäre, die von Teamgeist und flachen Hierarchien geprägt ist. Es herrscht die freie Meinungsäußerung. Man wird angehalten, sich von Beginn an als junge Ingenieurin oder junger Ingenieur aktiv zu beteiligen, sagt Andreas Keil und betont: **„Es ist einfach nicht mehr zeitgemäß, patriarchalisch zu handeln.“**

Vielmehr ist partizipatives Führen angebracht – so war es auch schon unter Jörg Schlaich und Rudolf Bergermann, als wir, die jetzigen Partner, noch die Neuen waren.“ Sven Plieningerg ergänzt: **„Man muss vertrauen. Jörg Schlaich und Rudolf Bergermann haben mich direkt bei meinem ersten Projekt einfach machen lassen – natürlich nicht ohne mich kritisch zu begleiten.“** Dieses Einflusnehmen der „Jungen“ ist selbstverständlich und wird gelebt. Denn kein Lerneffekt ohne Fragen und ohne Ausprobieren. Alle ziehen am gleichen Strang. Dabei mischt sich der frische Blick mit langjähriger Projekterfahrung – jeder profitiert gleichwertig von den anderen. Einzelnes Wissen fügt sich intern zusammen und präsentiert sich in der Kommunikation nach außen als ganzheitliches und fundiertes Gesamtwissen. Daraus entsteht der Mehrwert für Auftraggeber, Architekten und Bauherrschaften, denn das Ganze ist mehr als die Summe aller Einzelteile. So betont Knut Göppert: **„Es ist wie im Sport: Nicht die Mannschaft mit den besten Einzelspielern, sondern die Mannschaft, die als Team am besten harmoniert, geht als Sieger vom Platz.“**

Das Ziel der Teamarbeit besteht darin, die jeweiligen Talente richtig zu nutzen und die individuellen Stärken in den richtigen Projekten zusammenzuführen. Je ausgeprägter der Teamgeist, der Zusammenhalt in der Gruppe, desto leichter fällt es, die gesetzten Ziele zu erreichen. Dies bestätigt auch Knut Stockhusen: **„Wenn wir alle miteinander kollegial agieren und alle ihren individuellen Fähigkeiten entsprechend eingesetzt werden, dann ist auch der Erfolg leichter zu erreichen.“** Das ist für das Büro ein wichtiger Aspekt, zumal sich viele der Projekte meist nur gemeinsam in der Gruppe umsetzen lassen.

So weit so gut. Doch wie gelingt es, diesen Teamgeist in der Hektik des Alltags zu fördern? Sven Plieninger beantwortet die Frage so: **„Die Zusammenarbeit innerhalb eines Teams kann erst entstehen, wenn ich die einzelnen Menschen nicht nur kenne, sondern mit ihnen interagiere.“** Gar nicht so einfach bei einem Team, das weltweit verteilt ist und mittlerweile aus mehr als 180 Personen besteht. Hier bauen die Partner eine Brücke vom alleinigen Wissen ins tatsächliche gemeinsame Handeln, indem sie den Mitarbeitern den Raum und die Zeit geben, den erforderlichen Dialog zu pflegen und zu stärken. Vernetzen sich die einzelnen Personen und Teams und wird dies auf der persönlichen und vor allem auf der geschäftlichen Ebene gelebt, so minimieren sich Fehler, die durch eine fehlende Kommunikation oder durch Unwissenheit entstehen. Außerdem, so Knut Göppert, profitieren davon auch die Projekte: **„Je mehr wir wissen und je mehr wir dieses Wissen verknüpfen, desto flexibler und ideenreicher reagieren wir auf komplexe Anforderungen und desto zuversichtlicher können wir sein, das Machbare auszuloten und das noch Unbekannte zu bewältigen.“**

In diesen vernetzenden Prozess werden alle eingebunden. Mike Schlaich bringt es bildlich auf den Punkt: **„Wir holen die Mitarbeiter ab und nehmen sie mit auf die Reise.“** Dazu gehören selbstverständlich auch alle neuen Mitarbeiter – über Generationen hinweg: Jörg Schlaich und Rudolf Bergemann haben Meilensteine im Ingenieurwesen gelegt und gaben ihre Art des Bauens und Planens weiter. Auch die jetzigen Partner lassen ihre Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen einen wichtigen Teil der Projektentwicklung sein. Für das Team die passenden Bewerberinnen und Bewerber zu finden, ist daher manchmal gar nicht so einfach: **„Man merkt aber recht früh im Bewerbungsprozess, ob da jemand vor einem sitzt, der zu uns passt, der für leichte Tragwerke schwärmt, auch mal unkonventionell denkt und eine Affinität zur Architektur mitbringt“**, so Knut Göppert. Jede neue Person ist eine Verstärkung des Teams. **„Weil wir alle in den Arbeitsprozess einbinden, entsteht eine fruchtbare Basis für eine zielgerichtete Lösungsdiskussion. Gemeinsam haben wir den Mut, vermeintlich Unmögliches umzusetzen“**, erklärt Knut Stockhusen.

Die fünf Partner geben den Mitarbeitenden früh eine Chance zur Weiterentwicklung. Jeder, der will, darf und soll sich entwickeln – sei das persönlich oder projektspezifisch. Jene, die führen möchten und das auch können, bekommen die Möglichkeit dazu. Und andere, die nicht im Vordergrund stehen wollen, dürfen im Hintergrund wirken. Auf diese Weise werden Kompetenzen ausgebaut und weitergegeben. Dadurch ist es möglich, auch langfristig erfolgreich zu bleiben.



Der intern stattfindende Austausch ist gleichzeitig auch ein interdisziplinärer, denn nicht nur im Bereich der Solarenergie arbeiten Bauingenieure mit Maschinenbauern zusammen, Energietechniker mit Physikern und Luft- und Raumfahrttechniker mit Elektrotechnikern. Hier findet keine Zellteilung der Kompetenzen statt. Die Mitarbeitenden denken transdisziplinär und generieren auf diese Weise einen Mehrwert für aktuelle und künftige Projekte. Denn Kollaborationen sind die Grundlage guter Bauwerke. Die Kooperation mit verschiedenen Disziplinen ist bereichernd, regt an und lässt Neues entstehen. Bauten, die aus einer echten Kooperation zwischen den Fachrichtungen entstehen, sind das beste Beispiel dafür, wie Synergien projektübergreifend genutzt und gleichzeitig Erkenntnisse weiterentwickelt werden. So verschränken sich beispielsweise die wandelbaren Projekte mit den Entwick-



28

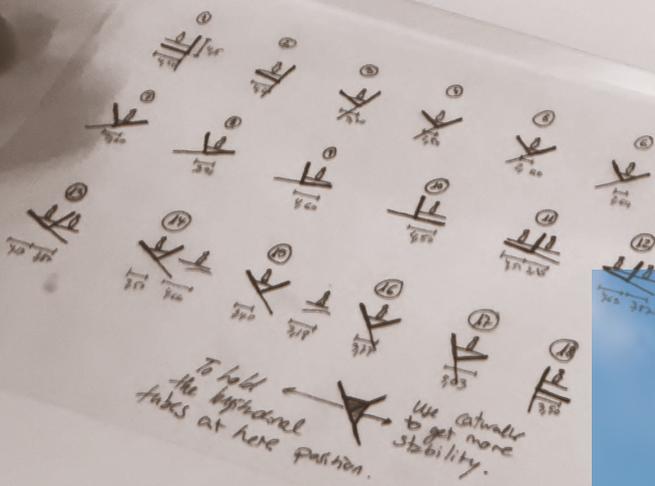
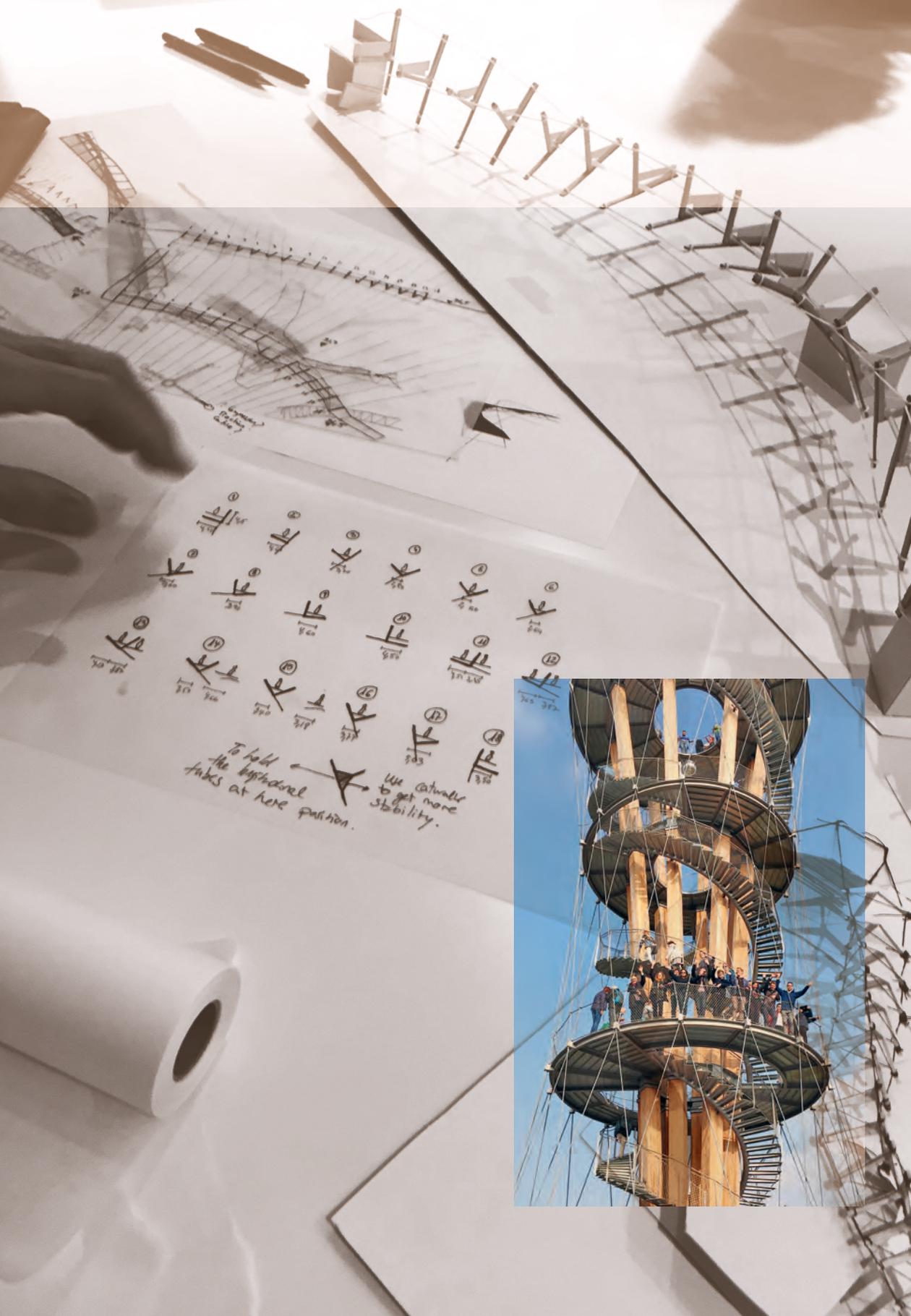
lungen der Solarenergie und das Thema *Formfindung* taucht in vielen Projekten

immer wieder auf. Mit jeder Querbeziehung erweitert sbp seinen Horizont und sein Wissensrepertoire. **„Das heißt auch“**, betont Mike Schlaich, **„dass wir uns mit aktuell relevanten Herausforderungen auseinandersetzen. Wir befassen uns mit Fragen der Energieeffizienz, dem schonenden Umgang mit Ressourcen, der Wirtschaftlichkeit und der Werterhaltung.“** Dazu schrieb schon Jörg Schlaich 2003 in der Buchveröffentlichung „leicht weit“: **„Die einzig adäquate Gegenleistung für verbaute Natur ist die Baukultur.“**

Eigens für sbp entwickelte Kommunikations-tools, die von allen genutzt werden, unterstützen den Wissenstransfer an und zwischen den einzelnen Standorten. Ebenso tragen die Büroräumlichkeiten zu spontanen Besprechungen und informellem Austausch bei. An allen Standorten gibt es eine gemeinsame Kaffeepause, die regelmäßig für kurze Projektvorstellungen genutzt wird. Zusätzlich findet eine monatliche Infoveranstaltung mit einer Übertragung zwischen den

Standorten statt. Dann werden projekt-spezifische und bürointerne Neuigkeiten vermittelt, auf Konferenzen oder Artikel hingewiesen sowie Erfahrungen aus abgeschlossenen Entwurfs- oder Planungsprozessen geteilt. Nach einem Kaffeepausen-Vortrag zu einem gewonnenen Wettbewerb einer Brücke in China betont Sven Plieninger: **„Der enge Informations- und Wissensaustausch kann nur dann funktionieren oder verbessert werden, wenn wir interessiert, offen und hilfsbereit gegenüber anderen Arbeitsbereichen, Standorten und Ländern sind. Dann ist es möglich, unsere Bürokultur aktiv zu leben.“**

Die kollegiale Verknüpfung erfolgt genauso mit standortübergreifenden Projekten – die Kompetenz aus Berlin wird in Stuttgart gebraucht oder das Wissen aus Stuttgart in São Paulo. Zusätzlich gibt es regelmäßige „Lunch and Learn“-Mittagspausen mit externen Vortragenden sowie die sbp Academy. Dabei handelt es sich um eine intern organisierte, regelmäßig stattfindende Weiterbildungsreihe, die spezifisch auf die Anforderungen von sbp-Projekten ausgelegt ist. Internes Fachwissen zu beispielsweise Seilknoten oder Membranverhalten, zu dynamischen Aspekten im Leichtbau oder konstruktiven Details im Brückenbau wird gestreut. Durch dieses Format zu unterschiedlichen Themenbereichen stillen Mitarbeitende ihren individuellen Wissensdurst. Hinzu kommen spezielle Angebote für die Jungingenieure, die frisch von der Universität kommen. sbp sorgt dafür, dass alle in ihrem Tun und Handeln unterstützt werden und nicht nur das mitgebrachte Können eine Rolle spielt.



To fold the bifurcated tubes at here position.

We estimate to get more stability.



Alle Partner und Projektleiter, mit denen ich gesprochen habe, betonen, dass sie selbst lernen wollen und sich weiterentwickeln möchten. Sie suchen neue Informationen und eignen sich neues Wissen an. Sie setzen sich den permanenten Veränderungen aus. Denn das Prinzip „alte Lösungen für neue Probleme“ gibt es nicht, und wenn doch,

 251 *κ* dann hat sich die *Lösung weiterentwickelt*. Selbst Albert Einstein erklärte seinen Erfolg einmal so: „Ich habe keine speziellen Talente, ich bin nur leidenschaftlich neugierig.“ Die Basis der innovativen Tätigkeit von sbp ist daher wohl die Offenheit für neue Erfahrungen – die Neugier als eine ihrer Kernkompetenzen. Andreas Keil formuliert es so: **„Die Kreativität, die sich in vielen Projekten ergibt, ist letztendlich ein Produkt aus unserer Neugier. Darauf basiert unser guter Ruf. Und den pflegen wir mit Bedacht, denn er ist nicht in Stein gemeißelt.“**

Dieser Wunsch oder das Verlangen von sbp, Neues auszuprobieren und zu lernen als Grundhaltung, ist das eine, was vielleicht einen Unterschied zu anderen Büros ausmacht. Das andere ist die sbp-typische Philosophie des Geschichtenerzählens. Das ist die Essenz. Denn Geschichten sind ein ebenso altes wie wirkungsvolles Instrument, um Denkprozesse einzuleiten. Lebendig erzählt, gewinnt man mit ihnen die Aufmerksamkeit anderer Menschen viel leichter als mit einer nüchternen Ansprache. Man fesselt sie, holt sie ab und motiviert sie dazu, sich eine Meinung bilden zu wollen. Zu jedem Entwurf, zu jedem Bauwerk wissen die Ingenieure etwas zu erzählen – von der Idee über die Planung bis zur Umsetzung. An diese subjektiv geprägten Ausführungen erinnern sich Zuhörer langfristig. Denn in ihnen schwingt auch der persönliche Bezug mit. Authentisch wiedergegeben, steigern sie die Identifikation, solange sich die Erzählten nicht als unfehlbar darstellen. Und das genau ist eine Eigenschaft, die bei sbp zugelassen und gestärkt wird.

Zusammen mit ihrer Botschaft macht das die Faszination, ja die Strahlkraft aus, die das Büro nach außen trägt. Sie hat auch mich gepackt und angezogen.

Die Geschichten sind Teil der Bürohistorie und der Tradition. Mit ihr betont sbp seine Herkunft und behält sie – bei stetigem Wachstums des Unternehmens und trotz der sich verändernden Strukturen, Technologien und Medienlandschaften. Sie sorgen für Spannung in den Projekten, für Emotionen, die in die Entwürfe hineinfließen. Sie wecken bei den Mitarbeitenden die Lust, sich für ein Projekt einzusetzen und daran mit anderen zusammenzuarbeiten. **„Denn“,** so Mike Schlaich, **„es schmeckt besser, wenn man das, was man entwickelt hat, als Geschichte erzählt. Es ist für uns alle deshalb ganz wichtig, dass wir kommunizieren. Darin war mein Vater ein Meister. Mit seinen Geschichten vom Olympiastadion, der Hooghly Brücke in Indien und dem Aufwindkraftwerk hat mein Vater uns alle überzeugt und mitgerissen.“** Knut Stockhuse ergänzt unabhängig von ihm: **„Jörg Schlaich hat auf diese Weise der ganzen Ingenieurswelt, die technokratisch und vielleicht ein bisschen unnahbar war, Leben, Emotionen und Farbe eingehaucht. Er hat seine theoretischen Erklärungen und hochtechnischen Erklärungen immer mit eindrücklichen Beispielen untermalt.“** Die teils komplexen Bauwerke oder abstrakten Konstruktionen werden so durch eine verständliche Sprache – mitunter durch Skizzen unterstützt – auch für Laien zugänglich. Ungeachtet davon, dass die Zuhörer nicht jede Einzelheit verstehen, erfassen sie doch die Kernaussage und lassen sich idealerweise dafür begeistern. Das bietet im Austausch mit Bauherrschaften, Architekten oder anderen Baubeteiligten einen wertvollen Vorteil. Hört man einander zu und redet miteinander, kann man sich gegenseitig erklären, die verschiedenen, teilweise widersprüchlichen Vorgaben gewichten und entsprechend reagieren.

sbp arbeitet mit vielen Menschen an unterschiedlichen Projekten zusammen – nacheinander, gleichzeitig, über längere oder kürzere Zeiträume. Die Ingenieure sehen dabei zahlreiche Entwürfe mit unerschöpflich vielen klimatischen, haustechnischen, kontextuellen oder örtlichen Rahmenbedingungen. Es sind Wettbewerbe, Variantenstudien, Konzepte, Ausführungsplanungen. Die Bandbreite an Ideen – auch der nicht umgesetzten – ist groß. Diese facettenreiche Gedankenwelt ist ein Fundus für neue Entwürfe. Alle Ingenieure von sbp können dieses Gedankengut gleichberechtigt in den Planungsprozess einbringen. Auftraggeber, die sich auf diese kreative Auseinandersetzung einlassen und dieses Potenzial zu nutzen wissen, können einen großen Input einholen, der ihr Projekt weiterbringt. Andreas Keil wiederholt in diesem Zusammenhang:

„Häufig sieht sich der Ingenieur als ‚Rechenknecht‘ des Architekten und folgt ohne eigene Ideen seinen Vorschlägen. Wir hingegen versuchen immer, in Varianten zu denken und in einen Dialog mit den Architekten zu treten. Das wird von vielen geschätzt, weil dieser interaktive und interdisziplinäre Prozess zu ausgereiften und überzeugenden Bauwerken führt.“ Dabei bleibt sbp laut Knut Stockhusen glaubwürdig, **„weil wir die Interessen und Ziele unserer Auftraggeber und Planungspartner vertreten und weil wir voll und ganz hinter unseren Projekten stehen; mit unserem Fachwissen und all unseren Emotionen**

bis zur Realisierung.“ Die

↘ 327 

zahlreichen langfristigen

Partnerschaften des Büros

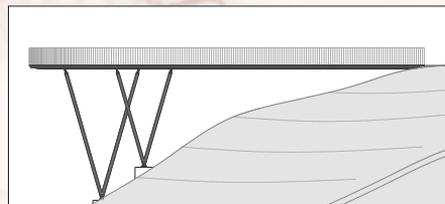
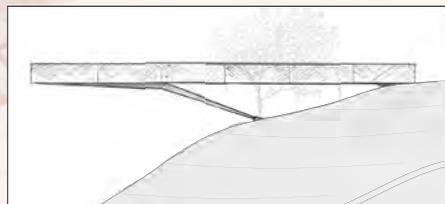
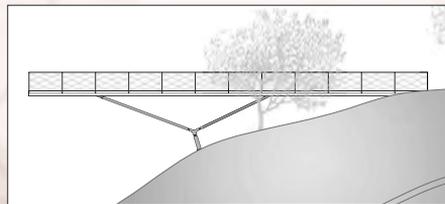
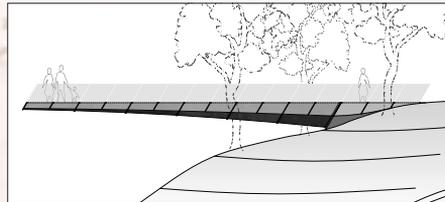
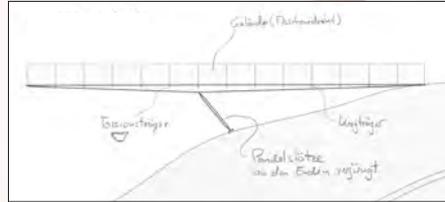
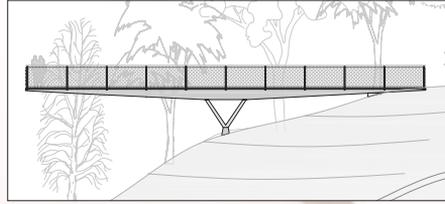
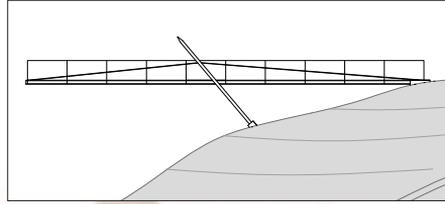
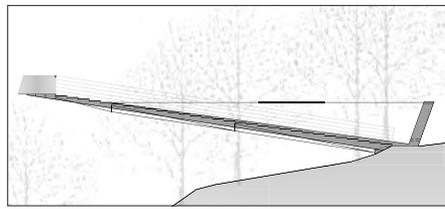
sind die beste Referenz dieser Stärke, die im komplexen Vorgehen eines Tragwerkentwurfs zum Ausdruck kommen können. Tragwerksentwürfe bedingen oft eine Gratwanderung zwischen sinnvollem statischen System, optimierter Wirtschaftlichkeit, rationaler Funktionalität sowie dem Anspruch an Innovation und Ästhetik. Dieser Prozess glückt, wenn die Entwerfenden sensibilisiert auf alle diese Anforderungen reagieren.

In Mike Schlaichs Aussage **„Wir lassen nicht locker, bis die beste Lösung gefunden ist“**, ist dieser innere Antrieb exemplarisch zu erkennen. Für Sven Pliening ist wiederum das fertige Bauwerk der Ansporn, durchzuhalten: **„Denn es gibt natürlich Projekte, die es nicht über die Wettbewerbsplanung hinaus schaffen. Aber ich sehe die Dinge, die wir uns ausgedacht haben, gern stehen. So komplex sie auch immer wieder sind.“** Andreas Keil fügt hinzu, dass man das grundsätzliche Verständnis für dieses planerische Vorgehen entwickeln muss: **„Es ist aufwendig. Denn damit etwas unangestrengt wirkt, braucht es zunächst eine gewisse Anstrengung.“**

Dabei scheint es intern manchmal nicht so einfach zu sein, Projekte möglichst stringently abzuwickeln. Und ich glaube der Aussage von Knut Stockhusen: **„Wir driften durchaus manchmal intern ab; nehmen kreative Umwege. Aber diese haben uns noch nie geschadet. Im Gegenteil: Wir finden überall interessante Ansätze, die – wenn auch nicht zwingend in diesem, dann vielleicht in einem anderen Projekt – passen können.“**

Den Elan für den Entwurfsprozess und damit auch der Stellenwert des reflektierten Formfindungsprozesses verdeutlicht ein bürointerner Wettbewerb: Für den Geburtsort von Jörg Schlaich sollte im Rahmen der 2019 stattfindenden Remstal Gartenschau ein **Steg auf dem Aussichtspunkt „Sieben Linden“** entstehen. An diesem anonymen Wettbewerb bestand im Büro ein reges Interesse. 34 Mitarbeitende setzten sich, unabhängig von ihren laufenden Projekten und in ihrer Freizeit, mit der gestellten Aufgabe auseinander. Eine Jury, bestehend aus internen und externen Mitgliedern, kürte nach einer eingehenden Prüfung das Siegerprojekt. Andreas Keil bringt es auf den Punkt: **„Jede Aufgabe betrachten wir individuell und finden für die spezifischen Anforderungen das technisch und ästhetisch passende Ergebnis. Daraus entsteht Vielfalt. In jeder vermeintlich noch so einschränkenden Aufgabenstellung steckt ein enormes Ausgestaltungspotenzial.“**

„Kreativ aus dem Kontext heraus Tragwerke und Bauwerke entwerfen und konstruieren und damit einen wertvollen Beitrag zur Baukultur leisten“, das ist der Leitsatz des Büros. Mit ihm als theoretische Grundlage sollen besondere Lösungen entwickelt werden. Hierzu schöpft sbp sowohl aus einem langjährigen Erfahrungsschatz als auch aus innovativen Technologien.



Genauso individuell unterschiedlich wie die sbp-Projekte sind, so signifikant und verschieden ist auch der Wesenszug der Partner. Trotz ganz eigener Charaktere und unterschiedlicher Schwerpunkte tragen sie dasselbe Herzblut in sich. Sie sind neugierig, wissbegierig, empathisch und dynamisch. Sie verschließen sich vor keiner Kultur –

↳ 45 

weder vor einer regionalen oder *internationalen Sozio-*
kultur noch vor einer spezi-

fischen Planungs- oder Baukultur. Diesem Charakteristikum liegt die Leistungsfähigkeit von sbp zugrunde. Knut Göppert fasst es so zusammen: „**Der Kern unserer kreativen Arbeit liegt darin, dass wir gelernt haben, uns etwas zu trauen. Und dieses neugierige, sich trauen' auch weitergeben möchten.**“ Und Sven Plieninger fügt hinzu: „**Nicht zuletzt tragen wir dank der zahlreichen und erfolgreichen Aktivitäten auch im Ausland entscheidend dazu bei, den guten Ruf des deutschen Ingenieurwesens zu festigen.**“

Es ist der gemeinsame Stolz auf die Projekte, der das gesamte Team bewegt, vorwärts-treibt und den sbp durchaus auch zelebriert. Jeder Mitarbeiter erhält einen Vertrauensvorschuss der Partner und identifiziert sich dadurch viel stärker mit seinem Projekt. Für die junge Ingenieurin oder den jungen Ingenieur bietet sich dadurch eine einmalige Möglichkeit, Erfahrungen zu sammeln und – unter leitender Hand – ihre Projekte eigenständig umzusetzen. Dieser Prozess ist durchaus auch von Leiden durchzogen – was nicht überrascht, wenn Leidenschaft mitschwingt. Die Passion birgt das Potenzial. Und aus diesem entsteht wiederum Enthusiasmus für noch weitere Umsetzungen. Wie es das statische Gleichgewicht bildhaft aufzeigt: Actio ist gleich reactio. Aus der Aktion ergibt sich eine Reaktion.

Es bleibt letztendlich bei der anfangs erwähnten Ausgewogenheit: schlaich bergermann partner steht für ein Gleichgewicht der Kräfte. Ein Gleichgewicht, in dem sich das kreative und das sorgfältige Konstruieren die Waage halten. In dem die Leidenschaft und die Pflicht einander ergänzen. Daraus entsteht letztlich die Schaffenskraft von sbp, die seit Jahrzehnten regional und weltweit gleichbleibend Bestand hat.

Ich bin beeindruckt und ziehe meinen Hut vor der Gelassenheit, der Geduld und der Ruhe aller Partner. Denn ohne Zweifel liefen während meiner Interviews und Besuche alle Baustellen überall auf der Welt auf Hochtouren. Diese Ausstrahlung zeigt mir, wie vertrauensvoll sie die Verantwortung auf verschiedene Schultern verteilen. Das entlastet und ermöglicht jedem Einzelnen, sich mit seinen Fähigkeiten einzubringen. Das ist schlau und weitsichtig. Und verdient allen Respekt.



Hochbau

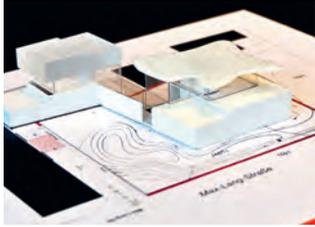
Kulturbauten

Glas

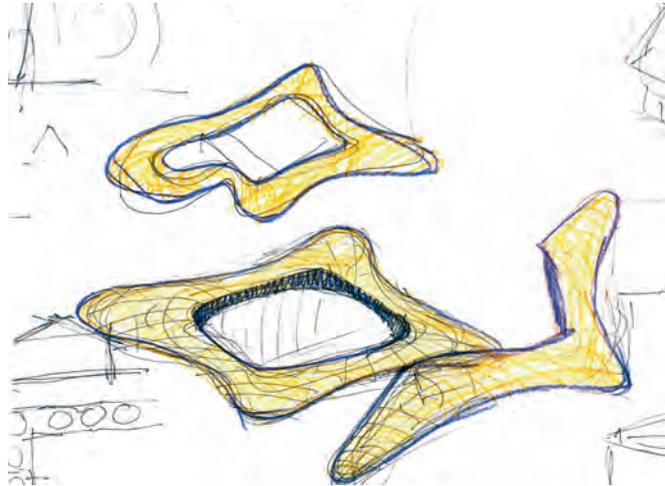
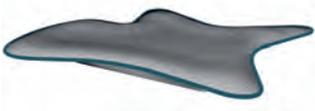


Es ist die Leistung der Architekten, unser Wissen und unsere Erfahrung zu nutzen. Vielen Architekten würde ich gerne sagen: „Scheut die Diskussion mit uns nicht. Wir bieten einen Mehrwert.“ Sven Plieninger

Die bestehenden Wertvorstellungen unserer Gründer zu leben und in jedem Projekt durchzusetzen, bedeutet häufig ein fast bedingungsloses, ja nahezu idealistisches Wirken. Unsere Wertvorstellung, die sich auf die Wichtigkeit der Baukunst auch für Bauingenieure bezieht, ist verinnerlicht und wird an alle Neuen weitergegeben und gelebt.

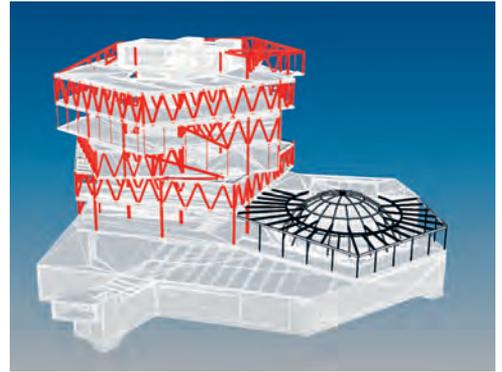


Mit unserer Ingenieursleistung möchten wir einen Beitrag liefern, welcher der Kultur – genauer der Baukultur – dienlich ist. Dabei schlägt sich der kreative und inspirierende Austausch zwischen Architektur und Tragwerk wie selbstverständlich in den Projekten nieder, wie beispielsweise das **Schaulager der Stiftung Froehlich** zeigt. Dem Entwurf „Froehlich“ ging eine Zusammenarbeit mit der Architektin Gabriele Glöckler an dem Projekt für die Deutsche Nationalbibliothek in Leipzig voraus. Die Zusammenarbeit erfolgt



auf Augenhöhe; man spielt sich gegenseitig die Bälle zu. Die jeweils unabhängige, fachliche Sichtweise führt zu einem kreativen Ganzen, das mehr ist als die einzelnen Beiträge der zwei Disziplinen für sich. Dabei verknüpfen sich architektonische und statische Aspekte miteinander – konzeptionell und konstruktiv.

Von der ersten Idee einer schwebenden Wolke über dem Gebäude auf ein Tragwerk in Monocoque-Bauweise zu schließen, bedingt eine abstrahierende Denkweise, mit der das wirkliche Tragverhalten auf ein einfaches Tragkonzept heruntergebrochen wird. Das Komplexe wird auf ein einfaches, übersichtliches und letztlich berechenbares statisches System reduziert. Der Kraftfluss soll dabei verständlich werden. Es steckt keine immergleiche sture Systematik



hinter diesem Vorgehen. Vielmehr ist dieser Prozess von komplexen, manchmal widersprechenden Randbedingungen und von Erfahrung gesteuert. Man nähert sich iterativ der Lösung an, lässt sich aber intuitiv leiten.

Am Ufer des Alt-Neckars in Heilbronn entstand bis 2019 der Erweiterungsbau der **Experimenta**. Das Science Center vermittelt durch ein innovatives, interaktives Ausstellungskonzept die Wissenswelt von Technik und Naturwissenschaft für alle Altersstufen. Der solitäre Ergänzungsbau stammt aus der Zusammenarbeit mit den Architekten Sauerbruch Hutton und Drees & Sommer (General Construction Management). Er ergänzt das bestehende Gebäude, das aus einem historischen Speicher mit einem Anbau von 2009 besteht. Zu den 7500m² Ausstellungsflächen kommen 13500m² hinzu.

Das geometrisch höchst anspruchsvolle Gebäude besteht aus fünf Geschossen, die einen pentagonalen Grundriss aufweisen. Die einzelnen Geschosse sind zueinander verdreht angeordnet. Hier befindet sich die Ausstellungsfläche, die „Themenwelten“. Sie sind über die als Raum-Spirale bezeichneten Erschließungs- und Erholungsflächen in einem Rundgang verbunden. Auf der gemeinsamen Grundrissfläche der Stockwerke steht der knapp 7m breite und 22,5m lange

Von Beginn an wurde das Tragwerk aufgrund seiner geometrischen Komplexität in einem 3-D-Modell entwickelt, parametrisch modelliert, berechnet, materialisiert, optimiert und ausgetauscht. Später wurde dieses in eine BIM-Planung integriert und für den Herstellungsprozess wiederum dreidimensional aufbereitet.



Stahlbetonkern, der den in Stahlverbundbauweise erstellten Körper aussteift. Ein Atrium zieht sich vom weiträumigen Foyer über alle Geschosse. Darin fügt sich die im Grundriss siebeneckige Stahlkonstruktion der „Studios“ ein. Dort wird allen Besuchern die Gelegenheit gegeben, das in der Ausstellung Erfahrene in eine konkrete Anwendung umzusetzen. Über kurze Stahlbrücken schließen diese Räume geschossweise an die Ausstellungsflächen an. Die spiralförmig ansteigenden Ausstellungsflächen – Holort-Verbunddecken – der vier Themenwelten aus Naturwissenschaft und Technik werden an ihren Rändern von raumhohen Strebenfachwerken aus Stahl getragen.

Die im Bereich der Erschließung transparente Fassade aus Glas inszeniert – als Gegenstück zu den teilweise mikroskopisch kleinen Exponaten – Ausblicke in die umliegende Stadtlandschaft. Im Bereich der Ausstellung ist die Fassade opak, die triangularisierte Fassade macht das dahinterliegende Tragwerk dennoch von außen erfahrbar. So bleibt die interdisziplinäre Arbeit, aus der dieses Bauwerk entstanden ist, als wertvoller Ausdruck der architektonischen Gestaltung erhalten und spiegelt den Dialog zwischen Technik und Gesellschaft wider, für den gleichermaßen die Experimenta steht.

Ebenso unangestrengt sollen unsere Projekte wirken – umgesetzt oder (noch) nicht – und so im besten Fall die Zeit und momentane Trends überdauern. Insbesondere gilt dies für Kulturbauten, denn sie übernehmen quasi „im Rampenlicht stehend“ eine Vorbildfunktion im Bauwesen – sowohl bezüglich der Architektur als auch in der Ingenieurbaukunst. Kulturbauten sollen identitätsstiftend und ortprägend sein und im Idealfall der Gesellschaft als Spiegel ihrer kulturellen Wertvorstellungen dienen. Dies glückt nicht zuletzt über eine qualitativ hochwertige Architektur und über ein effizientes, gestaltetes und robustes Tragwerk, das die Architektur versinnbildlicht und effektiv unterstützt. Am besten gelingen solche Projekte daher zumeist, wenn ein echter Dialog zwischen allen Beteiligten entsteht.

Ein solcher fruchtbarer Dialog fand beispielsweise gemeinsam mit BIG (Bjarke Ingels Group, New York) statt. Hier ging es um einen Wettbewerb für den Stammsitz des Getränkeherstellers **Sanpellegrino**. Dessen „Flagship Factory“-Projekt besteht sowohl aus Neubauten, der Sanierung von Bestandsbauten und einer Straßenbrücke. Der Entwurf orientierte sich an der Marke und setzte „Reinheit, Transparenz und Natürlichkeit“ in Architektur um. Die architektonisch einfache und klare Tragwerkssprache der Bogen in einheitlich



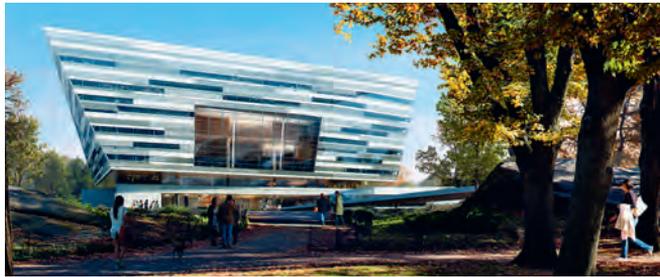
durchgängiger Betonbauweise konnte die Jury überzeugen und spiegelt exemplarisch die gelungene Zusammenarbeit zwischen Architekt und Bauingenieur wider.

Mit einem kreativen Kunstgriff überzeugt das Konzept für die **Art Mill** in Doha. Den vierstufigen Wettbewerb haben wir gemeinsam mit ELEMENTAL, Transsolar und Stantec gewonnen. Wichtige Aspekte für die geplante Kunstgalerie waren zum einen die Integration der bestehenden Getreidesilos in den Entwurfsansatz und zum anderen die möglichst natürliche, ressourcenschonende Klimatisierung der Räume. Die Galerie soll, nahe dem Hafen von Doha, auf dem Gelände einer ehemaligen Getreidemühle entstehen. Die markanten Zylinderformen der Silos prägen den Ort und sollten als industrielles Erbe erhalten bleiben. Der Entwurf des chilenischen Architekturbüros ELEMENTAL, des Pritzker-Preisträgers Alejandro Aravena, sieht vor, die strenge Geometrie der gereihten Silos „aufzubrechen“. Dies geschieht durch



ergänzte „Silos“ und die Verbindung der bestehenden Getreidesilos durch große Ein-/Ausschnitte der Wände. So kann die Luft durch das Gebäude zirkulieren und gleichzeitig eine Umnutzung zur Kunstgalerie stattfinden. Die entstehenden Innenräume verbinden Alt und Neu ideal und lassen, trotz der immensen Größe, ein gebautes Kunstwerk entstehen, das alle Anforderungen optimal vereint.

Das sichtbare Tragwerk – am eindrucklichsten in seiner Reinform – bringt zuweilen erst die Komplexität der Ingenieurleistung zum Ausdruck. Die **Shanghai Library** ist dafür ein eindrucksvolles Beispiel. Im Erdbebengebiet verortet, steht das markante Gebäude von Schmidt Hammer Lassen Architects für eine klassische und effizient gelöste Aufgabe.



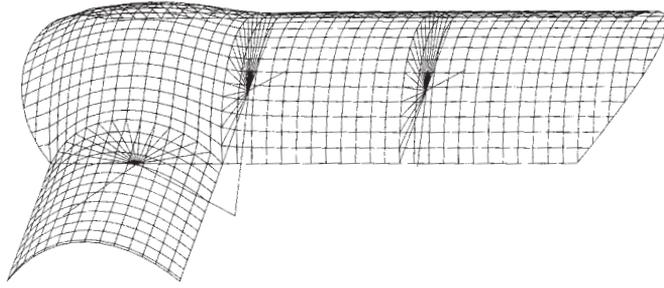
Ganz anders, aber ebenso geprägt vom Tragwerk, ist das **Besucher- und Informationszentrum am Ruhestein** für den Nationalpark im Schwarzwald. Der gemeinsame Entwurf mit Sturm + Wartzeck, EWT Ingenieure und [f]landschaftsarchitektur ging 2015 als Gewinner aus einem internationalen und interdisziplinären Planungswettbewerb hervor. Der Bauplatz für das Zentrum liegt auf über 900 m ü. NN. inmitten bewaldeter Hänge. Der Entwurf greift das Bild von übereinandergestapelten Totholzstämmen auf. Diese wurden architektonisch als Gebäudekomplex umgesetzt, der aus mehreren riegelförmigen Baukörpern bestehen soll. Die bis zu 65 m langen Riegel bieten 3000 m² Ausstellungsfläche Platz. Auch die Fassade aus Holzschindeln orientiert sich an der umgebenden Natur des Schwarzwalds. Trotz seiner beachtlichen Größe fügt sich der Komplex mit diesem extremen architektonischen Konzept harmonisch in die umgebende Natur ein. Ein Highlight des Besucherzentrums wird der offene, frei bewitterte Skywalk sein, der auf Höhe der Baumkronen, 35 m über dem Boden, als langgezogener Steg zu einer Aussichtsplattform führt.

Die Gebäuderiegel kreuzen sich und sind teilweise leicht bis zu 3,5% geneigt. Einzelne Riegel sind punktuell gestützt; andere sind exzentrisch angeschlossen oder kragen aus.

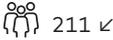
Ihr Haupttragwerk besteht aus einem Buchenholzfachwerk, das als Laubholz eine wesentlich höhere Tragfähigkeit als Nadelholz hat. Zwischen den Fachwerken – den Riegelwänden – werden die Holzdach- und Bodenelemente eingehängt. Die Tragkonstruktion aus Fachwerkwand und -decke funktioniert statisch als liegende oder stehende (Turm), punktuell gelagerte Box. Zusätzlich wurden einige der Riegel vollflächig als wandartige Träger aus Brettspertholz ausgeführt. In den Fachwerkknoten werden die Gurte und die V-Streben mit Schlitzblechen und Stabdübeln mehrschnittig verbunden. Nur erdberührende, biegebeanspruchte oder hochbeanspruchte Bauteile sind betoniert. Wo notwendig, ersetzt Stahl Holz. So werden beispielsweise Teile der Riegelwände von einem hybriden Holz-Stahlfachwerk getragen. Durch die Holzbauweise mit nachgiebigen Verbindungen ist das im Passivhausstandard geplante Zentrum wenig anfällig gegenüber Erdbebeneinwirkungen und wird durch die Materialwahl dem naturverbundenen Konzept gerecht.



Unsere „Kunst“ liegt darin, einen architektonischen Entwurf im frühen Stadium zu stützen, um im besten Fall im Einklang damit die Chancen für ein gutes Tragwerk entstehen zu lassen. Andreas Keil



Mehrwert erreichen



211 ↙

Die Motivation für den Bau von Glaskonstruktionen ist nahe-
liegend: die hohe Transparenz bei großer Leichtigkeit, der
klimatische Schutz bei gleichzeitiger Durchsicht, die Verbind-
ung von Innen- und Außenraum, die dank der erzeugten
Klimahülle verlängerten warmen Jahreszeiten. Als Sinnbild
für diese Intentionen steht seit 1989 das gemeinsam mit
gmp - Architekten von Gerkan, Marg und Partner entwickelte
**Glasdach über dem Innenhof des Museums für hambur-
gische Geschichte**. Eine filigrane und leichte Gitterschale
überspannt den L-förmigen Museumshof. Gestalterisch
hochwertig und elegant, ist die Dachkonstruktion zugleich
eine bahnbrechende Innovation, die damals international
beachtet und seither oft referenziert und weitergedacht
wurde. Ohne die Überdachung wäre der Wandel vom Außen-
zum Innenraum nicht möglich gewesen. Denn eine Glaskon-
struktion herkömmlicher Art mit hierarchisch gegliederten
und geometrisch regelmäßig angeordneten Bogen und
Pfeilen erwies sich als nicht realisierbar – architektonisch
aufgrund der unregelmäßig rhythmisierten Bestandsfassa-
de unpassend und statisch unmöglich, weil der historische
Bau punktförmige Mehrlasten nicht aufzunehmen ver-
mochte. Wie ein Salatsieb stülpt sich die umgesetzte Glas-
Gitterschale – indem auskreuzende und vorgespannte Seile
die stählernen Maschen aussteifen – „leicht“ mit verteilter
Last über den Bestand.

Der Entwurf, die Bemessung und die Dimensionierung
transparenter Schalen sind komplex. Glaskonstruktionen
erfordern umfassendes Fachwissen bezüglich Material,
Tragverhalten und Kenntnisse im Bereich der Geometrie
inklusive der hierfür benötigten Berechnungssoftware.
Die größtmögliche Transparenz und Filigranität erreichen
wir Ingenieure erst, wenn wir die Tragkonstruktion statisch
und geometrisch ganzheitlich und integral optimieren.



Die Dachgeometrie entstand aus der Verschiebung eines Querbogens entlang eines senkrechten Bogens (Streck-Trans-Fläche). Dabei sind die Öffnungen zwischen den Dachrandträgern und der Trauflinie der beiden Flügelbauten mit geneigten, aber ebenen Glasflächen geschlossen. Diese Modellierung ermöglicht es, das Dach mit transparentem Glas aus einfachen ebenen und viereckigen Verbundsicherheitsglasscheiben einzudecken.

Aufbauend auf den eigenen Vorbildern entstehen neue Glasdächer wie beispielsweise die Überdachung von Sauerbruch Hutton über dem öffentlichen Vorplatz der **Hauptverwaltung von Ernst & Young** in Luxemburg. Hier zeigt sich die seilversteifte Gitterschale in einer extrem flachen Ausführung. Der 20m hohe und 36m tiefe Raum ist im Grundriss trapezförmig und weist großzügige Spannweiten auf – 17m auf der kurzen Seite am Haupteingang und 42m auf der offenen Seite zur Straße. Zu diesen Rahmenbedingungen des Grundrisses kamen Einschränkungen in den Höhen hinzu: Das Dach durfte ab Oberkante des letzten Geschosses maximal 3,8m hoch sein, und die horizontale Traufe an der repräsentativen Vorderkante sollte die horizontale Trauflinie der angrenzenden Flügelbauten aufnehmen und mit ihnen eine feine, gerade Linie bilden. Die eingeschränkte Höhe bedingte einen sehr geringen Stich, also eine geringe statische Höhe der Kuppel. In der ersten Entwurfsphase untersuchten wir Gitterschalen, Membranstrukturen,

↳ 249 

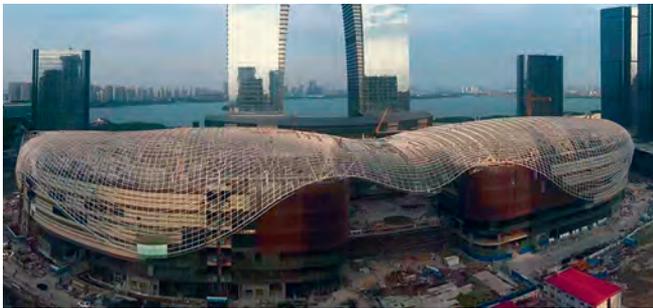
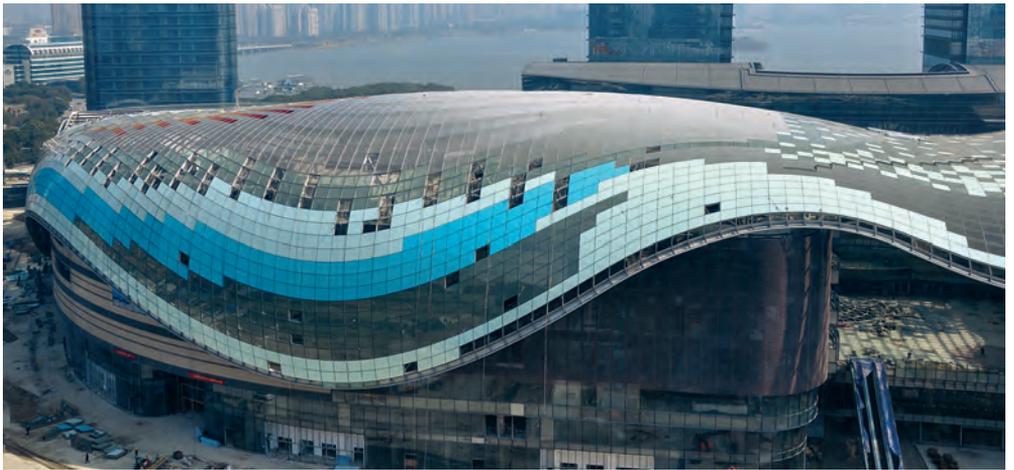


seilunterstützte Gitter in wiederum zahlreichen Variationen hinsichtlich Ausrichtung und Anordnung. Die umgesetzte flache Gitterschale erwies sich als die gestalterisch passendste Lösung, die transparent und wirtschaftlich ist und bei den gegebenen Rahmenbedingungen statisch effizient umsetzbar war. Sie besteht aus einer zweiachsig gewölbten Stabgitterkonstruktion mit einer Maschenweite von 1,7m x 0,8 bis 1,7m. Wie ein Tuch spannt sie sich aus Standardhohlprofilen mit einheitlichen Abmessungen von 140 x 80 mm und beanspruchungsabhängigen Wandstärken zwischen 8 und 14,2 mm zwischen den vier Trapezecken. Da das Verhältnis zwischen Bogenhöhe und Spannweite nur 1/15 beträgt – in der Regel strebt man ein Verhältnis von 1/5 bis maximal 1/10 an –, müssen zusätzliche Tragelemente angeordnet werden, die Stabilitätsprobleme, wie das Knicken oder Beulen der Konstruktion, vermeiden. In Querrichtung des Dachs ist deshalb jede zweite Achse mit Seilen unterspannt. Die verwendeten Spiralseile sind so vorgespannt, dass keine horizontale Verformung der Auflagepunkte infolge des Eigengewichts auftritt. Zwischen der Dachebene und der Seilunterspannung sind vertikale Luftstützen angeordnet. Diese Pendelstützen aktivieren bei unsymmetrischen Lasten die Seilunterspannung, stabilisieren diese und ermöglichen so die besonders niedrige Stichhöhe der kuppelartigen Überdachung. Die Pfosten und Seile mit ihren geringen Durchmessern sind kaum wahrnehmbar. Aus der Verknüpfung der ausgeklügelten Geometrie mit dem effizienten Tragverhalten entstand eine ästhetische und filigrane Dachkonstruktion.

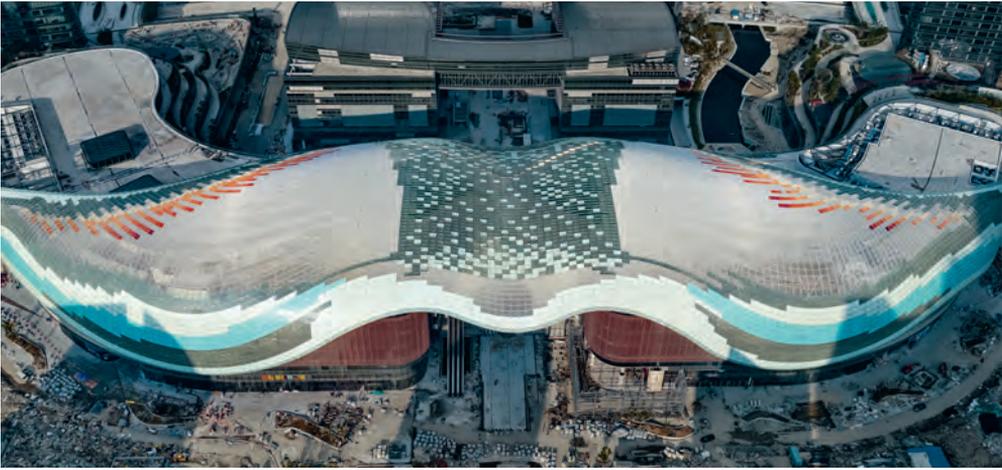
Unsere Projekte zeigen immer wieder aufs Neue, wie leistungsfähig Glas-Stahlstrukturen sein können und welche Form- und Anwendungsvielfalt im Glasbau steckt. Sven Plieninger

Ebenso aus diesen Vorbildern wurde das freigeformte, skulpturale Glasdach der **Jinji Lake Mall** im chinesischen Suzhou von 2017 weiterentwickelt. Das Projekt, das wir gemeinsam mit Benoy Architects geplant haben, vereint verschiedene statische Systeme zu einem Ganzen und steht damit symbolisch für den vereinten Erfahrungsschatz unseres Büros, den wir mit jedem Projekt weiter ausbauen.

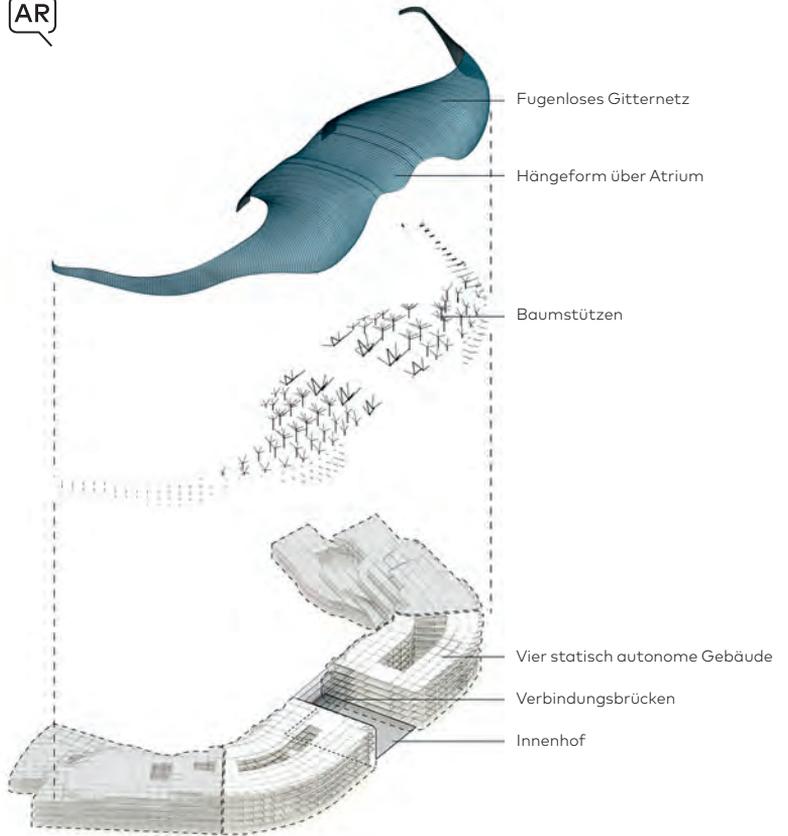
Das Glasdach überspannt das Shopping- und Freizeitzentrum im neuen Distrikt „Jinji Lake“. Es verbindet vier sieben-geschossige Gebäude des Komplexes identitätsstiftend miteinander und schützt den Innenhof vor der Witterung.



Die Form soll an die Schwingen eines „Phoenix“ erinnern. Eine Beleuchtung inszeniert das Dach auch nachts, sodass die Mall zusammen mit dem dahinterstehenden Hochhaus „Gate of the Orient“ Anziehungspunkt für viele Besucher ist. Das Zentrum steht in einem Gebiet, in dem starke Erdbeben möglich sind, die in die Berechnung einbezogen werden mussten. Die vier zum gesamten Bauwerk zusammengeführten Gebäude sind statisch entkoppelt voneinander errichtet. Das Glasdach – als verbindendes Element – musste daher so auf diesen gelagert werden, dass die anfallenden Lasten auf die einzelnen Gebäude verteilt werden und dennoch die im Erdbebenfall völlig unabhängig agierenden Bauteile keine Zwangskräfte auf das Dach abgeben. Das uniforme Aussehen der Schwingen sollte keinesfalls durch Erdbebenfugen gestört werden. Die gewählte Leichtbaukonstruktion baut auf dem Prinzip der Netzschaale auf. Im Bereich des großen Hofes wird sie zum Hängedach. Es überbrückt die großen Spannweiten des Hofes von bis zu 60 m effizienter, was Biegemomente verringert und die kleinen Stabquerschnitte durchgängig über das gesamte Dach ermöglicht.



AR



Die baumartigen Stützen im Abstand von 15 bis 25m reduzieren die Spannweiten der 35000 m² großen Überdachung – eines der weltweit größten freigeformten Glasdächer. Mit ihrer Verästelung tragen sie das Dach auf filigrane Art und verkürzen die Spannweiten auf effiziente Weise.

Fugenlos über die 600m Länge ausgebildet, nimmt das Dach große Dehnungen und Relativverschiebungen der seismisch unabhängig agierten Gebäude auf. Statt des häufig verwendeten Dreiecknetzes bzw. der ausgesteiften Viereckmaschen generierten wir ein flexibles Vierecknetz ohne diagonale Versteifung, weil es in der Lage ist, die Innenwinkel der Maschen zu verändern und so Verformungen und Verzerrungen aufnehmen kann. Zudem ist die Netzschale ohne Diagonalstäbe transparenter, die Anzahl der Stäbe und Scheiben reduziert sich, und die Knotenpunkte vereinfachen sich ebenfalls deutlich.

Üblicherweise lassen sich Freiformstrukturen nur schwierig in viele baugleiche Bereiche einteilen. Diese bieten jedoch sowohl eine vereinfachte Herstellung als auch vereinfachte Baustellenabläufe, was ökonomisch vorteilhaft ist. Um die Maschenöffnungen der Netzschale dennoch möglichst zu vereinheitlichen und damit die Anzahl der Glasscheibentypen zu reduzieren, sollte für dieses Projekt die Oberflächengeometrie unter strikten Randbedingungen bezüglich Stablängen, räumlicher Verwindung der Glasflächen und der Gleichheit der Innenwinkel rationalisiert werden. Dies geschah mit Subdivision surface modelling – ein komplexer, aber vereinheitlichter digitaler Arbeitsablauf und automatisierter Prozess, mit dem die riesige geometrische Form entwickelt und für die statische Analyse und Optimierung vorbereitet wurde. Die zahlreichen statischen und geometrischen Parameter und deren Variation in unterschiedlichen Dachabschnitten konnten wir so in einem gemeinsamen digitalen und iterativen Arbeitsablauf behandeln.

Der rationale digitale Prozess war insbesondere wichtig für die zwischen den Glaspaneelen auszubildenden Fugen. Da sich die Innenwinkel der Maschen unter Last verändern, müssen die Fugen diese Verformungen aufnehmen können und entsprechend dimensioniert sein, um einem möglichen Kontakt zweier Glasflächen vorzubeugen. Die Fugenbreite – als „Puffer“ verschiedener Scheibenabmessungen – war daher die bestimmende Randbedingung für die Gruppierung der Glaspaneelle. Unter Einbezug dieser Fugentoleranzen ließ sich die Anzahl einzigartiger Scheiben signifikant reduzieren. Letztlich verkleinerte diese statische und geometrische Optimierung die verteilte Stahlmasse der Dachkonstruktion auf 60kg/m².







