

Das Bestimmte und das Unbestimmte

Die Dachstühle und Brücken der Baumeisterfamilie Grubenmann gehören zum Kanon der Ingenieurbauten der Schweiz. Sie wurden im Barock erstellt, und die Erbauer dieser Holzbauten konnten noch nicht auf die präzisen Berechnungsmodelle zurückgreifen, die erst seit dem 19. Jahrhundert bekannt sind. Was ihnen beim Entwurf ihrer Konstruktionen half, sind Erfahrung und Geometrie. Im Umkehrschluss geben diese mehrfach unbestimmten Tragwerke ihre Geheimnisse erst in der genauen und kenntnisreichen Analyse ihrer Gestalt preis. Ueli Vogt, Architekt und Kurator des Grubenmann-Museums im Zeughaus Teufen, geht in seinem Essay diesem Verhältnis von Präzision und Intuition nach – und kommt über die Bauwerke der Grubenmanns zu den fundamentalen Unterschieden zwischen Mensch und Maschine. Ein Versuch zu Schönheit und Geometrie anhand der Werke der Baumeisterfamilie Grubenmann.

von **Ueli Vogt** (Text) und **Martin Linsi** (Fotos)

Was macht Konstruktionen schön? Müssen diese schön sein? Schönheit und Architektur sind eine schwierige Paarung – bei der Paarung von Schönheit und Konstruktion wird es nochmals schwieriger. Dem Begriff der Schönheit ist in der Architektur nur mit viel Behutsamkeit näher zu kommen, obwohl sie schon im „alten Testament“ der Architekturtheorie, bei Vitruv (1. Jh. v. Chr.) als eine der drei Hauptanforderungen an die Architektur genannt wurde: Neben der Festigkeit (Firmitas), der Nützlichkeit (Utilitas) eben als drittes auch die Schönheit (Venustas).

Dem rein ästhetischen Zugang zur Architektur wird oft vorgeworfen, die Bauwerke ausschliesslich auf ihre Oberfläche und Form zu reduzieren – was in Zeiten von BIM und der atomisierten Zuständigkeit von Fachplanern beim Bauen eine ganz neue Brisanz erhalten hat. Die Architektinnen und Architekten drohen als „Fachplaner Gestaltung“ in der Bedeutungslosigkeit zu versinken, und bei diesem Thema verliert man sich schnell im Dickicht der philosophischen Diskussionen und Ästhetikdefinitionen. Es gibt auch

Bemühungen, der Schönheit mit Berechnung beizukommen: Dabei wird das Verhältnis von Komplexität und Ordnung als Berechnungsfaktor beigezogen. Wenn man dann noch die Konstruktion als Kriterium in diese Frage einbezieht, wird es endgültig kaum mehr überschaubar. An dieser Stelle zeigt sich die Schönheit als Ableitung von geometrischen Qualitäten des Tragwerks: In ihr überschneiden und vereinen sich die funktionalen und ästhetischen Eigenschaften eines Gebäudes.

Manchmal sind die Baukonstruktionen klar ablesbar, etwa bei Brücken oder bei Riegelbauten. Von blossen Augen zeigen sich die Verläufe der Kräfte, analog zur Betrachtung von Flussläufen und Blattstrukturen treten die Verästelungen und Verzweigungen hervor. Die konstruktive Raffinesse zeichnet sich in einer Klarheit dieser Gestalt ab, die Sparsamkeit gilt mehrheitlich als Gradmesser für die Eleganz des Entwurfs. Mit einem Minimum an Material soll das Tragwerk ein Maximum an Effizienz erreichen.

Im Innern von wenig oder unverbauten Dachstühlen lassen sich

Konstruktionen gut betrachten. Dabei kommt oft das Gefühl auf, dass man etwas ganz Genauem und Durchdachtem gegenübersteht. Die Rahmenbedingungen der Konstruktion finden eine Entsprechung in einer klaren, ablesbaren Form. Oft prägen Wiederholungen und Rhythmen solche Konstrukte. Sie bestätigen die Erwartungshaltung und flössen dadurch Vertrauen ein. Oft verbirgt sich jedoch die Konstruktion hinter einer Verkleidung. Sie trägt dann lediglich eine Hülle oder nur ein Abbild des Skeletts, das sich im Gebäude verbirgt.

Wie kommt eine Konstruktion zu ihrer Form?

Die meisten heute noch gültigen Rechnungsmodelle gehen auf die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück. So erschien beispielsweise 1866 das Hauptwerk von Carl Culmann „Die graphische Statik“. Dank diesen Berechnungen wurde es möglich, Kräfte und Belastungen zu kalkulieren, die in einem Tragwerk auftreten. Die Methode beruhte darauf, anfallende Spannungen als Schema aufzuzeichnen. Dadurch wurde es mög-

Kirche Wädenswil, 1764-1767, Hans Ulrich Grubenmann. Im Hintergrund ist die Eckverstärkung zu sehen, welche mutmasslich erst einige Jahre nach der Fertigstellung eingebaut wurde.



Kirche Ebnat,
1762, Hans
Ulrich Gruben-
mann

PODIUMSDISKUSSION, 17. 11. 2019 ZEUGHAUS TEUFEN

Die vorliegende Ausgabe von Modulør ist der Bedeutung der Geometrie gewidmet. Ein Gebiet, das sich in seiner fundamentalen Bedeutung für den Raum und die Architektur kaum in einer angemessenen Breite und der nötigen Tiefe erörtern lässt.

Wir laden unsere Leserschaft deshalb ein, dieses Thema in einer Podiumsdiskussion zu vertiefen: Ausgehend vom Dachstock der Kirche in Ebnat, eines Bauwerks der Grubenmanns, deren Vorgehensweise oft auf empirischem Wissen im Umgang mit Holzkonstruktionen beruht, untersuchen wir die Abwandlungen der Geometrie als Denksystem im Entwurf, als Konstruktion vor Ort – das Zeughaus in Teufen ist ebenfalls ein Bauwerk der Grubenmanns, als Bild des Fotografen Martin Linsi und als Teppich, den der Teppichspezialist Tisca bei seiner Tochterfirma im Burgund von Hand tuften liess (vgl. Text auf der gegenüberliegenden Seite).

Damit umspannt die Diskussion die Geometrie als abstraktes Konzept, in ihrer zwei- und dreidimensionalen Erscheinung im Bild und im Raum sowie als Objekt, das wiederum einen Dialog mit dem umgebenden Raum aufnimmt.

Es diskutieren:

Martin Linsi, Fotograf

Gabrielle Obrist, Kunsthistorikerin und Kuratorin

Marko Sauer, Chefredakteur Modulør

Matthias Tischhauser, Stiftungsrat Zeughaus und Geschäftsleitung Tisca

Ueli Vogt, Kurator Zeughaus

Gespräch mit anschliessendem Apéro:

Sonntag, 17. 11. 2019, 14Uhr

Zeughaus Teufen

Zeughausplatz 1

9053 Teufen

zeughauseufen.ch

lich, einfache Tragwerksysteme zu berechnen und so die Querschnitte der Bauteile zu ermitteln.

Diese Methode war sehr durchschlagend – vermutlich, weil sie für alle gleich nachzuvollziehen war und auch nachträglich rekonstruiert werden konnte. Es war also eine beweisbare Methode, an der nicht mehr zu rütteln war. Die Berechnung einer Baukonstruktion setzte sich durch und gilt seither als Standard.

Die Berechnung von Baukonstruktionen und die Folgen daraus

Mit dieser Methode lassen sich einfache Tragwerke kalkulieren, die in sich durchaus komplex zusammengesetzt sein können. Sie dürfen aber nur aus einem System bestehen. Überlagerungen von unterschiedlichen Systemen lassen sich damit nicht berechnen.

Daher vermied man lange solche überlagerten Systeme, weil diese nicht zu berechnen waren – obwohl auch solche Beispiele nachweislich über viele Jahrhunderte hinweg halten und gehalten haben.

Dabei zeigt sich ein Paradoxon im Umgang mit Tragwerken: Ein Bauwerk muss nicht berechenbar sein, sondern es muss einfach halten. Die Berechnung ist zwar ein Hilfsmittel, das zu einem optimierten Resultat führen kann, und es lässt sich damit Material und somit Geld sparen. Zudem sind die Fragen der Haftung dank der Methode geklärt: Man weiss, wer bei Schäden haftbar ist. Entweder die, die es berechnet und gezeichnet haben, oder die, die es gebaut haben – oder auch diejenigen, die es schlecht unterhalten oder auch falsch genutzt haben.

Doch die Berechnungsmethode ist erst seit dem 19. Jahrhundert bekannt. Wie wurde das zuvor gemacht? Nehmen wir als Fallbeispiel die wunderbaren Konstruktionen der Baumeisterfamilie Grubenmann aus dem appenzellischen Teufen. Im 18. Jahrhundert wirkten diese Brü-

der und Neffen in wechselnden Konstellationen zusammen und schufen so ein reichhaltiges und beeindruckendes Werk. Es entstanden sehr viele Bauwerke: grosse Bürgerhäuser, fast 40 Kirchen und rund 20 bedeutende Brücken.

Statik als Erfahrungswissen

Die Grubenmanns waren clevere Unternehmer, sie sind aber vor allem berühmt für ihre Holzingenieur-Konstruktionen. Sie haben sich einen festen Platz in der Geschichtsschreibung der Ingenieurbaukunst gesichert, und doch ist bemerkenswert, wie wenig bis anhin ihre Werke erforscht sind. Sie konnten noch nicht auf die Rechenmodelle des 19. Jahrhunderts zurückgreifen. In ihrem Falle wird nicht ohne Stolz davon gesprochen, dass diese Baumeister nicht rechnen konnten und trotzdem fantastische Bauwerke zustande brachten – was auch als Beleg für ihre Genialität gewertet wird. Dabei ist weitestgehend unklar, wie sie zu ihren Resultaten kamen, aber sie konstruierten bestimmt nicht nach den Dogmen der heute noch gültigen Berechnungs- und Denkmodelle.

So stehen wir bei ihren Werken vor sogenannten mehrfach unbestimmten Tragwerken, die sich zwar nicht berechnen liessen, jedoch immer noch stabil den Zeiten und Lasten trotzen. Möglicherweise haben die Grubenmanns sehr wohl etwas berechnet, aber wir kennen das Resultat nur in Form des Bauwerks, nicht die Formel dahinter: Ist 3 das Resultat von $1 + 2$ oder von $10 - 7$? Ihre Denk- und Vorgehensweise lässt sich nur aus dem interpretieren, was materiell vorhanden ist. Bei dieser Interpretation spielt die Geometrie ihrer Bauwerke eine Hauptrolle. Sie hilft uns, dem Konzept der Tragwerke auf die Spur zu kommen.

Am Beispiel der Kubelbrücke über die Urnäsch von Hans Ueli Grubenmann aus dem Jahr 1780 lässt sich dies gut exemplifizieren. Zum einen

ist dort ein Hängewerk zu erkennen, bestehend aus dem stabpolygonförmigen Druckbogen, den Hängesäulen und dem Streckbalken. Dieses System wird von Zugbändern aus Holz überlagert, die den Druckbogen durchdringen. Diese Stellen haben es in sich, denn der Druckbogen ist ebenso geschwächt wie die Zugbänder! Und doch: Die Brücke steht seit vielen Jahrhunderten in intensivem Gebrauch, und sie war bis vor kurzem auch starken Belastungen ausgesetzt. Das Gesamtsystem hält. Die Brücke ist ein augenfälliger Beweis dafür, dass ein Bauwerk zwar halten, aber nicht zwingend auch berechenbar sein muss.

Kräfteverlauf als geometrische Aufgabe

Dabei ist man keineswegs dem Zufall ausgeliefert: Es gibt Methoden, die auch tauglich sind, um ein Bauwerk als eine rein geometrische Aufgabe zu konstruieren. Die erste wäre die Arbeit mit dem Modell: ein absolut taugliches Mittel, um Tragwerke beurteilen zu können. Bei Bauingenieuren ist diese Methode beinahe ganz verschwunden, aber man muss sich nur die berühmten hängenden Ketten von Gaudí mit den daran angebrachten Sandsäcken vor Augen führen. Oder vielleicht etwas lokaler – aber umso faszinierender – die Kuppelbauten des in Zollikon geborenen Bauingenieurs Heinz Isler, der die Formen seiner Schalen Mitte des letzten Jahrhunderts aus hängenden Tüchern entwickelte.

Eine weitere Möglichkeit ist die Beobachtung und Analyse von bestehenden Bauwerken. Aus ihrem Verhalten lassen sich viele Schlüsse und Verbesserungen ableiten. Man kann noch einen Schritt weiter gehen: Aus meiner Sicht bieten auch die Intuition und der Bereich der „Gefühlsstatik“ Möglichkeiten, ein Tragwerk belastbar zu entwickeln.

Doch zurück zur Brücke über die Urnäsch. Durch die Vermischung der Konstruktionsprinzipien ent-

wickelten die Baumeister Grubenmann wunderbare Systeme von Überlagerungen. Aus diesem Vorgehen heraus entsteht auch bezüglich der Gestalt des Tragwerks eine einzigartige Geometrie, die das Bauwerk prägt. Dabei sind die Zusammenhänge wegen der Überlagerungen oft nicht so klar ablesbar wie bei modernen – reinen – Konstruktionen. Einer Interferenz ähnlich durchdringen sich die Systeme, die die Bauteile ordnen, und sie entfalten ihre Schönheit aus diesem Nebeneinander von Grundstrukturen.

Rahmenbedingungen von Material und Erfahrung

Die Bauwerke der Grubenmanns sind auch von handwerklichen Möglichkeiten und dem Material geprägt. Holz ist kein homogener Werkstoff. Daher lässt sich dieses auch nur mit einer Annahme des schlechtesten Falles – also der grösstmöglichen Schwäche – in die Rechnungsmodelle einbeziehen. Das Resultat ist, dass das Material oft stark überdimensioniert zum Einsatz kommt. Dazu passt die Methode der nicht berechenbaren, mehrfach unbestimmbaren Überlagerung von Systemen doch ganz gut!

Vielleicht macht gerade diese Vorgehensweise die Konstruktionen der Grubenmann-Dynastie auch heute noch reizvoll. Diese Konstruktionen enthalten Lücken, unnötige Verdoppelungen, möglicherweise auch Schwächen – von denen wird nur ungern gesprochen –, aber es gibt auch kaum Berichte von eingestürzten Grubenmann-Konstruktionen. Über die mangelnde Bildung wird auch oft gesagt: „Was wäre aus ihnen geworden, wenn sie studiert hätten?“ Zum einen wissen wir gar nicht, wie und wo sie zu ihrem nachweislich grossen Wissen gekommen sind. Vermutlich basiert auch das mehr auf Erfahrung. Und zum andern ist die Vorstellung fragwürdig, dass nur ein akademisches Studium zur Befähigung führt. Bei den Grubenmanns

lassen sich sehr viele geniale Eigenschaften beobachten. So wird z. B. Jakob Grubenmanns (1694–1758) Schmiedekunst gelobt, im besonderen das Fertigen von Turmuhren.

Die Grubenmänner waren zweifellos sehr clevere Unternehmer. Ihnen war bekannt, wenn irgendwo ein Unwetter niederging, was zu möglichen Bauaufträgen infolge weggeschwemmter Brücken führte. Oder auch waren sie auf grossen Brandplätzen anzutreffen (z. B. in Bishofszell), auch wenn sich diese in einem städtischen Gebiet befanden. Sie wurden trotz ihrer evangelischen Konfession beauftragt, katholische Kirchen zu bauen, was zu jener Zeit sehr unüblich war. Sie waren im eigentlichen und guten Sinne Dilettanten: Menschen, die von Leidenschaft geprägt handelten, sich frei fühlten und sich somit ohne Dünkel verhielten.

Nachbesserung als Tugend

Solche nicht berechneten Entscheidungen ermöglichen Bauwerke und Konstruktionen, die mehr leisten können, als bloss die an sie gestellten Bedingungen zu erfüllen. Dass bei dieser Methode vielleicht auch etwas falsch bemessen wird, liegt ebenfalls auf der Hand. Doch sollte ein Mass zu gross dimensioniert sein, hat dies primär ästhetische Konsequenzen. Bei zu geringen Dimensionen jedoch kann ein Bauwerk geschwächt werden.

Am Beispiel des Dachstuhls der evangelischen Kirche Wädenswil ist anzunehmen, dass sich die Ecken des Dachstuhls kurz nach der Eröffnung als zu schwach erwiesen. So wie sich das Tragwerk im Modell der Grubenmann-Stiftung präsentiert – und wie es gerne in der Literatur dargestellt wird –, sieht es in Realität schon lange nicht mehr aus. Verstärkungen an den Ecken stützen die gesamte Konstruktion und machen sie überlebensfähig.

Es gibt aber auch veränderte Rahmenbedingungen – zum Beispiel



SONDERSERIE NACH KONSTRUKTIONEN DER GRUBENMANNS

Im Zentrum der Podiumsdiskussion (vgl. gegenüberliegende Seite) stehen unterschiedliche Erscheinungsformen der Geometrie – unter anderem in der Umsetzung als Teppich. Das Foto, das Martin Linsi vom Ebnater Dachstuhl erstellt hat, diente als Vorlage, nach der Spezialistinnen und Spezialisten das Motiv in Handtuft umgesetzt.

Der rund 2 × 3 m grosse Teppich zeigt das Tragwerk des Dachstuhls, und er hebt die gestalterischen Qualitäten hervor, die den Holzbaukonstruktion der Grubenmanns innewohnen.

Aus weiteren Motiven der Bildreihe von Martin Linsi, die der Fotograf für die aktuelle Ausstellung im Zeughaus gemacht hat, wird eine Kleinserie an Teppichen entstehen. Als Komplettanbieter hochwertiger Textilien für Innen- und Aussenräume lässt Tisca diese Teppiche als wertvolle Einzelstücke bei seiner Tochterfirma im Burgund fertigen.

tisca.com

neue Nutzungen und angepasste Lasten –, die eine Nachbesserung unerlässlich machen. Diese Umformungen sind bei Grubenmann-Bauten jedoch einfach umzusetzen: Wenn etwas sehr intuitiv und mit ganz unterschiedlichen Parametern entwickelt wurde, kann es auch mit derselben Methode weiterentwickelt werden. Weiterentwicklung in dem Sinne, dass die Konstruktion verstärkt, aber auch an wechselnde Bedingungen angepasst werden kann. Direkte Folge dieser intuitiven Herangehensweise: die Konstruktion bleibt in ihrer Vielfalt einheitlich.

Schönheit und Leistung

Wer die Konstruktionen der Baumeisterfamilie Grubenmann sieht, steht einem wunderschönen ästhetischen Konstrukt gegenüber. So sind in der Kirche von Grub AR an Stellen, die kaum jemand je zu Gesicht bekommen wird, die Details schön gestaltet und verziert. Dieses Verzieren von unsichtbaren Stellen war in einigen Epochen weit verbreitet: Zum Beispiel waren die Besucherinnen und Besucher in gotischen Kathedralen als Beobachter ohne Bedeutung. Das Bauwerk wurde nicht für sie errichtet, sondern für jemand Allsehenden. Folglich musste also auch jede Ecke schön ausgebildet sein. Im Gegensatz dazu wurden im Barock – und mit einiger Verzögerung auch auf dem Lande – nur noch sichtbare Dinge schön gestaltet. Als Gebäude, das primär Eindruck machen sollte, ist das Unsichtbare nur noch eine Notwendigkeit, damit die schöne Hülle auch hält. Dieses lediglich auf die sichtbare Oberfläche reduzierte Denken lässt sich auch heute wieder beobachten: Mit den neuen Methoden des BIM wird das Bauen wieder zu einer Kulisse und damit vielleicht auch vermehrt wieder zu einem Machtmittel.

Bei den Baumeistern Grubenmann jedoch lässt sich die Schönheit des Bauwerks bis in die Konstruk-

tion hinein beobachten. Man könnte gar behaupten, dass ihre Werke genau dort am schönsten sind, wo man sie nicht sieht – in den dunkeln und ausserhalb der Wahrnehmung liegenden Dachstühlen. Doch wie eingangs beschrieben: Was heisst schon schön bei einem Bauwerk, und besonders bei einer Konstruktion? Im Dachgebälk der evangelischen Kirche Ebnat lässt sich dies nachvollziehen – falls es denn jemandem gelingt, an einen solch verborgenen Ort zu gelangen.

Das Unvollkommene – Kernkompetenz des Menschen

Schönheit hat kaum messbare Kriterien, aber das macht sie dennoch nicht beliebig. Das hat mit Empfindung zu tun und es offenbart einen Grundkonflikt der Statik: Wie soll ein rechnerisch erstelltes Konstrukt nach einem gefühlsmässig hergeleiteten Strauss von Kriterien gewertet werden? In unseren Betrachtungen geht es nun darum, berechenbare und gefühlte Kriterien miteinander in Einklang zu bringen.

Die scheinbar sachlichen Kriterien des Tragwerks, bei dem es entscheidend ist, die auftretenden Kräfte ausgeglichen und gleichmässig in den Boden zu leiten. Das lässt sich nach moderner Bauingenieurtechnik berechnen: Jedes Bauteil hat seine Dimension und seine logischen und passenden Verbindungen.

Nun kommt mit dem ästhetischen Urteil ein Kriterium des Gefühls hinzu. Diese beiden Dinge auf der Werteskala miteinander in Einklang zu bringen, ist kaum eindeutig lösbar. Es gilt mit hoher Dynamik den Ausgleich zu finden! Das ist sehr schwierig, aber gleichsam auch unheimlich schön.

Da ist es bereits ein Vorteil, wenn alle zu berücksichtigenden Kriterien dem Gefühl unterworfen sind. Soll etwas schön oder stark sein? Das ist eine wunderbare, aber auch schwierige Frage. Sie lässt sich nie richtig – sprich: korrekt – beantworten. Dazu

braucht es den menschlichen Geist, dem es gelingt, nicht Vergleichbares in Einklang zu bringen.

Dieser Einklang ist nie exakt, die Resultate dürfen immer wieder Abweichungen aufweisen, wieder anders gesehen und beurteilt werden. Modeströmungen, Vorlieben, aber auch Aussagen aller Art über den reinen Zweck hinaus bilden die Grundlagen dieser Werke. Daher wage ich zu behaupten, dass die Kernkompetenz des Menschen das Ungenau sei. Ein mathematisches System ist immer auf genaue Voraussetzungen und Regeln angewiesen. Sobald ein Rechner mit etwas Ungenauem konfrontiert ist, wird er scheitern. Dafür lassen sich solche Vorgänge automatisieren und rationeller gestalten. Wie klein und leistungsfähig Rechner sind, ist uns seit der Allgegenwärtigkeit des Mobile-Phones nur zu bewusst. Gegen dessen Leistungen sind wir Stümper.

Wenn es aber darum geht, Ungenaueres und schwer Vergleichbares miteinander auszutarieren, dann sind wir unersetzlich.

Schlussbetrachtung

Mir scheinen Dinge besonders schön, die ein Geheimnis in sich bergen. Bei denen nicht immer klar ist, wie sie funktionieren oder wie sie zusammengesetzt sind. Das beinhaltet, dass auch Fehler möglich sind, und neben Fehlern lässt sich gut und entspannt sein.

Diese Entspannung soll nicht Fatalismus oder Nachlässigkeit gleichgesetzt werden. Das Suchen und Aushandeln nach guten, materialgerechten, geschmacklich und zeitlich guten Lösungen bedingt eine dauernde und nicht nachlassende Beschäftigung mit der Welt und sich selber.

Manchmal hilft da auch, wenn man sich treiben lässt und auch hin und wieder Sachen vergisst – vielleicht sollte auch der Kontrollverlust gelegentlich eine Chance erhalten. ■

UELI VOGT Architekt und seit 2012 Kurator des Zeughauses Teufen. Seit 2017 Lehrbeauftragter an der FHS St. Gallen, Verleihung des BSA-Preises 2017, Vorstandsmitglied des Architektur Forums Ostschweiz und Co-Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Gartenkultur (SGGK).