

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 134 (2008)
Heft: 16: Kunst und Ingenieur

Artikel: Gleichgewicht
Autor: Rooden, Clementine van
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108915>

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: 20.07.2025

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

GLEICHGEWICHT

Titelbild

Aperiodische Flächenteilung mit sechs Elementen (Patterns), entwickelt aus einem Motiv eines römischen Bodenmosaiks aus Buchs ZH (Bild: Urs B. Roth 2007 / Ausstellung «Der schöne Schein», Museum Bellerive Zürich, 2008. Siehe auch Seite 12)

01 Die Skulptur von Jürg Altherr auf dem Strandboden in Biel wurde in einem arbeitsintensiven Planungs- und Umsetzungsprozess erstellt (1980). Dieses Kunstwerk wäre ohne Zusammenarbeit von Künstler und Bauingenieur nicht zu Stande gekommen (Bild: Leonardo Bezzola)

02 Aus dem Kunstobjekt soll eine Brücke werden – für die Realisierung müssen viele technische Fragen beantwortet werden, insbesondere zur Beweglichkeit der Brücke, die durch die Benutzerinnen und Benutzer in Schwingung versetzt wird. Altherr: «Das Werk reagiert, die entstehende Wechselwirkung zwischen Beobachter und Beobachtetem wäre hier ein spannendes Phänomen» (Visualisierung: Daniel Neukom)

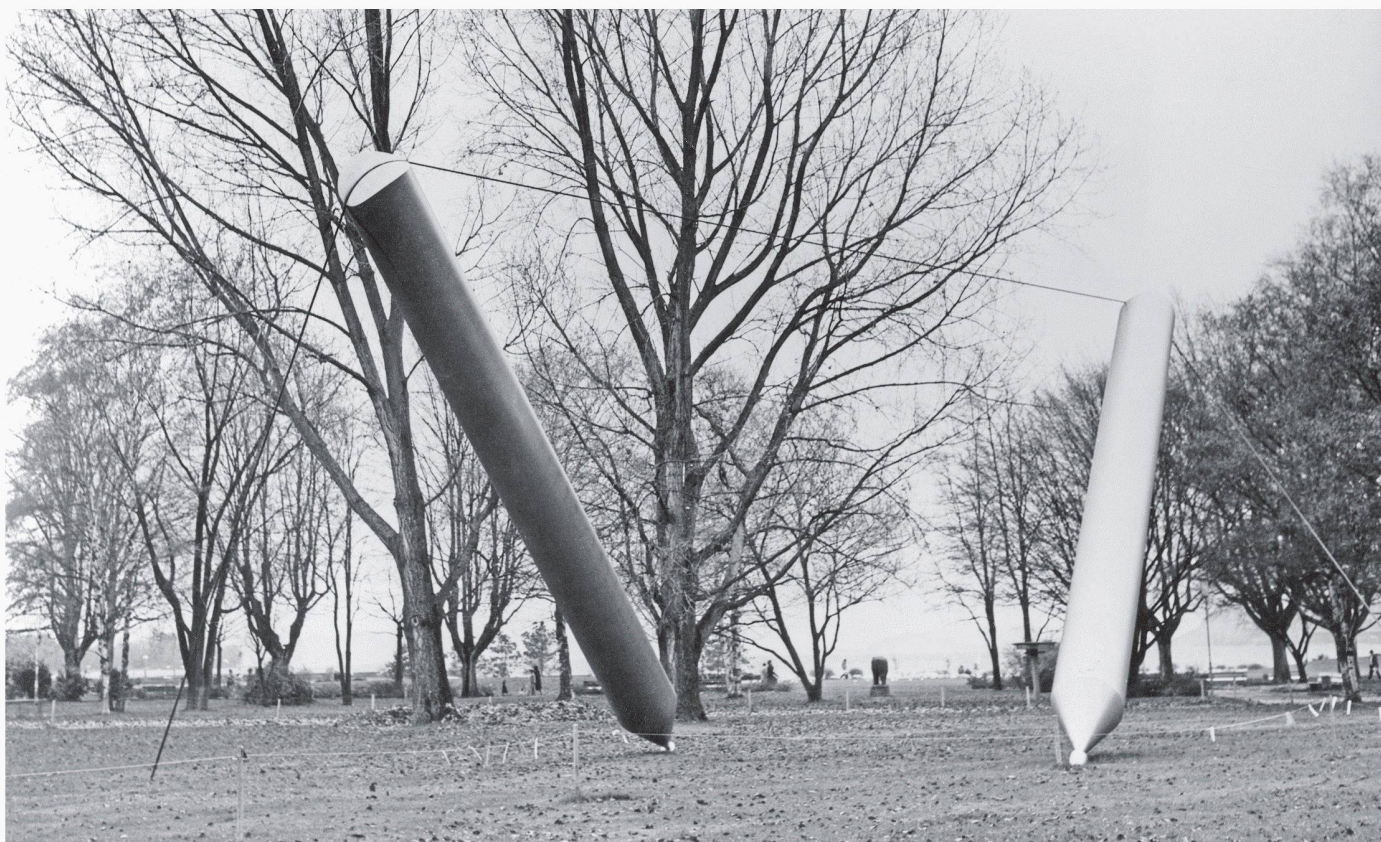
Seit mehr als 30 Jahren arbeiten der Künstler Jürg Altherr und der Bauingenieur Peter Osterwalder zusammen an Kunstobjekten. Dabei quantifiziert der Ingenieur die Kräfte, die in den beweglichen Gleichgewichtssystemen des Künstlers wirken. Er bedient sich dabei nicht nur des leistungsstarken Computers, sondern in grossem Umfang auch der traditionellen Bemessungshilfsmittel. Dem Artikel liegt ein Gespräch mit Altherr und Osterwalder zu Grunde, in dem sie über realisierte und geplante Werke philosophierten.

Der Umgang mit der Baustatik und den statischen Bemessungen von Tragwerken hat sich über die letzten Jahrzehnte mit der Entwicklung der Rechenleistung der Computer stark verändert. Selten arbeiten Bauingenieure heute ohne Softwareprogramme. Auf der Grundlage der Finite-Elemente-Methode (FEM) erhalten die Anwender schnell alle Schnittkräfte und Verformungen von komplizierten statischen Systemen an beliebiger Stelle. Sie können komplexe Tragwerke innert nützlicher und wirtschaftlicher Frist dimensionieren. Früher quälten sich Bauingenieure beispielsweise tagelang mit der Dimensionierung einer Flachdecke. Sie mussten den realen Zustand abstrahieren und vereinfachen, damit sie überhaupt eine Bemessung vornehmen konnten. Flächentragwerke führte der Statiker auf lineare Systeme zurück und näherte sich sodann von Hand mit grafischen Methoden, iterativen Prozessen und dem Rechenschieber der Lösung. Oft kamen Modelle zum Einsatz, wodurch das Gesamtverständnis für die Konstruktion und deren Tragweise geschult wurde.

DISKRETISIERUNG

Nach wie vor stellt die Abstraktion von realen Zuständen in statische Systeme eine Hauptaufgabe des Ingenieurs dar. Die Flachdecke, um beim Beispiel zu bleiben, als hochkomplexes System ist jedoch kaum mehr als solches erkennbar, da der Computer den Rechenaufwand für die Ermittlung von aussagekräftigen Schnittkräften und Verformungen (es müssen zahlreiche Differenzialgleichungen gelöst werden) innerhalb sehr kurzer Zeit meistert. Mit der Fokussierung auf die massgeblichen Punkte hält man die Resultatmenge in Grenzen und reduziert somit den Interpretationsaufwand der Datenmenge. Varianten sind dann tatsächlich innerhalb nützlicher Frist studiert und Anpassungen rasch berücksichtigt. «Den Softwarehilfsmitteln gewinne ich durchaus etwas Positives ab», so Bauingenieur Peter Osterwalder, der über 35 Jahre ein eigenes Büro geführt hat. Für den täglichen Gebrauch, insbesondere bei komplizierten und schwierigen Tragsystemen, sei der leistungsfähige Computer für den Statiker eine enorme Erleichterung. Es sei möglich, immer komplexere Systeme wirklichkeitsnah zu erfassen und zu realisieren. Häufig greifen laut Osterwalder die Statiker heute aber zu rasch zu Statikprogrammen. Sie nähmen sich oft zu wenig Zeit, sich konzeptionell über das Tragwerk und den Kräftefluss Gedanken zu machen, bevor sie die Daten des zu berechnenden Systems in die Masken des Programms eingeben. Während früher eine nicht dauernd kontrollierte Rechnung normalerweise falsch war, betrachte man heute die Computerresultate oft als unfehlbar.

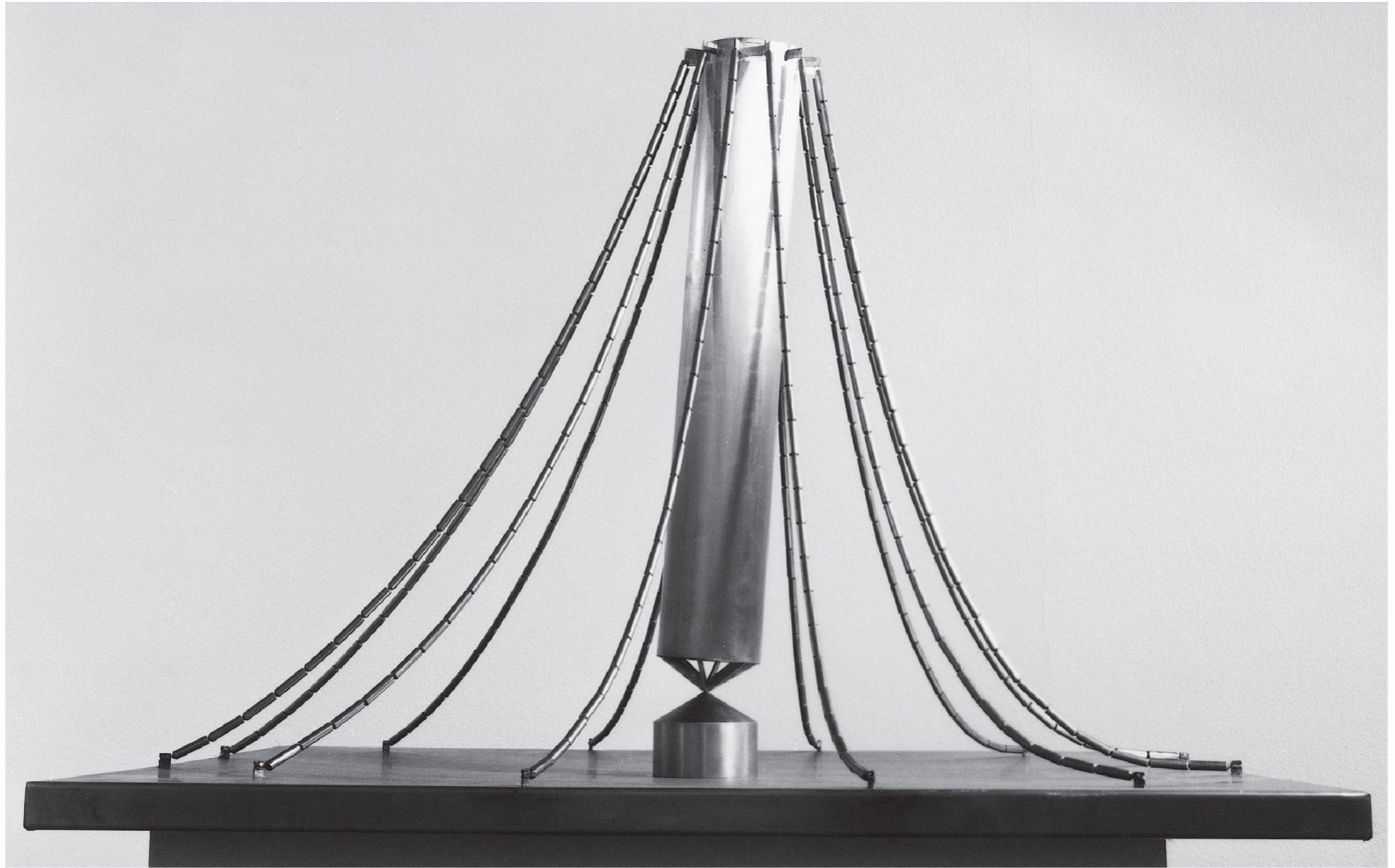
FE-Berechnungen basieren auf Annahmen und Vereinfachungen, die bei der Anwendung unbedingt berücksichtigt werden müssen und die der Statiker als Voraussetzung für die Interpretation der Resultate kennen muss. Nähert sich das Rechenverfahren asymptotisch von der unsicheren Seite der Lösung? Die Eingabe des Tragsystems und der Belastung mit Hilfe einer grafischen Benutzeroberfläche setzt somit eine hohe technische Kompetenz voraus. Einschlägige Literatur¹ weist darauf hin, dass ein gesundes Misstrauen gegenüber den ermittelten Resultaten stets angebracht sei. So stellen zum Beispiel Betonplattenelemente nur ein numerisches Modell einer realen Platte dar. In die Elementsätze gehen



01



02



03

Annahmen bezüglich des Dehnungszustandes und der Verformungsfreiheitsgrade ein. Daraus folgt, dass das Programm Normalspannungen in der Plattenmittelebene, die beispielsweise aus behinderten Verformungen entstehen können, nicht darstellen kann. Gerade aus solchen und analogen Gründen ist die Handrechnung nach «traditioneller» Art neben dem Computereinsatz immer noch notwendig, ebenso natürlich die Kontrolle auf zweitem Weg.

KONKRETISIERUNG

Der schnelle Griff zum Computer, bemerkt Osterwalder, wäre bei aussergewöhnlichen Projekten, die in sich beweglich sind und grosse Verformungen aufweisen, ineffizient, unwirtschaftlich, ja gar gefährlich. Für diese sehr schlanken Systeme müssen Stabilitätsprobleme oder komplizierte Seilstatik gelöst werden. Dafür seien die üblichen und alltäglich verwendeten Statikprogramme nicht geeignet. Es werde deshalb meist zuerst versucht, die Kräfte «von Hand» abzuschätzen und die grossen, durchaus erwünschten Bewegungen der Seilwerke an Modellen zu veranschaulichen. Teilweise ermittelt man die Grösse der Kräfte direkt mittels dieser Modelle. Die Kunstwerke von Jürg Altherr (TEC21 6/2008, Artikel «Schwerter und Seile») gehören zu diesen komplexen Tragsystemen. Osterwalder geht darum mit traditioneller Handarbeit an die Bemessung der Tragsysteme heran. Viel Gespür für den Kräftefluss und Neugier für die realisierbare Lösung sind für die Umsetzung notwendig. Jürg Altherr war zu Beginn der Zusammenarbeit überrascht: «Ich erhielt keine wissenschaftlichen Erklärungen über das Wesen der Kräfte, sondern nur über das Funktionieren der Kräftebeziehungen.»

Die Kunstobjekte, die Altherr umfassend und bezeichnenderweise als «Organisation der Leere» bezeichnet, setzen sich aus Pendelstützen und Drahtseilen zusammen. Diese

03 Architekt Hannes Strebel plant einen Umbau der alten Weberei in Hueb bei Wald. Ab Frühling 2009 soll eine Skulptur von Altherr den neu gestalteten Aussenraum definieren. Von der Spitze der Pendelstütze abgehängte Seile halten dieselbe im beweglichen Gleichgewicht (Bild: Leonardo Bezzola)

04 Fällt ein Element oder eine Verankerung aus, stürzt alles ein: Kunstwerk «Verhängnis», Frauenfeld, 1986, Architekten: Antoniol und Huber, Frauenfeld (Bild: Heinz Niederer, Zürich)



04

Bezeichnung sei zwar in sich ein Widerspruch, meint der Künstler, dieser Name beschreibe aber, was die Tragwerke im Raum bewirken und wie sie ihn für die Benutzer erlebbar machen. Um diesen Zwischenraum zu definieren und zu realisieren, brauche es sowohl ihn als Künstler als auch den Bauingenieur, der die auftretenden Kräfte «lothartauglich» und ästhetisch überzeugend quantifiziert, ohne dabei das Konzept des Künstlers zu zerstören. Die Durchführbarkeit stand nie grundlegend zur Diskussion, meinen der Künstler und der Bauingenieur einstimmig – die Art und Weise, das System zu beherrschen, war das Entscheidende. Dabei ist der Rationalisierungsprozess, der bei jedem Kunstwerk diskutiert wird, für Altherr eine wertvolle Bereicherung und gleichzeitig eine Steigerung der Komplexität und Aussagekraft. Das System vereinfache sich und erhalte eine klare Präsenz, wodurch die Kunst – der Zwischenbereich – mehr Raum einnehme. Gleichzeitig erhalten die Projekte durch Osterwalders Einfluss die nötige Sicherheit. Die Ähnlichkeit zur Zusammenarbeit von Bauingenieuren mit Architekten ist offensichtlich – nur die Zweckgebundenheit der Architektur unterscheidet sie hier von der Kunst.

SCHNITTMENGE ZWEIER DISZIPLINEN

Durch den Dialog zweier Fachdisziplinen entsteht etwas Drittes. Diesen Aspekt nimmt Altherr in seinen Arbeiten auf. Dabei ist die Statik die Sprache des Kunstwerks und übernimmt damit die verbindende Ebene der Disziplinen. Neben der klaren Lesbarkeit der Statik haben die Kunstwerke eine sinnliche Ebene, die jede Person anders erlebt. Die Skulptur auf dem Waffenplatz Frauenfeld (Bild 4), die Altherr für sich «Verhängnis» nennt, von den Benutzern aber «Bedrohung» genannt wird, wirkte auf die Rekruten sowohl erstaunlich (kein Nutzen für den Soldaten – also sinnlos) als auch gefährlich (unter hängenden Lasten lauert der Tod). Viel einfacher und klarer noch wirkt das Tragwerk «Equilibre» in Biel (Bild 1). Das höchst simpel erscheinende Seiltragwerk ist de facto relativ komplex. Das System ist wegen der geometrischen Anordnung der Druck- und Zügelemente und der Spannung im Seil stabil, nicht aber wegen der Wirkung der Schwerkraft. Das Seil wird von den Fundamenten her gespannt. Altherr sucht eine weitere Möglichkeit, dieser Skulptur sein bewegliches Gleichgewicht zu geben: Aus der Kunst soll eine Brücke werden (Bild 2). Als solche ist das System dann sehr wohl von der Schwerkraft abhängig: Das Gewicht der Gehwegplatte bringt die notwendige Seilspannung in das System. Altherr entfernt sich mit diesem Brückenprojekt aus dem Kunstbereich hinein in die Zweckgebundenheit. Für Osterwalder stellt sich eine weitere schwierige Frage: Die Brücke bewegt sich unter der Belastung der Fussgänger. Wie sie trotzdem sicher und ohne beängstigende Schwingungen realisiert werden kann, ist offen. Er meint: «Auch die Lösung dieser Aufgabe stellt eine neue Herausforderung dar.» Aktuell beschäftigt sich das Team ausserdem mit einer Skulptur in Hueb bei Wald (Bild 3). Ab Frühling 2009 soll eine Pendelstütze mit angehängten Seilen ihr bewegtes Gleichgewicht finden und den neu gestalteten Aussenraum der dann umgebauten Weberei definieren. Die Seile sollen dabei genügend schwer sein, sodass sie durch die Belastung nie voll gespannt werden, gleichzeitig aber so leicht, dass sie filigran wirken und als Tragelemente nicht viel Raum einnehmen.

Clementine van Rooden, vanrooden@tec21.ch

Literatur

1 Anwendung der FE-Methode im Betonbau – Fehlerquellen und ihre Vermeidung. 2. Auflage, Ernst & Sohn