

# Bauformen als Ausdruck mechanischer Kräfte

Georg Maier

## Einleitung

Um dem Wesen des Physikalischen nahezukommen, kann man sich auf Erfahrungen besinnen, welche wir machen, indem unser physischer Leib in der Welt Gleichartigem begegnet. Dabei kommt vorzüglich in Betracht die Betätigung unserer Gliedmassen. Handgreiflich setzen wir uns mit den Körpern auseinander, welche wir unmittelbar anfassen können. Auch schon im Bewegen des eigenen Leibes betätigen wir mechanische Kräfte. Eine Beschäftigung mit Mechanik dient wesentlich als Zugang zur Physik, wenn es gelingt, solche Erfahrungsmöglichkeit zu vertiefen.

Nun beschränken sich die mechanischen Vorgänge keineswegs auf dasjenige, was wir unmittelbar körperlich berühren. Man ist geneigt, auch dort die Wirksamkeit von Kräften vorauszusetzen, wo keine ursprüngliche Erfahrung einer Kraftanstrengung zu machen ist. Da wird also von den Wirkungen auf Kräfte geschlossen, die selbst als solche unbeobachtet bleiben. So hat man in der Bewegungslehre Beschleunigungen mit der Einwirkung von Kräften in Bezug gesetzt, schliesslich aber feststellen müssen, dass eine rationelle Beschreibung der Vorgänge gar nicht mehr auf Kräfte angewiesen ist. Die Kraft wird entbehrlich (*Max Jammer* 1957). Die Mechanik wird Bewegungslehre (Phoronomie im Sinne von *R. Steiner* 1919). Das ist insbesondere der Fall in der analytischen Mechanik, welche die Vorgänge auf die Verhältnisse in einzelnen Punkten zurückführt. – Dort stehen aber alle Kräfte stets im Gleichgewicht, sie verschwinden gleichsam. Die Differentialgleichungen sollen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen enthalten, weil das Ziel darin besteht, den raum-zeitlichen Vorgang zu berechnen. Wir entfernen uns von dem essentiell Mechanischen, indem wir uns der mathematischen Analyse bedienen, welche uns die mechanischen Vorgänge intellektuell zu beherrschen gestattet.

Nun ist die Erfahrung der Kräfte selbst doch nicht völlig beschränkt auf die Möglichkeit der eigenen leiblichen Kraftentfaltung. Bekanntlich ist es bei einiger Erfahrung möglich, einer Konstruktion anzusehen, ob sie der Beanspruchung gewachsen ist, welcher sie ausgesetzt werden soll. Neben der Dimensionierung eines Gebildes – also einer Beurteilung z. B. der Materialstärke (z. B. des Querschnittes einer Säule, eines Balkens etc.) kommt auch die Art der Gestalt eines Baukörpers dabei in Betracht. Diese muss in sich in bezug auf die auftretenden Spannungen motiviert sein. Es zeigt sich, dass die Gestalt eines Baukörpers Ausdruck sein kann seines Kraftzusammenhanges. Das ästhetische Betrachten der Bauformen kann wiederum die Qualität der Kraftentfaltung wachrufen.

Zu solchem Betrachten architektonischer Formen regt *Rudolf Steiner* (1915) an. Das Beispiel, welches er anführt, ist ganz einfach: Zwei Säulen tragen einen Balken, der sich unter einer schweren, aufgesetzten Last biegt. Nun soll man versuchen, das Stützen der Säulen, das Lasten des auf dem Balken liegenden, schweren Körpers intensiv mitzerleben. Auch die Art und Weise wie im Biegen des Balkens ein Gleichgewicht zwischen beiden hergestellt wird, sollte empfunden werden. Es wird auch darauf hingewiesen, dass die Säulen hinreichend dick, der Balken hinreichend stark, die Last auch dementsprechend schwer einzuschätzen sei.

Auf diese Weise werden im ganzen beschriebenen Kräftezusammenhang die

einzelnen Funktionen in sehr deutlicher Art unterschieden, und es offenbaren sich ihre gegenseitigen Beziehungen: Die Säule stützt. Durch sie erhebt sich das Bauwerk in die Höhe. Was natürlicherweise auf dem Boden ruht, kann hoch oben schweben. Die Last sorgt dafür, dass die Bauteile aneinander gedrückt bleiben. Der Balken wird festgehalten in seiner Lage auf den beiden Säulen. Der Balken selbst aber verteilt die Last stets nach Massgabe ihrer Stellung zwischen den Säulen – so wie der Waagebalken ins Gleichgewicht kommt, wenn Gewichte angehängt werden, welche jeweils in umgekehrtem Verhältnis zum Abstand von der Schneide lasten. Durch den Balken kann das Bauwerk erst die Breite bekommen, in der es stabil ausgewogen dastehen kann. Unser eigenes Gleichgewicht halten wir – etwa auf hoher See – indem wir die Beine breit auseinanderstellen. So bleibt jeweils ihr Stützen im rechten, stabilen Verhältnis zu unserer eigenen Schwere. Wenn wir die Wirkensart von Lasten, Stützen und Gleichgewicht besinnen, wird ihre charakteristische Geste erkennbar.

Im Lasten äussert sich der Wesensausdruck dessen, der die Menschen an die Erde zu fesseln strebt: Ahriman. Im Stützen äussert sich entsprechend die luziferische Tendenz, von der Erde loszulösen. Die lebendige Natur gibt uns im Ausgleich beider Bestrebungen den Ausdruck ihres göttlichen Ursprungs. Das sich im Bauwerk einstellende Gleichgewicht kann dessen Wesensausdruck offenbaren (siehe *Rudolf Steiner* 1915).

Die angedeutete Übung im Erfassen eines Kräftezusammenhanges kann dazu anregen, andere Bauformen unter diesem Aspekt zu betrachten. In der Baugeschichte folgt im Steinbau das Gewölbe, der Gewölbebogen auf das einfache Überbrücken von Zwischenräumen durch Steinplatten. Im folgenden wird von einigen Demonstrationsversuchen berichtet, die auf die Beziehung zwischen Gestalt und Kraftzusammenhang bei solchen Bogenkonstruktionen hinweisen sollen.

### *Bauprinzip und Baugestalt*

Der reine Steinbau ohne die Verwendung von Mörtel ist für unser Vorhaben deshalb von Bedeutung, weil in ihm der Zusammenhalt des ganzen Baukörpers von einer klar umrissenen Bedingung abhängt: die einzelnen, behauenen Steine berühren einander dank des *Druckes*, welchen sie gegenseitig aufeinander ausüben. Sobald Zugkräfte zwischen den Steinen verlangt werden, klappt es in ihrem Gefüge, der Kraftzusammenhang im ganzen reißt ab (siehe *Georg Maier* 1969). Polar dazu stellt sich die Bedingung für Gebilde dar, welche nur reiner *Zug*-Belastung standhalten. Ketten, Seile, Gewebe und Häute kommen dabei in Betracht. Das Gegenstück zum Klaffen ist hier die Ausbildung von Falten.

Wie man übrigens erst im 18. Jahrhundert erkannte, entspricht der Gestalt des stabilen Gewölbebogens diejenige der durchhängenden Kette, die in analoger Art belastet ist (*Hans Straub* 1975). Wie dies im einzelnen Fall zu verstehen ist, soll unten dargestellt werden.

Fahren wir fort in der Gegenüberstellung von Konstruktionsprinzipien, die einerseits reine Druckbelastung, andererseits reine Zugbelastung zur Anwendung bringen: nämlich dem Bauen mit behauenen Steinen und dem Spannen von Ketten. Der Steinbau erhebt sich über dem Erdboden in die Höhe. Er ruht mit seinen Fundamenten auf der Erde. Aus Steinen gemauerte Bögen bedingen Lager, welche einen seitlichen Schub aufzunehmen vermögen. Die Erde muss dazu beitragen, den Bau zusammenzuhalten. Hingegen hängen Seilkonstruktionen nach unten. An ihren Lagern ziehen sie nach innen. Die Erde wird gleichsam zusammengezogen.