

## EISEN IN DER ARCHITEKTUR VOR DEM AUFKOMMEN DER EISENARCHITEKTUR

Walter Haas

Unser Kolloquium soll sich mit der Rolle des Eisens in der Architektur der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts beschäftigen. Diese Themenstellung geht davon aus, daß es in dieser Zeit zum ersten Mal Eisenarchitektur gibt. Das Thema verlockt aber auch zu der Frage, welche Rolle das Eisen denn vor dem 19. Jahrhundert in der Architektur gespielt hat, also ehe es Eisenarchitektur gab. Speziell soll hier gefragt werden, ob es vorher schon Architektur gab, die ohne Eisen nicht so sein könnte, wie sie ist.

Wenn man diese Frage ganz grundsätzlich stellt, stößt man zuerst auf das Werkzeug. Man kann wohl behaupten, daß kein Bauhandwerker - Maurer, Zimmermann, Steinmetz - ohne eisernes Werkzeug auskommt, und diese Feststellung gilt nicht erst für die neuere Zeit, sondern von der Antike an. Aber wenn wir nach den Anfängen z.B. des Steinbaues fragen, so stoßen wir sowohl in Ägypten als auch in Mykene auf Werksteinbauten, die aus der Bronzezeit stammen und also sicher ohne die Hilfe eiserner Werkzeuge geschaffen wurden. Das Eisen hat die Steinbearbeitung und auch die Holzbearbeitung zwar vereinfacht, aber es hat sie nicht erst ermöglicht. Holzbau und Steinbau sind möglich ganz ohne Eisen!

In der griechischen und römischen Antike ist dann bei den Werksteinbauten viel Eisen in Form von Dübeln und Klammern verwendet worden. Die Werkstücke sind bekanntlich ohne Mörtel gefügt und werden durch die Dübel und Klammern zusammengehalten. Im normalen Ruhezustand eines Bauwerks sind diese Verbindungsglieder allerdings unbelastet. Nur während des Bauvorganges und bei besonderer Beanspruchung, z.B. bei Erdbeben, treten sie in Funktion. Stellen wir unsere Frage, ob griechische und römische Bauten, an denen Eisen verwendet wurde, ohne Eisen anders aussehen müßten, so muß die Antwort lauten: Nein, es ginge auch ohne Eisen. Das Eisen hat die Gestalt der antiken Bauwerke nicht mitgeprägt.

Im Mittelalter stoßen wir schon bei einem recht frühen Bau, an der Pfalzkapelle in Aachen, die am Ende des 8. Jahrhunderts errichtet wurde, auf Ringanker. Am Kuppelfuß liegen übereinander vier Anker aus Eisenstäben, die teils durch Laschen mit Splinten verbunden sind, teils durch geschmiedete Ringe, die über die eingewinkelten Stabenden gesteckt sind. Zwei weitere Anker liegen in der Außen-Mauer des Umgangs, und auch in den aus Abbildungen bekannten Eisenstangen in den Erdgeschoßarkaden, die Kerzen trugen, wird ein Ringanker vermutet. Wenn diese Anker wirklich aus der Bauzeit stammen, so wären sie für die karolingische Zeit doch nicht typisch, sondern ein isolierter Einzelfall.

Die hier andeutend geäußerten Zweifel an der Zugehörigkeit der Aachener Anker zum karolingischen Urbau stammen aus einer allgemeineren Überlegung. Aus karolingischen Quellen können wir ersehen, daß Eisen nur in geringer Menge erzeugt wurde und verfügbar war. Außerdem ist festzustellen, daß die Romanik im ganzen deutschen Bereich ohne eiserne Bauteile auskam. An den romanischen Bauteilen des Speyerer Doms z.B. - die Bedeutung dieses Baues für Konrad II. und Heinrich IV. ist mit der der Aachener Pfalzkapelle für Karl d.Gr. wohl vergleichbar - gibt es keine eisernen Bauteile.

Anker, die im Mauerwerk lagen oder in der Höhe des Gewölbeansatzes auch quer durch den Raum gingen, bestanden aus Holzbalken. Auch die Fenster hatten hölzerne Rahmen und selbst Bauglieder, an denen wir mit Sicherheit Dübel vermuten, wie die Zwerggalerien, sind unverdünelt aufgemauert.

Vergleichen wir damit den um rund 1.1/2 Jahrhunderte jüngeren Bamberger Dom, so stoßen wir auf viele grundsätzliche Übereinstimmungen - der Bamberger Dom ist ein langgestreckter, in drei Schiffen überwölbter Massenbau wie der Speyerer - aber wir stoßen auch auf Eisen. Die originalen Fensterarmierungen sind zwar nicht mehr erhalten, aber sie bestanden zweifellos aus Eisen.

Als die Dombauhütte vor einigen Jahren an der Gnadenpforte Säulen und Gewändequader auswechselte, zeigte sich, daß alle Werkstücke verklammert und verdünelt waren.

In Speyer - vor 1100 - also eine Bauweise, die offenbar mit dem Eisen als Möglichkeit noch gar nicht rechnete. In Bamberg - nach 1210 - eine selbstverständliche Verwendung von Eisen. Dazwischen scheint ein für unsere Frage wesentlicher Entwicklungsschritt zu liegen.

In dieser Zwischenzeit ist das Westportal von St. Zeno in Verona entstanden (1135/38). Der Baldachinvorbau ist eine Architektur, die ohne Eisen so nicht möglich wäre. Bei der weiten Ausladung wäre er ohne den Zuganker nicht standfest. Die in der Form ganz ähnlichen Halbzielen in den Speyerer Querarmen (vor 1100) laden weniger weit aus und kommen deshalb ohne Armierung aus.

In den acht Jahrzehnten zwischen dem Portal von St. Zeno und der Bamberger Gnadenpforte hat sich in Frankreich die Entwicklung der Gotik vollzogen, in der das Eisen eine gewichtige Rolle spielt.

1. Die Verglasung gotischer Fenster wird stets von eisernen Armierungen gehalten.
2. Beim entwickelten Maßwerk sind die Pfosten steinerne Stäbe, die von eisernen Sprossen gehalten werden. Größere Maßwerkfenster sind ohne solche Sprossen nicht möglich.
3. Ein Teil der Fenstereisen ist durch die Pfeiler hindurchgeführt und legt sich als Ringanker um den ganzen Bau. Diese Ringanker sitzen oft an markanten Stellen, z.B. in der Höhe der Bogenansätze und unterscheiden sich von den gewöhnlichen Fenstersprossen meist durch ihren größeren Querschnitt.

Die Ste.Chapelle in Paris z.B., ein hochgotischer Bau (1243-48), besteht im wesentlichen aus drei Materialien: aus Stein, Eisen und Glas. Jedes von diesen Materialien trägt entscheidend zur Gestalt des Bauwerks bei.

Bei der Chorhalle des Aachener Münsters, über 100 Jahre jünger als die Ste.Chapelle, aber ihr doch vergleichbar, waren mehrere Lagen von Fenstereisen als Ringanker um den ganzen Bau herumgeführt. Einer von diesen Ankern war quer durch den Raum mit sichtbaren Eisenankern gespannt.

Daß es an gotischen Bauten auch eiserne Dübel und Klammern gibt, versteht sich fast von selbst, doch in dieser Verwendung wäre das Eisen auch ersetzbar (es gibt z.B. Holzdübel und Tierknochen als Dübel in spätgotischen Gewölberippen). Der "Maßwerkschleier" der Straßburger Münsterfassade dagegen ist auf die Rückverankerung durch Eisenteile angewiesen.

Etwas vereinfachend kann man zusammenfassen: Die Romanik ist an ihren Bauten fast ohne Eisen ausgekommen, die Gotik entwickelt Konstruktionen, die nur durch die Verwendung von Eisen realisierbar waren. An den Bauwerken der Gotik wurde Eisen in einer beträchtlichen Menge verarbeitet. Man muß also annehmen, daß auch die Eisenproduktion seit dem 12./13.Jh. eine beträchtliche Ausweitung erfahren hat. Die Quellen zum Eisengewerbe im Mittelalter hat Rolf Sprandel untersucht. Ihm war die von den Bauten ausgehende Fragestellung unbekannt. Umso gewichtiger sind seine Ergebnisse für unsere Frage. Einige davon seien hier in Theseform angeführt:

1. Seit dem 12.Jh. ist in verschiedenen Gebieten Mittel- und Westeuropas eine intensive Erzsuche festzustellen.
2. Seit dem späten 12.Jh. gibt es Nachrichten über Eisenhandel.
3. Auf Grund des klösterlichen Prinzips der Selbstversorgung intensivieren besonders die Zisterzienserklöster die Eisenproduktion. Einzelne Klöster produzieren dabei aber soviel über den Eigenbedarf, daß sie den Markt beschicken.
4. In dieser Zeit werden Rechtsformen entwickelt, die den Abbau und die Verhüttung von Erz unabhängig vom Grundeigentum ermöglichen. Damit entstand eine Voraussetzung zu unternehmerischer Eisenproduktion neben der grundherrlichen.
5. Seit dem 13.Jh. wird die Wasserkraft in den Dienst der Eisenherstellung gestellt und zwar entweder zum Betreiben von Hammerwerken oder zum Betreiben von Bälgen. Mit diesen Bälgen werden in den Öfen Temperaturen erreicht, die zum wirklichen Schmelzen des Eisens ausreichen, und die damit einen ersten Schritt zu einer Hochofentechnik ermöglichen.
6. Durch die Bevölkerungsverdichtung und den Landesausbau werden ebenfalls seit dem 12.Jh. weitere Voraussetzungen für die Eisenproduktion geschaffen. Z.B. scheint am Erzberg in der Steiermark, der in vorgeschichtlicher Zeit eine wichtige Eisenproduktionsstelle war, erst seit dem 12.Jh. wieder Erz in größerem Umfang abgebaut worden zu sein. Vorher war die Gegend so dünn besiedelt, daß die Eisenverhüttung nur in ganz geringem Umfang weiterlebt.

Alle Indizien weisen in die gleiche Richtung: Seit dem 12.Jh. wird Eisen in größeren Mengen als vorher produziert, und seit dieser Zeit auch wird Eisen in der Architektur als wesentliches Baumaterial verwendet.

Die Beispiele aus der französischen Hochgotik und die davon abhängigen deutschen zeigen eine Steigerung des Höhendrangs und des Skelettbauens, die nur durch die Verwendung von Eisen möglich wurde. In der italienischen Gotik finden wir ganz andere Formtendenzen, aber auch da stoßen wir auf Bauten, die Eisen verwenden und darauf angewiesen sind.

Die Arenakapelle in Padua (1303/05) oder die Loggia dei Lanzi in Florenz (1376/81) sind auf die Eisenverankerungen hin konzipiert. Den Palazzo della Ragione in Padua kennen wir in der Form, die er beim Wiederaufbau nach dem Brand von 1420 in den Jahren bis 1435 erhalten hat (die Instandsetzung nach der Unwetterkatastrophe von 1759 scheint diese Form gewahrt zu haben). Die riesige, an den Schmalseiten abgewalmte Tonne wird von Eisenankern gehalten. Der ursprüngliche, 1306 errichtete Bau könnte noch Holzbalken als Zuganker verwendet haben. Sicher überliefert ist ein solches Ersetzen von Holzbalken durch eiserne Zugstangen für den Nürnberger Rathausaal. Der Bau von 1332/40 hatte als Verankerung der Holztöne 9 Ankerbalken, die 1520/21 durch drei Eisenstangen ersetzt wurden. Der Vergleich dieses Raumes mit ei-

nem, der die Holzverankerung der Tonne bewahrt hat (z.B. Beaune, Hotel-Dieu oder Lübeck, Heilig-Geist-Spital), zeigt, was mit den Eisenverankerungen erreicht wurde: Die Holztonne ist im einen Fall uneingeschränkt zum Raum gezogen, im anderen Fall doch merklich abgetrennt.

Die Alternative Holzbalken oder Eisenstangen als Verankerung finden wir auch bei basilikalischen Kirchenbauten. Das Beibehalten der "romantischen" Balken in gotischen Bauten, etwa in Venedig oder in Norddeutschland, hängt vermutlich damit zusammen, daß bei den Backsteinbauten wegen der höheren Elastizität ihrer Mauern eine Aussteifung nötig schien. Bei den unsicheren Fundamentverhältnissen Venedigs galt dies in besonderem Maße. Zu unserer Frage nach dem Eisen trägt der Vergleich wenig bei.

An den Bauten der italienischen Frührenaissance finden wir als eine Art Leitmotiv die schlanke, weitgespannte Säulenarkade. An Brunellescos Ospedale degli Innocenti in Florenz ist die Loggia seitlich durch geschlossene Mauerfelder widerlagert. So war eine Zugverankerung in der Fassade nicht erforderlich. Aber der Schub der Loggienwölbung verlangte die Rückverankerung jeder Säule. Bei den vielen Loggien des 15./16. Jhs. sind Zugstäbe in jeder Arkade und an jedem Gewölbeauflager ziemlich selbstverständlich. Der Vergleich mit einem Arkadenhof in Istanbul, der mit Holzbalken rückverankert ist, zeigt, wie sehr die Frührenaissance auf das Eisen angewiesen war, um ihre Formvorstellung zu verwirklichen.

Die Hochrenaissance in Rom bedient sich zwar weniger graziler Formen als die Florentiner Frührenaissance, aber sie baut doch nicht so massiv, daß sie auf Anker verzichten könnte (Beispiel: Rom, Palazzetto Venezia).

Neben dem unbefangenen-selbstverständlichen Sichtbarlassen von Eisenankern, wie es vielleicht am deutlichsten in tonnengewölbten Sälen greifbar wird (Beispiel: Neapel, Ospedale della Pace), steht die Verwendung von verdeckt angeordneten Eisen. Als Beispiele seien die wichtigsten Kuppelbauten des 15. und 16. Jhs. genannt: An der Florentiner Domkuppel sind in den Zwischenrippen eiserne Schlaufrippen radial angeordnet. Sie waren nötig, weil die von Eckrippe zu Eckrippe gespannten flachen Bögen diese Zwischenrippen nur an der Oberseite fassen. Mit Hilfe der Schlaufrippen wurde der ganze Querschnitt in das statische System einbezogen. Hier handelt es sich freilich um eine Interimskonstruktion. Sobald die einzelnen Rippen bis zum Schluß durchgeführt waren, konnten sie sich als Bögen selbst tragen und waren auf die Tangentialbögen nicht mehr angewiesen.

An der Peterskuppel in Rom sind im Bereich des statischen Kämpfers von Anfang an eiserne Ringanker angeordnet gewesen.

Beide Möglichkeiten der Anordnung von Eisen - sichtbar und versteckt - finden wir im 15./16. Jh. auch in Deutschland. Am Breisacher Lettner z.B. (1496) wird die spielerisch leichte Architektur von einem sichtbaren Zugeisen gehalten. Am Sakramentshäuschen von Adam Kraft in der Nürnberger Lorenzkirche (1493/96) bestehen die gewundenen Fialen der sog. Dornenkrone aus kleinen steinernen Werkstücken, die auf gebogene Eisenstangen aufgefädelt sind. Auf die gleiche Weise mit einer Eisenarmierung ist auch die zu einer Krümme eingerollte Spitze des Sakramentshäuschens konstruiert. Hier bleibt das Eisen unsichtbar. Es ist mit dem Stein geradezu zu einer Form verschmolzen. Beim Wladislawsaal des Prager Hradschin (Benedikt Ried 1493/1502) dagegen gehen die Eisenkonstruktion der Verankerung und der steinerne Raumabschluß eigene Wege, ohne aufeinander erkennbare Rücksicht zu nehmen.

Bis ins 18. Jh. kommt kein nennenswertes neues Material zu unserem

Thema dazu. Es scheint, als sei man mit der konstruktiven Verwendung von Eisen im Bauwesen sparsamer geworden. Nach der Mitte des 18. Jhs. stoßen wir auf eine neue Welle der Eisenverwendung in der Architektur.

Der Plan, den Franz Ignaz Neumann zur Einwölbung der Klosterkirche in Neresheim machte, die sein Vater (Balthasar Neumann + 1753) unvollendet hinterlassen hatte, sah im Mauerwerk Eisenarmierungen in großer Zahl vor. Hier stoßen wir auch wieder auf die aus der Gotik bekannte Erscheinung, daß die Ringanker quer durch die Fensteröffnungen geführt werden und zugleich als Fensterarmierung dienen.

Derselbe jüngere Neumann plante für den Wiederaufbau des teilweise zerstörten Speyerer Domes einen Westbau, der dann aus Geldmangel nur in reduzierter Form zur Ausführung kam. In den Plänen finden wir wieder umfangreiche Eisenarmierungen im ganzen Mauerwerk. Soweit der Bau ausgeführt wurde, sind sie ihm sicher auch plangemäß eingefügt worden. Auch die Rückverankerung der Seitenschiffsmauern an das Mittelschiff ist ausgeführt worden, wie es der Plan zeigt. Nicht ausgeführt wurde dagegen das Projekt einer massiven Seitenschiffsdachkonstruktion, die natürlich auch nur mit Hilfe von Eisenankern zu konstruieren gewesen wäre. Am Mainzer Dom und seiner Umbauung hat Neumann ja solche Massivdächer errichtet.

Neumann bediente sich durchwegs unsichtbarer Eisenkonstruktionen. So entwickelte er für das Mittelschiff des Speyerer Domes eine Dachkonstruktion, die die Rückverankerung des Gewölbes oberhalb des Gewölbes im Dachraum übernimmt. Er vermied dadurch im Raum sichtbare Eisenanker in dem von ihm wiederaufgebauten Westteil des Langhauses, wie sie in den romanischen Ostjochen als Ersatz für die ursprünglichen Ankerbalken nach der Zerstörung von 1689 eingezogen worden waren.

Natürlich war F.I. Neumann nicht der einzige Architekt des 18. Jhs., der sich des Eisens in einer solchen Weise bediente. Das Mittelschiffsdach des Bamberger Domes von Kichel ist ganz ähnlich konstruiert, wie das Speyerer. Am Neuen Schloß in Stuttgart konnte nach den Zerstörungen des Zweiten Weltkrieges festgestellt werden, daß die von Leopoldo Retti gebauten Teile in einfachem Mauerwerk errichtet waren, während der nach Rettis Tod von Philippe de la Guépière gebaute Stadtflügel mit kräftigen Eisenarmierungen im Mauerwerk versehen war. Gerade dieser Vergleich - die spiegelbildlich gleiche Architektur einmal ohne Eisen, einmal mit Armierung - zeigt, daß wir es hier im 18. Jh. nicht mit Bauformen zu tun haben, die es ohne Eisen nicht geben könnte. Aber gerade um Räume, wie den Weißen Saal des Stuttgarter Schlosses oder das Speyerer Mittelschiff ohne sichtbare Anker konstruieren zu können oder die Massivdächer in Mainz so zu bauen, daß sie sich äußerlich nicht von herkömmlichen Holzdachstützen unterscheiden, dazu bediente sich eine Schicht von Ingenieur-Architekten im 18. Jh. mit Vorliebe des Eisens.

Eisen als integrierenden Bestandteil der Architektur haben wir vereinzelt in der Romanik gefunden (Verona, St. Zeno), dann als wesentliches Element der Gotik, deren charakteristische Gefüge aus der Verwendung von Eisen entwickelt sind, dann in den Arkaden der Früh- und Hochrenaissance und schließlich an den "Ingenieur-Architekturen" des spätesten Barock. Teils waren es sichtbare Anker, teils unsichtbare Armierungen, teils waren die Anker als Fenstereisen "getarnt".

Versucht man die verschiedenen Erscheinungen und Verwendungsformen auf einen Nenner zu bringen, so ist zunächst festzustellen, daß es sich immer um Schmiedeeisen in Form von Stangen handelt, die runden, quadratischen oder flach-rechteckigen Querschnitt haben können. In keinem Fall haben wir es mit Eisenarchitektur zu tun, sondern stets

mit Mischkonstruktionen aus Stein mit Eisen oder auch aus Holz mit Eisen. In jedem Fall übernimmt das Eisen in der Konstruktion einen bestimmten Part. Es hat Zugkräfte aufzunehmen, allenfalls auch einmal Scherspannungen, während der Stein die Druckkräfte aufnimmt.

Eisenarchitektur, wie sie auf diesem Kolloquium besprochen werden soll, gibt es, seit man Formen und Konstruktionen des Eisens entwickelt hat, die in der Lage sind, auch Druckspannungen aufzunehmen.

Der Stahlbeton aber ist zu dem Konstruktionsprinzip zurückgekehrt, das sich seit dem 12. Jh. beobachten und verfolgen läßt.

Auch der Stahlbeton ist eine Mischkonstruktion aus Stein und Eisen, bei dem das Eisen die Zugspannungen, der Kunststein Beton aber die Druckkräfte aufzunehmen hat.