

Von mancherlei Schwierigkeit, einer historischen Konstruktion gerecht zu werden – Anmerkungen zu neueren Äußerungen über die Schutzkuppel von St. Nikolai

Werner Lorenz

In: Jahrbuch 2003 der Stiftung preußische Schlösser und Gärten Berlin Brandenburg. Berlin: Akademie Verlag, 2005, S. 127 – 149. ISBN 3-05-004151-X

1 Anlass

Gibt es Neues zur Entstehung der Schutzkuppel von St. Nikolai? Auf den ersten Blick möchte man es glauben, erschien doch unlängst im Begleitband zur Persius-Ausstellung im Schloss Babelsberg unter dem Titel „Gestalt und Konstruktion – Persius und die Schutzkuppel von St. Nikolai“ ein Beitrag, der Neues mitzuteilen für sich in Anspruch nimmt.¹ Mit Blick auf die bisherigen Publikationen zur Entstehung der Schutzkuppel stellt der Autor darin zunächst die Vermutung auf, „dass Persius und sein Anteil an der Verwirklichung der Kuppel dabei in Bedrängnis geraten sind“, um dann nach einer längeren Argumentationskette zu dem „bemerkenswerten“ Ergebnis zu kommen, „dass der Architekt, der für die Bauausführungen an den prinziplichen Schlössern unter Schinkel, die italianisierenden Villen und die Dampfmaschinenhäuser verantwortlich zeichnete, durch seine erworbenen bautechnischen Kenntnisse fähig war, solch eine Schutzkuppel zu entwerfen und vor Borsig zu planen.“ Dies sei „eine der erstaunlichsten Facetten des Architekten Persius“. Die ein wenig zugeschärfte Botschaft des Beitrags: Ludwig Persius, der Architekt, ist der eigentliche Schöpfer der Gusskuppel. Nicht der Ingenieur August Borsig.

Hat sich der Autor also um Ludwig Persius verdient gemacht? Dies wird noch zu klären sein. Zumindest hat er ein altes Thema aufgegriffen, das immer wieder für einen neuen Disput gut zu sein scheint – die spannungsreiche Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Architekt in der Entwicklung von Bau-Technik und die Frage danach, wie und durch wen dieser Arbeitsverbund Innovation hervorzubringen vermag. Dem einen wird das Thema abgegriffen erscheinen – was soll dieser Streit um Kaisers Bart, ist solch ein Bau nicht stets ein Gemeinschaftswerk? Ein anderer wird die scheinbar neue Facette des tradierten Persius-Bildes erfreut aufgreifen – ein interessanter Architekt scheint noch interessanter geworden ... Und wieder ein anderer wird vielleicht die Relativierung des Borsig-Bildes mit Bedauern zur Kenntnis nehmen, war der Ingenieur nun offenbar doch eher nur der ausführende Lieferant?

Sollte man es dabei bewenden lassen? Nein. Die auf den ersten Blick eng an den Quellen geführte Argumentation zieht ihre Kraft aus rasch hin geworfenen Vermutungen und Andeutungen, aus Halbheiten und Auslassungen, aus Nicht-Verstehen. In dem genannten Beitrag ist nicht nur die Grundaussage bei genauerem Hinsehen nicht haltbar, sondern viele Behauptungen sind schlicht so unrichtig, dass es für die weitere baugeschichtliche Diskussion unglücklich wäre, den Text unkommentiert stehen zu lassen.

Doch wenn dazu schon geschrieben sein muss, dann kann dies Anlass sein für einige weiter gehende Anmerkungen - zu der nicht einfachen Frage, wie sich Arbeit und Anteile von Ingenieur und Architekt im Entstehungsprozess von Konstruktionen denn überhaupt benennen lassen, und dazu, ob sich im letzten Jahrzehnt nicht tatsächlich einiges in der Einschätzung des Kuppelbaus in Potsdam relativiert hat – anders gesagt dazu, was es vielleicht doch Neues gibt zum Kuppelbau in Potsdam.

2 Kritik – oder: Say from whence - you owe this strange intelligence?²

Um die seiner Meinung nach bislang nicht hinreichend gewürdigte Bedeutung des Ludwig Persius als eines auch konstruktiv herausragenden Architekten zu begründen, führt der Autor eine Vielzahl unterschiedlich bedeutsamer Gesichtspunkte an. Mit etwas Mühe lässt sich die Argumentationskette auf fünf zentrale Aspekte verdichten, die in etwa auch in dieser Reihenfolge benannt werden –

- Persius' innovative Planung für die Innenkuppel,
- seine Bezugnahme auf die nahezu baugleich konstruierte Kuppel der St. Petersburger Isaak-Kathedrale,
- sein schon früh formulierter und dann exakt eingehaltener Zeitplan,
- seine frühen Konstruktionszeichnungen
- und nicht zuletzt die eher geringe Einflussnahme des Eisen- und Maschinenbauers Borsig.

Darüber hinaus wird auf die auch technische Ausbildung verwiesen, die der junge Persius an der Bauakademie erfahren hatte (die beigegebene Auflistung des Fächerkanons ist schon mehrfach publiziert und differenzierter untersucht worden³), und zudem wird in Hinblick auf „Persius' bautechnisches Wissen“ abschließend ausführlich die Vermutung erörtert, dass dieser bei seinem Parisaufenthalt im Sommer 1841 Jacob Ignaz Hittorf getroffen haben könnte, der 30 Jahre zuvor unter Belanger als Schüler am Bau der gusseisernen Kuppel der Halle au blé mitgewirkt hatte und dem Berliner Besucher deshalb vielleicht noch aus erster Hand über das Tragwerk berichtet haben könnte Lassen wir diese Gesichtspunkte einmal beiseite. Die fünf zentralen Glieder der Beweiskette wollen genauer untersucht sein.

Die Ausführung der Innenkuppel – ein richtungsweisender Vorschlag?

Wohl im Sinne eines Prologs thematisiert der Autor zunächst nicht die eigentliche Schutzkuppel, sondern die konstruktiv durchaus interessante Innenkuppel. Seine These: Nachdem Friedrich Wilhelm IV. Persius mehrmals, zuletzt im März 1843, auf „Infusoriensteine“

als Mittel zur Gewichtsminderung hingewiesen und ihm entsprechende Proben auch hat zukommen lassen, habe Persius „daraufhin wohl die Ausführung der gesamten inneren Mauerwerkskuppel in Topfsteinen konzipiert. Das bedeutet, dass Persius mindestens parallel, wenn nicht früher als am Neuen Museum den großflächigen Einsatz der Topfsteine durchsetzte – und das (...) an dem bedeutendsten Kuppelgewölbe, das damals im Zentrum Preußens gebaut wurde.“⁴

Der Autor setzt hier irrtümlicherweise zwei grundverschiedene zeitgenössische Methoden des Leichtbaus gleich: Infusoriensteine und Topfsteine.

Infusoriensteine sind ganz oder in Teilen aus Infusorienerde gebrannte Leichtziegel. Das aus den Panzern von Kieselalgen bestehende Ausgangsmaterial bildet beim Brennen der Ziegel Gase, die Ziegel werden porös. Der Autor hat zu Recht auf die fast begeisterte Diskussion um den möglichen Einsatz dieser Erde und das große Aufsehen verwiesen, das mit der Entdeckung umfangreicher Infusorienlager im Berliner Raum um 1840 verbunden war.⁵ Alternativ waren zu Persius' Zeit Leichtziegel in der Diskussion, denen man vor dem Brennen Kohlenstaub beigemischt hatte. Schinkel beispielsweise ließ nach eigenem Bekunden diese Art von Leichtziegeln im oberen Teil der Rotunde des Alten Museums einbauen.⁶

Topfsteine bestehen gerade nicht aus Infusorienerde. In den Topfgewölben bilden diese Hohlkörper filigrane Tragstrukturen, die Bienenwaben vergleichbar sind. Die dünnen Wandungen und Deckel der Töpfe sind hoch beansprucht. Sie dürfen gerade nicht porös sein; von daher scheidet ein gasbildendes Ausgangsmaterial aus. So weist beispielsweise 1846 Hoffmann in seiner zentralen Publikation zu den Leichtbau-Decken im Neuen Museum auch nachdrücklich auf die Herkunft und Herstellung der Tontöpfe aus gutem Rathenower Ton hin.⁷

Seit Kania (1939) ist die zitierte Cabinetsordre vom 1. Mai 1843 zur Nutzung von Infusoriensteinen bekannt,⁸ seit Börsch-Supan (1984) sind es auch die entsprechenden persönlichen Empfehlungen des Königs an seinen Architekten.⁹ Persius hat sich genau daran gehalten, als er in seinem Immediatbericht vom 20. Mai 1843 vorschlug, „dass zur Aufführung des Kuppelgewölbes Infusoriensteine angewendet werden sollen“¹⁰ – nicht aber Topfsteine!

Diese hingegen wurden seit 1844 im Zusammenhang mit dem Bau des Neuen Museums vor dem großflächigen Einsatz detailliert untersucht. So errichtete man dort im August des Jahres ein Probe-Topfgewölbe, das ein Jahr lang einem Langzeit-Versuch unterworfen wurde, dessen „glänzendes Resultat (...) Nichts zu wünschen übrig“ ließ.¹¹ Auf die hervorragenden Befunde im Neuen Museum hat dann vermutlich Stüler in Bezug auf die Innenkuppel der Nikolaikirche mit der Planänderung vom Infusorienstein zum Topfstein reagiert.¹² Dem späteren Bericht des Bauleiters zufolge wurden für den Bau der Kuppel dann genau 16.890 Topfsteine geliefert.¹³

Erste Bilanz: Persius hat 1843 für die Innenkuppel nicht Topfsteine, sondern Infusoriensteine vorgeschlagen. Die Oberbaudeputation hat sich dem im Juli 1844 noch angeschlossen. Realisiert wurde gerade nicht der Persius-Vorschlag, sondern ein Topfgewölbe. Durchsetzen konnte er in dieser Hinsicht nichts.

Die Isaak-Kathedrale - ein übersehenes Muster?

Galt bislang als konstruktives Muster für St. Nikolai (**Abb.1**) die Kuppel der Pariser Halle au blé (**Abb.2**), führt der Autor nun die St. Petersburger Isaak-Kathedrale als „nahe liegenderes“ Vorbild für die Schutzkuppel ein, dessen sich Persius weitsichtig bedient haben dürfte, als er gegenüber Friedrich Wilhelm IV für die Abkehr vom Schinkelschen Konzept einer Holzkuppel stark machte: „St. Isaak besitzt eine im Vergleich mit der Nikolaikirche identische Tambourkuppel mit Säulenkranz und eine gusseiserne äußere Schutzkuppel, die nahezu baugleich mit der Schutzkuppel an St. Nikolai ausgebildet ist. (...) Konnte also die Halle au blé das alleinige Vorbild sein? Die Kuppel dieser Kornhalle war ohne Zweifel von Bedeutung, aber um den Wünschen des Königs zu entsprechen, brauchte Persius ein schnell verfügbares, wenn nicht identisches Beispiel. War da nicht die gusseiserne, 1842 schon ausgeführte Schutzkuppel der Isaak-Kathedrale in St. Petersburg nahe liegender, zumal die Bauideen aufgrund der dynastischen Beziehungen nach Russland nachweislich zwischen Potsdam und Petersburg wanderten?“¹⁴

Hätte der Autor weniger über die Fruchtbarkeit – der unbestritten dichten - dynastischen Beziehungen nach Russland spekuliert, statt dessen einen Blick auf die jeweiligen konstruktiven Konzepte geworfen und vielleicht sogar einen Schnitt durch die Petersburger Kuppelkonstruktion als Abbildung beigegeben, hätte er vermutlich noch auf diesen Absatz verzichtet: In St. Petersburg und in Potsdam wurden völlig unterschiedliche technische Lösungen für die jeweiligen Kuppeltragwerke entwickelt; sie sind so wenig identisch wie Infusorien- und Topfsteine.

Als Vorbild für die 1839 errichtete Kuppel der Isaak-Kathedrale diente dem Architekten Montferrand die Londoner St. Paul's Cathedral. Wie Christopher Wren entschied auch er sich für einen dreischaligen Konstruktionstyp, wobei erst die dritte, 1835 genehmigte Entwurfsvariante die neuartige Eisenkonstruktion vorsah. Ein Vergleich der Schnitte von St. Pauls und St. Isaak illustriert anschaulich das nahezu identische Konzept (**Abb. 3, 4**) Über der halbsphärischen Innenkuppel erhebt sich eine fast konische zweite, deren Erzeugende wesentlich durch die Stützlinie zum Lastabtrag der Laterne bestimmt ist. Durch ein Geäst von Verstrebenungen stützt diese zweite Kuppel zudem die äußere und sehr leichte sphärische Schutzkuppel.¹⁵ Ein Vergleich der Schnitte illustriert ebenso anschaulich, wie wenig das fein gewobene Petersburger Konzept mit der zweischaligen Lösung in Potsdam gemein hat. Selbst die Werkstoffe sind unterschiedlich: Die Schutzkuppel der Isaak-Kathedrale besteht nicht aus Guss-, sondern aus genietetem Schmiedeeisen, das wir heute als Stahl bezeichnen würden. Die beiden Innenkuppeln hingegen sind dort als gusseiserne Rippentragwerke ausgebildet.

Die Kuppeln von St. Nikolai und St. Isaak sind nicht „nahezu baugleich“ oder „identisch“. Ihre konstruktiven Konzepte sind so unterschiedlich wie ihre Werkstoffe. Ob Persius sich der Petersburger Kuppel in der Argumentation gegenüber dem König bedient hat, ob er gar seinen, nicht verwirklichten Vorschlag für St. Nikolai daran orientiert hat, wissen wir nicht.

Interessanterweise offenbaren jedoch die beiden Innenkuppeln eine konstruktive Gemeinsamkeit: Die Felder zwischen den gusseisernen Rippen in St. Petersburg sind mit Tontöpfen gefüllt – eben so, wie es, entgegen Persius' Vorschlag, ähnlich auch in Potsdam verwirklicht wurde.

Persius' Zeitplan – Zeugnis technischer Weitsicht?

Ein drittes wichtiges Indiz in der Diskussion um die Bedeutung Persius' ist nach Meinung des Autors der Zeitplan, den jener in seinem Immediatbericht vom 20. Mai 1843 für die Vollendung des Bauwerks festgelegt hatte. Nach diesem sei dann genau verfahren worden - weit über den Tod des Architekten hinaus bis zur Vollendung des Bauwerks.¹⁶ Gerade der von ihm schon 1843 präzise erstellte Terminplan unterstreiche die technische Weitsicht und Führungskompetenz des Ludwig Persius.

War es wirklich so? Persius zufolge sollten die Arbeiten, beginnend 1843, über fünf Jahre verteilt werden. Entsprechend erläutert der Autor auch die ersten Baujahre: „Der Bauablauf war klar gestaffelt und sah nach der ‚Einwölbung des neuen Bogen-Systems das zur Tragung des Kuppelbaues bestimmt‘ war (1844), für das dritte Baujahr 1845 die Aufführung der ganzen [inneren – d.A.] Kuppel im Rohbau‘ vor.“¹⁷ Halt. Hier wird es spannend. Warum bricht er ab? Hätte der Autor den Persius-Zeitplan weiter beschrieben, hätte er darauf verweisen müssen, dass „im fünften oder 1847ten Jahre (...) dann die Vollendung des ganzen Baus (...) erfolgen“¹⁸ sollte. Das tut er aber nicht. Stattdessen schiebt er für 1845 eigenmächtig das kleine Wörtchen „innere“ in das Zitat ein - ohne dafür eine Begründung anzuführen. Nur dadurch aber kommt er nicht in die Verlegenheit, erklären zu müssen, warum die „ganze“ Kuppel nicht 1845, sondern erst im Herbst 1847 mit der Errichtung der Schutzkuppel im Rohbau abgeschlossen werden konnte, und dass der gesamte Bau erst 1850 vollendet wurde - drei Jahre später, als von Persius projiziert.

Um das Konstrukt einer Übereinstimmung des realen und des von Persius geplanten Bauablaufs aufrecht erhalten zu können, muss der Autor zudem die massiven Bedenken, die die Oberbaudeputation in ihrem Gutachten vom 7. Juli 1844 äußerte, und die mit der zunehmenden Verzögerung des Baus einher gingen, schlicht ausblenden.¹⁹ Scheinbar ausführlich stellt er dieses Gutachten vor – unerwähnt aber bleiben Passagen wie:

- „... darf das Gelingen des Baus unter Anwendung dieser Vorsichtsmaßregeln zwar als sehr wahrscheinlich angesehen, kann aber mit voller Sicherheit wohl nicht verbürgt werden.“, oder:
- „Wir raten deshalb in ähnlicher Weise auch mit dem Tambour und der Kuppel selbst zu verfahren (...) und in diesem Zustande eine angemessene Zeit hindurch sorgfältig zu beobachten.“

Vor allem aber muss er unerwähnt lassen, dass die Abweichung vom Zeitplan in eben diesem Papier bereits explizit benannt wurde: „Dieses Verfahren wird umso mehr Anwendung finden können, als Seine Majestät der König nach dem Bericht des p. Persius die Dauer der Bauausführung nicht, wie in dem Plane angenommen, auf 5 sondern auf 6 Jahre festgesetzt haben.“²⁰

Gerade das vom Autor ausführlich behandelte Gutachten widerlegt seine These, die Oberbaudeputation hätte im Grunde keine Vorbehalte gehabt, und das Projekt sei genau nach Persius' Zeitplan verlaufen. Eine solche Behauptung lässt sich nur mit Hilfe von bewussten Auslassungen und Fehlinterpretationen konstruieren. Sie ist falsch. Eine Aussage über Persius' technische Kompetenz lässt sich daraus nicht ableiten – es sei denn, eine ungünstige.

Persius' Zeichnungen – technische Kompetenz mit nachhaltiger Wirkung?

Das vierte Kernstück der Argumentation sind zwei Zeichnungen zur Konstruktion der Schutzkuppel, die Persius nach eigenem Bekunden im Frühjahr 1843 angefertigt hat. Dass es diese Zeichnungen gegeben hat, dass sie die Grundlage für den im Winter 1843/44 erstellten Kostenanschlag bildeten, und dass sie zudem im Sommer 1844 in der Oberbaudeputation ausführlich diskutiert wurden – all das ist unbestritten, seit Kania detailliert bekannt und vielfach wiederholt.²¹

Zumindest irreführend ist allerdings schon die Einschätzung des Autors, dass „die Persius/Prüfer-Zeichnungen zur gusseisernen Schutzkuppel (...) auch über den 7. Juli 1844 (Votum der OBD, d.A.) hinaus Gültigkeit“ hatten,²² und dass „die Festlegungen, die auf der Grundlage der Entwürfe von Persius und Prüfer getroffen waren, (...) bis zum Januar 1846 ihre Gültigkeit“ behielten.²³

Was heißt „Gültigkeit“? Fakt ist, dass die Oberbaudeputation die von Persius vorgelegte Kuppellösung in ihrem Gutachten vom Juli 1844 nicht nur schon deutlich infrage stellte, sondern dass spätestens seit diesem Zeitpunkt auch andere Kuppellösungen Teil der offiziellen Diskussion geworden waren. Persius' Konzept für die Schutzkuppel war schon seit Juli 1844 nur noch eines unter mehreren. Ob es 1846 überhaupt noch in der Diskussion war, insbesondere, als der nun für das Projekt verantwortliche Stüler im April 1846 der Oberbaudeputation mehrere Entwürfe zur Entscheidung vorlegen wollte,²⁴ lässt sich nicht feststellen. Sicher ist nur, dass spätestens seit März 1846 auch zwei von August Borsig verfasste Vorschläge Teil der diskutierten Varianten geworden waren, dass diese Teil der neuen, Stülerschen Vorlage waren, und dass eben einer dieser beiden Borsig-Vorschläge dann realisiert wurde.²⁵

Des Autors Argumentation hat indes noch ein anderes Problem: Es gibt diese Zeichnungen nicht mehr. Sie gelten seit langem als verschollen. Niemand weiß heute mehr, was darauf dargestellt war. Selbst indirekte Angaben über das Persius'sche Kuppelkonzept sind nicht bekannt. Vielleicht war die spätere Ausführung hier tatsächlich schon angelegt, vielleicht hatte Persius auch etwas ganz anderes vorgesehen, vielleicht ein Tragwerk in

Anlehnung an die Issak-Kathedrale, vielleicht gar eine geniale Lösung, dessen Qualität die Oberbaudeputation zu erkennen nicht in der Lage war. Wir können spekulieren, aber wir sollten uns hüten vor einer Aussage über die technische Qualität des Konzeptes.

Eine Argumentation, die technische Kompetenz aus zwei Zeichnungen unbekanntem Inhalts abzuleiten versucht, die zudem der späteren Ausführung des Projektes nachweislich nicht mehr zugrunde gelegt wurden, ist – milde gesagt – gewagt.

August Borsig – doch nur ein ausführender Lieferant?

Ein letzter wichtiger Aspekt in der Argumentation des Autors ist die seiner Meinung nach eher geringe Bedeutung des August Borsig. Nachdrücklich verweist er mehrmals darauf, dass Borsig bis über Persius' Tod im Juli 1845 hinaus keinerlei Einfluss auf die Kuppelplanungen gehabt habe. So sei er 1844 im Gutachten der Oberbaudeputation „hinsichtlich der Konstruktion der Schutzkuppel an keiner Stelle erwähnt worden“, so setzte der „Kontakt Persius - Borsig (...) wegen der Materiallieferungen von Borsig für die Baustelle der Nikolaikirche ein – nicht wegen der Schutzkuppel“, und erst seit Januar 1846 sei „das Projekt der gusseisernen Schutzkuppel gemeinsam mit Borsig weiterentwickelt“ worden.²⁶

Dagegen sprechen nicht nur viele Indizien. Vielmehr wird die Behauptung, Borsig sei erst nach Persius' Tod in die Kuppelplanung einbezogen worden, durch eine erhaltene (und zudem bereits 1995 publizierte) Aussage des Bauleiters Prüfer widerlegt, der zu Folge er bereits im Winter 1843/44 mit Borsig zur Schutzkuppel Rücksprache genommen hat.²⁷

Um zu unterstreichen, dass Borsig allenfalls geringen Einfluss gehabt haben könne, meint der Autor im Übrigen „auf zwei charakteristische Tatsachen“ hinweisen zu müssen, „die die Stellung von Persius und den Leistungsumfang von Borsig betreffen.“²⁸ Zum einen müsse „in Betracht gezogen werden, dass Borsig von 1844 bis 1846 stark ausgelastet und zudem mit dem Bau seiner Eisengießerei beschäftigt war.“²⁹ Abgesehen davon, dass es Borsig zu dieser Zeit nicht mehr um den 1837 realisierten Bau der Eisengießerei, sondern um die ständige Expansion der zwischenzeitlich über mehrere Standorte verteilten Borsigschen Eisenwerke ging, ist es nahezu absurd, daraus abzuleiten, Borsig könne sich gar nicht ernsthaft um Potsdam gekümmert haben. Wie wichtig Potsdam für Borsig war, wird gerade in der Gegenüberstellung zweier Aspekte deutlich. Da ist zum einen ein Betrieb, der den Rahmen eines mittelständischen Unternehmens in kürzester Zeit gesprengt hat. 1847 hatte das Borsigsche Unternehmen in Berlin 1200 Beschäftigte, baute in diesem Jahr allein 67 Lokomotiven, von denen allein eine knapp soviel kostete wie die gesamte Kuppelkonstruktion in Potsdam, und konnte Produkte im Wert von insgesamt etwa 1,5 Millionen Thaler absetzen. Und da ist zum anderen ein August Borsig, der sich hinsetzt und persönlich die Korrespondenz zur Potsdamer Schutzkuppel führt, den Bauleiter empfängt, den Architekten besucht, Rat gibt. Dies ist kein Gegensatz. Gerade das Leistungsvermögen, die Kapazität und die weit gefächerte Erfahrung der Produktionsstätten des August Borsig machen ihn in Berlin zu einem der gefragtesten Ansprechpartner in Fragen zeitgenössischer Hochtechnologie.

Zum anderen vertritt der Autor die These, dass Borsigs Rolle sich eigentlich und im Wesentlichen in der des Ausführenden erschöpft habe. Exemplarisch zitiert er dazu aus einem der vielen Werkverträge, die Borsig mit Prüfer abgeschlossen hat, die dort fest geschriebene Entscheidungshierarchie. Es ist ja richtig: In keinem der Verträge war vermutlich festgelegt, dass Borsig nicht nur Eisenwaren, sondern auch Entwurfsleistungen zu erbringen hätte. Das heißt aber wenig. Nachweislich hat er sie vielfach und wirkmächtig erbracht. Die Bedeutung der damit aufgeworfenen Frage nach der Verantwortung des Einzelnen im gemeinsamen Entwurf reicht über den konkreten Fall weit hinaus. Sie berührt grundlegende methodische Aspekte.

Ingenieur und Architekt - Wie entsteht konstruktiver Entwurf?

Es ist wenig hilfreich, vielschichtige Entwurfsprozesse mit verschiedenen Beteiligten auf die Aktenlage der Beauftragungen reduzieren zu wollen. Hier scheint es an Vorstellung von der Praxis des konstruktiven Entwerfens, von der Kunst des Machens, von der Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Architekt zu mangeln. Entwurf hat andere Dimensionen als Vertragsparagrafen.

Das Wesen gerade konstruktiver Entwurfsprozesse ist vielfach untersucht worden,³⁰ wenn auch mit Sicherheit noch nicht erschöpfend. Am Beispiel Leonardo da Vincis hat sich zu Beginn des 20. Jahrhunderts der französische Philosoph und Dichter Paul Valéry exemplarisch und intensiv mit dem Begriff ingenieurer Kreativität auseinander gesetzt und diese Überlegungen – wie vielleicht kein anderer - in kraftvolle Worte zu fassen vermocht: „Wer sich nie an das Abenteuer einer Konstruktion gewagt hat (...), wer nicht auf dem blanken Weiß der Seite ein Bild geschaut hat, (...) und wer nicht im lichten Luftraum ein nichtvorhandenes Bauwerk erblickt hat, wen nicht Schwindel angesichts des Abstandes von einem Ziel ergriffen hat, (...) – der kennt auch nicht (...) den Reichtum und die Ergiebigkeit und die geistige Spannweite, die den Tatbestand des Konstruierens erhellt.“³¹ Das ist Konstruktion – nicht die Auftragsschreiben.

Vieles entsteht dabei in direktem Kontakt ohne Protokoll, wird vermittelt, ohne dass es aktenkundig wird. In Akten festgeschrieben findet sich in der Regel nur das Produkt einer Diskussion, nicht aber der Prozess. Um eben diesen aber geht es. Ein kritisches Auge auf die Aussagekraft der benutzten Quellen ist hier unerlässlich. Wer ein differenziertes Bild historischer Entwurfsprozesse nachzuzeichnen sucht, kann sich nicht auf einige Aktenstücke beschränken. Er muss das ganze Geflecht des Entwicklungsganges und der verschiedenen Beteiligten mit einzubeziehen. Dazu gehört wesentlich auch ein Bereich, über den sich oft erst das innovative Potential einer Konstruktion erschließt, und den im Übrigen der Autor keiner Erwähnung für wert befunden hat - die Entwicklung des technischen Details.

Nun lässt sich, noch einmal, einwenden: Wozu das alles? Ist ein Bauwerk nicht stets ein Gemeinschaftswerk? Ist es nicht müßig, in der Entwicklung von Konstruktion einzelne Anteile von Ingenieur oder Architekt heraus arbeiten zu wollen?

Es ist nicht müßig, es ist notwendig. Die schlichte Interpretation des vielleicht innovativen technischen Konstrukts als Produkt eines Teams ist verführerisch einfach, mag beruhigen, harmonisieren. Doch sie hilft nicht weiter. Die Frage nach dem Beitrag des Einzelnen ist nicht nur legitim. Sie ist von entscheidender Bedeutung, zumindest dann, wenn man immer wieder und stets von neuem beginnen will, zu verstehen, wie Innovation entsteht. Ein „Irgendwie ist doch alles ein Gemeinschaftswerk ...“ hilft nicht weiter. Und nicht zuletzt ist die Frage spannend; erinnert sei nur an die berühmte Auseinandersetzung zwischen dem Ingenieur Karl Bernhard und dem Architekten Peter Behrens um die Urheberschaft der Berliner Turbinenhalle.³²

Noch einmal zurück zu Borsig: Will man seinen Beitrag zur Kuppel von St. Nikolai ermitteln, ist das Untersuchungsfeld feiner aufzuspannen. Man muss zwischen den Zeilen lesen, muss die diversen Hinweise auf persönliche Gespräche herausfiltern, muss Praktiken studieren, muss Positionen im Kontext der Berliner Bauwelt der 1830er und 1840er Jahre untersuchen, muss vor allem konstruktive Handschriften bis ins Detail verfolgen. Eben darum habe ich mich an anderer Stelle genauer bemüht, mit dem Ziel, etwas von Innovation verstehen zu lernen.³³ Ich bin dabei nicht zuletzt auf den eindrucksvollen Satz des Bauleiters Prüfer in dem Begleitschreiben gestoßen, das er Borsig im Dezember 1846 mit seinem Entwurf für die Konstruktion der Kuppelspitze übersandte: „... welche ich jedoch keineswegs für die Ausführung zu Grunde gelegt wissen will, sondern bin ich vielmehr überzeugt, dass Sie etwas viel Besseres und Zweckmäßigeres projektieren werden.“³⁴ Borsig im Netzwerk der Planer für St. Nikolai eher auf die Bedeutung eines lediglich ausführenden Lieferanten reduzieren zu wollen, ist fern der historischen Realität.

3 Neues zu Tontöpfen und Walzenlagern

Gibt es dennoch Neues in Forschung und Publikationen, das das bisherige Verständnis der Kuppelkonstruktion in Potsdam erweitern könnte? Über die Kritik des Textes hinaus sollen einige jüngere Erkenntnisse zu den Topfgewölben und zu den Walzenlagern zumindest kurz referiert werden.

Eine Kuppel aus Tontöpfen

Ungeachtet der kritisierten Gleichsetzung von Leichtziegeln und Topfsteinen birgt der Aufsatz implizit doch einen interessanten Hinweis zur konkreten Ausführung der Innenkuppel. Die zwei beigefügten Fotografien des kriegsgeschädigten Tragwerks³⁵ deuten nämlich auf eine

Gestaltung der Töpfe hin, die von der in jüngster Zeit viel beachteten Art im Berliner Neuen Museum³⁶ abweicht.

Heute wissen wir, dass die Folie, vor der die im Detail offenbar leicht unterschiedlichen Topfgewölbe in Potsdam und Berlin gelesen werden müssen, von England über Frankreich und Deutschland bis nach St. Petersburg reicht. So finden sich in Großbritannien nicht nur Topfdecken in verschiedenen Pionierbauten des Industrie-Stockwerksbaus wie William Strutts Derby Mill (1793), dem Milford Warehouse (1793) oder der West Mill in Belper (1795),³⁷ sondern auch in so prominenten Bauten wie der Bank von England: John Soane, der an der berühmten spätantiken Röhrenkuppel von San Vitale in Ravenna dazu angeregt worden war, nutzte hier Topfgewölbe zwischen 1796 und 1818 für diverse Säle und Hallen.³⁸ In Frankreich hatte Victor Louis, ebenfalls nach einer Studienreise nach Italien, bereits um 1760 in den Arkaden zwischen Palais Royal und Théâtre Français scheinrechte Tonnengewölbe aus Tontöpfen in Verbindung mit eisernen Bogensehnen zur Anwendung gebracht.³⁹ Um und nach 1800 fanden diese dann in Zusammenhang mit den als „Pariser Rost“ bezeichneten Eisentragwerken selbst im Wohnungsbau weite Verbreitung. Im hessischen Kassel ließ der Fabrikant und Eisenbahnpionier Carl-Anton Henschel bereits 1837 für das neue Gießhaus eine etwa 16 m weit gespannte Kuppel aus Tontöpfen errichten.⁴⁰ Und auch in St. Petersburg scheinen Topfbauweisen große Verbreitung gefunden zu haben. Sie kamen nicht nur für die bereits erwähnte Innenkuppel der Isaak-Kathedrale zur Anwendung, sondern seit 1838 auch in großem Umfang als vermeintlich feuersichere Raumabschlüsse beim Wiederaufbau des im Vorjahr ausgebrannten Winterpalastes (**Abb. 5**), Mitte der 1840er Jahre dann zudem in der nach Leo von Klenzes Entwurf errichteten Neuen Eremitage.⁴¹ Bereits 1841 hatte Eck die Topfdecken im Winterpalast detailliert publiziert (**Abb. 6**), schon fünf Jahre zuvor hatte er Mischtragwerken aus Topfdecken und Eisenrosten sogar eine erste eigene Publikation gewidmet.⁴²

Der Schlüsseltext für Preußens Baumeister und zugleich ihr Scharnier zu antiken wie zeitgenössischen europäischen Topfbauweisen dürfte jedoch ein von Schinkel verantworteter Text gewesen sein – die „Vorlegeblätter für Maurer“, jene Mustersammlung, die im Kontext des von Schinkel und Peter Beuth intendierten und betreuten Weiterbildungsprogramms der Königlichen Technischen Deputation für die verschiedenen Gewerbe bereits seit den späten 20er Jahren herausgegeben wurde.⁴³ In Tafel XVIII der 4. Auflage der 1835 erschienenen Ausgabe wird hier die „Construction der Topfgewölbe“ vorgestellt (**Abb. 7**). Die aus einem zutiefst genealogischen Konstruktionsverständnis abgeleitete Didaktik des Blattes ist beeindruckend. Bevor Schinkel auf einige Vorbilder aus „neuester Zeit“ eingeht, diskutiert er bis etwa zur Hälfte der Figuren antike Beispiele wie die Kuppel von San Vitale in Ravenna oder das Helena-Mausoleum bei Rom. Die neueren Anwendungen verortet er vornehmlich in Frankreich. So dokumentiert er präzise die Arkaden im Palais Royal. Der Leser wird mit einfachen Tonnengewölben ebenso vertraut gemacht wie mit zeitgenössisch hochmodernen

Mischtragwerken, in denen die Topfgewölbe – ein- oder zweisinnig gekrümmt - mit eisernen Ankern und Trägern kombiniert werden.

Gerade die Topfkonstruktionen im Neuen Museum scheinen im Grundsatz in diesem Blatt bereits angelegt zu sein. So finden sich hier nicht nur, zitiert aus der Kellerdecke der Pariser Börse, nahezu scheinrechte Topfdecken auf eisernen Nebenträgern und (Bogensehnen-)Hauptträgern, wie sie bald danach ähnlich über mehreren Sälen im Ost- und Westflügel des Neuen Museums fortgeschrieben werden sollten. Es findet sich auch der Vorschlag für eine weit gespannte Pendentivkuppel, bei der die Kalotte aus radial orientierten Töpfen aufgebaut ist, denen zum Auflager hin eine zweite Lage aufgesattelt wurde, während die Pendentifs aus „gewöhnlichen“ Ziegeln bestehen – eben so wie jene Pendentivkuppeln, die in mehreren Stockwerken des Südflügels wenig später errichtet wurden.

Doch auch zur Ausführung des Topfgewölbes in St. Nikolai gibt es offenbar konkrete Bezüge. Am Beispiel des Palais Royal weist Schinkel nämlich auf die Möglichkeit hin, die Töpfe im Querschnitt nicht rund, sondern nach oben hin eher quadratisch auszubilden (Abb. 7, Fig.12). In seinem Bericht über die Decken im Neuen Museum greift Hoffmann ein Jahrzehnt später diese Variante als Möglichkeit auf, verwirft sie jedoch als zu teuer und „ohne merklichen praktischen Nutzen.“⁴⁴ Den beiden Abbildungen im besprochenen Aufsatz zufolge scheint aber in St. Nikolai eben diese Ausformung 1846 zur Anwendung gekommen zu sein. Bedenkt man, dass zu dieser Zeit für beide Projekte mit Stüler derselbe Architekt verantwortlich zeichnete, dann wäre es sogar denkbar, dass die Innenkuppel in Potsdam bewusst als im Detail verändertes Gegenstück zu den Kuppeln auf der Berliner Museumsinsel errichtet wurde. Näheres, insbesondere die tatsächliche Ausführung in St. Nikolai, zu erkunden wäre lohnenswert.

Nicht zuletzt ist der Begleittext zu Schinkels Tafel interessant, in dem auch darauf hingewiesen wird, dass im oberen Teil der Kuppel über der Rotunde des Alten Museums zur Gewichtsreduzierung nicht Töpfe, sondern Leichtziegel eingebaut wurden. Die nähere Erläuterung scheint eben die Diskussion vorweg zu nehmen, die später an der Nikolaikirche zur Abkehr von den Infusoriensteinen zugunsten der Töpfe geführt hat - verweist Schinkel doch darauf, dass man auch am Alten Museum „ohne Zweifel“ ein Gewölbe aus Töpfen in Betracht hätte ziehen können, zumal diese vermutlich preiswerter zu beziehen wären. Ein Umstand, den Hoffmann 1846 bestätigen sollte.

Nicht die ersten Walzenlager

Anders als das konstruktive Vorbild, die Gusskuppel der Halle au blé, ruhten die 56 Rippen der Schutzkuppel von St. Nikolai auf 112 radial verschieblichen Walzen, die einen Ausgleich der Temperatur bedingten Zwängungen des Tragwerks ermöglichten (**Abb. 8**). Die erhaltenen Fragmente der Korrespondenz zwischen Prüfer und Borsig belegen beeindruckend, wie der Maschinenbauer im März 1846 diese Lösung erstmals vorschlug. Im Vergleich zur älteren und deutlich größeren Pariser Kornhalle gibt das zukunftsweisende, „stahlbaugerechte“ Detail des

Walzenlagers der Potsdamer Kuppel ihren eigenen konstruktionsgeschichtlichen Wert. An anderer Stelle habe ich auf die weit über Berlin und Preußen hinaus reichende Bedeutung des Borsig-Vorschlags als der ersten überhaupt bekannten Walzenlager in der Geschichte des Stahlbaus verwiesen.⁴⁵ Zwischenzeitlich ergaben jedoch jüngere Forschungen zu verschiedenen Eisen- und Stahltragwerken in Bauten des bayerischen Architekten Leo von Klenze einige in diesem Zusammenhang interessante Erkenntnisse.

In Hinblick auf die Rezeptionsgeschichte von St. Nikolai ist die Befreiungshalle in Kehlheim hervorzuheben. Klenze, der das von seinem Konkurrenten Friedrich Gärtner ausgearbeitete Projekt nach dessen Tod im Jahre 1847 übernommen hatte, entwickelte statt der nach Art des römischen Pantheon vorgesehenen einschaligen Massivkuppel sehr bald ein zweischaliges Konzept mit einer Gusskuppel ähnlich Halle au blé und St. Nikolai. Realisiert wurde später, im September 1860, ein von fachwerkartigen stählernen Sparren getragenes Zeldach, für das offenbar nicht mehr Klenze, sondern die ausführende Maschinen- und Lokomotivbau-Fabrik des Joseph Anton Ritter von Maffei verantwortlich zeichnete. Ungeachtet der grundsätzlich anderen Konzeption unterstreicht ein Detail des Kehlheimer Tragwerks im Rückblick die Qualität der Borsigschen Lösung für St. Nikolai. Am gusseisernen Auflagerbock der Sparren stößt man auf radial verschiebliche Walzenpaare, die den fast 15 Jahre zuvor für Potsdam entwickelten sehr ähnlich sind. **(Abb. 9).**⁴⁶

In Hinblick auf die Genealogie dieser Rollenlager ist ein zweiter Klenze-Bau von entscheidender Bedeutung - die 1842 eingeweihte, hoch über der Donau bei Niederstauf gelegene Walhalla. Die detaillierte Untersuchung des um 1840 errichteten eisernen Dachstuhls im Jahre 2000 ⁴⁷ offenbarte ein zunächst äußerst fremdartig anmutendes (schmiede-)eisernes Dachtragwerk, dessen Binder sowohl auf dem Mauerwerk als auch untereinander verschieblich auf kleinen Pendel-Walzen gelagert sind **(Abb. 10, 11)**. Während die anlässlich der Einweihung veröffentlichte detaillierte Beschreibung der Allgemeinen Bauzeitung⁴⁸ auf das Dachtragwerk nicht näher einging, hat kein anderer als Klenze selbst bereits im selben Jahr in der von ihm heraus gegebenen „Sammlung Architectonischer Entwürfe“ ausdrücklich auf die verschiebliche Lagerung hingewiesen: „Die Unterlagen, worauf sämtliche Hängewerke ruhen, bestehen aus gusseisernen Platten (...); auf diesen Platten liegen die schwachen Walzen gleichfalls aus Gusseisen, auf welchen sich die Hängewerke bei eintretender Dilatation durch Temperaturwechsel frei bewegen können.“⁴⁹

Borsig war nicht der erste. Darüber, ob ihm – oder vielleicht doch Persius! – Klenzes Publikation bekannt und Anregung war, lässt sich auf dem gegenwärtigen Kenntnisstand nur spekulieren. Vielleicht aber geht die Anregung für die Entwicklung seines Walzenlagers auch auf ein Detail zurück, das noch früher an ganz anderer Stelle entwickelt wurde. Schon 1837 war in Leipzig in deutscher Übersetzung eine Veröffentlichung des britischen Ingenieurs Thomas Tredgold über „Grundsätze der Dampfheizung“ erschienen. Darin wurde u.a. die Wasserheizung im Gewächshaus des königlichen Schlosses zu Windsor vorgestellt. Um den Heißwasser führenden Rohrleitungen zwängungsfreie Dehnungen zu ermöglichen, hatte man

diese dort bereits 1829 auf kleinen Walzen gelagert. Dass der Kesselbauer Borsig dieses Fachbuch kannte, ist sehr wahrscheinlich.

Geschichte ist Genealogie. Immer schon gab es ein Ei vor der Henne, immer einen Anfang vor dem Anfang. Die Idee für Borsigs Walzenlager lag im Kontext der raschen Entwicklung des Stahlbaus 1846 nicht nur in der Luft, sie war schon zuvor mehrfach realisiert worden.

3 Ausblick

Einer historischen Konstruktion gerecht zu werden, ist nicht einfach. Gilt dies schon für das Produkt, das Tragwerk selbst, so erst recht für den Prozess seiner Entstehung, jenes vielschichtige und spannende Gewebe, in dem eine Konstruktion erdacht, entwickelt, geplant und gebaut wurde. Es zu entschlüsseln, erfordert mehr als die saubere Transkription einiger Quellen - so wichtig diese auch ist. Es erfordert

- ein Grundwissen um die Vielfalt der Kommunikation in gemeinschaftlichen Entwurfsprozessen,
- einen gewissen technischen Sachverstand, oder zumindest den unbedingten Willen, die technischen Bedingungen und Zusammenhänge zu verstehen,
- die Bereitschaft, sich hartnäckig und geduldig auch auf das konstruktive Detail einzulassen
- und nicht zuletzt den Überblick über den aktuellen Forschungsstand – inhaltlich wie methodisch.

So kommt der konkreten Kritik des genannten Textes auch ein exemplarischer Charakter zu – gerade deshalb, weil der Aufsatz als ein bemerkenswertes Beispiel dafür gelten kann, wie sich Geschichte unter dem Mantel scheinbarer Wissenschaftlichkeit und scheinbar fundierter und sorgfältiger Untersuchung konstruieren lässt. Gewiss: Geschichte ist immer unsere Konstruktion, auch dies hat ja beispielsweise Paul Valéry näher untersucht.⁵⁰ Aus unserer eigenen Sicht, mit unseren eigenen Interessen, für unsere jeweilige Zielgruppe, vielleicht gar ausgerichtet auf den, der sie bestellt, erzählen wir Geschichten von irgendetwas, was geschehen ist. Will es aber Wissenschaft sein, gelten die Regeln, die die scientific community zur besseren gemeinsamen Verständigung dafür in den letzten Jahrhunderten entwickelt hat. Neben der Forderung nach Sachkunde sind dies vor allem methodische Transparenz und Wahrhaftigkeit. Wir sollten unsere Eitelkeiten auch im Zeichen weitverbreiteter nahezu pathologischer Publikationssucht im Zaume halten und uns dieser Regeln stets neu erinnern.

Was Persius angeht, soll dieser Beitrag nicht missverstanden werden. Ein derartiger Meister der Architektur hat es nicht nötig, ihn zu etwas zu machen, was er wohl nicht war. Im übrigen scheint mir in Bezug auf das Potsdamer Kuppelprojekt nach wie vor ziemlich genau das zuzutreffen, das ich vor mehr als einem Jahrzehnt zusammen zu fassen versuchte: „Persius hat die Grenzen der Diskussion um die Machbarkeit des (Kuppel-) Projektes neu abgesteckt, indem er sie von der Schinkelschen Vorgabe einer herkömmlichen Holzkonstruktion befreite und die gusseiserne Lösung auf den Weg brachte. Das ist sicher. Vielleicht hat ihm darüber hinaus für seine ersten Entwürfe bereits die Kuppel der Pariser Halle au blé als Vorbild gedient, wie vermutlich später Borsig, und vielleicht war sogar er es, der Borsig auf sie als mögliches Muster aufmerksam machte. Daß er die berühmte Konstruktion aus eigener Anschauung kannte, kann als sicher gelten, reiste er doch genau im Jahr der Wiederaufnahme der Potsdamer Kuppelplanungen, 1841, nach Paris. In Anbetracht des Verlustes seiner Zeichnungen ist gleichwohl eine verlässliche Aussage dazu nicht möglich. An der Konkretisierung der Idee und ihrer Verwirklichung jedenfalls hatte er keinen Anteil mehr.“⁵¹

ABBILDUNGEN

- Abb. 1 St. Nikolai, Potsdam, Tragwerk der gusseisernen Schutzkuppel, 1847 (Prüfer, 1852)
- Abb. 2 Halle au blé, Paris, Tragwerk der gusseisernen Kuppel, um 1810 (Breymann, 1854)
- Abb. 3 Isaak-Kathedrale, St. Petersburg, Schnitt mit dreischaliger Kuppel, 1839 (Ivanov, 1962)
- Abb. 4 St. Pauls Cathedral, London, Schnitt mit dreischaliger Kuppel, ... (Archiv Fedorov)
- Abb. 5 Winterpalast, St. Petersburg, Topfsteine, 1838 (Aufnahme Lorenz 2002)
- Abb. 6 Winterpalast, St. Petersburg, Blechträger mit Topfsteinen, 1838 (Eck, 1841, Tfl. 38)
- Abb. 7 „Construction der Topfgewölbe“ nach Schinkel, Vorlegeblätter für Maurer (Schinkel, 1835, Tafel XVIII)
- Abb. 8 St. Nikolai, Potsdam, Walzenlager, 1847 (Prüfer, 1852)
- Abb. 9 Befreiungshalle, Kehlheim, Walzenlager im Dachtragwerk, 1860 (Aufnahme Lorenz, 2000)
- Abb. 10 Walhalla, Niederstauf, Entwurfszeichnung für die verschieblichen Lager im Dachstuhl, o.D. (Münchener Stadtmuseum, Maillinger-Sammlung, Nr. M II /1632 / 116)
- Abb. 11 Walhalla, Niederstauf, Pendellager im Dachstuhl, um 1840 (Aufnahme Lorenz, 2000)

BIBLIOGRAFIE

- Addis, William: Structural Engineering. The Nature of Theory and Design. Chichester 1990.
- Börsch-Supan, Eva: Ludwig Persius. Das Tagebuch des Architekten Friedrich Wilhelms IV. 1840-1845 (Kunstwissenschaftliche Studien 51), München 1980.
- Breymann, Gustav Adolf: Allgemeine Bau-Constructions-Lehre, Bd. 3, Constructionen in Metall (Eisenconstructionen), Stuttgart 1854.
- Eck, Charles: Application générale du fer, de la fonte, de la tole et des poteries dans les constructions civiles, industrielles et militaires. Bd. 1: Traité de construction en poteries et fer, Paris 1836. Bd. 2: Traité de l' application (...), Paris 1841.
- Eisele, Gerhard u.a.: Wiederaufbau des Neuen Museums in Berlin. Tragwerksplanung pro Denkmalpflege., in: Bautechnik, 81, 2004, S.407-422.
- Fedorov, Sergej G.: Frühe Eisenkuppeln in der russischen Sakralarchitektur vor 1840, in: Erhalten historisch bedeutsamer Bauwerke (Jahrbuch 1993 des SFB 315), Berlin 1996, S.163-193.
- Fedorov, Sergej G.: Matthew Clark and the origins of Russian structural engineering, 1810-40s: an introductory biography, in: Structural Iron, 1750-1850, Aldershot (GB), Brookfield (USA) 1997 (Studies in the History of Civil Engineering, Bd.9), S.103-122.
- Ferguson, Eugene S.: Das innere Auge. Von der Kunst des Ingenieurs. Basel, Boston, Berlin 1993.
- Fuss: Die Eröffnung der Walhalla, in: Allgemeine Bauzeitung, 7, 1842, S. 329-342, Tfl. 481.
- Hoffmann, Carl Wilhelm: Die feuerfesten Decken des Neuen Museums hieselbst, in: Notiz-Blatt des Architekten-Vereins zu Berlin, 25/26, 1846, S.167-177.
- Ivanov, V.F.: Istorija Stroitel'noj Tehniki, Leningrad 1962.
- Kania, Hans: Potsdam. Staats- und Bürgerbauten (Schinkel Lebenswerk), Berlin 1939.
- Klenze, Leo von: Walhalla in artistischer und technischer Beziehung (Sammlung Architectonischer Entwürfe, Heft 7f), München 1842, nach: Hufnagel, Florian: Leo von Klenze und die Sammlung Architectonischer Entwürfe, Worms 1983.
- Lorenz, Werner: Stülers Neues Museum. Inkunabel preußischer Konstruktionskunst im Zeichen der Industrialisierung, in: Die Museen in Berlin, München 1994, S.99-112.
- Lorenz, Werner: Konstruktion als Kunstwerk. Bauen mit Eisen in Berlin und Potsdam 1797 – 1850, Berlin 1995.
- Lorenz, Werner: 200 Jahre Eisernes Berlin, in: Stahlbau, 66, 1997, S.291-310.
- Lorenz, Werner: Classicism and High Technology. The Berlin Neues Museum, in: Construction History, 15, 2000 (1), S.39-55.
- Lorenz, Werner: Laptop im Chiton – Klenze, der Ingenieur?, in: Leo von Klenze – Architekt zwischen Kunst und Hof, München 2000 (2), S.128-143.

- Lorenz, Werner, Rohde, Annegret: Building with Iron in Nineteenth Century Bavaria: The Walhalla Roof Truss and its Architect Leo von Klenze, in: Construction History, 16, 2001, S.55-74.
- Meinecke, Andreas: Gestalt und Konstruktion – Persius und die Schutzkuppel von St. Nikolai, in: Ludwig Persius – Architekt des Königs, Baukunst unter Friedrich Wilhelm IV., Potsdam 2003, S.80-87.
- Prüfer, Emil: Mittheilungen über den Bau der St. Nicolai-Kirche in Potsdam, in: Zeitschrift für Bauwesen, 2, 1852, Sp.150-154, Bl.31-33; 3, 1853, Sp.3–18, 543-546, Bl.1–4, 78,79.
- Schinkel, Karl Friedrich: Vorlegeblätter für Maurer, (Grundlage der praktischen Baukunst, hrsg. von der Kgl. Technischen Deputation für Gewerbe, Teil 1) Berlin 1835. 4.Aufl. Berlin o.D.
- Schumann-Bacia, E.: Die Bank von England und ihr Architekt John Soane, Zürich, München 1989.
- Tomlow, Jos: Die Kuppel des Gießhauses der Firma Henschel in Kassel, in: architectura, ..., 1993, S.151 – 172.
- Traeger, Jörg: Die Walhalla und die frühe Eisenkonstruktion in Bayern – Ästhetische Problem und internationale Bezüge, in: Die Oberpfalz, ein europäisches Eisenzentrum, Theuern 1987, S.525-535.
- Tredgold, Thomas: Grundsätze der Dampf-Heizung und der damit verbundenen Lüftung aller Arten von Gebäuden, Leipzig 1837.
- Valéry, Paul: Introduction à la méthode de Léonard da Vinci, 1933, deutsche Übersetzung in: Leonardo da Vinci. Essays. Frankfurt / Main 1998, S.7-61.
- Wermiel, Sarah: The development of fireproof construction in Great Britain and the United States in the nineteenth century, in: Structural Iron and Steel, 1850-1900, Aldershot (GB), Burlington (USA) 2000 (Studies in the History of Civil Engineering, Bd.10), S.67-92

ANMERKUNGEN

1 Meinecke, 2003.

2 Shakespeare, Macbeth, 1,3.

3 Vgl. z.B. den Abschnitt „vertikale Wissensvermittlung“ in Lorenz, 1995, S. 42-46, mit weiterführenden Hinweisen, sowie die beigegebenen Übersichten zu „Studiengänge und Qualifikationsziele an der Bauakademie“

4 Meinecke, 2003, S.82.

5 Meinecke, 2003, Anm. 9.

6 Schinkel, 1835, S.10; Schinkel gibt an, die obere Hälfte der Kuppel über der Rotunde des Alten Museums sei mit Kohlenstaub-Leichtziegeln gebaut, deren spezifisches Gewicht weniger als die Hälfte eines gewöhnlichen Mauerziegels betrug. Ob die in den vergangenen Jahren erfolgte detaillierte Bauforschung zum Alten Museum dies bestätigen konnte, ist mir nicht bekannt.

7 Hoffmann, 1846, S.170; Meineckes Behauptung, Infusorienerde „wurde für Hohl- oder Topfsteine eingesetzt“ (S.81), ist abwegig.

8 Vgl. Kania, 1939, S.52.

9 Börsch-Supan, 1980, S. 65, 74, 129.

10 Nach: Kania, 1939, S.52.

11 Hoffmann, 1846, S.168

12 In diesem Zusammenhang muss auch Meineckes Anmerkung zurückgewiesen werden, dass die „Hohl- oder Topfsteine (...), wie Lorenz schreibt, zum ersten Mal am Neuen Museum Verwendung fanden“ (Meinecke, 2003, S.82, ohne Beleg). Dies ist falsch, vgl. Lorenz 1995, S. 330.

13 Prüfer, 1853, S.14.

14 Meinecke, 2003, S.82.

-
- 15 Eine detaillierte Beschreibung der Petersburger Kuppelkonstruktion liefert Fedorov, 1996.
- 16 „Nach diesem Zeitplan ist tatsächlich gebaut worden“ etc., s. Meinecke, 2003, S.83.
- 17 Meinecke, 2003, S.83.
- 18 Nach Kania, 1939, S.53.
- 19 Die Unterstellung Meineckes: „Dies ist also keineswegs ein Zeichen ‚von Vorbehalten und Unsicherheiten‘ durch Persius, wie Lorenz glaubt“ (Meinecke, 2003, S.83), ist abwegig. In dem angegebenen Text werden die Vorbehalte und Unsicherheiten nicht Persius, sondern der Oberbaudeputation zugeschrieben, vgl. Lorenz, 1995, S. 369. Auch Meineckes Anm. 28, S.83, „Lorenz hält es für ein Gutachten von Persius“, ist ebenso unrichtig wie Anm. 4, in der dies schon zuvor verkündet wurde: Vgl. Lorenz, 1995, Anm. 528, oder S.378, wo das betreffende Gutachten unzweideutig als Gutachten der Oberbaudeputation benannt ist.
- 20 Nach: Kania, 1939, S. 56, im Übrigen schon weitgehend zitiert bei Lorenz, 1995, S.370, 378.
- 21 Vgl. Kania, 1939, S.52–56, Lorenz, 1995, S.369-370.
- 22 Meinecke, 2003, S.84
- 23 Meinecke, 2003, S. 85.
- 24 Vgl. Lorenz, 1995, S.372.
- 25 Vgl. Lorenz, 1995, S. 370–373; im Übrigen wird dies auch von Meinecke nicht bestritten, s. Meinecke, 2003, S.85.
- 26 alle Zitate aus: Meinecke, 2003, S.84.
- 27 vgl. Lorenz, 2003, S.369, 372; Meineckes Vorwurf: „(...) glaubt Lorenz ohne Beleg, dass Borsig in die Überlegungen 1843 schon einbezogen war“ (Meinecke, 2003, Anm.4), ist abwegig. Unverständlich ist, warum Meinecke in Kenntnis des entsprechenden Briefwechsels gerade diesen Hinweis auf frühe Kontakte zur Schutzkuppel unerwähnt ließ.
- 28 Meinecke, 2003, S.84.
- 29 Meinecke, 2003, S.84.
- 30 vgl. z.B. Addis (1990), Ferguson (...) u.a.
- 31 Valery, 1933 / 1998, S.40
- 32 vgl. Lorenz, 1997, S.302-307.
- 33 ... nicht, um Borsig zum Helden zu machen, wie Meinecke, 2003, in Anm. 4 unterstellt: Man lese die diversen auch kritischen Anmerkungen zu Borsig in: Lorenz, 1995.
- 34 nach: Lorenz, 195, S.375.
- 35 Meinecke, 2003, Abb. 4 (1948), Abb. 5 (1975).
- 36 s. z.B. Eisele, 2004
- 37 Wermiel, 2000, S.73–75; Wermiel gibt aus britischer Sicht einen weit gefassten Überblick über die Topfkonstruktionen im Kontext der Suche nach feuersicheren Tragwerken.
- 38 Schumann-Bacia, 1989, S.60,159.
- 39 vgl. Tomlow, 1993, S.163.
- 40 Tomlow, 1993. Henschel arbeitete mit unterschiedlichen Topfradien und Verstärkungstreifen.
- 41 vgl. Eck, 1841, Tafel 37–39. Seit 2002 untersucht der Lehrstuhl Bautechnikgeschichte und Tragwerkserhaltung der BTU Cottbus in Zusammenarbeit mit Dr.-Ing. Sergey Fedorov, Karlsruhe, detailliert die Dach- und Deckentragwerke des Eremitage-Komplexes. Die bisherigen 5 Kampagnen waren den Dachtragwerken der Neuen Eremitage gewidmet, die Fortführung im Winterpalast ist vorgesehen.
- 42 Eck, 1836, 1841.
- 43 Schinkel, 1835. Ob neben den Tafeln auch die jeweiligen Erläuterungstexte von Schinkel selbst verfasst wurden, ist unklar.
- 44 Hoffmann, 1846, S.170.
- 45 Lorenz, 1995, S. 381.
- 46 Lorenz, 2000 (2), S.124f.
- 47 Lorenz, 2000 (2); Lorenz, Rhode, 2001.
- 48 Fuss, 1842.
- 49 Klenze, 1842, S.7, Tafel 11f. Bereits 1987 hat Traeger in einer kunsthistorischen Interpretation des eisernen Dachstuhls auf die verschieblichen Lager hingewiesen, vgl. Traeger, 1987, S.533.
- 50 Valery, 1933 / 1998. Valery benennt zwei Varianten der Annäherung an Geschichte – das Konstruieren und das Erleben.
- 51 Lorenz, 1995, S.374.