

Restaurierungsmaßnahmen an Großbronzen des 19. Jahrhunderts

Abstract

The article starts by giving a survey of the development of bronze founding and modelling techniques in 19th-century Berlin. There, a change in technology took place: the traditional method of Lost-wax (cire-perdue) was replaced by the casting of figures in sections and in sandmoulds. Now monumental bronzes were no longer made of one mould but were put together from various parts cast individually. This new founding technique is represented here by 19th-century bronze monuments and illustrated by giving detailed information of manufacturing characteristics, such as methods of mounting and joining.

Then the article focuses on the interior of monumental bronzes as well as on restoration methods used to stabilize, complete and conserve their constrictive elements, as shown by the example of the monumental equestrian statue of Friedrich Wilhelm IV. The restoration methods applied there respect the statue's original condition, avoiding irreversible substantial manipulations. Finally, the restorational practice of statically securing monumental bronze plastic art is illustrated by the Russian Cenotaph in Berlin. Profound knowledge of particular manufacturing techniques, together with an insight into the interior of works of art, are fundamental prerequisites for developing a comprehensive concept of restoring 19th-century monumental bronzes.

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt zunächst die Entwicklung der Bronze-guß- und Abformtechniken im 19. Jahrhundert in Berlin vor. Hier findet ein Technologiewandel statt: Das traditionelle Wachs-ausschmelzverfahren wird durch das Sandteilformverfahren abgelöst. Großbronzen werden nun nicht mehr „in einem Guß“ hergestellt, sondern aus zahlreichen, einzeln gegossenen Teilen zusammengesetzt. Diese neue Gußtechnik wird am Beispiel monumentaler Bronzedenkmäler des 19. Jahrhunderts vorgestellt und mit Detailinformationen zu herstellungstechnischen Merkmalen wie Montier- und Fügemethoden veranschaulicht. Das Schwerpunktthema ist die Betrachtung des Innenlebens von Großbronzen sowie die Vorstellung von Restaurierungsmaßnahmen zur Stabilisierung, Ergänzung und Konservierung der konstruktiven Elemente, gezeigt am monumentalen Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. Die angewandten Restaurierungsverfahren respektieren die originale Beschaffenheit des Bronzedenkmals und vermeiden irreversible Eingriffe in die Substanz. Der abschließende Exkurs zeigt am Beispiel des Russischen Ehrenmals in Berlin die restauratorische Praxis bei der statischen Sicherung einer monumentalen Bronzeplastik. Das Wissen um die herstellungstechnischen Besonderheiten, der Blick in das Innere dieser Kunstwerke, ist Voraussetzung für die Entwicklung ganzheitlicher Konzepte zur Restaurierung von Großbronzen des 19. Jahrhunderts.

Einleitung

Seit der Antike gilt Bronze wegen der Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit als das geeignete Material zur Schaffung von Denkmälern. Denkmäler aus Bronze, „ex aere solido“, waren von der Spätantike bis in die Neuzeit Sinnbilder ewig wählender weltlicher und kirchlicher Macht. Großbronzen schmückten die Kirchen, Paläste und Städte, verliehen ihnen Altehrwürdigkeit, Ansehen aber auch Rechtsanspruch. Daneben galt im Mittelalter die Kunst, Großbronzen zu gießen, als Nachweis antiker Tradition.¹ Im 19. Jahrhundert, dem Zeitalter des Denkmalkults, wird Bronze geradezu zum „klassischen“ Material für Denkmäler. In der Hierarchie der denkmalwürdigen Materialien stand Bronze nun ganz oben.

Der Begriff „Großbronzen“ wird in diesem Beitrag auf freistehende, mindestens lebensgroße bis kolossale Bronzeplastiken angewandt. Gerade im 19. Jahrhundert läßt sich ein starker Trend zu monumentalen Bronzedenkmälern feststellen. Staats-

Abb. 1. Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. an der Nationalgalerie in Berlin; historische Aufnahme nach 1886



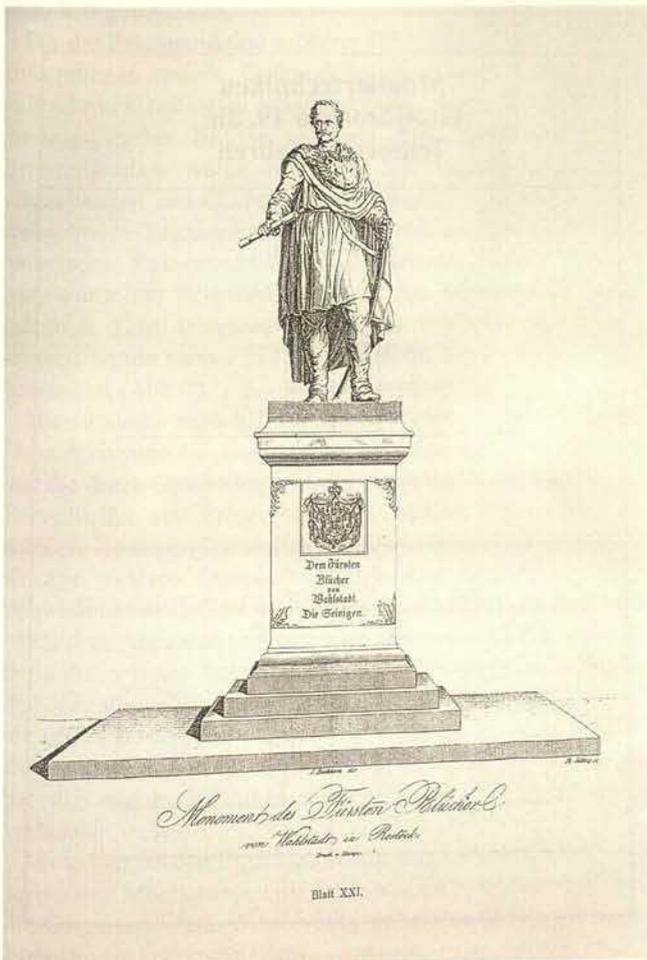
denkmäler, wie die Reiterstandbilder der preußischen Könige in Berlin, zeigen monumentale Ausmaße. Der Platz dieser Denkmäler ist der öffentliche Raum, sie nehmen im Stadtbild neue Positionen ein, prägen Straßenzüge und Plätze (Abb. 1).

Die große Zahl der neu zu errichtenden Bronzedenkmäler, aber auch ihre Monumentalität förderten die Entwicklung des Bronzegusses im 19. Jahrhundert entscheidend. Neben den Denkmaldimensionen dürfte auch der allenthalben in der zeitgenössischen Literatur nachvollziehbare Kostendruck zur Fortentwicklung neuer Herstellungstechniken und Gußtechnologien beigetragen haben.

Diese Entwicklung des Bronzegusses und die sich daraus ableitenden technologischen Merkmale der Großbronzen des 19. Jahrhunderts stehen im Mittelpunkt dieses Beitrags. Der restauratorische Blick wendet sich dabei hauptsächlich auf das Innenleben dieser Denkmäler. Dieser Befund gibt Aufschlüsse über die in der Literatur beschriebenen Guß- und Montagetechniken aber auch über die hier anzutreffenden Schadensbilder. Die Darstellung von Freilegungs- und Konservierungstechniken an Großbronzen erfolgt in anderen Beiträgen; die hier vorgestellten Denkmäler sind alle mit den derzeit restauratorisch üblichen Verfahren gereinigt und konserviert worden.

Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts herrschte beim Guß von Bronzedenkmälern die Technik des Wachsausschmelzverfahrens vor. Dabei wurde das Objekt nach Möglichkeit „in einem Guß“ gefertigt, lediglich komplizierte oder abstehende Teile wie Arme, Attribute etc. separat gegossen und später angesetzt.

Abb. 2. Titelblatt der Festschrift zur Einweihung des Blücher-Denkmal in Rostock 1818



Daneben etablierte sich seit dem Ende des 18. Jahrhunderts – zunächst wohl in Frankreich – das Sandteilformverfahren, das ursprünglich aus der Eisengußtechnik übernommen wurde.² Die Einführung dieser Technik für den Bronzegliß im deutschen Raum geht wohl auf die Berliner Bildhauer Gottfried Schadow und Christian Rauch zurück. Es war Schadow, der nach den napoleonischen Befreiungskriegen mit dem Pariser Gießer Lequiné und dem Bronzeziseleur Coué die neuesten gußtechnischen Entwicklungen im Sinne eines französischen Technologietransfers nach Berlin holte. Das erste Bronzedenkmal, das in der Technik des Sandteilformverfahrens gegossen wurde, war Schadows Blücher-Denkmal für Rostock im Jahr 1818, belegt durch ein Zitat aus der Festschrift der Denkmaleinweihung: „Sehr wichtig ist auch die Methode, wodurch man das Wachs, welches sonst die Dicke des Metalles bestimmte, entbehren kann. Jetzo, wenn über das fertige Modell die Form gemacht und diese wieder abgenommen ist, wird die ganze Oberfläche beschabt, und zwar um so viel, als die Metalldicke künftighin betragen soll (Abb. 2).“³

Entscheidend für die Weiterentwicklung dieses Teilformverfahrens waren dann in der Folge Synergieeffekte aus den preußischen Erfahrungen im Eisenkunstguß und dem aus Frankreich importierten gußtechnischen Know-how. Eine grundlegende Änderung der Herstellungstechnik von Großbronzen war die Folge: Diese wurden nun nicht mehr „aus einem Guß“ gefertigt, sondern aus vielen einzeln gegossenen Teilen zusammengesetzt und montiert.

Ein kritischer Beobachter der Pariser Weltausstellung von 1844 bemerkt dazu, daß die Bronzedenkmäler nun „in Stücken und Stückchen gegossen und zusammengebaut sind, wie die Teile einer Dampfmaschine.“⁴

Die vielen, teils sehr großen Bronzefiguren der folgenden Jahrzehnte wurden allesamt im neuen Verfahren gegossen.⁵ Diese Blütezeit der Denkmalkunst und die damit verbundene steigende Nachfrage nach einer Umsetzung der Denkmal-Idee in Bronze-Materie ermöglichte den Gießern und Ziseleuren eine Weiterentwicklung und Vervollkommnung ihrer Techniken.

Herstellungstechnische Merkmale von Großbronzen des 19. Jahrhunderts

Die nun folgenden Betrachtungen und Dokumentationen sind aus der konkreten restauratorischen Beschäftigung mit Großbronzen des 19. Jahrhunderts entwickelt. Ob es sich nun um das monumentale Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. auf der Museumsinsel in Berlin, den Leipziger Mendebrunnen, das Carl-August-Denkmal in Weimar oder um die Standbilder Schinkels und Beuths vor der Bauakademie handelt, stets waren wir auch mit Restaurierungsproblematiken konfrontiert, die sich aus der Guß- und Montiertechnik dieser Bronzeplastiken ableiteten.

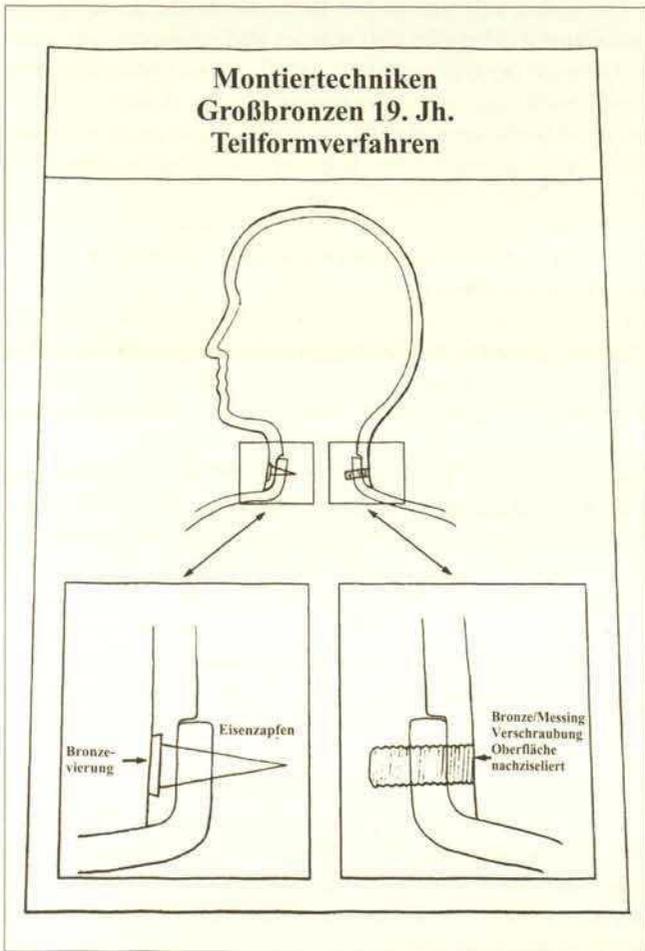
Am Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. läßt sich die neue Herstellungstechnik gut nachvollziehen. Das monumentale Reiterdenkmal mit seinen um den Sockel gruppierten vier weiblichen Allegorien und den fünf Relieftafeln wurde in den Jahren 1883-1886 in der Berliner Bronzegießerei Gladenbeck im Sandteilformverfahren gegossen.⁶ Rumpf, Füße, Kopf und Schweif des Pferdes, Rumpf, Füße, Arme, Kopf und Mantel des Königs sind separat gegossen und montiert. Die Wandungsstärken der Bronze sind in Anbetracht der Größe des Monuments mit 7–8 mm relativ gering.



Abb. 3. Innenansicht des Reiterstandbilds Friedrich Wilhelms IV. Montierung des Kopfes mit Eisenzapfen und Messingverschraubungen

Diese im 19. Jahrhundert vorherrschende Form-, Gieß- und Fügetechnik brachte insbesondere bei Großbronzen Arbeitserleichterungen, eine Reduzierung des Risikos beim Gußvorgang sowie damit verbunden eine Zeit- und Kostenersparnis mit sich.⁷ Sie stellte aber auch höchste Anforderungen an Former und Gießer hinsichtlich Maßhaltigkeit und Präzision sowie an Ziseleure hinsichtlich Montage und Überarbeitung der Fügenähte. Diesbezüglich darf das Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. als technische Meisterleistung des Berliner Bronzegusses gelten. Der Einstieg in das kolossale Reiterstandbild erfolgte nach endo-

Abb. 4. Montiertechniken an Großbronzen des 19. Jh.; Steckverbindung mit Eisendornen und Messingverschraubungen

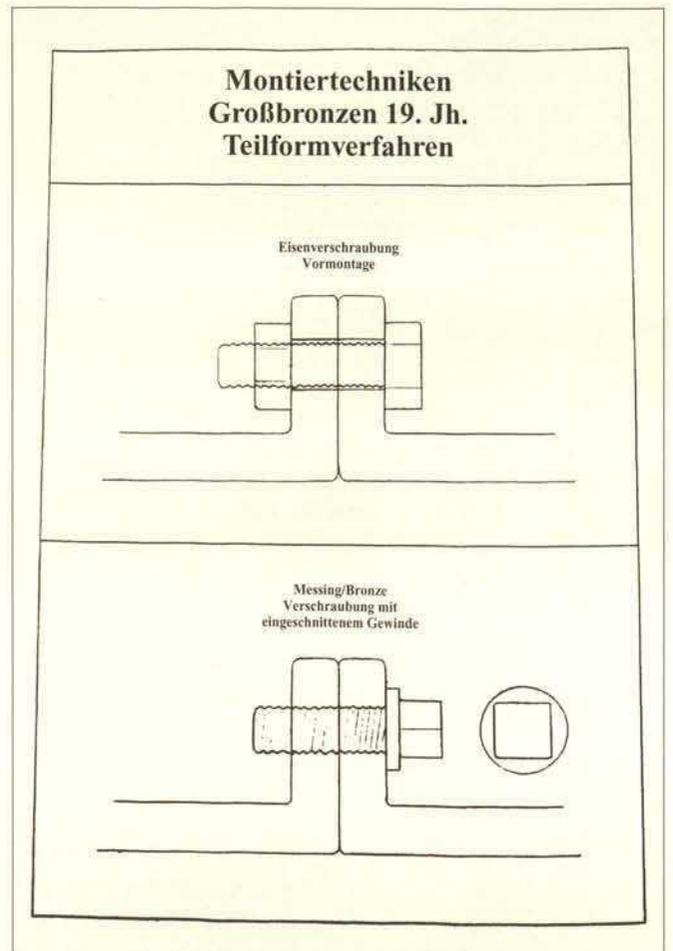


skopischer Voruntersuchung über die letzte Montageöffnung, den Kopf Friedrich Wilhelms IV. Es bot sich uns die seltene Gelegenheit, eine Großbronze des 19. Jahrhunderts auch im Inneren detailliert zu untersuchen, zu dokumentieren und die statisch erforderlichen Sicherungsmaßnahmen durchzuführen (Abb. 3).

Prinzipiell lassen sich im Innern des Reiterstandbilds zwei unterschiedliche Verbindungstechniken an den Gußteilen beobachten. Die erste Füge- bzw. Montiertechnik ist eine Art Steckverbindung. Bei der Verbindung des Kopfes mit der Halspartie, der Pferdebeine mit dem Rumpf und der Plinthe wandte man diese Technik an, und zwar stets so, daß die Gußteile zargenförmig ineinander gesteckt wurden. Im Überlappungsbereich fixierte man die Bronzeelemente zunächst mit konischen Eisendornen und verband sie anschließend kraftschlüssig mit Messingschrauben. Zuletzt wurden die Schrauben- bzw. Zapfenköpfe außenseitig abgemeißelt, mit Bronzeplättchen abgedeckt und nachzisiert (Abb. 4).

Die andere Füge- und Montiertechnik an den großen, flächigen Teilformen stellt sich so dar, daß schon an den Gußmodellen der Teilformen massive Stege rechtwinklig zur Fügenaht anmodelliert wurden. Nach der Feinbearbeitung wurden sie Steg an Steg mit Messing- und Stahlverschraubungen zusammengesetzt. Als technische Besonderheit ist anzumerken, daß die Eisenverschraubungen, die zur Vormontage der einzelnen Gußschalen dienten, durch glattwandige Bohrungen in den Bronzestegen gehen. Die bis zu 20 mm starken Messingschrauben sitzen dagegen in eingeschnittenen Gewinden und gewährleisten so einen kraftschlüssigen Verbund (Abb. 5).⁸

Abb. 5. Montierung von Gußteilen mit angegossenen Stegen mit Verschraubungen aus Eisen und Messing



Diese Montiertechniken bei Großbronzen garantieren als selbsttragende Schalenbauweise exzellente Stabilität, die trotz der enormen Maße und Gewichte den Verzicht auf das so häufig vermutete innere Stützgerüst überflüssig macht. Dies konnte durch statische Berechnungen nachgewiesen werden.⁹ Aus restauratorischer Sicht ist an dieser Montiertechnik lediglich die Verwendung von Eisenverschraubungen und -zapfen problematisch. Diese gerade an statisch besonders belasteten Stellen eingesetzten Eisenteile weisen insbesondere dann gravierende Korrosionsschäden auf, wenn das plastische System aufgrund von Schäden nicht mehr geschlossen ist und Feuchtigkeit ins Figurennere gelangen kann. Der Austausch dieser durch Korrosion geschwächten, eisernen Verbindungsmittel ist in der Regel aus Stabilitätsgründen erforderlich. Zum Einsatz kommen je nach statischen Erfordernissen Befestigungsmittel aus Messing, Bronze, Titan oder Edelstahl (Abb. 6).



Abb. 6. Montage von Teilformen mit originalen Messingschrauben; Ersatz der durchgerosteten Eisenschrauben durch korrosionsbeständige Titanverschraubungen

Ergänzungsmaßnahmen an Großbronzen

Die Schadensbilder bei Großbronzen reichen von kleinen mechanischen Beschädigungen über unterschiedlich große Löcher bis zum flächigen Verlust an Originalsubstanz. Während geringfügige Schäden an der Bronzeepidermis als Spuren der Geschichte belassen werden sollten, muß bei größeren Fehlstellen, die das ursprünglich geschlossene plastische System geöffnet haben, im Einzelfall darüber nachgedacht werden, ob und in welcher Technik ergänzt wird.¹⁰

Bei der Restaurierung des Reiterstandbildes Friedrich Wilhelms IV. sowie bei der Restaurierung der Denkmäler Schinkel und Beuth wurden Fehlstellen und Einschußlöcher materialgerecht kalt geschlossen.

Für die Rekonstruktion größerer Fehlstellen wurden Silikonabformungen erstellt, Gußmodelle mit Berücksichtigung des gußtechnisch bedingten Schwundmaßes angefertigt und in legierungsgleicher Bronze gegossen. Die Montierung dieser Bronzeplomben wurde reversibel mit innenliegenden Verschraubungen und Querspangen durchgeführt. Eine besonders weitgehende Ergänzungsmaßnahme, die nur über eine bildhauerische Rekonstruktion der fehlenden Partien möglich war, wurde am Reiterdenkmal Friedrich Wilhelms IV. vorgenommen. Eine kriegsbedingte, große Fehlstelle am Pferdeshweif wurde formal mit Hilfe historischer Fotovorlagen rekonstruiert (Abb. 7).

Hierzu mußte zunächst das Schweifinnere freigelegt werden. Danach konnten die eingestauchten Randpartien zurückgeformt und die durch Geschoßeinwirkung zerstörten Randbereiche mit Feinschleifer und Fräser begradigt werden, um exakte Anschlüsse für die Ergänzung herzustellen. Für die Rekonstruktion wurden mehrere Gipspositive nach dem Vorbild originaler Schweifteile modelliert und in den Originalbestand eingefügt. Nach dem Anpassen und formalen Überarbeiten der Gipsmodelle durch freies Antragen wurden Silikonnegativformen für den endgültigen Bronzeuß angefertigt. Nach dem Guß wurden die relativ großen und schweren Schweifteile an vorgerichteten Bronzespangen, die zuvor im Schweif verankert worden waren, befestigt und durch Bronzeschrauben mit der Originalsubstanz verbunden.

Wenn hier bei den Ergänzungsmaßnahmen immer wieder von reversiblen Montierungen die Rede war, so heißt das nicht, daß die Originalsubstanz dabei völlig unberührt bleibt – geringe Eingriffe sind unumgänglich.

Bei der Durchführung dieser Ergänzungsmaßnahmen haben wir stets die herstellungstechnischen Merkmale und Besonderheiten der Großbronzen des 19. Jahrhunderts berücksichtigt und – soweit durchführbar – in der historischen Technik mit Teilformen und reversiblen Verschraubungen gearbeitet. Schon aus diesem Grund kamen bei den eben erwähnten Restaurierungsmaßnahmen an Bronzen keine thermischen Verfahren wie Schweißen zum Einsatz. Das Schweißen von Bronze stellt heutzutage kein technisches Problem dar, es wird bei Neugüssen als rationelles, ungleich schnelleres Verfahren überall praktiziert. Die Bronzegießer des 19. Jahrhunderts kannten diese Technik nicht. Aber nicht nur aus restaurierungsethischen Gesichtspunkten sind Schweißungen am historischen Objekt abzulehnen. Selbst sachgemäß durchgeführte Schweißarbeiten können im Bronzegefüge zu unkontrollierbaren Spannungen führen, darüber hinaus sind sie stets mit Patinaverlust verbunden (Farbtafel XII.1).

Stabilisierungsmaßnahmen

Bei der Restaurierung von Großbronzen im öffentlichen Raum sind auch sicherheitstechnische Aspekte zu berücksichtigen. Die langfristige Standsicherheit des Denkmals muß zuvor geprüft werden und gegebenenfalls sind stabilisierende Maßnahmen durchzuführen.

Beim 5,4 Tonnen schweren Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. wird die Last über die drei Pferdebeine in die Plinthe abgeleitet. Dazu sind in der Plinthe drei Bronzeschuhe zur Lastaufnahme integriert. Die Ableitung der Kräfte erfolgt im wesentlichen über die beiden Lastbeine rechts vorne und links hinten auf die Aussteifungen in der Plinthe. Das rechte Hinterbein dient hauptsächlich als zusätzliche Stabilisierung gegen die Windlast. Der Bronzeschuh für das rechte Hinterbein war durch starke Korrosionsschäden am Kerneisen und den zur Befestigung verwendeten Eisenkeilen stark in Mitleidenschaft gezogen. Das statische Gutachten stellte hierzu fest, daß unter dem rechten Hinterbein eine entsprechende Queraussteifung fehle. Bei entsprechend starkem Ostwind wird deshalb die zulässige Spannung in der Plinthe überschritten. Eine Verstärkung dieses Bereichs war daher zwingend erforderlich. Gemeinsam mit dem Statiker entwickelten wir ein Stabilisierungskonzept, welches die herstellungstechnischen Merkmale des Denkmals berücksichtigt und massive Eingriffe in die Originalsubstanz ausschloß.¹¹

Die statisch erforderliche Queraussteifung wurde als zweiseitige Spange mit einer Aussparung für das Bronzauflager des rechten Hinterbeins und einer zusätzlichen Führungsmanschette konzipiert. Wegen der Materialgleichheit wurde Bronze als Werkstoff für die Queraussteifung gewählt. Hierzu mußte zunächst die Plinthenunterseite im Querschnitt abgeformt und ein 1:1 Modell aus Holz mit Wachsapplikationen für die Traverse erstellt werden. Die beiden Manschetten für den Bronzekörper wurden ebenfalls am Original abgeformt. Nach dem Guß wurden die Teile exakt eingepaßt und durch Bronzeverschraubungen mit der Plinthe verbunden.

Bei der Begutachtung des Reiterdenkmals war auch eine klaffende Fügenaht am Ansatz des Pferdeschweifs aufgefallen. Unmittelbare Ursache dafür war der Kriegsschaden im unteren Bereich des Pferdeschweifs. Das statische Gutachten stellte hierzu fest, daß der Schaden so gravierend sei, daß das separat gegossene und angesetzte Teil gesichert werden müsse. Dieser Forderung nach einer zusätzlichen Befestigung kamen wir durch den Einbau einer Seilsicherung nach. So haben wir ein 6 mm starkes Edelstahlseil im Schweif dauerhaft verankert, durch die Öffnung im Schweifansatz in den Pferdekörper geführt und an einer Originalverschraubung befestigt.

Bei der Bergung des 1875 durch Adolf von Donndorf geschaffenen, ca. vier Meter hohen und fünf Tonnen schweren Reiterstandbildes Carl Augusts von Weimar stellte sich heraus, daß die Girlandenplinthe ursprünglich mit vier Eisenzapfen im Steinsockel eingelassen war. Diese Zapfenverbindungen waren so stark korrodiert, daß eine Erneuerung der Befestigungselemente und Stabilisierung des Plinthenrahmens notwendig wurde (Farbtafel XII.4).

Zur Ausführung kamen speziell angefertigte Stabilisierungselemente aus Bronze. Nach dem Entfernen der korrodierten Auflagerzapfen wurden die neuen Bronzeelemente der Originalsubstanz angepaßt und montiert. Die neuen Auflagerzapfen sind in Form justierbarer M 24-Edelstahlgewindeschrauben mit Kontermutter in die doublierten Plinthenecken eingebaut. Dadurch war gewährleistet, daß das Reiterstandbild samt Plinthe im Steckprinzip wieder in die originalen Bohrungen des Steinsockels eingelassen und ausgerichtet werden konnte.

Exkurs: Das Russische Ehrenmal in Berlin-Tiergarten

Am Ende des Beitrags steht eine Großbronze ganz besonderer Art, die von der Zeitstellung her nicht in den vom Titel gesteckten Rahmen zu passen scheint. Es ist das monumentale Bronzedenkmal des Rotarmisten vom Russischen Ehrenmal in Berlin-Tiergarten nahe dem Brandenburger Tor. Die vom Bildhauer Lew Kerbel in den ersten Nachkriegsmonaten des Jahres 1945 modellierte Plastik ist wohl der erste monumentale Bronzeguß nach dem 2. Weltkrieg in Berlin. Ausgeführt wurde der Guß des 7,40 m hohen Standbilds in der Bildgießerei Hermann Noack in den Jahren 1945/46 (Farbtafel XII.3).

In der Herstellungstechnik markiert der Rotarmist einen Wendepunkt. Moderne Schweißtechniken des 20. Jahrhunderts sind hier mit den vorher beschriebenen traditionellen Montagetechniken des 19. Jahrhunderts kombiniert. Die Teilformen wurden durch Schweißung zu drei großen Elementen (Fußpartie, Rumpf und Oberkörper) zusammengefügt, die wiederum mit angegossenen Bronzestegen in der bekannten Manier mit Wechsel von Eisen- und Messingverschraubungen verbunden sind.

Abb. 7. Gipsmodell, Silikonabformung und Bronzenachguß für die Rekonstruktion des Pferdeschweifs am Denkmal Friedrich Wilhelms IV.



Bei der Restaurierung wurden die korrodierten Eisenverschraubungen und -armierungen durch Edelstahl- bzw. Bronzebefestigungsmittel ausgetauscht. Die massiven Schäden im Sockelbereich und die statisch unzureichende Auslegung der Plinthe erforderten umfangreiche Festigungsmaßnahmen. Dabei wurden die originalen Verbindungstechniken beibehalten und zur Gewichtsableitung des 6,7 Tonnen schweren Bronzesoldaten insgesamt 18 massiv gegossene, exakt angeformte Bronzelege um die belasteten Bereiche montiert – im Bild als neue „Schuhsohlen“ deutlich erkennbar. Eine zusätzliche Plinthenunterkonstruktion aus einer wabenförmig gegossenen Bronzeplatte überträgt nun nach statischen Berechnungen die Gesamtlast auf den ebenfalls erneuerten Betonsockel des Denkmalturms (Farbtafel XII.2).

Schlußbemerkung

Die Restaurierung einer Großbronze verpflichtet zu ganzheitlichen Maßnahmenkonzepten. Unser Beitrag ist ein Versuch, einmal ganz bewußt den Blick weg von der künstlerisch gestalteten Oberfläche auf das konstruktive Innenleben von Bronzen zu lenken. Dieses Hineinschauen in das Objekt bringt wichtige Informationen über herstellungstechnische Zusammenhänge und hat sich als unabdingbar für die Formulierung und Durchführung geeigneter restauratorischer Maßnahmen an Großbronzen des 19. Jahrhunderts erwiesen.

Abbildungsnachweis

Alle Abbildungen vom Verfasser

Anmerkungen

- 1 THOMAS RAFF, *Die Sprache der Materialien*, Anleitung zu einer Ikonologie der Werkstoffe, München 1994, S. 33 ff.
- 2 Der Hauptunterschied zwischen dem Wachsausschmelzverfahren und dem Sandformverfahren besteht darin, daß „bei den Sandformen die Formhohlung nicht aus einem unteilbaren oder aus sehr wenigen Stücken bestehenden Ganzen gebildet wurde ...“ Vgl. HERMANN LÜER, *Technik der Bronzeplastik*, Leipzig 1901, S. 87.
- 3 *Festschrift: Ueber das Denkmal des Fürsten Blücher von Wahlstatt als es am 26sten August 1819 zu Rostock feierlich aufgestellt wurde vom Bildhauer Schadow – Director der Königl. Academie der schönen Künste in Berlin – 1819*, S. 16.
- 4 HERMANN LÜER, *Technik der Bronzeplastik*, Leipzig 1901, S. 115.
- 5 Vgl. HERMANN LÜER, *Technik der Bronzeplastik*, Leipzig 1901, S. 99. Vgl. auch Zitat in: HERMANN MAERTENS, *Die Deutschen Bildsäulen-Denkmale des XIX. Jahrhunderts*, Stuttgart 1892, S. 35: „Diesem Verfahren (gemeint ist das Sandteilformverfahren) verdankt gerade Deutschland, seit Rauchs einflußreicher Thätigkeit, noch bis vor ca. 10 Jahren alle seine Erzmonumente, vor allem die von Berlin und München, dessen Riesenbild der Bavaria durch v. Miller sen. auch vermittelst Sandformen geschaffen worden ist.“
- 6 URSEL BERGER, *Die Bronzeießereien Gladenbeck in Berlin*, *Weltkunst* 1988, Heft 22/ 23. Die kunsthistorische Würdigung des Denkmals Friedrich Wilhelms IV. bei: BERNHARD MAAZ, *Alexander Calandrellis Reiterstandbild Friedrich Wilhelm IV. an der Nationalgalerie*, Jahrbuch der Berliner Museen 1994, S. 199-216.
- 7 Vgl. *Festschrift: Ueber das Denkmal des Fürsten Blücher von Wahlstatt...*, „Die großen Metall-Arbeiten in Frankreich hatten auf eine neue Methode des Erz-Gusses geführt, die in der Hälfte der Zeit der ehemaligen Methoden das Nämliche erreichte.“
- 8 MAXIMILIAN HEIMLER, *Schadenskartierung an Großbronzen*, *Restauro*, 3, 1993, S. 171-175.
- 9 Statischer Nachweis durch Dipl.-Ing. D. Marche, Ingenieurbüro Triebold – Bruns & Partner, Potsdam.
- 10 GEORG J. HABER, *Das Reiterstandbild Friedrich Wilhelms IV. auf der Museumsinsel Berlin. Restauratorische Gesamtaufgabe – Problemlösungsansätze*, *Restauro*, 3, 1993, S. 165-170.
- 11 Statischer Nachweis durch Dipl.-Ing. D. Marche, Ingenieurbüro Triebold – Bruns & Partner, Potsdam.