

Der Neptunbrunnen von Schloss Linderhof

Restaurierung wasserspeiender Zinkgussplastiken

Helena Blust

Der Neptunbrunnen aus dem Schlosspark Linderhof besteht aus überlebensgroßen Zinkgussfiguren von 1878, welche im Brunnenbecken arrangiert sind und teils die Funktion von Wasserspeiern haben. Der Zinkguss wies viele Brüche, Risse, Fehlstellen und Altreparaturen auf. Die unterdimensionierten, historischen, schmiedeeisernen Innenkonstruktionen konnten den hohen Eigengewichten und der Belastung durch den Brunnenbetrieb nicht standhalten. Die lediglich Beschichtungsreste aufweisende Zinkgussoberfläche war Witterung und Brunnenwasser ausgesetzt. Die Objekte wurden teils zerlegt, neu verlötet und mit neuen Edelstahl-Innenkonstruktionen ausgestattet. Die Oberflächen wurden gestrahlt und mit einem Schutzlacksystem beschichtet. Für den Transport, die Montage und spätere Restaurierungen wurden Edelstahl-Unterkonstruktionen für jede Figur gebaut. Sie sind mit den Stahlrahmen der neuen Innenkonstruktionen verschraubbar.

The Neptune Fountain at Linderhof Palace

The restoration of water-spouting cast zinc sculptures

The Neptune Fountain from Linderhof Palace Park consists of larger-than-life cast zinc figures from 1878, which are arranged in the fountain basin and partly have the function of waterspouts. The zinc casting showed many breaks, cracks, missing parts and old repairs. The under-sized, historic, wrought-iron interior structures could not withstand the high dead weights and the load caused by the fountain's operation. The zinc cast surface, which only had residues of coating left, was exposed to weather and the fountain water. The objects were partly disassembled, re-soldered and fitted with new stainless steel internal constructions. The surfaces were blasted and coated with a protective coating system. Stainless steel substructures were built for each figure for transport, assembly and later restoration. They can be screwed onto the steel frames of the new interior constructions.

Nachzustand der Zinkgussplastiken im laufenden Brunnenbetrieb 2022, ein Jahr nach Abschluss der Restaurierung



Beschreibung

Der Neptunbrunnen befindet sich im Park von Schloss Linderhof im oberbayerischen Ettal und gehörte neben Neuschwanstein und Herrenchiemsee dem bayerischen König Ludwig II. Die Anlage, die als ein Musterbeispiel der Gartenkunst des Historismus gilt, wurde im Zeitraum von 1870 bis 1886 erbaut. Der Entwurf für die Brunnenfiguren stammt vom Bildhauer Michael Wagnmüller, welcher viele andere Arbeiten vor Ort umsetzte. Ferdinand von Miller führte den Zinkguss in der königlichen Erzgießerei aus. Brunnen und Figurengruppe entstanden zwischen 1877 und 1878.¹

Der Neptunbrunnen mit seinen überlebensgroßen Zinkgussplastiken umfasst Neptun, zwei Tritonen und drei Pferde. Auf der Brunnenrückwand sitzen zwei weitere Puttenpaare. Die Pferde und der Triton Südost sind mit Wasserspielen ausgestattet. Im Brunnenbecken sind zusätzliche Wasserfontänen integriert. Angehäufte große Steine dienen der optischen Verbindung zwischen den Figuren (Abb. 1).

Ein Bericht zur historischen Beschichtung des Neptunbrunnens von 2018 beschreibt die Ergebnisse der Recherche zur Farbigkeit der Brunnenfiguren und die daraus abgeleiteten Vorgaben für eine Neubeschichtung.² Die Untersuchung ergab, dass alle Figuren ursprünglich, wie auch die anderen Zinnobjekte des Parks, farbig als Bronzeimitation beschichtet waren. Die zu verwendenden Materialien und Beschich-

tungssysteme wurden vom Auftraggeber vorgegeben und bilden ein umfassendes Konzept zur Handhabung der zu restaurierenden Bauten und Objekte im Schlosspark Linderhof.

Jede Figur wurde bei der Herstellung aus vielen einzelnen Gussteilen zusammengesetzt. Diese zeigen teils verbindende Laschen aus Messing und Eisen. Alle Bauteile wurden miteinander verlötet. Die Pferde und der Neptun wiesen schmiedeeiserne, innere Stützkonstruktionen auf, welche für jede Figur individuell angefertigt und eingepasst wurden. Durch das Innere der wasserspeienden Figuren führen außerdem Bleirohre, welche das Wasser durch die Mäuler, Nüstern und eine Muschel beim Triton Südost austreten lassen (Abb. 2).

Zustand und Aufgabenstellung

Der schlechte Zustand der Figuren resultierte hauptsächlich aus der statischen Belastung des Zinkgusses durch die Nutzung und das Eigengewicht. Die unterdimensionierten und ineffektiv eingebauten Innenkonstruktionen reichten nicht zur Verminderung der Materialbelastung aus und waren zudem stark korrodiert. Auch infolgedessen sind viele Risse und Brüche im Zinkguss und entlang der Lötnahte entstanden.

1 Der Neptunbrunnen im Vorzustand 2017



Alte Reparaturen haben zu starker interkristalliner Korrosion der Zinklegierung geführt. Die Korrosion wurde durch das Verlöten mit säurehaltigem Flussmittel verursacht, wobei Reste auf der Objektoberfläche verblieben, über welche Bleilappen als Flicker gelötet wurden.

Außerdem waren viele der Löt Nähte durch die zinkgusstypische, interkristalline Korrosion³ und eine dadurch verursachte Ablösung des Lötzinns rissig oder offen. Infolgedessen gab es auch lose und fehlende Gussteile. Durch die historische Herstellungstechnik und damit einhergehenden, starken metallischen Verunreinigungen sowie die leichte Rissbildung sind Zinkgussobjekte besonders anfällig für interkristalline Korrosion.⁴

Zentrale Faktoren für den Erhalt waren und sind die materialbelastenden, klimatischen Bedingungen im Ettal mit starken Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen im Tages- und Jahresverlauf.

Ziel der Restaurierung war die Weiternutzung als Brunnenfiguren unter größtmöglichem Erhalt der Originalsubstanz sowie die Wiederherstellung des bauzeitlichen, künstlerischen Gesamteindrucks. Dabei sollte die Zugänglichkeit für Wartungen gewährleistet werden. Die Voruntersuchung und Restaurierung wurden zwischen 2017 und 2021 ausgeführt.

Voruntersuchungen

Zur Voruntersuchung wurden Lötversuche an gealtertem Zinkguss durchgeführt.⁵ Aufgrund der Gefügeveränderungen und -korrosion stellt Löten eine Herausforderung dar. Die Funktion der Zinkgussteile setzt jedoch stabile, dauerhafte Verbindungen voraus. Klebungen haben sich im Bereich der Zinkgussrestaurierung etabliert, bergen aber auch Nachteile in Bezug auf die thermische Ausdehnung und die Standzeit. Löten verursacht dagegen durch den hohen Wärmeeintrag und die benötigten säurehaltigen Flussmittel Gefügeschäden.⁶ Das Ergebnis des klassischen Weichlötens mit Bleizinnlot wird maßgeblich durch das verwendete Flussmittel bestimmt. Säurehaltiges Lötwasser/Flussmittel dringt tief in das korrodierte Zinkgussgefüge ein und löst mit der Zeit dieses im Randbereich zu einem porösen Schwamm auf, was zu einem hohen Festigkeitsverlust führt. Aus diesen Gründen entschied man sich für das gering korrosiv wirkende, säurefreie Flussmittel Griffon S 39 Universal Weichlotflussmittel und Pb60Sn40 Lötzinns, da saure Lösungen aggressiver reagieren als alkalische Mittel.⁷ Das säurefreie Flussmittel, auf Basis von in Wasser gelösten Salzen, hat Zinkchlorid, Ammoniumchlorid und Ethandiol als Hauptbestandteile.

Mittels Röntgenfluoreszenzanalyse wurde die qualitative und quantitative Elementverteilung der Zinkguss-Legierung bestimmt. Die Menge und Art der Legierungskomponenten gibt Aufschluss über die Reinheit oder Verunreinigung des Zinkgusses in Korrelation zu seinen mechanischen Eigenschaften und der Korrosionsbeständigkeit.⁸

Besonders gefährdet durch interkristalline Korrosion ist Zink mit erhöhten Bleiwerten, da Blei genau wie Zinn als Korrosionsmotor wirkt.⁹ Die durchschnittlichen Werte für Zinkguss aus dem 19. Jahrhundert sind: 98 % Zink, 1,8 % Blei, 0,2 % Zinn und 0,01 % Kupfer.¹⁰ Bereits 1999 wurden zwei Proben vom Neptunbrunnen durch Mottner/Assfalg mit vergleichbaren Werten bestimmt. Die aktuellen Messungen ergaben teils nur leicht, teils deutlich erhöhte Zinn- und Kupferanteile. Dieses Ergebnis korreliert mit den im Schliff erkennbaren, teils starken Gefügeschäden. Insbesondere die Bereiche der Lötverbindungen sind von Gefügeschäden betroffen, da Wärmezufuhr und Flussmittel die interkristalline Korrosion beschleunigen.¹¹

Restaurierung des Zinkgusses

Die Restaurierungsarbeiten wurden von der Berliner Restaurierungsfirma Bernd M. Helmich durchgeführt, bei welcher die Autorin als Metallrestauratorin angestellt ist.¹² Die Figuren sollten nach der Restaurierung wieder dem Brunnenbetrieb und den damit verbundenen hohen Belastungen wie Wasserdruck, thermische Schwankungen, Korrosion und Erosion standhalten, was entsprechende Anforderungen an die Fügetechnik stellte.

Vorbereitend wurden an den zu verlötenden Rissen und Gussteilkanten mit dem Druckluftfräser der poröse, korrodierte Zinkguss, Schmutz und alte Lötreste entfernt. Bei Gussteilen mit gut erhaltenen Löt Nähten sind abschnittsweise alte Löt Nähte aufgefräst, die Kanten gereinigt und neu verlötet worden. Danach wurden die Gussteile mittels Propangasflamme, Löt Kolben, säurefreiem Weichlotflussmittel S 39 von Griffon und Pb60/Sn40 Lötzinns verlötet. Anschließend wurden die Löt Nähte versäubert und in der Struktur der umgebenden Oberfläche angepasst. In Fehlstellen sind nachgegossene Zink-Ergänzungen eingepasst und eingelötet worden.

Nach dem Neuaufbau wurden die Objekte mit Schmelzkammerschlacke, einem mineralischen Einwegstrahlmittel, gestrahlt. Dadurch wurden die oberste Oxidschicht, Verschmutzungen, Reste alter Beschichtung und Flussmittelreste um die Löt Nähte entfernt. Ohne eine solche vollständige Entfernung der Korrosionsprodukte auf der Oberfläche wäre keine Langzeitbeständigkeit des Beschichtungssystems zu erreichen und der Schutzeffekt wird erheblich gemindert.¹³ Das Anrauen der Oberfläche durch das Sandstrahlen führt außerdem zu einer besseren Haftung der Beschichtung. Die Neubeschichtung wurde gemäß der Vorgaben des Auftraggebers ausgeführt und basiert auf den Voruntersuchungen und der historischen Recherche. Gefordert war ein langzeitstabiles, lichtechtes Beschichtungssystem, welches für den Außenbereich mit starkem Wasserkontakt geeignet ist und einen transparenten Grafitenschutz bietet.

Die Figuren wurden mit ReiColor, einem 2-Komponenten-Epoxydharz mit Polyamidoamin als Bindemittelbasis und

einem sehr hohen Anteil an Zinkphosphat, in zwei Schichten grundiert.¹⁴ Darauf folgten vier Schichten mit ReiColor 2K-PUR-Lack, einem Hydroxyacrylat in Verbindung mit aliphatischem Polyisocyanat als Bindemittel¹⁵, im Farbton „Glimmerschwarzalü“. In den oberen Schichten mit höheren Anteilen desselben Farbsystems in Bronze. Um stärker den Eindruck einer Bronzefigur zu erreichen, wurde die Farbe in den Höhen und Tiefen changierend in verschiedenen Farbabtönungen aufgetragen. Je nach Lichteinfall ändert sich der Farbeindruck der Oberfläche. Zuletzt wurde transparenter, 2-Komponenten Anti-Graffiti-Lack von Branth-Chemie aufgespritzt, ein PUR-Acryl-Bindemittel mit speziellen Additiven.¹⁶

Bau der Innenkonstruktionen

Eine Konzeption zur Restaurierung von 2017 empfiehlt den Einbau neuer Edelstahl-Stützkonstruktionen. Hierfür wurden die historischen Innenkonstruktionen ausgebaut und eingelagert. Zum einen, da sie die Aufgabe der Stabilisierung und statischen Lastableitung nicht erfüllten und unterdimensioniert waren. Zum anderen war der Platz im Inneren der Figuren so begrenzt, dass nicht genug Platz für die historischen und neuen Innenkonstruktionen gewesen wäre. Lediglich bei der Figur des Neptuns konnte die historische Stützkonstruktion im Objekt erhalten, konserviert und in die neue Innenkonstruktion integriert werden.

Möglichst leicht demontierbare und reversible Edelstahl-Stützkonstruktionen wurden bereits bei früheren Zinkguss-Restaurierungen in ähnlicher Form eingebracht.¹⁷

Durch den Ausbau waren genügend Anschlussmöglichkeiten im Zinkguss vorhanden, um die neue Edelstahlkonstruktion mit dem Zink zu verschrauben. So konnte vermieden werden, zusätzliche Löcher in die Originalsubstanz zu bohren. Verbaut wurden A2 Edelstahlplatten in 8 mm Stärke, Rohre mit 60 mm Durchmesser und 2,5 mm Stärke sowie gelaserte, speziell angepasste Rahmen und Flanschplatten. Für die Schraubverbindungen wurden Sechskantschrauben und im Sichtbereich Senkkopfschrauben in den Größen M8, M10, M14 und M16 verbaut. Im Inneren der Figur wurden die Edelstahlbauteile untereinander mit Laschen und M10 Sechskantschrauben, Unterlegscheiben und Muttern oder durch Schweißnähte verbunden (Abb. 3).

Unter den Figuren wurden Edelstahlrahmen mittels Laser-cut zugeschnitten, welche genau den inneren Umrissen des Bodens folgen. Diese Rahmen dienen als neue Boden-Auflageflächen. An der Innenseite des Rahmens wurde eine umlaufende 100 mm hohe und 8 mm starke Edelstahlwandung geschweißt, an welche die Laschen für den Einbau der Querverstrebungen und Rohre geschweißt wurden (Abb. 4). Die Rohre führen von den unteren Rahmen aus durch die Körper und sind mit verschraubten Flanschplatten in mehrere Abschnitte und Konstruktionsebenen geteilt. Am Zink anliegende Platten wurden dem Formverlauf der Innenwandung des Zinkgusses angepasst und sind mit diesem verschraubt.



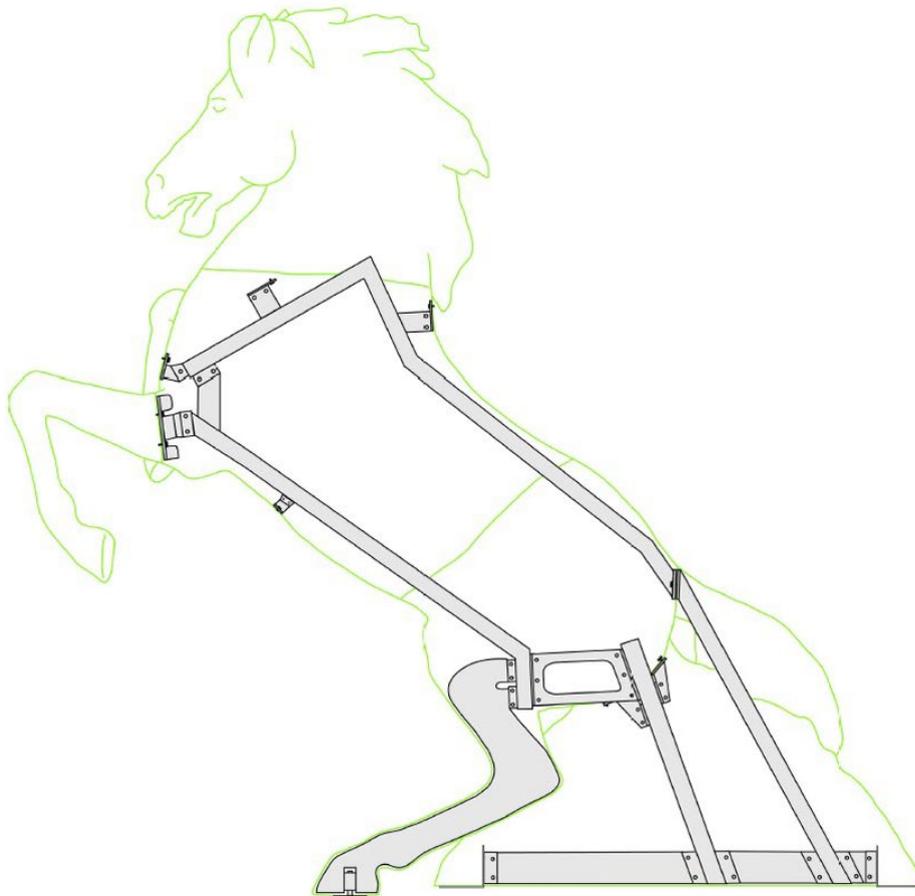
2 Das historische, schmiedeeiserne Innengestell im Pferd Süd mit den Bleileitungen für das Wasserspiel



3 Die neue Edelstahl-Innenkonstruktion im Pferd Süd mit Halterungen für die Bleirohre



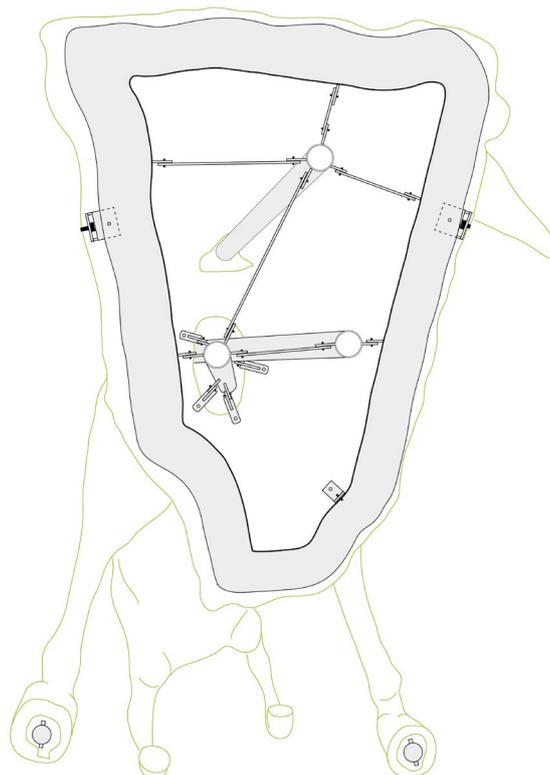
4 Edelstahl-Unterkonstruktion und Transportgestell in der Figurengruppe Pferd und Triton Südwest



Zeichnung der Innenkonstruktion
Pferd Süd
Linke Seitenansicht

Helena Blust
Restauratorin MA
2020

**5 Zeichnung eines Teils
der neuen Edelstahl-Innenkonstruktion
im Pferd Süd**



**6 Zeichnung der Edelstahl-
Unterkonstruktion mit Anschluss der
Innenkonstruktion im Pferd Süd**

Von den Rohren gehen Anbindungen zu den Stabilisierungen der Extremitäten ab, teils mit gelaserten, eingepassten Platten. In den Pferdehufen sind höhenverstellbare Platten eingebaut, welche bei der Montage an den Untergrund angepasst wurden, um optimale Aufstandsflächen und Lastverteilung zu erzielen.

Zeichnungen zu den Edelstahl-Einbauten geben einen Überblick über die Konstruktionen und Lastableitungen (Abb. 5 und 6). Um ein zukünftiges Aus- und Einbauen der Innenkonstruktion zu erleichtern, wurden mit Schlagbuchstaben und -zahlen Beschriftungen der Bauteile eingeprägt.

Die Bleirohre wurden nach dem vollständigen Bau der Innenkonstruktion eingeführt und mit Edelstahlschellen und angeschweißten Halbschalen an den Edelstahlrohren mittels Schneckschraubbändern fixiert.

Zusammenfassung und Ausblick

Das Klima im Ettal beansprucht die Zinkgussfiguren stark. Es gibt erhebliche Temperaturschwankungen innerhalb eines Tages und über das Jahr. Dazu kommen die hohe Feuchtigkeit und Nutzung als Brunnenfiguren, was zu dauerhaftem Kontakt mit Wasser und den Eintrag von Vibrationen führt.

Die neuen, reversiblen Innengestelle führen zu einer statischen Entlastung der Figuren und einiger Löt Nähte, fixieren und schützen die Bleirohre und ermöglichen eine leichte Demontage der Figuren durch die integrierten Befestigungspunkte an den unteren Edelstahlrahmen. Bauzeitliche Wartungsöffnungen ermöglichen die Sichtung und partielle Wartung der Wasserrohre und Innenkonstruktion.

Die nicht veränderbaren Materialeigenschaften des Zinkgusses führen dazu, dass ein kompletter Schutz der Objekte nicht möglich ist. Alterung und Materialersetzung sind unvermeidbar. Jedoch ermöglichen die durchgeführten Maßnahmen den Erhalt der Objekte und stellen dabei einen Kompromiss zwischen dem Eingriff in die Originalsubstanz und den erforderlichen Maßnahmen zum Objekterhalt dar.¹⁸ Zukünftige Restaurierungen sind unvermeidbar, daher ist eine regelmäßige Wartung, Überprüfung des Zustands und eine absehbare Erneuerung der Beschichtung notwendig (Abb. 7).

Helena Blust

Metallrestauratorin MA

Stierstraße 8

12159 Berlin

helena.scheibler@gmail.com

Anmerkungen

- 1 www.schlosslinderhof.de/deutsch/park/entsteh.htm
(zuletzt aufgerufen am: 29.06.2022)
- 2 Es handelt sich um zwei interne unveröffentlichte Dokumente:
Hans-Joachim Bleier, Vorläufige Konzeption, Schloss Linderhof,
Neptunbrunnen, Juni 2017. Hans-Joachim Bleier, Bericht, Schloss
Linderhof, Neptunbrunnen, Zuordnung historische Beschichtung
zu RAL-Farben, August 2018
- 3 MOTTNER/ASSFALG 1999, S. 101
- 4 MOTTNER/ASSFALG 1999, S. 103
- 5 BODE 2018b, S. 2–4
- 6 BODE 2018b, S. 4
- 7 MOTTNER/ASSFALG 1999, S. 101
- 8 BODE 2018a, S. 3
- 9 MOTTNER/ASSFALG 1999, S. 103
- 10 RIEDERER 1999, S. 91
- 11 BODE 2018a, S. 3
- 12 Bernd M. Helmich, Schmied, Bildhauer, Wegedornstraße 46,
12524 Berlin; www.metallrestauration.berlin
- 13 FREITAG/MOTTNER 1999, S. 185
- 14 www.reicolor.de/tm/de/ZG-02.pdf
(zuletzt aufgerufen am: 29.06.2022)
- 15 www.reicolor.de/tm/de/ZY-20.pdf
(zuletzt aufgerufen am: 29.06.2022)
- 16 [www.branth-chemie.de/doks/BranthChemie-2K-AntiGraffic-
TechnM.pdf](http://www.branth-chemie.de/doks/BranthChemie-2K-AntiGraffic-TechnM.pdf) (zuletzt aufgerufen am: 29.06.2022)
- 17 JAHR 1999, S. 181
- 18 FREITAG/MOTTNER 1999, S. 185

Literatur

- BODE 2018a**
Christian Bode, Materialuntersuchung der Zinkgussfiguren.
Berlin März 2018. Unveröffentlicht
- BODE 2018b**
Christian Bode, Lötversuche Zinkguss – Untersuchung
der Löt Nähte. Berlin Dezember 2018. Unveröffentlicht
- FREITAG/MOTTNER 1999**
Jörg Freitag, Peter Mottner, Zusammenfassung der Ergebnisse
des Forschungsprojektes für die denkmalpflegerische Praxis.
In: Zinkguss, Arbeitshefte des BLDA 98, 1999, S. 185–186
- JAHR 1999**
Ulrich Jahr, Die Zinkgußfiguren auf dem ehemaligen Erweiterungs-
bau der Alten Münze in München, Maximilianstraße 6.
In: Zinkguss, Arbeitshefte des BLDA 98, 1999, S. 179–184
- MOTTNER/ASSFALG 1999**
Peter Mottner, Elke Assfalg, Zinkkorrosion und instrumentelle
Analytik an Denkmälern aus Zink. In: Zinkguss, Die Konservierung
von Denkmälern aus Zink. Arbeitshefte des Bayrischen
Landesamtes für Denkmalpflege 98. München 1999, S. 100–111
- RIEDERER 1999**
Josef Riederer, Metallanalysen und Korrosionsprodukte
der Zinkgussobjekte des 19. Jahrhunderts. In: Zinkguss,
Die Konservierung von Denkmälern aus Zink. Arbeitshefte
des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege 98.
München 1999, S. 91–99

Abbildungsnachweis

- Abb. 1–7
Helena Blust