

**Pflege- und Maßnahmenkonzept  
für Bronzen im Freien  
Am Beispiel des  
Marc Anton-Monuments  
Wien - Secession**

Georg Kolmanitsch  
Diplomarbeit 2003

Universität für angewandte Kunst Wien  
Institut für Konservierungswissenschaften,  
Restaurierung – Technologie (ICORT)  
Ordinariat für Konservierung und Restaurierung  
o. Univ. Prof. Mag. Dr. Gabriela M. Krist

# Diplomaufgabe

Georg Kolmanitsch

Universität für angewandte Kunst Wien  
Institut für Konservierungswissenschaften,  
Restaurierung – Technologie (ICORT)  
Ordinariat für Konservierung und Restaurierung  
o. Univ. Prof. Mag. Dr. Gabriela M. Krist

## **Pflege- und Maßnahmenkonzept für Bronzen im Freien Am Beispiel des Marc Anton-Monuments Wien - Secession**

- Kunsthistorische Einordnung des Objektes, seine Bedeutung als Monument der Wiener Ringstrasse
- Zusammenfassung historischer Quellen, Archivalien sowie rezenter Ereignisse zur Objektgeschichte und dem Aufstellungsort
- Standortbestimmung zur Konservierung – Restaurierung freibewitterter Bronzeplastiken im internationalen Vergleich, Auswertung der Fachliteratur
- Überlegungen zu einem Kriterienkatalogs für Schutzüberzüge sowie Bewertung unterschiedlicher Materialien
- Evaluierung der 1994 angelegten Testflächen am Marc Anton-Monument
- Erläuterungen zu Aufbau und Herstellung des Monumentes
- Zustandsbeschreibung, Aufnahme und Kartierung der Schäden
- Naturwissenschaftliche und technologische Untersuchungen am Monument unter Berücksichtigung allgemeiner Übertragbarkeit der Ergebnisse im Bereich der Bronze-Konservierung
- Erstellung eines Reinigungs- und zyklischen Pflegekonzeptes, exemplarische Durchführung anhand von Testflächen am Monument
- Schriftliche und fotografische Dokumentation aller Arbeiten

## **Betreuung der Arbeit**

Univ. Ass. Mag. Martina Griesser-Stermscheg

ao. Univ. Prof. Dipl. Ing. Dr. Bernhard Pichler

## Kurzfassung

Das Marc Anton-Monument (Bronze, patiniert, teilweise vergoldet) von Arthur Strasser (\*1854, +1927, Wien) wurde in den Jahren 1899-1900 in der k. u. k. Kunst-Erzgießerei Wien als Vertreter österreichischer monumentaler Plastik für die Pariser Weltausstellung 1900 hergestellt, und befindet sich seit 1901 neben dem Gebäude der Secession. Hauptziel der Diplomarbeit war die Entwicklung eines Maßnahmen- und Pflegekonzeptes zur materialkonformen Erhaltung und Präsentation am Standort, wozu eine Beschreibung des Erhaltungszustandes und der Standortbedingungen sowie eine Evaluierung und Bewertung international eingesetzter Schutzüberzüge für Bronze im Freien erfolgte. Als grundlegendste Maßnahmen für die Erhaltung vor Ort wurden technische Instandsetzungsarbeiten, sowie die Entfernung materialschädigender Krusten und die Festigung der Blattvergoldung bestimmt. Dieser Zustand soll durch die konsequent und zyklisch durchgeführte Pflege - als Alternative zu gebräuchlichen Methoden der Objekterhaltung - bewahrt werden.

## Abstract

The Marc Anton Monument by Arthur Strasser (\*1854, +1927) is one of the bronze statues cast in bronze (originally patinated and partly gilded) by the Viennese k. u. k. Kunst-Erzgießerei (Art Foundry) in 1899-1900 as a commission from the Ministry of Culture for the 1900 Paris World Fair. It represents an important example of Austrian monumental sculpture at the turn of the century, and was subsequently erected on the grounds of the Viennese Secession building in 1901. The main focus of this diploma-project was to develop a concept for the *in situ* treatment and care programme for the appropriate material preservation and exhibition of the monument. Documentation of the condition, of the local environmental factors as well as an evaluation and assessment of internationally-used protective coatings for outdoor bronze sculpture were also featured in the project. The most important measures for the on-site preservation included technical repairs, the removal of deteriorative crusting and consolidation of the gilding.

## Inhaltsverzeichnis

Persönliches Vorwort	Seite 5
Einleitung	Seite 6
<b>1. Historischer Hintergrund</b>	
1. 1 Formale und ikonographische Beschreibung - zur Entstehungsgeschichte des Monumentes	Seite 7
1. 2 Leben und Werk des Wiener Bildhauers Arthur Strasser	Seite 11
1. 3 Bronzeplastik entlang der Wiener Ringstrasse	Seite 15
1. 3. I Denkmälererrichtungs- und Erhaltungsmaßnahmen der städtischen Verwaltung Wiens 1873-1911	Seite 18
1. 4 „Das Gusshaus auf der Wieden“	Seite 19
1. 5 Bronzepatina – Entstehung des Begriffes, Rezeption im 19. Jahrhundert, Umgang in der Denkmalpflege	Seite 21
1. 6 Instandsetzungsarbeiten nach dem II. Weltkrieg	Seite 24
<b>2. Technologischer Hintergrund</b>	
2. 1 Allgemeines zum monumentalen Bronzeguss	Seite 26
2. 2 Entwicklung der Technologie im 19. Jahrhundert	Seite 29
<b>3. Konservierung/Restaurierung freibewitterter Bronzeplastik - eine Standortbestimmung</b>	
3. 1 Schadensbilder: Ursachen und Systematik	Seite 33
3. 2 Reinigungs- und Konservierungsmethoden heute	Seite 43
3. 3 Schutzüberzüge: Anforderungen, Bewertung unterschiedl. Materialien	Seite 45
<b>4. Das Monument</b>	
4. 1 Aufbau, Herstellung, Oberflächengestaltung	Seite 54
4. 2 Geschichte	Seite 58
4. 3 Zustandsbeschreibung – Schadensaufnahme	Seite 63
4. 4 Kartierung oberflächenspezifischer Informationen	Seite 71
<b>5. Materialanalysen und Untersuchungen</b>	
5. 1 Materialanalysen	
5. 1. 1 Bronze	Seite 75
5. 1. 2 Patina und Schmutzkrusten	Seite 77
5. 1. 3 Überzugstestflächen aus 1994	Seite 82
5. 1. 4 Grüne Farbreste	Seite 86
5. 1. 5 Vergoldung	Seite 87
5. 2 Weitere Untersuchungen	
5. 2. 1 Endoskopie	Seite 88
5. 2. 2 Oberflächentemperaturen und Thermovision	Seite 89
5. 2. 3 Schallemissionsmessung	Seite 95
5. 2. 4 Vermessung mit Laser-Scan Technologie	Seite 96
5. 3 Technologische Beschreibung des Modells „Triumphzug des Marc Anton“ aus 1896	Seite 97
5. 4 Überzugs - Testreihen auf Probeplättchen	Seite 99
5. 5 Objektspezifischer Bildatlas	Seite 100
<b>6. Maßnahmenkonzept der Konservierung/Restaurierung, Pflege</b>	
6. 1 Bronzeplastik	Seite 103
6. 2 Sockel, Außenanlage	Seite 112
6. 3 Weitere Maßnahmen	Seite 113
<b>Anhang</b>	
Anlage I Literaturverzeichnis	Seite 114
Anlage 2 Abbildungsnachweis	Seite 122
Anlage 3 Produktdatenblätter und Informationen	Seite 125



## Persönliches Vorwort

Als Verfasser der vorliegenden Arbeit möchte ich einige persönliche Gedanken an den Leser richten. Ich hoffe mit dieser Diplomarbeit zur Erhaltung von Denkmälern aus Bronze in freier Bewitterung ein konstruktiver Beitrag geleistet zu haben, an dem auch mein Engagement und damit mein Interesse zu dem Thema durch möglichst vielseitige Ausführungen zu erkennen ist.

Fachlich und materiell wurde diese Arbeit durch folgende Personen, Firmen und Institutionen unterstützt:

Dieter Werner, Magistratsabteilung 39 der Stadt Wien  
Fa. Polygon-Technology, Darmstadt  
Heinz Ofenbauer, Veitsch  
Magdalena Strasser, Wien  
Matthys de Keijzer, ICN, Amsterdam  
Nikolaus Studnicka, Fa. Riegl, Horn  
Norbert Pfeifer, Institut für Photogrammetrie, TU Wien  
Otto Baumeister, Leoben  
Thomas Bednar, Institut für Bauphysik, TU Wien

Finanzielle Unterstützung für die Durchführung von Materialanalysen bei externen Instituten wurde erhalten von:

Agrana  
Bank Austria

Ihnen allen möchte ich für großzügige Bereitschaft zur Kooperation und Unterstützung meinen Dank aussprechen.

Rückblickend auf die Zeit meines Studiums und im speziellen dieser Arbeit möchte ich diese Gelegenheit benützen mich bei allen Assistenten und Professoren für Ihre Unterstützung zu bedanken, namentlich bei Frau Martina Griesser, Herrn Bernhard Pichler, Frau Gabriela Krist und Herrn Martin Mach.

Rückblickend auf mein bisheriges Leben habe ich hier die Möglichkeit mich bei papa und mama für alle meinewegen verlorenen Nerven und Kräfte zu bedanken. Ihnen und meinen Geschwistern sei diese Arbeit gewidmet.

für veronika, günther, sonja, lilli, willi und marilli



Georg K., im Januar 2003

## Einleitung

Die monumentale Bronzeplastik „Marc Anton, der Triumvirator“ (Bronze, patiniert, teilweise vergoldet) von Arthur Strasser (1854 – 1927, Wien) wurde in den Jahren 1899-1900 hergestellt und befindet sich seit 1901 auf dem Seces-sionsareal in Wien. Aufgrund seines Erhaltungszustandes und des leicht zugänglichen Standortes ist das Monument ein ideales Objekt für die Erarbeitung eines exemplarischen Maßnahmen- und Pflegekonzeptes für die langfristige Erhaltung vor Ort. Diese spezielle Aufgabenstellung stellt in Wien – auch in Hinblick auf die umfangreiche und qualitätsvolle Ausstattung der Wiener Ringstraße mit Bronzeplastiken – ein Desideratum der Denkmalpflege dar. Das vorliegende Projekt wurde auf Initiative des Österreichischen Bundesdenkmalamtes in die Wege geleitet.

Die vorgegebene Erhaltungsproblematik (Verwitterungsverhalten, Vandalismus) unter den örtlichen klimatischen Bedingungen (Sonneneinwirkung, Bewitterung, Schadstoffkonzentrationen) lässt Rückschlüsse auf die Schadensmecha-nismen und somit auf die möglichen Interventionsschritte für die langfristige Erhaltung zu.

Zur Beschreibung des Erhaltungszustandes der Bronzeplastik, der Bedingungen am Standort und zur Evaluierung der 1994 aufgebrachten Schutzüberzugs-Testflächen wurden naturwissenschaftliche Analysen (AAS, IPC-MS, REM-ESEM, XRD, GC-MS, histochemische Tests) und Untersuchungen (optische Methoden, Temperaturlaufzeichnung und Thermovision, Schallemissionsanalyse) durchgeführt, für die Kartierung von objektspezifischen Informationen wurde eine Vermessung des Monumentes mittels Laser-Scan Technologie vorgenommen.

Zentraler Schwerpunkt war eine international orientierte konservierungswissenschaftliche Auswertung von heute viel-fach eingesetzten Materialien und Methoden in der Bronzekonservierung unter Berücksichtigung der Erhaltung der Patina. Als grundlegendste Interventionsschritte wurden technische Instandsetzungsarbeiten im Inneren der Bronzepla-stik, des Sockels und des Terrains bestimmt sowie die Entfernung von materialschädigenden Krusten, die Festigung der Blattvergoldung und eine zyklische Inspektion und Reinigung der Sichtseite. Für die wesentliche Verlangsamung von Zerstörungsvorgängen in freier Bewitterung und als Schutz vor Besprühung mit Kunstharzlacken wurde die Anwendung eines Schutzüberzuges auf der Basis von Wollwachs vorgeschlagen, auch aufgrund der speziellen örtlichen Verhältnisse (leichte Zugänglichkeit), welche eine kontinuierliche Wiederholung der beschriebenen Maßnahmen (Reinigung und Erneuerung des Schutzüberzuges) ermöglichen.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen der Reinigung und Anwendung von Schutzüberzügen wurden am Monument in Testflächen angewandt und werden im Herbst 2003 abschließend ausgewertet.

Die Diplomarbeit konnte unter Einbindung der konservierungstechnologischen und naturwissenschaftlichen Kapazitäten am ICORT, Universität für angewandte Kunst Wien, mit Sponsoren und mit der fachlichen Unterstützung externer Institutionen durchgeführt werden.

# 1. HISTORISCHER HINTERGRUND

## 1.1 Formale und ikonographische Beschreibung - Zur Entstehungsgeschichte des Monumentes

Der römische Feldherr Marc Anton sitzt bequem zurückgelehnt auf Pölstern in einem Prunkwagen, welcher von drei Löwentieren gezogen wird.

Die drei Zugtiere, in der Mitte der männliche Löwe, sind in Schrittstellung, in ihrer Aufstellung wie auch ihrer Höhe pyramidal gestuft.

In seiner rechten Hand führt der Feldherr nachlässig eine weitere Löwin an der Kette, welche sich mit geschlossenen Augen an den Wagen schmiegt.



Abb. 1: Das Marc Anton-Monument (Bronzeguss, 1899/1900) von Arthur Strasser (1854-1927, Wien), 2002

Seine linke Hand ist am Wagenrand aufgelegt und hält den Feldherrenstab, der Zeigefinger ist beringt. Als Kleidung trägt Marc Anton Tunica und Sandalen, eine Toga liegt in großen Falten quer über seinem Leib. Der Kopf mit herrischem und ausladendem Kinn, flacher Stirn und welligem Haar ist nach rechts gedreht. Das Gesicht zeigt deutlich Portraitzüge; Arthur Strasser modellierte es nach Vorlage einer alten römischen Münze. Die ganze Figur ist extrem massig. In der Hauptansichtsseite des Monumentes steht der Betrachter dem Blick des Marc Anton gegenüber. Die ganze Szene zeichnet sich durch naturgetreu erarbeitete Details aus: Die Organik der Löwentiere wird sichtlich durch die Zuglast des Prunkwagens bestimmt. Am Wagen sind Quasten, Ornamente und technische Ausstattungen, wie Federn, Schrauben, Nägel sehr detailliert wiedergegeben. Die halbkreisförmige Rückwand ist mit sechs Reliefstreifen versehen, in welchen Szenen aus dem Leben des Marc Anton dargestellt sind.<sup>1</sup>



Abb. 2: Marc Anton-Monument, Detailaufnahme Marc Anton



Abb. 3: Römische Münze, Portrait des Marc Anton (ÖAI)

<sup>1</sup> Raichle, N.: Das plastische Werk des Wiener Malers und Bildhauers Arthur Strasser (1854 – 1927). Magisterarbeit, Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg 1992, Seite 54 ff.





Abb. 4: Marc Anton-Monument, Detailaufnahme Relief



Abb. 5: Marc Anton-Monument, Detailaufnahme Löwin

Der Römer Marcus Antonius (82-30 v.Chr.) war Legat von Julius Cäsar, Mitbegründer des sogenannten Zweiten Triumvirats (beschlossen nach der Ermordung Cäsars im November 43 v. Chr.), Ehemann der Kleopatra und bis zu seinem Selbstmord ehrgeiziger Feldherr.<sup>2</sup> In den Aufzeichnungen des Plinius ist die historische Begebenheit des triumphierenden Marc Anton auf einem von Löwen gezogenen Wagen schriftlich festgehalten: „*Marcus Antonius spannt zuerst die Löwen zu Rom ins Joch an den Wagen, und zwar in dem Bürgerkriege bei der Pharsallischen Schlacht. Durch dieses wunderbare Gespann wollte er anzeigen, dass er seinen Ruhm darin suche, die Stolzen zu demütigen*“.<sup>3</sup>

Im Jahre 1896 stellt der 1892 von einer Ägyptenreise heimgekehrte und davon künstlerisch inspirierte 42-jährige Arthur Strasser im Wiener Künstlerhaus (Wien I., Lothringerstrasse 9) die grün patinierte Bildhauerskizze in Gips „Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien)“ aus.<sup>4</sup>

Das Modell wird vom Unterrichtsministerium zur Ausführung als monumentaler Bronzeguss für die Weltausstellung 1900 in Paris angekauft, und im Jahre 1898 mit dem Einzug der Secessionisten in das eigene Haus anlässlich der IV. Ausstellung als eine den Abmaßen des Bronzemonumentes entsprechende Ausführung in Gips in 5/3 Lebensgröße als „*Chef d'oeuvre*“<sup>5</sup> dem Publikum präsentiert<sup>6</sup>, als Skulptur, welche sich als Ausstellungsstück eines zu gründenden Skulpturenmuseums - einer österreichischen Glyptothek - verstand.<sup>7</sup>



Abb. 6: Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien), ca. 1895, Gipsmodell, (Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien)

<sup>2</sup> Löwe, G., Stoll, H. A.: Lexikon der Antike. WMA Verlag 1997, Seite 35 ff.

<sup>3</sup> Plinius Secundus, G.: Naturkunde: lateinisch-deutsch / C. Plinius, Secundus d. Ä.. Hrsg. und übers. Von R. König in Zusammenarbeit mit J. Hopp und W. Glöckner. Artemis & Winkler Verlag, Düsseldorf / Zürich, 1997, Band VIII, Kapitel 6

<sup>4</sup> Künstlerhaus, Lothringerstrasse 9, Wien: Katalog der XXIV Jahresausstellung. Verlag der Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens, 1896, Seite 28 und Hevesi, L.: Arthur Strasser. In: Kunst und Handwerk. Verlag von Artaria und Co. Wien, 1898, Seite 359 ff.

<sup>5</sup> zit. nach Pötzl-Malikova, M.: Die Plastik der Wiener Ringstraße 1890-1918. In: Die Wiener Ringstraße IX/2. Wiesbaden 1980, Seite 14

<sup>6</sup> zit. nach Hevesi, 1898, wie Anm. 4, Seite 359 ff

<sup>7</sup> Tietze, H.: Lebendige Kunstwissenschaft. Wien 1925, Seite 60



Abb. 7: Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien), 1898, monumentale Gipsplastik, (Künstlerhaus - Archiv)

Abb. 8: Marc Anton-Monument, Detailaufnahme der Gießereiprägung an der Plinthe



Abb. 7 zeigt eine im Erscheinungsbild sehr helle Plastik. Bildhauerische und formale Details entsprechen dem späteren Bronzeguss. Vom Gipsmodell aus 1896 fanden Abänderungen zur monumentalen Ausführung in Gips im Jahre 1898 anscheinend lediglich aus technischer Notwendigkeit heraus statt. Im Vergleich zu anderen Bronzemonumenten aus der Zeit um 1900, die sich heute vielfach entlang der Wiener Ringstrasse befinden, verlief keine Mitbestimmung zur Ausführung und Finanzierung durch sogenannte Denkmalkomitees und –vereine.<sup>8</sup> Der Abguss in Bronze wurde in den Jahren 1899/1900 von der k. u. k. Erzgießerei (Wien IV., Gusshausstrasse 3) ausgeführt. Im Frühjahr 1901, heimgekehrt von der Pariser Weltausstellung, gelangt die monumentale Bronzeplastik vorerst provisorisch neben dem Gebäude der Wiener Secession auf einem schlichten Sockel in Quaderform zur Aufstellung.<sup>9</sup>



Abb. 9: Marc Anton-Monument, 1900, Präsentation bei der Weltausstellung in Paris im Jahre (Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien)

Abb. 10: Marc Anton-Monument, 1901, Errichtung neben dem Wiener Secessionsgebäude, (ÖNB)



Die ansonst übliche Denkmalschrift wurde weggelassen, man ließ den „Marc Anton neben der Wiener Secession“ lediglich als Kunstwerk wirken.<sup>10</sup> Das Publikum sollte sich hier an den Anblick gewöhnen. Vom Secessionsmitglied Arthur Strasser war als Aufstellungsort das Areal an der Hinterseite des Kunsthistorischen Museums Wien<sup>11</sup> gewünscht worden, des weiteren kam dafür der Volksgarten in Betracht.<sup>12</sup> Der Platz vor der Secession, ursprünglich ein Provisorium, hat mittlerweile eine hundertjährige Tradition. Das von Strasser weit hergeholte Thema des Marc Anton, welches als historische Vorlage für die monumentale Bronzeplastik diente, findet im Umfeld keinerlei direkten Bezug, und stellt diesbezüglich eine Besonderheit unter den Denkmälern der Wiener Ringstrasse dar.

Das unübliche dieser Darstellung ist vermutlich Grund dafür, dass viele Menschen in Wien das Monument des römischen Feldherrn Marc Anton mit einer Darstellung des römischen Kaisers Marc Aurel (121-180 n.Chr.)<sup>13</sup> verwechseln.

<sup>8</sup> Kapner, G.: Die Denkmäler der Wiener Ringstrasse. Verlag Jugend und Volk Wien-München, 1969, Seite 28.

<sup>9</sup> vgl. Hevesi, L.: Arthur Strasser. In: Acht Jahre Secession. Wien 1906, Seite 298 und Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1900, Seite 203 ff, (zit. nach): „Auch wurde der Vereinigung bildender Künstler Österreichs bewilligt, die Marc Antongruppe von Arthur Strasser neben dem Gebäude der Secession an der Friedrichstraße im I. Bezirke aufzustellen“.

<sup>10</sup> vgl. Kapner, 1969, wie Anm. 8, Seite 28

<sup>11</sup> „Anlagen bei den Hofmuseen, gegen die Babenbergerstrasse hin“, von Arthur Strasser gewünschter Aufstellungsort; zit. nach Hevesi, 1898, wie Anm. 4, Seite 359; vgl. dazu Pötzl-Malikova, 1980, wie Anm. 5, Seite 14

<sup>12</sup> Hevesi, 1906, wie Anm. 9, Seite 298 ff.

<sup>13</sup> Löwe, Stoll, 1997, wie Anm. 2, Seite 219 ff.



Der österreichische Dichter Josef Weinheber (1892 - 1945)<sup>14</sup> beschreibt den Umstand, dass die monumentale Bronzeplastik des „Marc Anton, der Triumvirator (Fahrt durch Italien)“ von einem sehr großen Teil seines oft schon viele Jahre vorbeiziehenden Publikums als Marc Aurel erkannt und bezeichnet wird, auf folgende Art:

*„Ich bin der alte Römer Marc Anton, steh sonsten seitwärts bei der Secession,  
die Wiener gehen vorbei und meiner Seel', sie sagen, ich bin der Kaiser Marc Aurel.  
Das hat mich immer schon ein bisserl irritiert, er trägt an Bart, und ich bin glatt rasiert.“<sup>15</sup>*

Als Ankauf des Unterrichtsministeriums wurde das Marc Anton-Monument mit der Nummer 342 in das Inventar der k. u. k. Hofgalerie (heute Österreichischen Galerie Belvedere) eingetragen. Bis heute haben sich die Eigentumsverhältnisse nicht geändert.<sup>16</sup> Als weiterer Eintrag im Inventar wurde „16.000.- Guß 50.000.-“ (vermutlich Kronen) notiert. Dies entspricht einem rezenten Wert von in etwa 400.000,- Euro.<sup>17</sup> Dieser Betrag beinhaltet vermutlich die Anfertigung der monumentalen Gipsplastik durch Arthur Strasser und die Ausführung der monumentalen Bronzeplastik durch die k. u. k. Erzgießerei. Für heutige Verhältnisse erscheint dieser Betrag gering.

Aufgrund seiner Aufstellung neben dem Secessionsgebäude, das sich ebenfalls auf einem Grundstück der Gemeinde Wien befindet, kam es zu einer Inventarisierung des Marc Anton-Monumentes in der Stadtverwaltung als auf „*Gemeindebesitz befindliches Gut*“.<sup>18</sup> In den 90-er Jahren des 20. Jh. wurden diese Inventare aufgelöst, was zur irrtümlichen Annahme führte, das Monument wäre vom Besitz der Gemeinde Wien in den Besitz der Österreichischen Galerie übergegangen.

#### Bedeutung des Gipsmodells „Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien)“

Das Modell aus 1896 wurde vom Historischen Museum der Stadt Wien im Jahre 1974 angekauft (Inv. Nr.138150) und entspricht dem Original. Es wird von Zeit zu Zeit in der Ausstellung des Museums<sup>19</sup> präsentiert und ist das einzige Werk Arthur Strassers das in den Museen Wiens (zumindest zeitweise) einem Publikum gezeigt wird.<sup>20</sup> Ansonsten wird es im Depot unter einem Glassturz verwahrt.<sup>21</sup> Es ist die erste Ausführung des Künstlers zu dem Thema des Marc Anton und wurde daher zu Betrachtungen im Zuge dieser Arbeit herangezogen.<sup>22</sup> An der Oberfläche sind Risse und Sprünge sowie Kittungen und Retuschen sichtbar.



Abb. 11: Marc Antonius, der Triumvirator, 1896, Gips patiniert, Maßstab ca. 1:10 zur ausgeführten Bronzeplastik

Abb. 12: Marc Antonius, der Triumvirator, 1895, Gipsmodell, (Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien)



<sup>14</sup> Trautwein Lexikon-Edition: Grosses Universal Taschenlexikon. Compact Verlag München, 1998, Seite 2158 ff.

<sup>15</sup> Strasser, Cl.: Arthur Strasser 1854 – 1927. In: Zeitschrift Neues Österreich, 22. Oktober 1954

<sup>16</sup> lt. Auskunft (e-mail), Herr Mahr, Registrar der Österreichische Galerie Belvedere, 21.5.2002

<sup>17</sup> lt. Auskunft (telefonisch), Herr Fluch, Österreichische Nationalbank, 7.II.2002: der Wert einer Krone im Jahre 1900 entspricht heute in etwa 5,15 Euro.

<sup>18</sup> lt. Auskunft (telefonisch), Herr Spellitz, MA 8 der Gemeinde Wien, Rathausplatz 5

<sup>19</sup> lt. Auskunft Frau Kassal, Vizerektorin des Historischen Museums der Stadt Wien.

<sup>20</sup> Ergebnis der eigenen Recherche in den Wiener Museen, vgl. dazu Raichle, 1992, wie Anm. I, Seite 51 ff

<sup>21</sup> Die Depoträumlichkeiten sind im Winter mit Zentralheizung temperiert und nicht weiter klimatisiert.

<sup>22</sup> Das Modell konnte nach Genehmigung durch den Eigentümer an die Räumlichkeiten des Ordinariates für Konservierung und Restaurierung (Universität für angewandte Kunst Wien) überstellt werden.

## 1. 2 Leben und Werk des Wiener Bildhauers Arthur Strasser

### Kindheit, Jugend und Ausbildung

Arthur Hannibal Moritz Strasser wurde am 13. Februar 1854 in Adelsberg, Krain (Postojna, heute Kroatien) geboren<sup>23</sup>, wohin die ursprünglich deutsch-französisch stämmige Familie aufgrund der Tätigkeit des Vaters Kajetan Strasser als k. u. k. Ingenieur bei der Trassierung des Laibacher Moores gelangt war. Nach dem Tod des Vaters kehrte die Mutter Anna (geborene Quiquerez) mit den Kindern nach Wien zurück. Arthur besuchte die Realschule in Wien, war bei den Wiener Sängerknaben und wollte eigentlich Maler werden. Die Bekanntschaft seiner Schwestern mit den Töchtern von Bildhauer Vincenz Pilz bewog die Mutter des Knaben, diesen dort in die Lehre zu schicken.<sup>24</sup> Nach einem Jahr bei Vincenz Pilz (1816-1896) vollzog Strasser 1871-75 das Studium der Bildhauerei an der Akademie der bildenden Künste in Wien, unter anderem ab 1874 in der Klasse Viktor Tilgners (1844-1896). 1873 bekam er für ein unbekanntes Werk den Neulingspreis. Während und nach dem Studium arbeitete er als Bildhauer in den Ateliers von Vincenz Pilz und Karl Kundmann (1838-1919). Näheres über diese Zeit des nun 21 Jahre alt gewordenen Arthur Strasser ist nichts bekannt.<sup>25</sup> Die Unvollständigkeit des erforderlichen Trienniums an der Akademie bedeuteten für ihn drei Jahre Truppendienst:<sup>26</sup> Vom 1. Oktober 1875 bis Oktober 1878 hatte Strasser Militärdienst beim II. Artillerie Regiment Wien und danach drei Monate Truppendienst bei Feldübungen zu leisten.<sup>27</sup>

### Die Lehrer Arthur Strassers waren bedeutende Wiener Künstler:

Karl Kundmann (1838-1919) studierte bei Gottfried Semper an der Dresdner Akademie der Bildenden Künste und bei Franz Bauer an der Wiener Akademie. Seine bekanntesten Werke sind das Schubert-Denkmal im Wiener Stadtpark (1872), das Grillparzer-Denkmal im Wiener Volksgarten (in Zusammenarbeit mit Rudolf von Weyr) und das Grabmahl von Fanny Suess. Kundmann war sehr von der Antike, der Renaissance und dem Barock beeindruckt und arbeitete vorwiegend als Bildhauer.<sup>28</sup> Ein weiterer Lehrer Strassers war Viktor Tilgner (1844-1896), ein Schüler Josef Gassners an der Wiener Akademie, welcher in seiner Arbeit bildhauerische und plastische Techniken,

vorwiegend in barockem Stil, einsetzte. Er schuf Gebäudeplastik im Rahmen der Ringstrassenbebauung und stellte auch kunstgewerbliche Arbeiten, Portraitbüsten und Grabdenkmäler her. Sein bekanntestes Werk ist das Mozart-Denkmal aus 1896.<sup>29</sup>



Abb. 13: Schubert-Denkmal, Wien I., Stadtpark



Abb. 14: Mozart-Denkmal, Wien I., Burggarten

<sup>23</sup> siehe Kataster des Bundesministeriums für Handel und Verkehr, 1916

<sup>24</sup> lt. pers. Mitteilung (20. Juni 2002) von Frau Mag. Magdalena Strasser, Witwe des verstorbenen Sohnes Claudius von Arthur Strasser, vgl. dazu Hevesi, 1898, wie Anm. 4, Seite 359 und Thieme Becker: Allgemeines Lexikon der Bildenden Künste. Verlag E. A. Seemann, Nachdruck 1976

<sup>25</sup> vgl. Raichle, 1992, wie Anm. 1, Seite 21 ff, sowie Thieme-Becker, 1976, wie Anm. 24 und Czeike, Czeike, Felix: Historisches Lexikon der Stadt Wien. Verlag Kremayr und Scheriau, Wien 1997, Seite 369 ff.

<sup>26</sup> Hevesi, 1898, wie Anm. 4, Seite 359 ff

<sup>27</sup> Kataster des Bundesministeriums für Handel und Verkehr 1916: Standesausweis Arthur Strasser, Sammlung der Universität für Angewandte Kunst, Wien

<sup>28</sup> Raichle, 1992, wie Anm. 1, Seite 23 bis 25

<sup>29</sup> ebd.

Arthur Strasser steht zu Beginn seiner künstlerischen Laufbahn deutlich in der Tradition seiner dem Historismus weitgehend noch verpflichteten Lehrer, findet aber eine für junge Künstler schwierige Auftragsituation vor. Die Aufträge zur ersten großen Bauperiode der Ringstraße waren bereits vergeben, ein Grund dafür, dass Strasser nicht als Bildhauer im großen Maßstab arbeitete, sondern plastisch modellierend im Statuettenformat. In diesem Zusammenhang kann auch der stilistische Bruch mit seinem Lehrer Karl Kundmann gesehen werden und auch das Anknüpfen an Tilgner's Büstentradition. Auch dieser arbeitete überwiegend kleinplastisch und bemalte seine Werke. Unterschiedlich zu Tilgner war von Anfang an jedoch Arthur Strassers Themenwahl.<sup>30</sup>

### Der Künstler Arthur Strasser

Seine Karriere als Künstler begann Arthur Strasser mit mehreren farbigen Büsten und Figuren in „orientalischer Manier“, angeblich angeregt durch einen Besuch im Theater an der Josefstadt, bei dem eine Truppe japanischer Jongleure auftrat. Hans Makart (1840 – 1884)<sup>31</sup> war einer seiner ersten Kunden, er kaufte über das Künstlerhaus eine seiner ersten Terrakotten. Baron von Leitenberg wurde Strassers Mäzen, kaufte alles was bislang von ihm geschaffen worden und noch keine anderen Käufer gefunden hatte, und schickte ihn ab 1881 für drei Winter nach Paris (den Sommer über hielt sich Arthur Strasser in Wien auf). Zum Kundenkreis Arthur Strassers gehörten unter anderem Kaiserin Elisabeth („Wasserverkäufer“, „Cassius“, „Fellachenweib“) und vor allem auch Kunden im Ausland (England, Amerika). Seine Kleinplastiken „orientalischer Art“ wurden oftmals nicht als Unikat geschaffen. Absatz fanden diese vorwiegend im Ausland. Dazu gab es erfolgreiche Zusammenarbeiten mit Firmen, z. B. Zsolnay, Goldschneider, beide in Wien, welche sich auf die Reproduktion plastischer Bildwerke spezialisiert hatten.<sup>32</sup> Gegen anderweitig verbreitete, qualitativ minderwertige Reproduktionen seiner Plastiken hielt er sich mit dem Argument auf Distanz: „Er (Arthur Strasser) wollte eigentlich keine Briefbeschwerer machen“.<sup>33</sup> Die Praktiken und Juryentscheidungen zu öffentlich ausgeschriebenen Bildhauerwettbewerben zur Ausstattung des öffentlichen Raumes mit Denkmälern fanden seine Ablehnung.<sup>34</sup>

In Paris arbeitete er sowohl malerisch als auch plastisch, hatte jedoch weitgehend nur mit seinen Plastiken Erfolg. 1881 wurde die Figur „Araber“ mit „Mention Honorable“ ausgezeichnet. Dort lernte Arthur Strasser auch seine Frau Marie kennen, die er am 18. April 1882 ehelichte und die ihm von 1885 bis 1901 insgesamt sieben Kinder (Hans, Margarete, Gertrude, Benjamin, Hedwig, Roland, Claudius) schenkte. 1883 wurde Strasser Mitbegründer des Wiener Künstler- und Gesellschaftsklubs „Alte Welt“, von 1886 bis 1891 war er zum ersten Mal Mitglied des Wiener Künstlerhauses. Im Jahr 1888 wurde „Das Brieflein“ (verschollene Plastik) in München mit der Kleinen Goldenen Medaille ausgezeichnet. Mit dem Maler Charles Wilda<sup>35</sup> fuhr Arthur Strasser im Jahr 1892 für sechs Monate nach Ägypten, wo etliche polychrome Kleinplastiken entstanden, in diesem Jahr wurde er auch für „Das Gebet des Inders“ mit der Berliner „Kleinen Goldenen Medaille“ ausgezeichnet.<sup>36</sup>

<sup>30</sup> vgl. dazu Raichle, 1992, Seite 25

<sup>31</sup> siehe Thieme-Becker, 1976, wie Anm. 24

<sup>32</sup> Fliedl, G.: Kunst und Lehre am Beginn der Moderne – Die Wiener Kunstgewerbeschule 1867 – 1918. Hochschule für Angewandte Kunst Wien, Residenz Verlag Salzburg und Wien, 1986, Seite 382; vgl. Raichle, 1992, wie Anm. I, Seite 23 bis 25 Raichle, 1992, wie Anm. I, Seite 93

<sup>33</sup> lt. pers. Mitteilung (20. Juni 2002) von Frau Mag. Magdalena Strasser, Witwe des verstorbenen Sohnes Claudius von Arthur Strasser

<sup>34</sup> wie Anm. 33: A. Strasser demolierte nach Bekanntgabe der Auftragszuteilung an Hans Bitterlich und Friedrich Ohmann nach der Jurierung der am Wettbewerb zum Kaiserin Elisabeth-Denkmal teilgenommenen Bildhauermodelle aufgrund angeblicher familiärer Verbindung eines der Künstler zu einem Regierungsmitglied sein zu diesem Wettbewerb eingereichtes Modell; vgl. Pötzl-Malikova, 1980, wie Anm. 5, Seite 28 ff.

<sup>35</sup> Charles Wilda (1854 - 1907) war ein Schüler des bekanntesten Wiener Orientalmalers Karl Leopold Müller (1835-1892); siehe Frodl, G.: Orientalmalerei. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002, Seite 317

<sup>36</sup> Hevesi, 1898, wie Anm. 4, Seite 359 ff.





Abb. 15: Arthur Strasser um 1898 als 44 – jähriger (M. Strasser)

Abb. 16: Das Gebäude der Vereinigung Bildender Künstler, Secession



Der „Kaiserpreis“ für „Verlassen“, eine ebenso verschollene Plastik wurde ihm 1893 verliehen, für den Gipsentwurf der Marc Anton Gruppe erhielt er 1896 die „Grosse Goldene Staatsmedaille“ und den „Reichspreis der k. u. k Akademie der Bildenden Künste“. 1898 war er neben Rudolf von Alt, Josef Engelhart, Joseph Maria Olbrich, Carl Moll, Kolo Moser und Gustav Klimt, um nur einige zu nennen, Mitbegründer der Wiener Secession<sup>37</sup>, aus der er aber bereits am 10. Juli 1900 mit einer Gruppe von Kollegen wieder austrat.<sup>38</sup>

Im Jahre 1898 erhielt Arthur Strasser den „Franz Josephs Orden“ für 19 überlebensgroße Gipsfiguren. Als provisorischer Lehrer für eine Klasse der Bildhauerei wurde Arthur Strasser 1899 an die Wiener Kunstgewerbeschule<sup>39</sup> berufen, die er zehn Jahre später für wiederum zehn weitere Jahre als Professor leitete. Die Ziele seines Unterrichtes umriss er selbst so: „*Das Modellieren, sowohl ornamentaler als auch figuraler Gegenstände in Ton, Wachs oder Plastelina, insoweit diese in dem Kunstgewerbe der Bronzeindustrie, der Keramik und Baudekoration, Steinindustrie zur Anwendung kommen*“.<sup>40</sup>

Sein bekanntester Schüler war Michael Powolny, welcher später Mitbegründer der Wiener Werkstätten wurde. Am 18. Mai 1900 wurde er „auswärtiges Mitglied“ der Berliner Secession, und in Paris bei der Weltausstellung 1900 mit der „Grand Médaille D’Or (*Exposition universelle internationale 1900, République française*)“<sup>41</sup> für das Marc Anton-Monument in Bronze ausgezeichnet. Ein Jahr später, 1901, wird er sogar zum „Ritter der französischen Ehrenlegion“ ernannt und damit für sein Lebenswerk ausgezeichnet. Neben Arthur Strassers Marc Anton – Monument wurde bei der Weltausstellung im Jahre 1900 Gustav Klimts Gemälde „Philosophie“ mit einer Goldenen Medaille ausgezeichnet. Im Jahre 1903 wurde ihm der „Österreichische Rappel“ für „Quadriga“ verliehen, um 1908 erhielt er seine letzte



Auszeichnung, die „Salzburger Goldene Medaille“, für die Figur „Steinträger“. Arthur Strasser betrieb zwei Ateliers, ein kleineres in Wien III., Metternichgasse 7, und ein größeres, wo er den Marc Anton ausgeführt hatte, in Wien III., Seidlgasse 26.<sup>42</sup>



Abb. 17: Arthur Strasser in seiner Werkstatt in Wien III Metternichgasse 7 (M. Strasser)

Abb. 18: Arthur Strasser in seiner Werkstatt in Wien III., Seidlgasse 26 (M. Strasser)

<sup>37</sup> Die neue Künstlervereinigung der Secessionisten hatte sich von der konservativen „Genossenschaft bildender Künstler Wiens“ abgespalten, welche stilistisch den Historismus des 19. Jh. vertrat. Hermann Bahr schreibt dazu in der Erstausgabe der Zeitschrift „Ver Sacrum“ (Heiliger Frühling), der neugeschaffenen Kunstzeitschrift der jungen Vereinigung: „*Wir haben keine Tradition*“; siehe Secession: Secession. Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien 1997, Seite 7 ff.; sowie Pötzl-Malikova, 1980, wie Anm. 5, Seite 27 ff.

<sup>38</sup> Strasser A.: Austrittserklärung, gerichtet (zit.) „*an den verehrten Freund Moll*“, Archiv der Secession, 1900; vgl. dazu Raichle, 1992, wie Anm. 1, Seite 22

<sup>39</sup> heute: Universität für angewandte Kunst Wien

<sup>40</sup> zit. aus Fliedl, 1986, wie Anm. 32, Seite 382

<sup>41</sup> Universität für Angewandte Kunst Wien, Sammlung: Bestandsaufzeichnung Arthur Strasser, Wien 2002: Gedenkmedaille an die Pariser Weltausstellung, Inv.-Nr. I2.450/0

<sup>42</sup> vgl. Hevesi, 1906, wie Anm. 9, Seite 88 ff.



Abb. 19: Arthur Strasser in Berlin mit Gattin und dem Ehepaar Hedwig und Kurt Huldshinsky<sup>44</sup> (M. Strasser)



Abb. 20: Arthur Strasser und Zeitgenossen bei der Jagd im Waldviertel (M. Strasser)

Arthur Strasser war eine starke Persönlichkeit. Er lebte mit seiner Frau und seinen Kindern in Wien, die Sommer verbrachte man im Waldviertel (Nähe Geras). Seine Schwester Grete wurde Malerin. Innerhalb der Familie gab es mehrere Persönlichkeiten, was auch zu Turbulenzen (vorwiegend mit Schwester Emma, einer Opernsängerin) führte. Als Bildhauer bediente sich Arthur Strasser stets menschlicher Modelle, auch seiner Frau. Seine Kinder waren unter anderem künstlerisch und wissenschaftlich tätig. Seine älteste Tochter half bei der Polychromierung seiner plastischen Werke.<sup>43</sup>

Abb. 21



Abb. 22



Abb. 23



Abb.24



Abb. 21: Arabische Mädchenbüste, Kleinplastik, Terracotta, polychromiert, 1892, Privatbesitz M. Strasser

Abb. 22: Rudolf von Habsburg, Kleinplastik, verm. Terracotta, polychromiert, 1912, Privatbesitz M. Strasser

Abb. 23: Rossbändiger, (Privatbesitz M. Strasser) Kleinplastik, Gips, polychromiert, 1896, Privatbesitz M. Strasser

Abb. 24: Ägypterin mit Wasserkrug (auch: Nubierin), Kleinplastik, Terracotta, bronziert und patiniert, 1892, Privatbesitz M. Strasser

Abb. 25: Marc Anton, der Triumvirator (Fahrt durch Italien), Monumentalplastik, Bronze, patiniert, vergoldet, 1899/1900, Österr. Galerie Belvedere

Abb. 25



<sup>43</sup> It. pers. Mitteilung (20. Juni 2002) von Frau Mag. Magdalena Strasser, Witwe des verstorbenen Claudius Strasser, Sohn von Arthur Strasser.

<sup>44</sup> Mit dem Siegeszug von Naturwissenschaften und Technik erschlossen sich auch in der Medizin neue Perspektiven der Behandlung. 1918 entwickelte der Berliner Kinderarzt Kurt Huldshinsky eine Therapie mit ultravioletten Strahlen zur Prophylaxe und Kurierung der „Armutskrankheit“ Rachitis; Rauschmann, M., Heine, M., Thomann, D.: Die Deutsche Orthopädische Gesellschaft von 1918-1932 - Entwicklungen und Strömungen, Orthopädische Universitätsklinik Frankfurt am Main - Stiftung Friedrichsheim, Medizinhistorisches Institut, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, 1996

Dem Wiener Künstlerhaus trat er 1907 wieder bei und blieb bis zu seinem Tod Mitglied. Arthur Strasser verstarb am 8. November 1927 in Wien und wurde am Zentralfriedhof (Ehrenggrab Gr. 32 C, 8) beigesetzt. Er war Wiens einziger Bildhauer für „orientalische Plastik“.<sup>45</sup> Der Orientalismus, oder auch Exotismus genannt, war ein Zeitgeistphänomen vor allem des 19. Jahrhundert, in Österreich jedoch weniger beliebt als z. B. in England, Frankreich, Holland und Portugal.<sup>46</sup> Weitere Vertreter „orientalischer Plastik“, deren Werke ab 1870 auch im Wiener Künstlerhaus ausgestellt worden sind, waren Horace Vernet, Eugene Fromotin und Jean-Leon Gerome.<sup>47</sup>

Neben orientalischen und exotischen Themen bearbeitete Strasser historische, mystische und religiöse Motive in monumentaler und kleinplastischer Form, bevorzugt in Terracotta, Gips und Bronze. Seine Besonderheit waren Naturtreue als Ausdrucksmittel und Polychromierung als Stilmittel. Ludwig Hevesi hebt besonders „die Stofflichkeit, die bis zur Sinnenstäuschung geht“ hervor. Diese beschreibt er auch beim bereits ausgeführten Marc Anton-Monument: „Die Form ist selbst an Stellen, wo man nicht leicht hinsieht, ganz aufrichtig gegeben, die kurzhaarigen (stockhaarigen) Körperflächen mit ihren so ornamentalen Fransen- und Quastenbehängen dürfen wirken, wie in der Natur, die ja bei diesen Thieren obnehin so monumental ist“.<sup>48</sup>

Im September 1928, ein Jahr nach Arthur Strassers Tod, findet im Künstlerhaus eine „Gedächtniskollektion für die Wiener Bildhauer Emanuel Pendl, Julius Schulte, Adolph Schwarz, Arthur Strasser, Heinrich Tomec, Alfred Zoff“ mit Werken der Künstler statt.<sup>49</sup> Der Bildhauer Arthur Strasser ist schon zu Lebzeiten, vor allem durch seine rege Beteiligung an Ausstellungen des Künstlerhauses, aufgefallen. An den Bildhauer und Photographen wurde anlässlich einer Ausstellung der Stadt Wien zum Thema „Arthur Strasser 1854-1927, Exotische Kleinplastik vor dem Hintergrund der Reisefotografie um 1900“ im Jahre 1987 gedacht. Dabei wurde anhand von fünf ausgewählten Terrakotten der Verlauf seiner stilistischen Entwicklung veranschaulicht.<sup>50</sup>

### 1.3 Bronzeplastik entlang der Wiener Ringstrasse

Der allgemeine Aufschwung nach den Aufständen, Revolutionen und deren Niederschlagung in Europa seit dem Jahr 1848 brachte rege Bau-, Ausrüstungs- und Erweiterungstätigkeiten in allen Zentren, teilweise auch aus der Notwendigkeit des enormen Anwachsens der Städte heraus. Am 25. Dezember 1857 überraschte die amtliche „Wiener Zeitung“ die Bevölkerung mit dem Abdruck des Schreibens Kaiser Franz Josefs an Freiherrn von Bach, den Minister des Inneren, in dem er seine Stadterweiterungspläne bekannt gab.

Trotz dreier Kriege war die Ringstraße und ein Teil der an ihr geführten Grünanlagen (z. B. Stadtpark, Burggarten, Volksgarten) in 7 Jahren vollendet und konnte von Kaiser Franz Joseph am 1. Mai 1865 eröffnet werden. Sechs Jahre danach und auch noch später begann man entlang der Ringstraßen mit der Errichtung von Bauwerke (z. B. Parlament, Universität, Rathaus, Burgtheater, Kunsthistorisches- und Naturhistorisches Museum).<sup>51</sup>

Zur Ausstattung wurden sowohl innerhalb dieser Prunkbauten wie auch zur Dekoration der äußeren Anlagen repräsentative Plastiken geschaffen. Stil und Inhalt dieser vorwiegend aus Bronze und Stein für die Gestaltung der Außenanlagen geschaffenen Bildwerke sind zu Beginn an die Architektur und damit an den Historismus, welcher als architektonischer Stil bei den Bauten entlang der Ringstrasse vorherrschte, gebunden.<sup>52</sup>

<sup>45</sup> Raichle, 1992, wie Anm. I, Seite 19 - 21

<sup>46</sup> Frodl, G.: Wiener Orientalerei im 19. Jahrhundert. In: Alte und moderne Kunst. Heft 178/179, Wien 1981, Seite 19 ff.

<sup>47</sup> Raichle, 1992, wie Anm. I Seite 20

<sup>48</sup> zit. nach Hevesi, 1906, wie Anm. 9, Seite 87

<sup>49</sup> Künstlerhaus, Lothringerstrasse 9, Wien: Gedächtniskollektionen Emanuel Pendl, Julius Schulte, Adolph Schwarz, Arthur Strasser, Heinrich Tomec, Alfred Zoff. Verlag der Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens, 1928, Seite 9

<sup>50</sup> Tageszeitung „Presse“, vom 29.12.1986

<sup>51</sup> aus: [www.suf.at/wien/ringstr/entstehung.htm](http://www.suf.at/wien/ringstr/entstehung.htm); Zugriff 26. 4. 2002

<sup>52</sup> Krause, W.: Die Bauskulptur entlang der Wiener Ringstrasse. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002, Seite 487 ff.



Die Finanzierung und Entstehung dieser Plastiken wurde durch Komitees unter hoher Schirmherrschaft von der Standortdiskussion bis hin zu Künstlerwettbewerben begleitet, dadurch ist in der monumentalen Plastik auch die Einschränkung freier künstlerischer Entfaltung gegeben. Im Gegenzug zur Monumentalplastik war die Entfaltungsmöglichkeit für Bildhauer des 19. Jahrhunderts durch freie Sujet- und Mittelwahl eher in der Kleinplastik gegeben, die durch ein zahlenmäßig anwachsendes und materiell immer besser situiertes Bürgertum im privaten Bereich beginnt bedeutsam zu werden.<sup>53</sup> Einige wichtige Bildhauer, welche im Zuge der Ausstattung der Wiener Ringstrasse monumentale Bronzeplastiken herstellten, waren Anton Dominik Fernkorn (1813 – 1878; z. B. Erzherzog Karl-Denkmal, Wien I., Heldenplatz), Caspar von Zumbusch (1830 – 1915; z. B. Maria Theresia-Denkmal, Wien I., Maria Theresia-Platz), Edmund von Hellmer (1850-1935; z. B. Goethe-Denkmal, Wien I., Opernring) und Josef Müllner (1879 – 1968; z. B. Dr. Karl Lueger-Denkmal, Wien I., Dr. Karl Lueger-Platz).<sup>54</sup>



Abb. 26: Maria Theresia-Denkmal, Wien I., Maria Theresia-Platz, C. v. Zumbusch, enthüllt 1888

Abb. 27: Goethe-Denkmal, Wien I., Opernring, E. v. Hellmer, enthüllt 1900

Den Auftrag zu dem Denkmal erhielt Zumbusch mit kaiserlicher Entschließung vom 19. Mai 1875, nachdem er im Künstlerwettbewerb, unter anderem gegen Karl Kundmann (1838 – 1919), Sieger blieb.



Die Kaiserin ist sitzend und mit herzlicher Gestik, von einer Säularchitektur mit korinthischen Kapitellen getragen und Reliefplatten geschmückt, über wissenschaftlichen und militärischen Beratern, bedeutungsperspektivisch vergrößert, dargestellt. Die Figurengruppe ist auf einem, mit traditionellen Elementen ausgestatteten, abgestuften Steinsockel positioniert. Bei der Ausführung des Denkmals kamen monumentale Größenverhältnisse zur Verwendung, so misst die sitzende Figur der Maria Theresia 6,5 m. Zumbusch arbeitete vorwiegend im Stil des idealisierenden Historismus, und gibt die Kaiserin als wohlberatene Leitfigur und im Sinne des Barock wieder.<sup>55</sup>

Die Errichtung des Goethe Denkmals stand unter hoher adeliger und bildungsbürgerlicher Patronanz, und wurde als Gegenüber des Schiller-Denkmal im Nahbereich der Hofburg konzipiert. Goethe ist ohne weitere Attribute in Mantel und mit aufgeknöpftem Kragen auf einem gepolsterten Stuhl bequem zurückgelehnt sitzend dargestellt und blickt zum vis-à-vis am Schillerplatz. Hellmer hatte mit dieser Darstellung eine Abkehr vom idealisierenden Historismus vollzogen und den Naturalismus ohne weitere historischen Stilelemente zur Anwendung gebracht. Der abgestufte Sockel trägt die Inschrift „Goethe“, auf weitere Ausstattung wurde verzichtet.<sup>56</sup>

Im Künstlerwettbewerb zum Lueger-Denkmal gewann der Entwurf von Müller unter anderem gegen den Anton Hanak's. Müller war ein Schüler Hellmers und im Umkreis der Secession tätig. Die auf einfachen Teilkörpern und Gesten reduzierten Figuren, Reliefs und bauliche Teile beruhende Darstellung Luegers als Monumentalfigur über Arbeitern, Müttern, Kindern und Greisen weist auf die Repräsentationscodices im Zeitalter der europäischen Diktaturen voraus. Müllers Stil bei der Ausführung des Lueger-Denkmales war der pathetische Reduktionismus, ein ab 1910 auch in der Architektur angewandtes erfolgreiches Stilmittel des Neoklassizismus, welches bis in die 1940er-Jahre von Bildhauern getragen wurde, welche sich nicht dem Expressionismus anschlossen haben.<sup>57</sup>

<sup>53</sup> Boeckl, M.: Die Plastik, 1890-1938: Ein schwieriger Weg in die Moderne. In: Schmied, W. (Hrsg.): Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich – 20. Jahrhundert. Band 6, Wien 2002, Seite 172, 173

<sup>54</sup> Reiter, C.: Skulptur und Wiener Secession. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002, Seite 516 ff.

<sup>55</sup> Pötzl-Malikova, 1980, wie Anm. 5 Seite 13 ff.

<sup>56</sup> ebd. und Böckl, 2002, wie Anm. 53 Seite 173 ff.

<sup>57</sup> ebd.

Das Dr. Karl Lueger-Denkmal<sup>58</sup> war das letzte große Denkmal entlang der Wiener Ringstrasse, in ihm spiegeln sich die nach einem halben Jahrhundert fast vollständig geänderten gesellschaftlichen, politischen und künstlerischen Rahmenbedingungen wider.

In der Bronzeplastik entlang der Ringstrasse sind die politischen Verhältnisse in der Repräsentationszone des Österreichischen Kaiserreiches, im akademischen Stil der Bildhauerkunst und in monumentaler Ausführung in beständigem Material wiedergegeben. Bis 1918 können an parallel praktizierten Stillagen dieser Periode der wieder belebte Historismus, der Naturalismus und der Jugendstil in Gestalt des Secessionismus beobachtet werden.

Abb. 28: Dr. Karl Lueger-Denkmal, Wien I., Dr. Karl Lueger-Platz, J. Müller, angefertigt 1913-1916, enthüllt 1926



Das künstlerische Autonomiebestreben der Plastik um 1900 unterschied sich wesentlich von jenem davor, sie erreichte Selbstbestimmung gegenüber Malerei und Architektur, nicht jedoch in ihrer gesellschaftlicher Stellung. Es waren nur vier Bildhauer, welche als kritische Künstlerhausmitglieder bei der Gründung der Wiener Secession beteiligt waren, nämlich Edmund von Hellmer, Arthur Strasser, Othmar Schimkowitz und Wilhelm Hejda.<sup>59</sup>

Das Marc Anton-Monument stellt im Umfeld der monumentalen Bronzeplastik der Wiener Ringstrasse vom individuellen Naturalismus Strassers her, aus der Sicht der unüblichen und symbolbeladenen Wahl des Themas und von seinem primären Verwendungszweck als Vertreter österreichischer Plastik für die Pariser Weltausstellung 1900 eine Besonderheit dar.<sup>60</sup>

Entlang der Wiener Ringstrasse stellen diese Bildwerke aus Bronze Zeugen einer Epoche des Umbruches in Österreich dar, an denen vielleicht oftmals achtlos vorbeigegangen wird. Zwar sind die Darstellungen bekannt, Personen und Absichten dahinter jedoch bleiben meist im Verborgenen.<sup>61</sup> Zudem sind diese Bronzeplastiken heutzutage aufgrund ihres Erscheinungsbildes unattraktiv und schwer erkenntlich geworden und teilweise an Standorten, die im Zuge der strukturellen Veränderung ihres Umfeldes für Betrachter kaum erreichbar sind (z. B. Raphael Donner-Denkmal, Wien I., Schwarzenbergplatz – Lothringerstrasse).

Der hohe Denkmalbedarf, die Koordination von Aufstellungsplätzen auf Gemeindegrund und die Erhaltung und Pflege von Monumenten und Brunnen veranlasste 1886 den Wiener Gemeinderat zu gesonderten Beratungen und Maßnahmen. Anhand der Verwaltungsberichte der Stadt Wien aus den Jahren 1886 bis 1911 sind im folgenden Abschnitt die Aktivitäten der Stadtregierung zum Thema - Monumente – umrissen.

<sup>58</sup> Dr. Karl Lueger, Bürgermeister Wiens in den Jahren 1897- 1910: Der „Volksbürgermeister“, oder auch der „schöne Karl“ genannt, wurde vor 1897 viermal zum Bürgermeister Wiens gewählt, viermal lehnte Kaiser Franz Josef I. seine Ernennung ab. Erst die Vermittlung des Ministerpräsidenten Badeni überzeugte den Kaiser 1897, der Ernennung Luegers (1844-1910) zuzustimmen, welcher beim Kaiserhaus und in höfischen Kreisen als Unruhestifter galt. Das Denkmal Luegers wurde zufälligerweise im Todesjahr Kaiser Franz Josefs I. fertiggestellt; siehe Knappich, W.: Die Habsburger – Chronik. Verlag das Bergland-Buch, Salzburg/Stuttgart 1959, Seite 54 ff.; sowie [www.suf.at/wien/ringstr/entstehung.htm](http://www.suf.at/wien/ringstr/entstehung.htm); Zugriff 26. 4. 2002

<sup>59</sup> vgl. Böckl, 2002, Seite 172 ff., und ebd. Seite 172 (zit.): „Wegen der Inkompabilität älterer Wiener Bildhauerideale mit denen der Secession verließ der Naturalist und Symbolist Arthur Strasser – obwohl er wegen seines Mark Anton Gründungsmitglied war – schon bald die Vereinigung“

<sup>60</sup> Reiter, 2002, wie Anm. 54, Seite 538, 539; und Böckl, 2002, wie Anm. 53, Seite 176; sowie Pötzl-Malikova, 1980, wie Anm. 5, Seite 13

<sup>61</sup> Kapner, 1969, wie Anm. 8, Seite 28 ff.

### 1. 3. 1 Denkmälererrichtungs- und Erhaltungsmaßnahmen der städtischen Verwaltung Wiens 1873 - 1911

Die Verwaltungsberichte der Stadt Wien, vorgelegt für das jeweilige Jahr vom jeweiligen Bürgermeister, sind im heutigen Sinne ein Leistungsbericht der öffentlichen Hand, der die Belange und Beschlüsse der Stadtverwaltung anführt. Im Jahr 1886<sup>62</sup> werden erstmals als Unterziffer „F.“ des Kapitels „Erhaltung öffentlicher Bauten“ – „Monumente“ – erwähnt: „Die Frage der Erhaltung bestehender und der Errichtung neuer Monumente war im 1886 wiederholt Gegenstand von Berathung und Beschlussfassung im Gemeinderathe“, beginnt dieser Abschnitt, und befasst sich in weiterer Folge mit der „Einschließung einzelner Denkmäler aus Marmor mittels eines Schutzgebäuses mit Rücksicht auf unsere klimatischen Verhältnisse während der rauhen Jahreszeit und im Interesse ihrer Conservierung“.<sup>63</sup>

Den Berichten entnimmt man die breite Tätigkeit sogenannter Denkmal-Komitees, die im Zuge der Errichtungen von Denkmälern von der Abhaltung von Künstlerwettbewerben weg bis hin zur Finanzierung und Einfügung ins Stadtbild geleitet, berieten und die Ausführung beeinflussten.

Beliebte Sujets, die man als Motiv für repräsentative Denkmäler im Rahmen der Stadtverwaltung Wiens in Betracht zog, waren Darstellungen von:

- Künstlern: Schubert, Mozart, Grün-Lenau, Haydn, Makart, Goethe, Anzenberger, Lanner - Strauß, Canon, Tilgner
- Politikern: Zelinka, Liebenberg, Lueger, Körner
- Militärs: Radetzky, Erzherzog Karl, Prinz Eugen, Deutschmeister, Schwarzenberg
- Wissenschaftlern, Erfindern, Technikern: TU Wien-Eingangsbüsten (z. B. Heinrich Freiherr von Ferstel, Johann Edler von Radinger), Gutenberg

Mit der Entsendung von Mitgliedern des Gemeinderates versuchte die Stadt Wien ihre Mitsprache in diesen Denkmal-Komitees zu sichern. Man beteiligte sich finanziell auch im Ausland bei der Errichtung von Denkmälern, so z.B. wird die Anfrage der Stadt Leipzig bezüglich der Mitfinanzierung eines „würdigen Denkmals auf dem Leipziger Schlachtfeld“ bekundet.<sup>64</sup> Im Bericht zu den Jahren 1889-1893<sup>65</sup> wird aus der Unterziffer – „Monumente“ – ein eigenes Kapitel. Die Anzahl der errichteten Denkmäler nimmt entscheidend zu, zu den Denkmal-Komitees werden Sub-Komitees, unter anderem speziell zur Erörterung von Platzfragen, gebildet.

Für die Erhaltung und Reinigung der bestehenden Denkmäler wurden mitunter bedeutende Summen erbracht, bei Bedarf wurden Restaurierungen durchgeführt.<sup>66</sup> Zunehmend werden die ausführenden Firmen angeführt und jene Stellen, welche die Anleitungen zu den Arbeiten gaben. Bei Reinigungs- und Renovierungsarbeiten wird das Vorgehen nach Zeichnungen (z.B. Professor und Konservator Alois Hauser) angeführt.

Dies weist auf eine vorherige Befundung und Beschreibung des Zustandes (nach den damaligen Möglichkeiten) und eine Festlegung des Umfangs und Inhaltes vor Beginn der Arbeiten hin. Erstmals wurden 1889 auch photographische Abbildungen<sup>67</sup> in dieses Kapitel aufgenommen, und abschließend werden die Zuwächse der Denkmäler der Stadt Wien aufgrund der Ausdehnung des Stadtgebietes<sup>68</sup> aufgelistet.

<sup>62</sup> Uhl, E.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien – Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1886, Seite 163 ff.

<sup>63</sup> vgl. Uhl, E.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1887, Seite 203 ff.: In einer Plenarsitzung am 29. November 1887 wird aufgrund von „*Expertengutachten die Nothwendigkeit der Umhüllung der öffentlichen Denkmäler während des Winters zur Kenntnis genommen*“, und in weiterer Folge dies Umhüllung einzelner Denkmäler (vor allem Brunnen und deren Figuren) beschlossen.

<sup>64</sup> Prix, J.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1888, Seite 156 ff

<sup>65</sup> Grübl, R.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für die Jahre 1889 – 1893, Seite 367 ff

<sup>66</sup> vgl. Grübl, 1889 – 1893, wie Anm. 65, Seite 368 ff. (-zit.): „*Renovierung des Schwarzenberg-Monumentes, einer Anregung aus Kunstkreisen folgend*“; „*Vergabe der Arbeit an den Chef der k.k. Kunstergießerei, kaiserl. Rath Pönninger*“; „*Restaurierung des bedeutenden Josefsbrunnens am Hohen Markte*“ in den Jahren 1892 und 1893 unter der „*Überwachung der k. k. Zentralkommission für Kunst und historische Denkmäler*“.

<sup>67</sup> Grübl, 1889 – 1893, wie Anm. 65, Seite 373, Abb. des „Engelbrunnens im IV. Bezirk, Wieden-Hauptstraße“,

<sup>68</sup> ebd., Seite 374 (-zit.): „...*städtische Denkmäler in den ehemaligen Vororten XI. bis XIX, Bezirk*“. Um 1900 ist die Expansion der Stadt Wien so weit fortgeschritten, dass auch die Gebiete der umliegenden Gemeinden der jetzigen Bezirke 10. („Favoriten“) bis 19. („Döbling“) zum Stadtgebiet gehören.

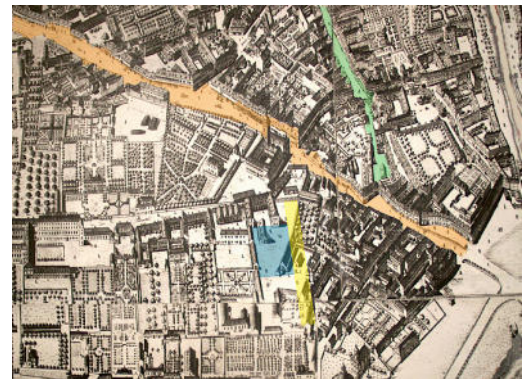


Die Erhaltung und Pflege bereitete den Stadtvätern anscheinend auch schon damals finanzielle Sorgen, weshalb man versuchte, für diese Maßnahmen private Geldgeber zu finden.<sup>69</sup> Zur Koordination und Auswahl möglicher Monumenten-Standorte wurden Schablonen eingesetzt.<sup>70</sup>

## 1.4 Das Gusshaus „auf der Wieden“

Im Jahre 1750 wurde auf dem heutigen Areal des Elektrotechnischen Institutes der TU Wien (Gusshausstrasse 25, Wien VI. – Wieden, wo sich das Wohn- und Sterbehaus von Hans Makart, 1840 – 1884, befindet) die k. u. k. Kanonengießerei errichtet, welche 1851 in das damals neu errichtete Arsenal verlegt wurde. Bis zu diesem Zeitpunkt war das Gelände auf den Wiener Stadtplänen als von Bauten umgebenes leeres Areal gekennzeichnet, vermutlich zur Wahrung des militärischen Geheimnisses. Am 14. Dezember 1805 wurde die „Kanonen-Stuckgießerei“ von französischen Truppen besetzt und teilweise demoliert.<sup>71</sup>

Abb. 29: „Vogelschauplan“ der Stadt Wien aus dem Jahre 1773 (Historischen Museum der Stadt Wien), Ausschnitt. Zusätzliche Farbinformationen: orange = Wiedner Hauptstrasse, grün = Margaretenstrasse, gelb = heutiger Verlauf der Gusshausstrasse, blau = ehemaliges Gusshausareal



Am 28. 10. 1861 gründete Kaiser Franz Josef I. an dieser Stelle ein Staatsinstitut zur Ausbildung junger Talente in den verschiedenen Techniken der Kunstgießerei anstelle der Kanonengießerei, und die Leitung wurde an Anton Dominik Fernkorn (1813 – 1878) übertragen. Dieser hatte die Räumlichkeiten schon 1856 als Atelier zur Verfügung gestellt bekommen.<sup>72</sup> Zuvor war die Gusswerkstätte schon Franz Anton Zauner (1746 – 1822) zur Anfertigung des Kaiser Josef II-Denkmales von 1801 bis 1803 zur Verfügung gestanden.<sup>73</sup>

In der Zeit vor der Umwandlung in eine Kunstgießerei wurden große Bronzegüsse für Österreich größtenteils im Ausland<sup>74</sup> angefertigt. Fernkorn, Schüler von Ludwig von Schwanthaler (1802 – 1848)<sup>75</sup>, war zunächst der Anfertigung des Reiterbildes für Erzherzog Karl zugetan, welches im Jahr 1860 als das erste Bronzewerk Österreichs im 19. Jahrhundert enthüllt wurde. „*Es folgten ihr aber nun bald bei Fernkorns energischem Schaffen eine grosse Reihe ähnlicher Bronzegüsse.*“<sup>76</sup>

Im Jahre 1865 wurde die Leitung aus gesundheitlichen Gründen von Fernkorn vorerst provisorisch und ab 1866 definitiv seinem Schüler Franz Xaver Pönninger (1832 – 1906) übertragen. Dieser leitete bis 1896 die Kunstgießerei teilweise als Eigentümer. Das Prinz Eugen-Denkmal am Wiener Heldenplatz war im wesentlichen bereits sein Werk.

<sup>69</sup> vgl. Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1897, Seite 162 (-zit): „...die Übernahme der Kosten größerer Renovierungen durch Private.“

<sup>70</sup> Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1901, Seite 13 ff.: diese Schablonen waren vermutlich gemalte perspektivische Ansichten des jeweiligen Monumentes im Maßstab 1:1 und ermöglichten Kenntnisnahme und Vergleich an verschiedenen Plätzen.

<sup>71</sup> Hofbauer, Karl: Die Wieden. Karl Gorischek's K. u. k. Universitäts-Buchhandlung, Wien 1864, Seite 72, 73

<sup>72</sup> Czeike, 1997, wie Anm. 25, Seite 644, 637; sowie Maertens, Herrmann: Die deutschen Bildsäulendenkmale des XIX. Jahrhunderts. Verlag von Julius Hoffmann, Stuttgart 1892, Seite 33

<sup>73</sup> Wagner, H.: Wien von Maria Theresia bis zur Franzosenzeit – Aus den Tagebüchern des Grafen Karl von Zinzendorf. Jahresgabe der Wiener Bibliophilen Gesellschaft, Wien 1972, Seite 112 ff.

<sup>74</sup> Raphael Donner (1693-1741) fertigte monumentale Metallgüsse in einer in Pressburg eingerichteten Erzgießerei an. In den vierziger Jahren des 19. Jh. fertigten in Mailand die Bildhauer Marchesi mit der Bronzegießerei Manfredi die Kaiser Franz II.-Monumente für Wien und Graz; Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 27

<sup>75</sup> Mach, M.: Erzzeit, Ferdinand von Miller. Zum 150. Geburtstag der Bavaria. München 1998, Seite 116 ff.: Stiglmyer lieferte das Modell für die ca. 20 m hohe Statue 1843, 1860 war der Guß durch Miller vollendet.

<sup>76</sup> Maertens, 1892, wie Anm. 72 Seite 33

Seine beste und eigenständigste Arbeit ist das Erzherzog Johann-Denkmal in Graz. Unter Pönninger entstanden in etwa 980 monumentale Bronzewerke, welche in alle Teile der Monarchie und ins Ausland geliefert wurden. Nachdem sich Caspar von Zumbusch (1830 – 1915) im Jahre 1895 aus Sorge um den Fortbestand an Arthur Krupp in Berndorf/Niederösterreich gewandt hatte, übernahm dessen Metallwarenfabrik bis 1908 die Kunstgießerei als Zweigstelle. Zumbusch übernahm ihre künstlerische Leitung. In dieser Aera <sup>77</sup>, in der auch der „Marc Anton“ hergestellt wurde, entstanden unter anderem das Goethe-Denkmal (1900) am Burggring, Wien I. und das Erzherzog Albrecht-Denkmal (1898 - 1899) bei der Wiener Albertina, Albertinaplatz, Wien I.

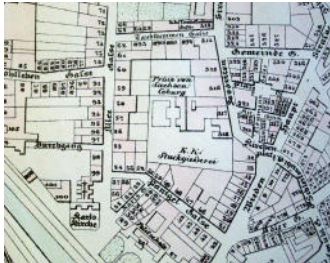


Abb. 30: Grundstücksplan aus 1854 (Bezirksmuseum Wien), „k. k. Stuckgießerei“

Abb. 31: Vogelperspektive aus 1873 (Bezirksmuseum Wien), Hinterseite Gusshaus, Betrieb

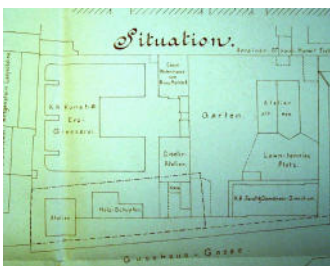


Abb. 32: Grundstücksplan aus 1880 (Bezirksmuseum Wien) zeigt die Nutzung der einzelnen am Gusshausareal befindlichen Gebäude

Abb. 34: Im Gusshaus, 1889 (Bezirksmuseum Wien VI., Wien), Erzherzog Albrecht Denkmal, Montage und Überarbeitung des Gusses



Abb. 33: Wien VI., Areal der ehemaligen k. u. k. Kunstgießerei, 2002. Das Wohnhaus und Atelier von Hans Makart

Den Kunden wurde die Ausführung von Monumenten in „echter Bronze - gegossen und mit jeder beliebigen Patina“ <sup>78</sup> und des weiteren die Anfertigung von Monument-Sockeln in „jedem beliebigen Material“ <sup>79</sup> angeboten. Die Kunstgießerei wurde im Jahre 1909 demoliert und an ihrer Stelle das Elektrotechnische Institut der TU Wien gebaut.<sup>80</sup>

<sup>77</sup> Diesbezügliche Recherche führte zur Nachfolge der vormaligen Arthur Krupp AG (siehe Krupp, 1900), der heutigen Berndorfer Metallwarenfabrik in Berndorf/Niederösterreich und in das private Familienarchiv der Familie Krupp in Essen, Deutschland (Villa Hügel). In Berndorf wurde von Frau Böhm (telefonische Auskunft, 14. März 2002) dazu mitgeteilt, dass das Firmenarchiv teils von den Nazis vor den anrückenden Alliierten vernichtet, teils von russischen Organen zu Ende des Zweiten Weltkrieges beschlagnahmt worden waren. Das Archiv in Essen beinhaltet zum österreichischen Zweig der Familie Krupp nur private Korrespondenz.

Lt. Recherche des Russischen Kulturinstitutes in Wien befinden sich Teile des ehemaligen Krupp – Archivs aus Berndorf auf ehemaligem sowjetischen Staatsgebiet. Eine Anfrage zur näheren Auskunftserteilung wurde an den Archivdienst der Russischen Föderation ROSARCHIV in Moskau gestellt, bis dato konnte aber noch keine Antwort erhalten werden. Die Recherche in den Archivalen der ehemaligen K. u. k. Kanonengussanstalt historische Dokumente über den Bronzeguss zu finden, wurde eine Anfrage das Heeresgeschichtlichen Museum in Wien III., Arsenal, Herr Schachner gestellt, die jedoch leider damit beantwortet war, dass dort die vermutlich passende Archivalie zu Ende des 2. Weltkrieges gestohlen worden waren.

<sup>78</sup> Berndorfer Metallwaren-Fabrik A. Krupp: Die Monumental-Arbeiten der K.K Kunst-Erzgiesserei. Firmenkatalog mit Abbildungen der Werke der Filiale der Berndorfer Metallwaren-Fabrik Arthur Krupp, Wien IV. Gusshausstrasse 25, 1900, Seite 2; sowie Doktor, A., Meißner, B.: Galvanoplastik – Geschichte einer Technik aus dem 19. Jahrhundert. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Dresden, 2000, Seite 127 ff.: Ab Mitte des 19. Jh. wurde die Anfertigung von an der Oberfläche bronzierten Zinkgüssen und von Galvanoplastiken aus Kostengründen sehr beliebt.

<sup>79</sup> Krupp, 1900, wie Anm. 78, Seite 2

<sup>80</sup> Czeike, Wien 1997, wie Anm. 25, Seiten 575, 644, 637; sowie Österreichisches Bundesdenkmalamt: Österreichische Zeitschrift für Kunst- und Denkmalpflege. Heft 4, Verlag Anton Schroll & Co, Wien 1995, Seite 485.



## 1.5 Bronze patina – Entstehung des Begriffes, Rezeption im 19. Jahrhundert – Bronze patina in der Denkmalpflege

### Patina – Entstehung und Bedeutung des Begriffes

Die ethymologische Herkunft des Wortes „Patina“ leitet sich aus dem Lateinischen „Aerugo nobilis“ (edler Rost) ab.<sup>81</sup> Diese Bezeichnung beinhaltet sowohl den Begriff der Alterung, wie auch die Bedeutung der ästhetisch anspruchsvollen Erscheinung einer durch Alterung veränderten Oberfläche. Sie ist des weiteren ein Hinweis darauf, dass die Patina nicht nur ihrer Schönheit wegen sondern auch als Zeichen der Echtheit und des Alters eines Kunstwerkes geschätzt wurde, und weist auf Unterscheidung und Abgrenzung zur Existenz weniger edler Oxidationserscheinungen hin.<sup>82</sup>

Das Wort „Patina“ wurde im Jahre 1681 in Baldinucci's Kunstlexikon das erste Mal definiert, wobei damals die altersbedingte Vergilbung von Bildern mit „Patina“ bezeichnet wurde. 1751 ist der Begriff in der französischen „Encyclopedie“ das erste Mal mit grünen Korrosionsprodukten auf Kupfer in Zusammenhang gebracht worden: „Es gibt kein französisches Wort, welches die Schönheit und die brillante Farbe vom Grünspan des Kupfers beschreibt, und der auch nicht immer auf diesen Gegenständen anzutreffen ist“.<sup>83</sup>

„Grünspan“ war bis in das 19. Jahrhundert eine der Bezeichnungen für „grüne, grünliche, dunkle und in das Grüne fallende Farbe“ der Oberfläche von Gegenständen aus Kupfer, und wurde im Zusammenhang mit Gegenständen aus Bronze und Kupfer als Ergänzung zum Wort Patina benutzt.<sup>84</sup> Grünspan wird heute als Gemenge von grünen bis blauen basischen Kupfer(II)-acetaten verstanden.<sup>85</sup>

Die definitive Klärung der Herkunft des Wortes ist nicht nachvollziehbar, die ursprüngliche Bindung des Begriffes an die Malerei, der bis in das 19. Jahrhundert nachvollziehbar ist, legt die Vermutung nahe, dass das lateinische Wort für Pfanne (=Patina, kupfernes Gebrauchsgeschirr, an dessen Oberfläche sich bei mangelnder Pflege ebenfalls eine grüne Verfärbung bildet) als wahrscheinlicher Ursprung anzusehen ist. In der 1840 erschienenen „Allgemeinen Encyclopädie der Wissenschaften und Künste“ wird Patina als sich natürlich bildender Überzug auf Gemälden beschrieben, die grüne Verfärbung von kupfernen und bronzenen Gegenständen wird dagegen in der französischen Form als „Patine“ bezeichnet. Zur Begriffsbestimmung des Wortes „Patina“ im 19. Jahrhundert kommt erschwerend hinzu, dass gerade zu der Zeit, als sich der Begriff für die Veränderung und Erscheinung von Bronzeoberflächen durchzusetzen beginnt, diese Verfärbung auch als „vernif“ (von ital. vernice = Firnis) bezeichnet wurde, und hier Begriffsdurchmischungen stattgefunden haben.<sup>86</sup>

Das Wort „Patina“ bedeutet im Zusammenhang mit Bronzeoberflächen eine Veränderung der Oberflächenbeschaffenheit, eine Reaktionsschicht der reinen Metalloberfläche, die sich ohne weiteres Zutun des Menschen, als Funktion von Zeit und Umwelt vollzieht, und eine bestimmte Ästhetik aufweist.<sup>87</sup>

Der Bildhauer und Giesser von Patte erklärte zur Erscheinung einer Bronze patina im Zusammenhang mit dem Reiterstandbild für den französischen König Louis XV. im Jahr 1767, die Patina müsse das Ansehen „*einer länger in der*

<sup>81</sup> Bersch, J.: Lexikon der Metalltechnik. A. Hartlebens Verlag, Wien-Pest-Leipzig, 1870-1880, Seite 508; sowie Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 27 ff.

<sup>82</sup> Heithorn, U.: Firnis und Patina, Studien zur Oberflächenbehandlung mitteleuropäischer Bronzeplastik um 1600. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität, Kiel 1994, Seite 20 ff.

<sup>83</sup> Strandberg, H.: Perspectives on Bronze Sculpture Conservation. Dissertation. Göteborg University 1997, Seite 3

<sup>84</sup> Fiorillo, J. D.: Versuch über die Patina oder über den natürlichen und künstlichen Überzug der Bronzen, geschnittenen Steine, Glaspasten, Statuen und Malereien. Aus: Fiorillo's Nachlaß. In: Kunst=Blatt, Stuttgart 1832, Nr. 97 – 99

<sup>85</sup> Grünspan: Basische Kupferacetate mit der allgemeinen Zusammensetzung  $1-3 \text{ Cu}(\text{O}-\text{CO}-\text{CH}_3)_2 \times 1-3 \text{ Cu}(\text{OH})_2 \times n \text{ H}_2\text{O}$ , ist durch seinen Kupfer-Gehalt giftig. Grünspan wurde früher auch künstlich hergestellt (Kupferplatten öfters mit Essig befeuchten u. an der Luft liegen lassen) u. zur Herst. von Farben, Mehltau-Bekämpfungsmitteln u. dgl. verwendet. Im Altertum u. Mittelalter gewann man Grünspan durch von Theophrast erwähnten Aerugo [blaugrüne Malerfarbe mit der Formel  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \times (\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{O})_2\text{Cu}$ ] durch Einlegen von Kupferblech u. Weintrester in irdene Töpfe. Grünspan wird heute oft fälschlicherweise mit Patina gleichgesetzt; CD Römpp Chemie Lexikon – Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995

<sup>86</sup> Heithorn, 1994, wie Anm. 82, Seite 20 ff.

<sup>87</sup> Vanino, E., Setter, L.: Die Patina, ihre natürliche und künstliche Bildung auf Kupfer und dessen Legierungen. A. Hartlebens Chemisch-technische Bibliothek, Band CCLXI, Wien/Pest/Leipzig, 1903, Seite 1 ff.

*Tasche getragenen Olivenfrucht zeigen“.<sup>88</sup> Hermann Maertens schreibt dazu 1892: „Soll Patina den Namen Edelrost (*Aerugo nobilis*) verdienen, so muß sie den Eindruck hervorbringen, als schimmere durch ihre Hautfarbe, durch ihre dünne Oxydschichte das goldige Metall.... Die Farbe muss daher wie eine Lasurfarbe, und nicht wie eine raue Deckfarbe erscheinen.“<sup>89</sup>*

Heithorn nennt 1994 zur Relativierung der Subjektivität einer „edlen Patina“ im Zusammenhang mit Bronzеоberflächen folgende Kriterien zur Erfüllung dieser Begrifflichkeit:<sup>90</sup>

*„ a.) Die Patinaschicht darf nicht aggressiv mit dem Basismetall reagieren, d. h. eine schonende Umsetzung des Metalls in Metallverbindungen muß gewährleistet sein.*

*b.) Der metallische Charakter soll erkennbar bleiben. Die Lichtstruktur des Metalls darf nicht ins Gegenteil verkehrt werden. Daraus erfolgt die Forderung nach Glanz;*

*c.) Die Patina darf keinen nennenswerten Zuwachs für die originale Oberfläche bedeuten. Die Authentizität der vom Künstler geschaffenen Oberfläche muß gewahrt bleiben. Die feine Oberflächenstruktur – z. B. Punzierungen und flache Reliefs – darf nicht unter einer dicken Kruste verschwinden.“*

Die Patina von Bronze entsteht durch chemische Vorgänge an ihrer Oberfläche, und wird von der Zusammensetzung des umgebenden Milieus bestimmt. Sofern sie nicht durch Konservierungsmaßnahmen geschützt wird, ist der Prozess der Patinabildung nie abgeschlossen. Unsere rezente, an Bronzeplastiken vorzufindende, durch Alterung entstandene Erscheinung stellt bei Objekten, welche nicht einer ständigen Reinigung unterzogen worden sind, eine Mischung aus Korrosionsprodukten und Schmutz dar, und hat mit einer materialschonenden Umsetzung des Metalls nichts mehr zu tun.<sup>91</sup> Durch Eintrag von außen an der Oberfläche befindliche Substanzen (Verschmutzung, Schmutzinkrustierungen) können heute genau bestimmt, und als nicht zur Originalsubstanz gehörig identifiziert werden.

Im gegenständlichen Zusammenhang dieser Arbeit wird mit Bronzepatina die durch natürliche Verwitterung entstandene Bildung von Mineralen aus dem Materialbestand der Bronze definiert, welche in ihrer Umgebung beständig sind.<sup>92</sup> Die durch Umwelteinflüsse und unterlassene Reinigung entstandene Korrosionsprodukte, welche sich schädigend auf den Weitererhalt von Metall und/oder Patina auswirken, sind aus dem Begriff ausgeklammert.

### Patinierung

Im Gegensatz zur natürlichen Entstehung einer edlen gealterten Erscheinung der Oberfläche (Patina) steht die künstliche Erzeugung dieser durch den Menschen; sie wird als Patinierung bezeichnet. Die Patinierung kann sowohl durch Farbauftrag als auch durch Anwendung chemischer Methoden erfolgen. Bei letzteren erfolgt eine chemische Umwandlung der Metalloberfläche durch sogenannte Patinierungsmedien.<sup>93</sup>

Diese Methoden wurden und werden vorwiegend eingesetzt, um Kunstwerken von Beginn an eine gealterte, und deshalb ehrwürdige Erscheinung zu geben. Patinierungen sind aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung im Außenraum in der Regel nicht dauerhaft.<sup>94</sup>

<sup>88</sup> zit. nach: Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 38

<sup>89</sup> zit. nach: Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 39

<sup>90</sup> zit. nach: Heithorn, 1994, wie Anm. 82, Seite 25, 26

<sup>91</sup> Mach, M., Snethlage, R.: Die Analyse der Patina von Bronzen im Freien. –in: Kunsttechnologie und Konservierung. 1989, Heft I, Seite 231 – 235

<sup>92</sup> Pichler B., Vendl A.: Eureka-Projekt Eurocare EU 316. In Vendl, Pichler, Weber, Erlach: Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst. Erschienen in Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst, Band 6/7/8 1989/90/91, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, Wien 1991; Seite 216 ff.

<sup>93</sup> Wolters, J.: Der Gold- und Silberschmied. Rühle-Diebener Verlag, Stuttgart 1996, Seite 206 (-zit.): „Bei Metallen erfolgt eine Patinierung auf elektrolytischem Weg und stromlos, durch Behandlung mit Beizen“.

<sup>94</sup> Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 37; und Christman, B.: Twenty-Five Years after the Bomb: Maintaining Cleveland's the Thinker. In: JAIC 1998, Vol.37, Article 2, Seite 173 – 186; aus JAIC-online: [www.aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic37-02-002](http://www.aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic37-02-002). Zugriff am 7. März 2002, Seite 173 – 186; und Riederer, J.: Erhaltung von Metallsulpturen im Freien. In: Restauero, Zeitschrift für Kunsttechniken und Museumsfragen, 3/93. Verlag Georg D. W. Callwey, München 1993, Seite 176 ff.

## Verständnis für Bronzepatina bei Konservierungs- und Restaurierungstätigkeiten im 19. Jahrhunderts

Die Motivation zu einer intensiven und modernen Auseinandersetzung mit der Erscheinung und Erhaltung von Bronzeplastiken entstand zu Beginn des 19. Jahrhunderts aufgrund eines Erscheinungsbildes, welches ein Produkt von unterlassener Pflege der Bronze in einer urbanen und mit Schadstoffen angereicherten Atmosphäre war:

*„In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts veränderte sich das Aussehen von Bronzeskulpturen in Berlin nachteilig, die ehemals grüne Patina wurde immer stärker von schwarzen Krusten überzogen. Man entschloss sich daher 1864 eine Patina-Kommission einzurichten, die den Ursachen dieser Beobachtungen auf den Grund geben sollte. Metallskulpturen, die im Freien der Witterung ausgesetzt sind, erleiden im Laufe der Zeit Schäden, die auf Umwelteinwirkungen zurückzuführen sind. Der Umschlag von der weitgehend unbelasteten, in eine mit Schadstoffen angereicherte Luft erfolgte bereits vor mehr als 150 Jahren, um die Mitte des 19. Jahrhunderts.“<sup>95</sup>*

In Teilen Deutschlands war die Empörung über das Aussehen von Bronze-Monumenten zu Beginn des 19. Jh., also zu Beginn der Industrialisierung großer Teile Europas so groß, dass Bildhauer, Erzgießer und das „kunstliebende Publikum“ aufgefordert wurden, aus Protest öffentliche Plätze zu meiden, an denen Bildwerke vernachlässigt werden.<sup>96</sup> Die „Patina-Kommission“ erkannte sehr rasch, dass Umwelteinwirkungen an der Verschlechterung des Aussehens der Bronzeskulpturen beteiligt sind; sie stellte deshalb systematisierte Versuche mit neugegossenen Büsten an, von der Art der Umweltbeeinträchtigung an gänzlich unterschiedlichen Orten Berlins, und versuchte durch verschiedenste Oberflächenbehandlungen (tägliches Waschen mit Wasser, monatliches Einreiben mit Öl, unbehandelte Oberfläche, künstliche Patinierung der Oberfläche) die praktische Konsequenz dieser Methoden zu überprüfen und gegenüberzustellen. Die Kommission ist über 40 Jahre lang tätig gewesen, grundlegende Erkenntnisse von damals für Erhaltung und Pflege sind heute noch gültig. Dazu zählen sowohl die Tatsachen, dass die Russ-, Staub- und Schmutzdeposition auf der Metalloberfläche das Aussehen der Denkmäler beeinträchtigt und Korrosionsschäden verursacht, wie auch der Umstand, dass die oberflächliche Verwitterung von Bronzen durch die mit Luftschadstoffen (damals: Ruß, CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> vorwiegend aus Haus- und Industriebrand) verunreinigte Atmosphäre im städtischen Gebiet stark beeinflusst wird.<sup>97</sup> Offensichtlich war damals auch schon, dass eine regelmässige Reinigung der Oberfläche in zeitlich kurzen Abständen eine Grundvoraussetzung für die Erhaltung von Metallskulpturen im Freien ist, und dass die Methoden für die Reinigung bei unterlassener zyklischer Entfernung von Schmutzschichten zu verschärfen sind (damals z. B. mittels Drahtbürsten und Meißel). Die Anwendung von Chemikalien, vor allem Säuren, wird für Reinigungszwecke an Bronzoberflächen im späten 19. Jahrhundert ausgeschlossen.<sup>98</sup> Ein Beispiel dazu aus Österreich, wo man zur Bewahrung von Bronzepatina durch dementsprechend materialverträgliche Reinigungsmethoden bereits sehr differenziert vorgeht, und ebenfalls die Anwendung von Säuren zur Erhaltung von Patina entschieden ausschloss, kann anhand des „Patinakrieges“ im 19. Jahrhundert (1880 – 1882) verfolgt werden. Die im Zuge der Reinigung von Figuren in der Innsbrucker Hofkirche, der sogenannten „schwarzen Manda“ am Maximiliansgrab entstandene Auseinandersetzung über das Arbeitsziel der Reinigung unter Beibehaltung der Patina mit ihrer ehrwürdigen Erscheinung, bewegte Experten aus Deutschland und Österreich in einem öffentlich medial ausgetragenen verbalen Gefecht.<sup>99</sup>

Der Erkenntnis, dass nur zyklische und milde Reinigungsmethoden dauerhaft eine Erhaltung von Bronze und Patina und eine gewollte Ästhetik gewährleisten können, folgte der prinzipielle Gedanke der Patina-Kommission, ob der Verschmutzung von Denkmal-Oberflächen mit schädlichen Bestandteilen aus der Umgebung nicht durch die Applikation von Schutzüberzügen entgegengewirkt werden kann.

Damals wurde mit Knochen- und Olivenöl, sowie mit verschiedenen Wachsen (z. B. natürliche Wachse, Paraffin) gearbeitet. Regelmäßige Waschung und Erneuerung eines Schutzüberzuges sollte nach damaligem Wissen und Überzeugung zu einer gleichmäßigen Patina an der Oberfläche führen. Zusätzlich versuchte man damals bewusst durch eine Pflege mit Ölen die Patina in ihrer Entstehung zusätzlich zu beeinflussen.<sup>100</sup>

<sup>95</sup> zit. nach: Riederer, 1993, wie Anm. 94, Seite 176

<sup>96</sup> Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 41

<sup>97</sup> ebd.

<sup>98</sup> Riederer, 1993, wie Anm. 94, Seite 176 ff.; sowie: Der Patinakrieg – die Restaurierung des Max-Denkmales zu Innsbruck und der Streit für und wider dieselbe (Aktenmäßig dargestellt). Verlag der Wagnerischen Universitätsbuchhandlung, Innsbruck, 1883. –in: Knitel, O.: Die Gießer zum Maximiliangrab, Otto Knitel, Innsbruck 1982, 207 ff.

<sup>99</sup> Knitel, 1982, wie Anm. 98, 207 ff.

<sup>100</sup> Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 41

Diese Ansätze wurden aber als konservatorische Maßnahme aufgrund des Säuregehaltes von Ölen und der ungenügenden Schutzwirkung von Ölen generell nicht weiterverfolgt.

In der Entwicklung und Evaluierung von Reinigungs- und Konservierungsverfahren ging man mit systematischer Empirik und naturwissenschaftlich unterstützt vor und handelte aus einem materialerhalterischen (konservatorischen) Verständnis heraus.

Die Forderungen und Wünsche der Denkmalpfleger und des „kunstliebenden Publikums“ nach zyklischen Pflegemaßnahmen betreff des Erhaltes von Bronzedenkmalern und deren Ästhetik wurde vielerorts nachgekommen (z. B. München, Berlin).

Diese Maßnahmen wurden vor allem über die Infrastruktur und die Mittel der jeweiligen Verwaltung durchgeführt. Für Berlin wurde dazu in den Jahren 1878 bis 1891 ein Ansteigen der von der Stadtbehörde bereitgestellten Mittel für die Pflege und Erhaltung der Denkmäler nahezu auf das Hundertfache notiert.<sup>101</sup>

Die Entwicklung des seit dem 19. Jahrhundert betriebenen subtilen Umganges mit Bronze und Bronzeplastiken an Objekten in freier Bewitterung wurde durch die beiden Weltkriege soweit zurückgeworfen, dass sogar die einfachsten Maßnahmen wie periodische Reinigung mit Wasser über diese Zeitabschnitte hinaus an vielen Orten nicht mehr zur Anwendung kamen.

In ihrem Fortbestand richtiggehend bedroht waren Bronzeplastiken in weiterer Folge während des Zweiten Weltkrieges. Der folgende Abschnitt schildert die Rahmenbedingungen während dieser Zeit und Maßnahmen zur Instandsetzung danach.

## 1.6 Instandsetzungsarbeiten nach dem II. Weltkrieg

Während der Zeit des „Anschlusses“ Österreichs an Deutschland waren neue Standards auch für die Denkmalpflege und den Umgang mit Kunst und Kulturgut gefunden worden, wobei das Akquirieren von Rohstoffen für den Krieg im Vordergrund stand.

Für die Nationalsozialisten inhaltlich oder formal unliebsame Plastiken wurden generell von ihren Standorten entfernt und vorwiegend in Kriegsmaterial umgearbeitet.

Nach Order des damaligen „Reichsdenkmalamtes“ durften künstlerisch und historisch wertvolle Bronzen erst nach Anfertigung eines Ersatzgusses aus „Zamak“ (Zink – Aluminiumlegierung) eingeschmolzen werden. Infolge Überlastung der Gießereien mit vordringlicheren Aufgaben kamen jedoch solche Abgüsse kaum zustande.<sup>102</sup>

Dutzende Denkmalsockel standen leer, die großen Monumente des Stadtzentrums verschwanden teilweise unter noch größeren Ziegelumhausungen.<sup>103</sup>

<sup>101</sup> ebd.

<sup>102</sup> Hawlik, E.: Über Schweißarbeiten an alten Wiener Kunstdenkmälern. In: Schweißtechnik 7/81, Wien 1981, Seite 108, 109

<sup>103</sup> Christian Brandstätter Verlag und Edition: Stadtchronik Wien. Christian Brandstätter Verlag und Edition, Wien 1986, Seite 442



Abb. 35: Abtragungsliste aus dem Jahre 1943<sup>104</sup>; der hier ersichtliche damalige Materialwert in Reichsmark ist in etwa mit dem Faktor 4 zu multiplizieren, um den heutigen Wert in Euro zu erhalten.<sup>105</sup>

Jan. 1943

Kostenabrechnung

Kulturverwaltung der Stadt Wien

Post-De-ma-l Nr.	Brosche Gewicht	Gewicht Abtrage Puhrlaha	Bildhauerarbeit Kosten für:				Anmerk.
			Formen, Ausguss, zusan.	RM	RM	RM	
✓ <del>Waldemar Hoyer</del>							
✓ <del>Sigfried</del>	600	1.100	2.100	1.800	3.900	Arbeiten	
✓ <del>Don Juan</del>	600	1.100	2.300	2.000	4.300	Arbeiten	
✓ <del>Kaellop</del>	500	950	1.650	1.100	3.050		
✓ <del>von Hanaan</del>	20	150	250	180	430	Tafel	
✓ <del>Rafael Dosser</del>	500	950	1.700	1.300	3.000	Arbeiten	
✓ <del>Hofbauer</del>	200	150	550	450	1.000		
✓ <del>Nestroy</del>	400	950	1.400	1.200	2.600		
✓ <del>Kush. Reiser</del>	500	1.000	1.300	1.200	2.500		
✓ <del>Hütterhofer</del>	50	150	150	150	350	keine	
✓ <del>Rossauerbrunnen</del>	1.000	1.300	3.000	2.600	5.600	Abform	
✓ <del>Obelisk Verisilf</del>	800	950	1.200	900	2.100	Leuchte	
✓ <del>Krausner</del>	150	150	450	350	800	Arbeiten	
✓ <del>Apfelbrunnen</del>	1.000	1.100	1.300	900	2.100		
✓ <del>Karl Löwenbrunnen</del>	4.000	4.800	7.900	6.200	14.100	e)	
✓ <del>Niehlitz</del>	300	600	650	550	1.200		
✓ <del>Marschner</del>	6	30	30	30	60	e)	
✓ <del>Prissnitz</del>	800	1.300	1.200	1.000	2.200		
✓ <del>Skemann</del>	1.000	1.000	1.600	1.400	3.000		
✓ <del>Reh und Mädchen</del>	800	1.000	900	900	1.800		
✓ <del>Alsenbrunnen</del>	800	750	2.800	2.100			
✓ <del>Augustin</del>	300	450	1.600	1.200			
✓ <del>Waldemar Hoyer</del>	600	1.800	1.800	1.800		schon abgetr.	
✓ <del>Verisilf</del>	600	1.500	2.200	1.800		Bismodell	
✓ <del>Karl Löwenbrunnen</del>	600	650	2.000	1.800		vorhanden	
✓ <del>Karl Löwenbrunnen</del>	600	500	2.300	1.900			
✓ <del>Kessels</del>	250	300	650	550		Bismodell	
✓ <del>Urban Loritz</del>	100	200	550	450		vorhanden	
✓ <del>Karl Löwenbrunnen</del>	300	350	850	750		Kosten werden	
✓ <del>Waldemar Hoyer</del>						Bismodell	
✓ <del>Waldemar Hoyer</del>						vorhanden	



Abb. 36: Prinz Eugen Denkmal, Wien I., Heldenplatz, zu Ende des zweiten Weltkrieges: Mit einer Ziegelummauerung sollte es vor Kriegseinwirkungen geschützt werden. Ein Aspekt der Geschichte des Denkmalschutzes, der zwischenzeitliche Extreme dokumentiert.<sup>106</sup>

Die meisten Denkmäler blieben zwar im Original erhalten, waren aber vorbereitend auf ihre Einschmelzung bereits demoliert und zerschnitten, oder zumindest vom Standort entfernt worden. Sie tauchten nach dem II. Weltkrieg an den unterschiedlichsten Orten Wiens wieder auf und konnten durch Schweißen zum Teil wieder zusammengefügt und aufgestellt werden.<sup>107</sup>

Der Wiener Ernst Hawlik (1910 - 1999) war einer der Pioniere auf dem Gebiet des Schweißens von Bronze und nach dem Krieg damit beschäftigt, die Wiener Denkmäler teilweise wieder zu errichten.<sup>108</sup> Abb. 37 bis Abb. 39 zeigen einige der Denkmäler, welche nach dem Krieg davon betroffen waren bei der Ausführung der Arbeiten.



Abb. 37: Donnerbrunnen, Wien I., Neuer Markt

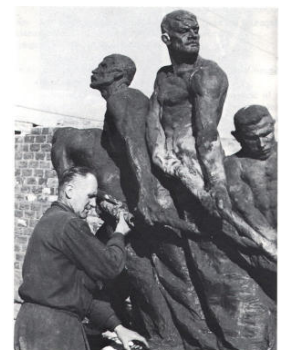
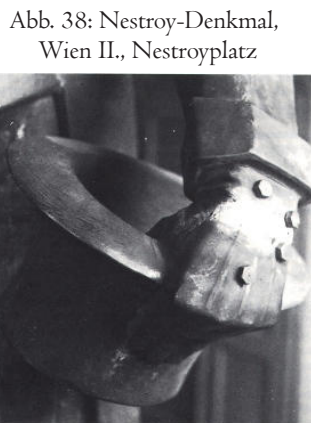


Abb. 39: Die Unentwegten, Wien XVII., Kongresspark

<sup>104</sup> aus: Kapner, 1969, wie Anm. 8, Abb.68

<sup>105</sup> It. Auskunft (telefonisch), Herrn Fluch, Österreichische Nationalbank, 7.II.2002

<sup>106</sup> aus: Kapner, 1969, wie Anm. 8, Abb. 27

<sup>107</sup> Hawlik, 1981, wie Anm. 102, Seite 108, 109

<sup>108</sup> Hawlik, E.: Chronik des Heldendenkmales der Roten Armee auf dem Wiener Schwarzenbergplatz. Erschienen in Aufsätze aus dem Bezirksmuseum Landstrasse, Wien 1981, Seite 12 ff., und Seite 19 ff.



## 2. TECHNOLOGISCHER HINTERGRUND

### 2.1 Allgemeines zum monumentalen Bronzeguss

Seit der Antike gilt Bronze wegen Korrosionsbeständigkeit und Festigkeit als eines der geeignetsten Materialien zur Schaffung von Denkmälern.<sup>109</sup> Ausführungen von Plastiken aus diesem Material in monumentalem, daher überlebensgroßem Maßstab, schmückten als Sinnbild kirchlicher und weltlicher Macht seit dieser Zeit Kirchen, Paläste und Städte. Die Bedeutung des Materiales ist, im Zusammenhang mit seiner Verwendung als Werkstoff auch Verbindung mit der speziellen Technologie des Gießens, dem Betrachter Unvergänglichkeit und ewige Bedeutung des Dargestellten zu vermitteln. Die Technologie des Gießens ist eine Variante der Verarbeitung von Metall. Sehr vereinfacht wird dabei geschmolzenes Metall in eine vorzubereitende feuer- und hitzebeständige Negativform gefüllt<sup>110</sup> und gibt in erstarrter Form den ausgefüllten Hohlraum wieder. Bei kleineren und mittleren Objekten geschieht und geschah dies entweder im Voll- oder im Hohl-guss, größere Objekte sind generell hohl gegossen. Für den möglichen Ausdruck als künstlerisches Medium gestattet das Gießen von Metall für plastische Bildwerke besondere Formen und Ausprägungen bei Hinterschneidungen und der Gestaltung von Oberflächentexturen. Diese Kunst beginnt bereits bei der Anfertigung von Modellen und Skizzen durch den Künstler und endet bei der Erfahrung und Handfertigkeit des Gießers. Sehr oft, und auch das schon seit der Antike, waren Bildhauer und Gießer ein und dieselbe Person (Peter Viescher 1460-1529, Giovanni di Bologna 1529-1608, Adriaen de Vries 1545-1626, Ferdinand von Miller 1813-1887, Anton Dominik Fernkorn 1813-1887) und vereinigten oftmals den technologischen Fortschritt und die handwerkliche Erfahrung mehrerer Generationen mit modernem Zeitgeist, Genialität und Individualität. Unterschiedliche Metalltechniken gestatten nicht nur die Ausprägung unterschiedlicher ästhetischer Oberflächenqualitäten, sie wurden seit jeher auch bewusst wegen ihrer psychologischen Wirkung<sup>111</sup> und ihrer Auswirkung auf die Erhaltung bewusst gewählt. Das Gießen generell gestattet eine Minimierung der Fugnähte einer Metallsulptur, die bei Treibarbeiten ab einer bestimmten formalen oder monumentalen Komplexität unabwendbar werden, da Gegenstände aus Metall durch Treiben von Hand aus (auch durch Matrixtechnik) nicht in jede beliebige Form gebracht werden können. Material und Technik hatten zeitlich bedingt immer schon Grenzen der Perfektion und Anwendung. Metalltreibarbeiten in monumentaler Größe sind ebenfalls seit jeher bekannt (z.B. Freiheitsstatue New York, Mariensäulen im deutschsprachigen und benachbarten Raum im 16-18. Jahrhundert, z.B. am Karmeliterplatz, Graz). Diese wurden meist in mehreren Einzelteilen gefertigt und durch Vernieten oder Verschrauben, für den Außenraum seltener durch Verlöten aneinander-, oder auf einen gemeinsamen Untergrund gefügt. Die Ausbildung dieser Fügungen brachte schon seit jeher das Problem des Eintrages von Feuchtigkeit ins Innere von Monumenten, was dort seit jeher auch zu Erhaltungsproblemen führte, indem Eisenteile (durch den Kontakt mit dem elektrochemisch „edleren“ Kupfer aus der Bronze und den Feuchteintrag) korrodieren.<sup>112</sup> Ein Aufsprengen der vergleichsweise oft dünnen Bronzehaut ist die Folge.<sup>113</sup> Der Einsatz von Löt- oder Schweißtechniken ist bei gegossenen oder getriebenen Objekten nicht vor dem 20. Jahrhundert betrieben worden. Dies ist damit zu begründen, dass technische Voraussetzungen, die ein Ausbilden von nicht sichtbaren Verbindungen durch Löten oder Schweißen in der Größenordnung monumentaler Plastiken gestattet hätten, vorher nicht machbar waren.

<sup>109</sup> Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. Erschienen in Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902; sowie Maertens, 1892, wie Anm. 72 Seite 24 ff.; und Riederer, J.: Zum gegenwärtigen Stand der Technik der Restaurierung von Bronzedenkmalern. In Spies, G.: Der Braunschweiger Löwe. Erschienen in Braunschweiger Werkstücke, Reihe B, Veröffentlichungen aus dem Städtischen Museum, Braunschweig 1985, Seite 95 ff.

<sup>110</sup> Es muß diese der Temperatur des geschmolzenen Metalles widerstehen. Temperaturen zum Erschmelzen von Bronze liegen je nach Legierungszusammensetzung zwischen 1000 und 1200 °C. Aus Weißenbach, W.: Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Wiesbaden-Braunschweig 1985, 197 ff. und 260 ff.

<sup>111</sup> Heithorn, 1994, wie Anm. 82, Seite 17 ff.

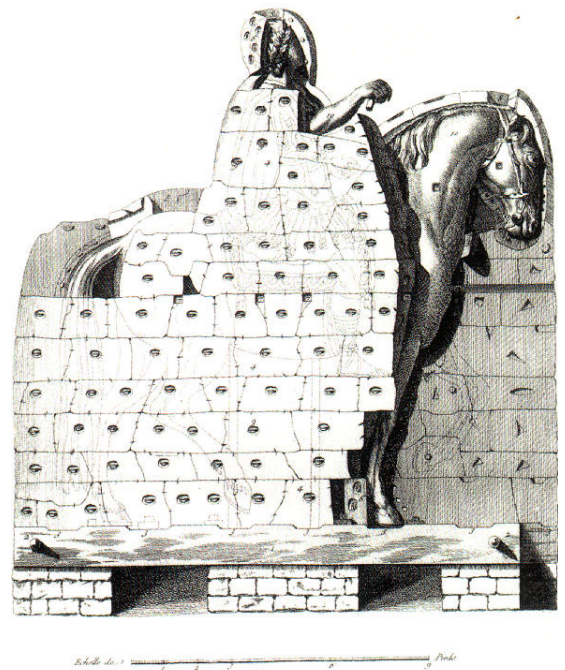
<sup>112</sup> Dies bewirkt eine Volumenzunahme bis zum Zehnfachen des Ursprungsvolumens. Der Grund dafür ist, dass aus dem Eisen ein Eisenmineral wird; vgl. dazu Riederer, 1993, wie Anm. 94, Seite 176 ff.

<sup>113</sup> ebd. sowie Haber, G., Heimler, M.: Restaurierungsmaßnahmen an Großbronzen des 19. Jahrhunderts. In: Mach, M.: Metallrestauration. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 150 ff.

Gefügespannungen (welche z.B. durch Schweißen oder unterschiedliche Abkühlung verursacht werden) bewirken Korrosion, unterschiedliche Gefüge besitzen unterschiedliches Korrosionsverhalten.<sup>114</sup> Heute wird bei neuangefertigten Bronzen<sup>115</sup> durchaus geschweißt. Man besitzt die technologische Ausstattung dazu, und man weiß auch um die Notwendigkeit eines thermischen Spannungsausgleiches des Gefüges bescheid. Ob das berühmte „Fertigen in einem Guss“ auch aus diesem Grund zu einer der „hohen Künste“ der Gießer wurde wird in diesem Zusammenhang vermutet. Ein oft gepriesenes, weiteres sogenanntes handwerkliches Qualitätsmerkmal von gegossenen Bronze- oder „Erz-“ Monumenten (anstatt Bronze wurde vormals sehr oft einfach das Wort „Erz“ benutzt; diese Bezeichnung wurde auch für andere Metalle, z. B. Eisen, verwendet)<sup>116</sup> stellt deren möglichst dünne Wandstärke dar. Durch Eigengewicht und Windlasten entstehende Kräfte sollen aufgefangen und ohne Materialschädigung in den Sockel abgeleitet werden. Daher sind vor allem die Standbereiche und die unteren Passagen von Figuren oder Ensembles mit verstärkter Wanddicke im Vollguss angefertigt oder mit umgossenen Eisenankern ausgestattet. Wandstärkenunterschiede sind vermutlich an jeder professionell im Hohl-guss erzeugten Bronzeplastik anzutreffen. Die so im Guß erzeugten Wandstärken sind das Produkt statischer Erfordernisse und des jeweiligen Gussverfahrens. Obwohl man genaue Kenntnis von der Wirkung besaß, die Eisen und Kupfer in Berührung miteinander haben (Kontaktkorrosion), setzte man zur Verstärkung und zur Verbindung der in Bronze gegossenen Hohlkörper Eisen ein, aufgrund seines höheren Schmelzpunktes.<sup>117</sup> Der Schmelzpunkt des verstärkenden Materials darf in der Gussform nicht überschritten werden, da dieses in der Gussform immer auch eine statische Funktion schon während des Gussvorganges innehatte, z.B. die Stabilisierung des Gusskernes in der Gussmantelform. Deshalb war bei diesen verstärkenden Teilen, die bevorzugt in Eisen ausgeführt waren, ein Erweichen oder gar Schmelzen unerwünscht. Im Nachhinein montierte Gerüste aus Eisen oder Stahl zur Erhöhung der Stabilität sind ebenso üblich. Die Anforderungen zur Erzielung einer dünnen Wandstärke an die Präzision der Technologie muten nahezu dogmatisch an, hinter dieser Forderung stehen aber einfache Gründe: Die Komplexität des um 1760 üblichen Abformungs- und Gussprozesses ist nachfolgend anhand der Herstellung der Gussform für das Reiterstandbild König Louis XV., Paris, mit den Abb. 40 bis Abb. 42 veranschaulicht.

Abb.40: Reiterstandbild Louis XV, Paris, 1768, Herstellung von Hilfsnegativen (Mariette)<sup>118</sup>

Die Abformung des Reiterstandbildes vom Modell des Bildhauers erfolgte mit geteilten und exakt aneinander gepassten Gipsmantelformen, sog. Hilfsnegativen, nach Erfordernis des Hinterschneidungsgrades der Plastik. Die Hilfsnegative wurden innenliegend in der gewünschten Wandstärke der Bronze mit Wachs bestrichen, und über dem Eisengestänge des entstehenden Gusskernes, welcher zur hohlen Ausbildung der Plastik in Bronze erforderlich ist, zusammengesetzt. Der Gusskern entsteht durch Befüllen des um das Eisengestänge entstandenen Hohlraumes mit Lehm, Gips, Sand und Gemischen dieser Materialien. Die Wachsschicht wird vor dem Eingießen der geschmolzenen Bronze in die Gussform wieder ausgeschmolzen, um die Hohlform für das flüssige Metall freizugeben. Die Hilfsnegative wurden vor dem Erstellen der Gussform abgenommen, und zur Herstellung von „Flicken“ zur Ausbesserung von Gussfehlern benutzt.



<sup>114</sup> Chursin, V.: The Assessment of the Cast Quality of Monumnets on the Basis of the Analysis of the Copper Alloy Casting Properties. In Mach, M.: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 52 ff; und Riederer, J.: Zur historischen Entwicklung der Kenntnis von Korrosionsprodukten auf kulturgeschichtlichen Objekten aus Kupferlegierungen. In Berliner Beiträge zur Archäometrie, Band 11, Rathgen Forschungslabor, Berlin 1992, Seite 93-111

<sup>115</sup> Haber und Heimler, 1997, wie Anm. 113, Seite 150 ff.

<sup>116</sup> Bersch, 1870-1880, wie Anm. 81, Seite 83

<sup>117</sup> Reines Eisen hat einen Schmelzpunkt von 1536 °C, siehe Weißenbach, 1985, wie Anm. 110, Seite 65 ff. und 260 ff.

<sup>118</sup> Mariette, J. P.: Description de travaux... de la statue equestre de Louis XV, Paris, 1768, Seite 37; Aus Lein, E.: Die Kunst des Bronze gießens, ihre Darstellung in Traktaten und die Bedeutung von Bronze. In Mach, M., 2000, wie Anm. 78, Seite 10 ff.

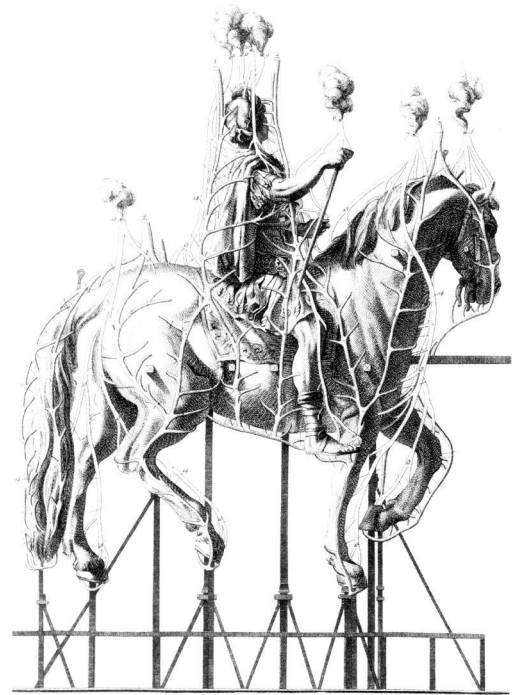


Abb. 41: Reiterstandbild Louis XV, Paris, 1768 (Mariette)<sup>119</sup>

Der Gusskern des Reiterstandbildes bestehend aus dem Kern (Lehm, Gips, Sand und Gemische) und einer darüberliegenden Wachsschicht mit anmodellierten Einguß- und Entlüftungskanälen, ebenfalls aus Wachs.

Ersichtlich sind des weiteren die quadratischen, aus der Figur herausragenden Kerneisen, die nach dem Einbetten des Gusskernes in den Gussmantel und nach dem Ausschmelzen des Wachses den Gusskern um die Differenz der Wandstärke in stabiler Position halten.

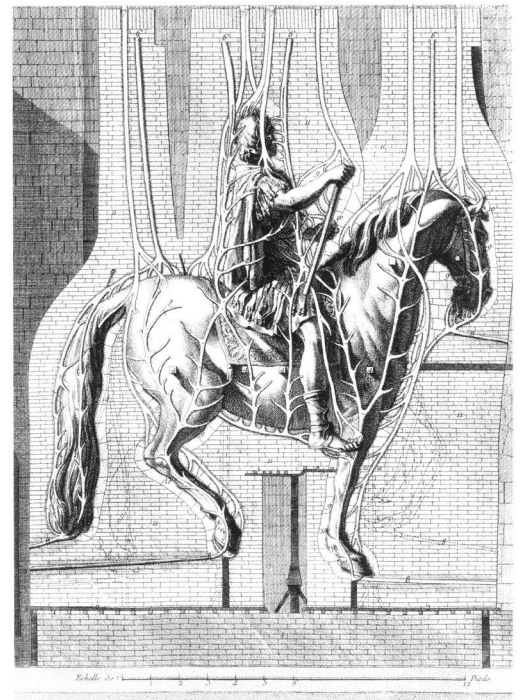
Das geschmolzene Metall nimmt nach dem Einfüllen das zuvor vom Wachs vertretene Volumen ein. Das Metall wird durch in den Abmassen genau dimensionierte Einfüllkanäle zum leeren Raum zwischen Gussmantel und Gusskern geführt, die verdrängte Luft entweicht durch ein separates Luftsteigsystem.

Abb. 42: Reiterstandbild Louis XV, Paris, 1768 (Mariette)<sup>120</sup>

In der Gießgrube wird der Gusskern mit darüberliegender Wachsschicht, anmodellierten Einguß- und Entlüftungskanälen mit mehreren Schichten aus Ton umgeben und ummauert.

Nach langsamen Trocknen der Gussform erfolgt das Ausschmelzen des Wachses und das Einfüllen der Bronze.

Um ein ungleichmäßiges Auskühlen der Bronze in der Gussform - welches unter anderem die Gefahr der Bildung einseitiger Schwundrisse des Bronzematerials erhöht - zu verhindern, wurde die Gussform oft erst nach Wochen von der gegossenen Bronze abgenommen.<sup>121</sup>



Man kann die Frage nach der richtigen Wandstärke auch anders beantworten, indem man die Sinnhaftigkeit einer nach statischen Erfordernissen überdimensionierten Wandstärke an einer Bronzeplastik hinterfragt: Eine dicke Wandstärke bedeutet automatisch höheres Gewicht, ein höheres Gewicht bedingt einen komplizierteren Transport, einen nach höheren statischen Erfordernissen dimensionierten Sockel, größere Gussanlagen, mehr Heizmaterial, usw., und somit höhere Rohstoff- und Produktionskosten. Diese materiellen Nachteile und erhöhten technologischen Anforderungen sind heute sicher anders und unterschiedlich zu bewerten als zur Zeit um 1850, sind aber sicher als solche auch damals schon wahrgenommen worden.<sup>122</sup>

<sup>119</sup> ebd.

<sup>120</sup> ebd.

<sup>121</sup> vgl. Mach, 1998, wie Anm. 75, Seite 124 ff.

<sup>122</sup> vgl. Mach, 1998, wie Anm. 75, Seite 116 ff.

Eine Gefahr von auch technisch verwertbarem Material liegt im historisch belegten Lukrationsverhalten der Menschen durch Materialnot oder –raub.<sup>123</sup> Gegenstände in massiv oder dickwandig ausgeführter Form bieten dafür verstärkten Anreiz. Stellvertretend für viele andere sei hier Leon Battista Alberti erwähnt. Als wesentlicher Mitgestalter der Renaissance in Italien propagierte dieser auch die Dünnwandigkeit nach dem Vorbild antiker Statuen und riet den Künstlern, um die Zerstörung bronzener Bildwerke zu verhindern, Bronzestatuen von möglichst geringer Wandstärke zu gießen.<sup>124</sup> Nur wenn der künstlerische Wert der Bronzestatuen den reinen Materialwert übersteige, seien die Werke dauerhaft vor der Habgier der Menschen und der Zerstörung geschützt.<sup>125</sup>

## 2.2 Entwicklung der Technologie im 19. Jahrhundert

Auch im 19. Jahrhundert verstand man unter Bronze<sup>126</sup> die Metalllegierung aus Kupfer<sup>127</sup> und Zinn<sup>128</sup>. Die Produktpalette war aber erweitert worden und zu dem früher schon bewusst benutzten Zink<sup>129</sup> und Blei<sup>130</sup> waren viele bislang kaum verwendete oder auch neuentdeckte Metalle als Legierungselemente hinzugekommen (Wolfram, Mangan, Nickel, Aluminium, usw.). Eine generelle Einteilung der Gesamtpalette von Bronze- als auch im speziellen von Kunstgegenständen erfolgte in antike und moderne Bronzen.<sup>131</sup>

Abb. 43: Eigenschaften verschiedener Cu/Sn-Legierungen. (Bersch)

Die Legierung zeigt:

Werkstoff	Bezeichnung	Spezif. Gewicht	Farbe	Wend.	Wärmeleitf.	Dehnbarkeit	Härte	Schwindmaß
Reines Kupfer	10000	8,960	kupferrot	—	24,6	1	10	16
72	1 9610	—	rosa	—	—	—	11	—
48	1 9627	8,790	gelbbraun	—	—	—	—	—
25	1 9617	8,760	gelbbraun	feinförnig	—	—	—	—
20	1 9149	8,760	rötlich	körnig	—	—	—	—
18	1 9010	8,780	rötlich	körnig	—	—	—	—
16	1 8990	8,800	rötlichgelb	feinförnig	—	—	—	—
15	1 8900	8,800	rötlichgelb	feinförnig	—	—	—	—
14	1 8770	8,810	gelb	körnig	—	—	—	—
12	1 8620	8,870	gelbbraun	körnig	—	—	—	—
10	1 8430	8,361	rötlich	feinförnig	16,1	2	8	15
9	1 8081	8,462	rötlich	feinförnig	18,2	3	9	14
8	1 8180	8,459	gelbbraun	feinförnig	17,7	4	4	13
7	1 7897	8,728	gelbbraun	glatt	15,6	5	3	12
6	1 7020	8,760	blassrot	glatt	9,7	wenig	2	11
5	1 7280	8,575	blassrot	matt	4,9	—	1	10
4	1 6821	8,400	weiß	matt	0,7	brüchig	6	9
3	1 6189	8,539	weiß	glatt	0,5	brüchig	7	8
2	1 7173	8,416	weiß	glatt	1,7	etwas	9	7
1	1 3499	8,056	weiß	glatt	0,7	etwas	11	6
1	2 215	7,387	weiß	glatt	2,9	etwas	12	5
1	3 1617	7,447	weiß	glatt	3,1	etwas	13	4
1	4 1182	7,472	weiß	glatt	3,1	etwas	14	3
1	5 948	7,472	weiß	glatt	3,5	etwas	15	2
1	24	2,19	weiß	glatt	—	—	—	—
1	48	1,11	weiß	glatt	—	—	—	—
Reines Zinn	10000	0 7291	weiß	—	27	7	16	1

<sup>\*)</sup> Die Schwindmaßangaben bedeuten: Eine Stange von 1 Quadratmeter Querschnitt (= 0,941 Quadratdezimeter) zieht bei der Befestigung von — Zonen (à 1015 kg) Maximalwert bei Größe m 1.

Abb. 44: Übersicht und Legierungszusammensetzung moderner und antiker „Statuenbronzen“ (Bersch)

Zusammensetzung verschiedener Statuenbronzen.

	Kupfer	Zinn	Wismut	Antimon	Nickel	Wolfram
Moderne Statuen in Bronzezeit:						
Metallurgen Salomon XIV. (Verfallenes) golden 1289	91,40	5,30	1,70	1,37	—	—
Metallurgen Salomon IV. (Paris, Romantisch)	86,02	4,20	5,70	0,48	—	—
Metallurgen Salomon XV.	82,46	10,90	4,10	3,15	—	—
Wien (Paris)	83	14	2	1	—	—
Kapitol (Stabinschrift, Paris)	75	20	2	2	—	—
Stabinschrift (alte bis 1871, Paris, aus Romane)	89,2	0,5	10,2	0,1	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift, Paris)	91,5	5,5	1,7	1,3	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	84,2	11,5	3,55	0,75	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	81,9	10,9	6,5	2,5	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	89,55	7,46	2,99	—	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	88,88	9,72	1,40	—	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	90,1	5,3	4,6	—	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	90	6	4	1	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	88,3	9,5	1,4	0,7	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	88,66	1,28	9,2	0,77	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	89,34	1,63	7,50	1,21	0,18	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	89,78	2,56	6,16	1,33	—	0,27
Stabinschrift (Stabinschrift)	87,91	1,38	7,45	2,65	—	0,20
Stabinschrift (Stabinschrift)	77,3	19,19	6,01	2,29	0,12	0,43
Stabinschrift (Stabinschrift)	94,12	0,39	4,77	0,67	—	0,48
Stabinschrift (Stabinschrift)	84,55	15,63	0,14	0,16	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	91,00	5,5	2,0	1,5	—	—
Stabinschrift (Stabinschrift)	90,00	6,5	3,5	—	—	—
Antike Statuen in Bronzezeit:						
Statue aus einem japanischen Zinn	86,38	3,36	1,94	5,68	0,67	—
Statue (Stabinschrift)	68,43	1,48	0,94	0,78	0,67	4,69
Statue von Gizeh aus dem 4. Jahrtausend v. Chr.	81,76	1,22	10,90	5,25	0,15	—
Statue (Stabinschrift)	89,06	—	1,08	0,21	0,00	—
Statue (Stabinschrift)	87,15	—	10,72	2,00	—	—
Statue (Stabinschrift)	87,6	—	6,1	6,1	—	—
Statue (Stabinschrift)	78,3	—	10,0	9,0	0,7	—
Statue (Stabinschrift)	69,3	—	28,8	9,9	—	—
Statue (Stabinschrift)	45,1	—	14,0	40,9	—	—

Bei der sog. Statuenbronze versuchte man besonders Legierungstypen zu finden, die sich durch gutes Formfüllungsvermögen und kleines Schwindmaß<sup>132</sup> und ein besonderes Verwitterungsverhalten auszeichnen.

<sup>123</sup> Lein, 2000, wie Anm. 118, Seite 9 ff.  
<sup>124</sup> Bronze: Name ursprünglich entweder aus dem Griechischen „Brontesion“ (donnertönend, bezogen auf die Bronzeglocken) oder aus dem Persischen „biring“ (Kupfer) abgeleitet. In Italien werden Bronzen schon 700 n. Chr. „bronzinus“ genannt. Aus dem Italienischen gelangte „branzo“ 1583 ins Deutsche, hieraus wird unter französischem Einfluß um 1717 „Bronze“; Wolters, 1996, wie Anm. 93, Seite 85  
<sup>125</sup> Alberti, Alberti, L. B.: Zehn Bücher über die Baukunst. Ins Deutsche übertragen, eingeleitet und mit Anmerkungen und Zeichnungen versehen durch Max Theurer, Wien und Leipzig 1912. Nachdruck Darmstadt 1975, Seite 408.  
<sup>126</sup> siehe Bersch, 1870-1880, wie Anm. 81, Seite 83 ff.  
<sup>127</sup> Kupfer: Ältester, aus gediegenem Kupfer verarbeiteter Gegenstand aus dem Jahre 9500 v.Chr., Shanidar Höhle, Irak; Wolters, 1996, wie Anm. 93, Seite 84  
<sup>128</sup> Zinn: Älteste Verarbeitung von Zinn in Ägypten um 2000 v.Chr. in Form von verzinneten Gegenständen; ebd.  
<sup>129</sup> Zink: erwähnt seit 18. v.Chr., bewusst gediegen verwendet seit ca. 1520; siehe Wolters, 1996, wie Anm. 93, Seite 92  
<sup>130</sup> Blei: Älteste Bleifunde aus Mesopotamien um 4000 bis 3700 v. Chr.; siehe Wolters, 1996, wie Anm. 93, Seite 81  
<sup>131</sup> Moderne Bronzen: Kanonenbronzen (Stahlbronzen), Glockenbronzen, Spiegelmetall, Medaillenbronzen und Münzbronzen, Vergoldbronzen, Maschinenbronzen (Silizium- und Phosphorbronzen), Messingbronzen oder moderne Statuenbronze und andere Spezialprodukte (Aluminium-, Chrom-, Mangan-, Wismuthbronzen); siehe Bersch, 1870-1880, wie Anm. 81, Seite 86 bis 88  
<sup>132</sup> möglichst geringes Schwinden oder Schrumpfen des Materiales durch Abkühlen nach dem Guss; siehe Böge, A.: Das Techniker Handbuch. Ausgabe für Österreich. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden 1987, Seite 751 und Lein, 2000, wie Anm. 118, Seite 21 ff.

Die möglichst exakte Wiedergabe des Modells durch den Guss sollte die aufwendige nachträgliche Überarbeitung der Oberfläche durch Ziselieren möglichst einsparen, ein kleines Schwindmaß sollte die Gefahr des Reißens der Bronze durch Schwund über dem Gusskern minimieren.

Bei der Nachbearbeitung der Oberfläche nach dem Abkühlen der Gussform und dem Herausschlagen aus dem Gussmantel werden zunächst die Einfüll- und Luftsteigöffnungen, Ränder aufgrund geteilter Gussform, etc abgetrennt<sup>133</sup>, und danach örtlich der Oberfläche angepasst.<sup>134</sup> Ebenso gehört zur Nachbearbeitung des Gusses das Ausbessern schlecht ausgeflossener Partien durch Flicken, welche im 19. Jahrhundert kaum durch Angießen, sondern durch manuelles Anpassen erfolgte.<sup>135</sup>

Nach dem Entfernen der äußeren Form wurde meist auch der Gusskern aus dem Inneren entfernt, das zugehörige Eisengestänge jedoch belassen. Die aus der Bronze ragenden Kerneisen wurden üblicherweise nur bis knapp unter der Oberfläche der Bronze abgearbeitet und danach ebenfalls mit Flicken verschlossen. Das zu Ausbesserungen verwendete Material wurde meist bewusst mit ähnlicher Zusammensetzung wie das Gussmaterial verwendet, um nicht eine durch unterschiedliche Farbe (bedingt durch unterschiedliches Korrosionsverhalten) ungewünschte Erscheinung der Oberflächen zu provozieren.



Abb. 45: Marc Anton-Monument, 2002, Plinthe, abgesprengte Flicke; durch Korrosion von Eisen im Inneren abgesprengter ehemals geflickter Bereich. Der im Guss nicht ausgeflossene Bereich und die mechanisch ausgearbeitete Geometrie der ehemaligen Fügenaht sind ersichtlich.



Abb. 46: Marc Anton-Monument, 2002, Löwin 3, Originale Flicke; an der Oberfläche wurde die Struktur der Flicke der Fellstruktur angeglichen. Die Oberfläche der Flicke zeigt ein von der Umgebung etwas abweichendes Verwitterungsbild.

Abb. 47: Marc Anton-Monument, 2002, Löwin 2, Flicke aus Reparatur nach 1945; die Oberfläche zeigt ein abweichendes Verwitterungsbild; eine grüne Patina kann sich nicht ausbilden. Ein Indikator für ein vom originalen Bronzematerial zu unterscheidendes Metall für die nach 1945 ausgeführten Reparaturen.



<sup>133</sup> durch Schneiden, Meißeln, Feilen

<sup>134</sup> durch Verschleifen, Polieren, Ziselieren, Punzieren

<sup>135</sup> Haber und Heimler, 1997, wie Anm. II3, Seite 150 ff.



Die große Anzahl der neu zu errichtenden Denkmäler im 19. Jahrhundert und ihre Monumentalität förderten die Entwicklung des Bronzegusses in dieser Zeit entscheidend.

In Folge des Synergieeffektes von preußischer Erfahrungen im Eisenkunstguss und dem aus Frankreich importierten Know-how entwickelte sich bis 1840 ein Sandteilformverfahren, welches sich sehr rasch verbreitete. Es war unter anderem durch verbesserte Füge-Techniken möglich geworden, große Objekte nicht mehr in einem Stück in einer Gießgrube auszuführen, sondern geteilt in mobilen und wiederverwendbaren Guss- oder Formkästen zu gießen.

Als Einbettmaterial nahm man Sand, welcher nach dem Guss wiederaufbereitet werden konnte. Ein weiterer Vorteil lag an einer Vereinfachung des zuvor sehr aufwendig gewesenen Einfüll- und Luftsteigsystemes.<sup>136</sup>

Schema des Teilform-Gussverfahrens zu Ende des 19. Jahrhunderts<sup>137</sup>

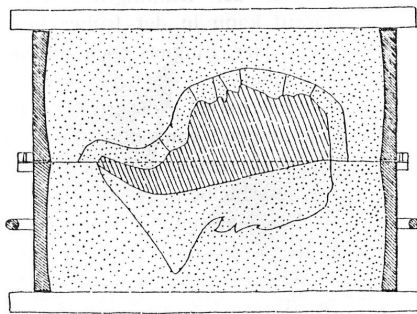


Abb. 48: Vom halbseitig provisorisch eingebetteten Modell wird mit feinem Formsand geteilt eine Formhälfte abgenommen, dies geschieht im geteilten Formkasten (Luer)

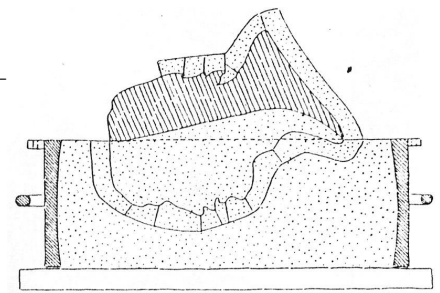


Abb. 49: Das Paket wird umgedreht, und die zweite Formhälfte auf dieselbe Art und Weise hergestellt (Luer)

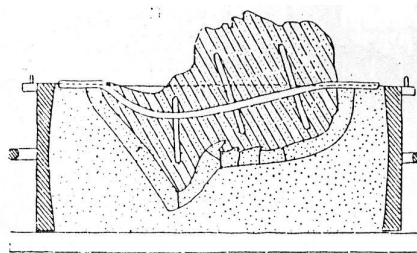


Abb. 50: Das abgeformte Modell wird aus dem Formkasten heraus-, und das Kerneisen für den Gusskern in den Mantel hineingenommen. Zwischen den verschiedenen Formsandschichten sind Eisennägel zur Verstärkung der Stabilität angebracht (Luer)

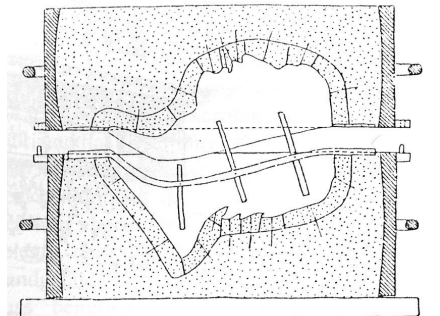


Abb. 51: In den Formkastenhälften wird ein Positiv aus Gips o.ä. hergestellt (Luer)

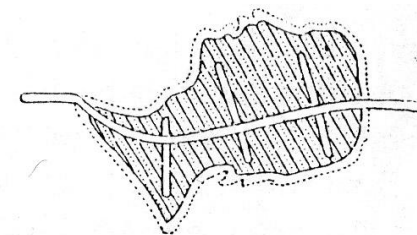


Abb. 52: Vom Gipspositiv wird das Material um die gewünschte Wandstärke abgearbeitet (Luer)

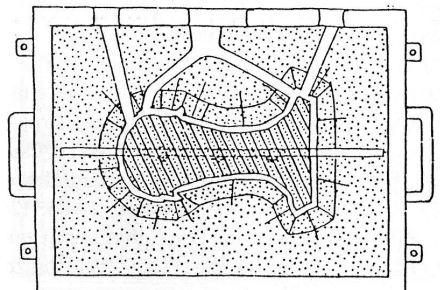


Abb. 53: Die Gußform wird nach dem Einbau der Einfüll- und Luftsteigkanäle zusammengebaut (Luer)

<sup>136</sup> Das Material von Einfüll- und Luftsteigkanälen betrug oft ein Drittel des gesamten, zum Guss benötigten Materials; ebd.

<sup>137</sup> Abbildungen aus: Luer, 1902, wie Anm. 109, Seite 96 ff.

Techniken zum Aneinanderfügen von Gussteilen zu Ende 19. Jahrhundert <sup>138</sup>

Bei Bronzeplastiken, welche aus mehreren Teilen zusammengesetzt (montiert) wurden, kamen zu Ende des 19. Jahrhunderts folgende Techniken zum Einsatz. Diese wurden auch am Marc-Anton-Monument als originale Füge-technik vorgefunden:

Diese Form-, Gieß- und Füge-technik brachte Arbeitserleichterungen, eine Reduzierung des Risikos beim Guss, sowie Zeit- und Kostenersparnis, aber auch höchste Anforderungen an Former und Gießer hinsichtlich Maßhaltigkeit und Präzision sowie an Ziseleure hinsichtlich Montage und Überarbeitung der Fügnahte mit sich. <sup>139</sup>

Vor dem Guss wurde das verwendete Material (oft Abfälle von vorangegangenen Güssen oder Altbronzen) hinsichtlich ihrer Materialzusammensetzung chemisch analysiert, und ihre physikalischen Eigenschaften durch Probegüsse und deren anschließender Untersuchung durch den Gussmeister überprüft. <sup>140</sup>

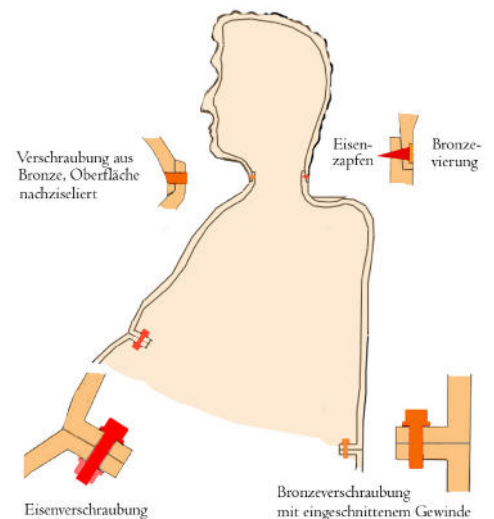
Die Zusammensetzung der Metalllegierung war Bestandteil von Diskussion über die Erscheinung von freibewitterten Denkmälern aus Bronze schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts. <sup>141</sup>

Das zugehörige Hüttenwesen hat sich dazu im Laufe der Zeit nicht nur maschinell, sondern auch materialwissenschaftlich und verfahrenstechnisch bereichert und spezifiziert.

So wusste man um die Wichtigkeit einer von Sauerstoff möglichst reduzierten Röstweise des Erzes im Schmelzofen Bescheid und konnte durch Zugabe von Reduktionsmitteln (als separiertes chemisches Element, z.B. Phosphor) die Ofenatmosphäre steuern.

Dies ist zur Erlangung eines möglichst homogenen, reinen und leichtfließenden Gussmaterials, eine der Hauptanforderungen zur Erzielung eines gelungenen Gusses, notwendig. Man konnte die Wärmeverluste der zum Schmelzen eingesetzten Heizaggregate bereits beschreiben, und durch bestimmte Bauweisen verbessern.

Abb. 54: Bronze-guß-Teilformverfahren, Ende 19. Jahrhundert: Montier- und Füge-techniken an Großbronzen



<sup>138</sup> vgl. Haber und Heimler, 1997, wie Anm. 113, Seite 152

<sup>139</sup> ebd.

<sup>140</sup> Bersch, 1870-1880, wie Anm. 81, Seite 101

<sup>141</sup> Maertens, 1892, wie Anm. 72, Seite 27 ff.

### 3. KONSERVEIRUNG / RESTAURIERUNG FREIBEWITTERTER BRONZEPLASTIK – EINE STANDORTBESTIMMUNG

#### 3.1 Schadensbilder: Ursachen und Systematik

Die Verwitterung des Metalls und die Ausbildung von Krusten bestimmen das rezente Erscheinungsbild und somit gleichsam den Erhaltungszustand freibewitterter Bronzeplastiken. Eine Vielzahl von Umgebungsfaktoren (z. B. Schadstoffbelastung, „time of wetness“<sup>142</sup>, Wind) beeinflusst die Verwitterungsvorgänge an der gesamten Oberfläche. Die Korrosionserscheinungen werden heutzutage vorwiegend mit dem SO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft in Verbindung gebracht.<sup>143</sup> Sehr vereinfacht formuliert bewirkt der saure Regen (SO<sub>2</sub>) eine Ausbildung von Kupfersulfaten.<sup>144</sup>

Zur Beschreibung der Luftqualität existiert z. B. in Deutschland seit den 1950er Jahren eine systematische und kontinuierliche Erfassung der Luftschadstoffe. Im Zusammenhang mit der Verwitterung von Bronze- und Kupferdenkmälern wurden vor allem Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Ozon und Staub<sup>145</sup> bestimmt. Diese sind in erhöhten Konzentrationen, vorwiegend durch anthropogene Einflüsse, in der Luft vorhanden.<sup>146</sup>

Neben den Bestandteilen der Luft ist für die Korrosion die Anwesenheit eines Elektrolyten erforderlich. Die darin gelösten Schadstoffe bewirken auf der Bronzeoberfläche die anodische Reaktion des Kupfers, also dessen Auflösung.



Abhängig von der Konzentration der Schadstoffe werden jeweils vorrangig dadurch bestimmte Verbindungen gebildet. Primär findet die Ausbildung von Kupferoxid (Cuprit, Cu<sub>2</sub>O) statt. In weiterer Folge entstehen z. B. durch Anwesenheit von SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-Ionen in der Regel basische Kupfersulfate.<sup>148</sup>

In Deutschland und Österreich wurden an Außenbronzen überwiegend basische Kupfersulfate mit unterschiedlichem Sulfatanteil nachgewiesen (z. B. Antlerit, Brochantit, Strandbergit).

Untersuchungen an Outdoor-Bronzeplastiken in der BRD zeigten, dass die deutlich schlechteren Umweltbedingungen im ehemaligen Ostdeutschland dazu geführt haben, dass sich dort bevorzugt sulfatreichere basische Cu-Sulfate ausbilden konnten.

Das Verhalten von Korrosionsprodukten hinsichtlich Einfluss synergetischer Effekte verschiedener Schadstoffe der Atmosphäre (z. B. Ozon, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) wurde in Schweden bereits teilweise erforscht.

Unter Verwendung von Schadstoffen im ppm (ppb)-Bereich und rel. Luftfeuchtwerten > 70 % wurde der Einfluss solcher Synergien auf Patinakomponenten in Laborversuchen evaluiert, z. B. wurde dabei folgendes Verhalten der Komponenten beobachtet:

---

<sup>142</sup> „time of wetness“: Marabelli, M.: The Monument of Marcus Aurelius: Research and Conservation. In: Scott, D. A., u. a.: Ancient & Historic Metals, Conservation and Scientific Research. The Paul Getty Trust 1994, Seite 1 ff.

<sup>143</sup> Fitzgerald, K. P., u. a.: The Chemistry of Copper Patination. In: Corrosion Science, Vol. 40, No. 12. Elsevier Science Ltd. 1998, Seite 2029 ff.

<sup>144</sup> Pichler, B., u. a.: Untersuchungen von Patinaproben des Denkmals Kaiser Joseph II in Wien. ISCA, Hochschule für Angewandte Kunst in Wien, Wien 1992

<sup>145</sup> Mit dem Staub werden mitunter Säuren und Salze verfrachtet, welche als aggressive Materialkombination chemisch mit der Metalloberfläche in Wechselwirkung treten können. Abgelagerte Schwebestäube behindern die Ausbildung passivierender und homogener Oberflächenschichten. Fitz, S.: Entwicklung der Luftgüte in Deutschland. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 11 ff.

<sup>146</sup> Doktor, A.: Die Umweltsituation und Entwicklung der Luftqualität in Ost- und Westdeutschland und ihr Einfluss auf die Korrosion von Bronze und Kupfer. in Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 41 ff.

<sup>147</sup> Wolters, 1996, wie Anm. 93, Seite 84

<sup>148</sup> Lins, A., Power, T.: The Corrosion of Bronze Monuments in Polluted Urban Sites. In: Scott, 1994, wie Anm. 142, Seite 119 ff.; sowie Fitzgerald, 1998, wie Anm. 143, Seite 2029 ff.

<b>Patinakomponente</b>	<b>Einfluss</b>	<b>Verhalten, Ergebnis</b>	<b>Kommentar</b>
Cu <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>		kein Angriff des Cuprit
Cu <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub> + NO <sub>2</sub>		kein Angriff des Cuprit
Cu <sub>2</sub> O	NaCl	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	Cuprit in Atakamit
Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	SO <sub>2</sub>	lösliche Salze	Atakamit in lösl. Salze
Cu <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub> + O <sub>3</sub>	Cu <sub>4</sub> (OH)6SO <sub>4</sub>	Cuprit in Brochantit
Cu <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub> + NO <sub>2</sub> + Schmutz	Cu <sub>4</sub> (OH)6SO <sub>4</sub>	Cuprit in Brochantit
Cu <sub>4</sub> (OH)6SO <sub>4</sub>	SO <sub>2</sub>		kein Angriff des Brochantit
Cu <sub>4</sub> (OH)6SO <sub>4</sub>	NaCl	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	Brochantit in Atakamit
Cu <sub>4</sub> (OH)6SO <sub>4</sub>	NaCl	Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	Brochantit in Atakamit
Cu <sub>2</sub> (OH) <sub>3</sub> Cl	SO <sub>2</sub>	Regenwasserlösl. Salze	Atakamit in Salze

 Tabelle 1: das Verhalten von Kupferkorrosionsprodukten bei Schadstoffeinfluss.<sup>149</sup>

Die an der Bronzeoberfläche gebildeten Korrosionsprodukte werden durch Regen zum Teil gelöst und damit abgespült. Trotz komplexer Verwitterungsprozesse können zur Beschreibung des Korrosionsfortschrittes Kenngrößen wie der flächenspezifische Masseverlust pro Jahr (z. B. in g/m<sup>2</sup>/Y oder mg/cm<sup>2</sup>.Y) herangezogen werden.<sup>150</sup>

<b>Probe</b>	<b>Massenverlust nach 1 Jahr [mg/cm<sup>2</sup>.Jahr]</b>	<b>Massenverlust nach 4 Jahren [mg/cm<sup>2</sup>.Jahr]</b>	<b>Eindringtiefe nach 4 Jahren [mm/Jahr]</b>
Kupfer, geschützt	0,1-1,7	0,1-1,4	0,1-1,6
Kupfer, ungeschützt	0,3-2,8	0,5-2,0	0,6-2,2
Bronze, geschützt	0,1-0,7	0,1-1	0,1-1,1
Bronze, ungeschützt	0,3-1,5	0,2-1,6	0,2-1,8

 Tabelle 2: Masseverlust und die Eindringtiefe der Korrosion für die Werkstoffe Kupfer und Bronze (RG7) ungeschützt bzw. mit einem Schutzüberzug versehen (geschützt)<sup>151</sup>

Die jährliche Eindringtiefe (mm/Jahr) wird ebenfalls zur Quantifizierung des Korrosionsfortganges herangezogen, zur Veranschaulichung Angaben einer schwedischen Studie für Orte mit unterschiedlicher Schadstoffbelastung:

<b>Gebiet</b>	<b>Eindringtiefe Korrosion</b>
Ländliche Gebiete	0,3-0,5 µm/Jahr
Küstengebieten	0,5-0,9 µm/Jahr
Urbane Gebiet	0,9-1,3 µm/Jahr

 Tabelle 3: Jährliche Eindringtiefe der Korrosion in unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen (Angaben für schwedische Bedingungen)<sup>152</sup>

In direkt bewitterten Oberflächenbereichen findet eine gleichmäßige Verwitterung des Metalls statt. In Bereichen, die nicht einer direkten Bewitterung ausgesetzt sind, lagern sich über Jahre und Jahrzehnte hinweg Bestandteile der Umgebung ab und bilden oft hartnäckige Inkrustierungen, insofern Ablagerungen nicht regelmäßig von der Oberfläche entfernt werden.

<sup>149</sup> Strandberg, 1998, wie Anm. 83, Seite 297 ff.

<sup>150</sup> Stöckle, B., Krätschmer, A.: Die atmosphärische Korrosion von Kupfer und Bronze. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 26 ff.

<sup>151</sup> Stöckle, B., u. a.: Die Atmosphärische Korrosion von Kupfer und Bronze. Ergebnisse aus UN/ECE-Bewitterungsprogramm. Zwischenbericht nach 4-jähriger Bewitterung. In: Werkstoffe und Korrosion 44, 1993, Seite 48. –zit. nach Strandberg, 1997, wie Anm. 83, Seite 57; vergleiche Bartuli C., u. a.: Prediction of Durability for Outdoor exposed Bronzes : Estimation of the Corrosivity of the Atmospheric Environment of the Capitoline Hill in Rome. In: Studies in Conservation 44 (1999), Seite 245 ff.

<sup>152</sup> Strandberg, 1997, wie Anm. 83, Seite 57

Unter diesen Schmutzkrusten sind verstärkt Formen der Korrosion anzutreffen, welche in die Tiefe des Materials gehen (sog. Lochfraß).<sup>153</sup>

Nicht ständig z. B. durch Regen oder Reinigung von der Oberfläche entfernte Partikel stellen für Feuchte einen Speicher dar. Daraus gebildete Krusten in diesen nicht bewitterten Arealen sorgen somit für eine permanente Präsenz korrosionsfördernder Medien. Auffällig für Zonen, welche von Lochfraß betroffen sind, ist neben der Ausbildung spezieller Korrosionsprodukte (Strandbergit, Antlerit) die Anwesenheit von  $\text{Cu}^{2+}$  in wässriger Phase.<sup>154</sup>

Korrosionsprodukte sind des weiteren ein Indikator für den pH-Wert, welcher bei der Bildung von Korrosionsprodukten vorherrscht.<sup>155</sup>

Die typische Patina von Bronzeplastiken im Freien ist eine poröse Schichte und besteht vorwiegend aus Oxiden und basischen Kupfersulfaten auf dem metallischen Substrat. Das Oxid fungiert dabei als sog. Interphasen-Inhibitor zwischen Metalloberfläche und äußerer Patina.<sup>156</sup>

Anhand metallographischer Untersuchungen wurde festgestellt, dass sich an ein- und derselben Bronzeplastik unterschiedliche Gefüge durch differente Abkühlungsbedingungen - also bereits bei der Herstellung - ausbilden. Diese bedingen unter anderem unterschiedliches Korrosionsverhalten an ein und derselben Figur. Für das Schadensbild sind nun nicht nur allein Materialzusammensetzung und schon erwähnte Luftschadstoff-Konzentrationen von Bedeutung, sondern vor allem das Zusammenwirken klimatischer Faktoren an der Monumentoberfläche sehr wesentlich, also lokal unterschiedlichste mikroklimatische Bedingungen.<sup>157</sup>

Die Veränderung von Werkstoffen, welche den Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt sind, kann allgemein als dynamischer Prozess ihrer Anpassung an die gegenüber ihrer Entstehung veränderten Umgebungsbedingungen verstanden werden.<sup>158</sup>

Als Maß für die Beständigkeit von Verbindungen kann die Standardbildungsenthalpie ( $G$  in kJ/mol, freie Bildungsenthalpie unter Standardbedingungen) herangezogen werden. Die Eingrenzung der Beständigkeit von Mineralen auf Bronzeplastiken kann auch durch den pH-Wert erfolgen.<sup>159</sup>

Spezifische Schadstoffsituationen ergeben unterschiedlichste Erhaltungszustände für Bronzeplastiken. In Regionen mit erheblichem Einfluss von Meeresluft (z. B. Gustav Adolf II-Monument, Göteborg, Schweden, Marquez de Pombal, Lissabon) sind Lochfraß-Schäden auf Bronzeplastiken auf die Anwesenheit von Cl-haltigen Korrosionsprodukten zurückzuführen.<sup>160</sup> Die Lochfraßschäden, weshalb man dort zur weitgehenden Abnahme solcher Korrosionsprodukte (z. B. Atakamit, Paratakamit) rät und gänzlich andere Reinigungs- und Konservierungsmethoden in Betracht zieht.<sup>161</sup>

<sup>153</sup> Duthil, J. -P., u. a.: The synergetic effect of chloride and sulphate on pitting corrosion of copper. In: Corrosion Science 38, No. 10, Elsevier Science Ltd. 1996, Seite 1839 ff

<sup>154</sup> Mach, M.: Arbeiten des Zentrallabors des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege in Zusammenhang mit Restaurierungen von Denkmalen aus Bronze in Sachsen und Bayern. in Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 95 ff.

<sup>155</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.

<sup>156</sup> Mach, 1997, wie Anm. 154, Seite 95 ff.

<sup>157</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.

<sup>158</sup> Rosales, B., Vera, R., Moriena, G.: Evaluation of the protective properties of natural and artificial patinas on copper. Part I. Patinas formed by immersion. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 625 ff.

<sup>159</sup> ebd.

<sup>160</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, 216 ff

<sup>161</sup> Scott, D. A.: Bronze disease : a review of some chemical problems and the role of relative humidity. In: JAIC 1990, Vol.29, Nr.2, Art.7. Washington D.C.



**Charakterisierung von an Bronzeplastiken vorgefundener Korrosionsprodukte und Substanzen** <sup>162</sup>Anglesit

PbSO<sub>4</sub>, Bleisulfat, Bleivitriol; In der Natur entsteht Anglesit als Verwitterungsprodukt von Bleierzen.

Farbnuancen:	weiß, gelb, hellgrau, blau, grün
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	orthorhombisch - dipyramidal
Härte nach Moohs:	2,5 – 3
Dichte:	6,3 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	weiss
Brechungsindex:	1,88
Glanz:	Diamantglanz



Abb. 55: Anglesit (webmineral)

Antlerit

Cu<sub>3</sub>SO<sub>4</sub>(OH)<sub>4</sub>, basisches Kupfersulfat, stabil in einen pH-Bereich von 2,8 - 3,5; Antlerit ist als Korrosionsprodukt des Kupfers auf nahezu jeder Bronzeplastik in freier Bewitterung bestimmt worden; er ist sowohl in Arealen mit gleichmässiger Korrosion als auch in Arealen mit Lochfraß anzutreffen. Für die Bildung von Brochantit auf Bronze wird weniger Schwefelsäure und mehr Wasser benötigt als bei der Antleritausbildung.<sup>163</sup> Brochantit kann durch Zufuhr von Schwefelsäure oder unter Verwendung von Kupfer aus der Legierung in Antlerit übergehen. Die Bildung von Antlerit ist an erhöhte Azidität gebunden. Im Falle von Nebel etwa sind die anfängliche Periode mit hoher Feuchtigkeit und die Trocknungsperiode ähnlich. Da aber der Effekt des Wegwaschens von Kupfer-Ionen bei Nebel gering ist, ist das System für die Ausbildung von Antlerit geeignet.<sup>164</sup> In der Natur entsteht Antlerit in bewitterten Zonen kohlenstoffarmer Kupferablagerungen.

Farbnuancen:	smaragdgrün, schwarzgrün, hellgrün, grün, schwarz
Transparenz:	durchscheinend
Kristallsystem:	orthorhombisch - dipyramidal
Härte nach Moohs:	3
Dichte:	3,9 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	hellgrün
Brechungsindex:	1,88
Glanz:	Glasglanz



Abb. 56: Antlerit (webmineral)

Atakamit

Cu<sub>2</sub>Cl(OH)<sub>3</sub>, basisches Kupferchlorid, stabil in einem pH-Bereich von 3,8 – 4,3; Atakamit wird auf freibewitterter Bronzeplastik vorwiegend als Korrosionsprodukt in meeresnahen Gebieten gefunden. Es kann jedoch auch die Anwesenheit von Cl- aus anderen Quellen (z. B. Streusalz) zur Ausbildung von Atakamit führen. In der Natur entsteht Atakamit in trockener Umgebung über oxidierbare Kupferminerale.

Farbnuancen:	hellgrün, gelblich-grün, schwarzgrün
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	orthorhombisch - dipyramidal
Härte nach Moohs:	3 – 3,5
Dichte:	3,7 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	apfelgrün
Glanz:	Diamantglanz



Abb. 57: Atakamit (webmineral)

<sup>162</sup> Mineralogy Database; www.webmineral.com; Zugriff: 28.II.2002

<sup>163</sup> Pichler, u.a., 1992, wie Anm. I44

<sup>164</sup> Graedel, T. E.: Computer Model Studies of the Atmospheric Corrosion of Copper. In: Mach, 1997, wie Anm. I13, Seite 23 ff.

Brochantit

$\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$ , basisches Kupfersulfat, stabil in einem pH-Bereich von 3,5 – 6,5; Brochantit ist bei Bronzeplastiken in freier Bewitterung lokal das am häufigsten vorkommende Kupfermineral. Die Ausbildung von Brochantit beginnt mit der Anwesenheit von Sulfat-Ionen (aus Einlagerung von  $\text{SO}_2$  und Schwebeteilchen) bei entsprechendem Feuchtegehalt auf der oxidischen Bronzeoberfläche<sup>165</sup>, also die Konzentration der angelieferten Kupfer-Ionen entsprechend hoch ist. Durch Regen werden weitere Sulfat-Ionen eingebracht, die Ausbildung von Brochantit kann allerdings durch Wegwaschen der Kupfer-Ionen verhindert werden.<sup>166</sup> In der Natur kann Brochantit in rasch oxidierenden Kupfersulfid-Lagerstätten gefunden werden.

Farbnuancen:	grün, dunkelgrün
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	monoklin - prismatisch
Härte nach Moohs:	3 – 3,5
Dichte:	3,97 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	blassgrün
Glanz:	Glasglanz, Perlmutterglanz



Abb. 58: Brochantit (webmineral)

Cassiterit

$\text{SnO}_2$ , Zinnoxid; kommt in der Natur z. B. in granit. Pegmatiten vor.

Farbnuancen:	schwarz, rötlich-braun, gelb
Transparenz:	Dünne Kristalle durchsichtig, ansonsten undurchsichtig
Kristallsystem:	tetragonal – ditetragonal dipyramidal
Härte nach Moohs:	6 - 7
Dichte:	6,6 - 7 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	Weiss, bräunlich
Brechungsindex:	2
Glanz:	Diamantglanz



Abb. 59: Cassiterit (webmineral)

Chalkanthit

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Kupfervitriol; bei extrem sauren Bedingungen kann es zur Ausbildung von Chalkanthit kommen. pH-Werte, welche bei der Umwandlung von Brochantit in Antlerit an der Bronzeoberfläche vorherrschen, werden dabei unterschritten. Chalkanthit ist in Wasser löslich. In der Natur entsteht Chalkanthit sekundär in trockenem Klima oder in mit rasch oxidierenden Kupferlagerstätten.

Farbnuance:	blau
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	triklin - pinakoidal
Härte nach Moohs:	2,5
Dichte:	2,2 – 2,3 kg/dm <sup>3</sup>
Strichfarbe:	weiß
Brechungsindex:	2
Glanz:	Glasglanz

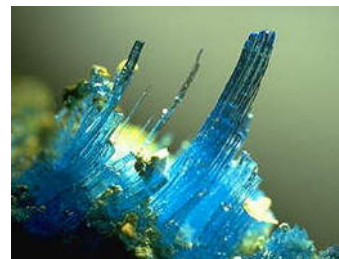


Abb. 60: Chalkanthit (webmineral)

<sup>165</sup> Meyer, H. J.: Die Produkte der atmosphärischen Korrosion einiger Gebrauchsmetalle. Mineralogisch - Petrologisches Institut der Universität Bonn 1964, Seite 653 ff.

<sup>166</sup> Graedel, 1997, wie Anm. 164, Seite 23 ff.

### Cuprit

$\text{Cu}_2\text{O}$ , Kupferoxid, stabil in einem pH-Bereich von  $>4$ ; Cuprit entsteht in der Natur in oxid. Zonen von Kupfererzlagern.

Farbnuancen:	rot, rotbraun, violett, metallgrau
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	isometrisch - hexoktahedral
Härte nach Moohs:	3,5 - 4
Dichte:	5,85 - 6,15 $\text{kg}/\text{dm}^3$
Strichfarbe:	braun-rot
Brechungsindex:	2
Glanz:	Diamantglanz



Abb. 61: Cuprit (webmineral)

### Gerhardt

$\text{Cu}_2(\text{NO}_3)(\text{OH})_3$ , stabil in einem pH-Bereich von 4 - 4,5

Farbnuancen:	grün
Kristallsystem:	orthorhombisch - disphenoidal
Härte nach Moohs:	2
Dichte:	3,4 - 3,43 $\text{kg}/\text{dm}^3$
Strichfarbe:	hellgrün
Brechungsindex:	2
Glanz:	Glasglanz

### Gips

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; Alabaster. Eine der Möglichkeiten für die Ausbildung von Gips an der Oberfläche von Bronzeplastiken besteht in einer Umsetzung von Kalk (aus der Umgebung) mit Brochantit bei der Anwesenheit von Feuchte. Gips entsteht in der Natur vorwiegend durch Sedimentation.

Farbnuancen:	farblos, weiß, hellgrün, gelblich-grün, braun
Transparenz:	durchsichtig bis durchscheinend
Kristallsystem:	monoklin - prismatisch
Härte nach Moohs:	2
Dichte:	2,3 $\text{kg}/\text{dm}^3$
Strichfarbe:	weiß
Glanz:	Perlglanz



Abb. 63: Gips (webmineral)



Abb. 62: Gips (webmineral)

### Posnjakit

$\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Farbnuancen:	bläulich
Kristallsystem:	monoklin - prismatisch
Härte nach Moohs:	2,4 - 3
Dichte:	3,4 $\text{kg}/\text{dm}^3$
Strichfarbe:	blaugrün
Glanz:	Glasglanz



Abb. 64: Posnjakit (webmineral)

Strandbergit<sup>167</sup>

$\text{Cu}_5(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , basisches Kupfersulfat. Das Mineral wurde Ende des 20. Jahrhundert in Schweden als Korrosionsprodukt auf Bronzeplastiken im Freien entdeckt und erstmals im Jahr 2000 mit dem Namen Strandbergit erwähnt.

Strandbergit ist – z. B. gegenüber dem Brochantit – ein sehr saures Kupfersulfat und wurde vorwiegend in Bereichen mit Lochfraß-Korrosion zusammen mit z. B. Antlerit festgestellt.

Tutton'sches Salz<sup>168</sup>

$(\text{NH}_4)_2[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2$ , Ammoniumkupfersulfathexahydrat; dieses Mineral ist eine Varietät der Tutton'schen Salze von der allgemeinen Formel  $\text{M}_2^I[\text{M}^{II}(\text{H}_2\text{O})_6](\text{SO}_4)_2$ .<sup>169</sup>

Dieses Tutton'sche Salz wurde 1965 entdeckt, es liegen kaum Kennwerte darüber vor. Das Salz wurde unter anderem an der Reiterstatue Kaiser Josef II.<sup>170</sup> aus 1803, Josefsplatz, Wien I., in Verbindung mit Chalkanthit und Gips in Bereichen der Oberfläche die nicht direkt bewittert werden, und an den Bronzen „Hl. Johannes der Täufer“, 1416 (Kirche des Erzengel Michael, Florenz), sowie „Genius und Löwe“, 1937 (Bauplastik am Dach der Tschechischen Nationalbank in Prag)<sup>171</sup> festgestellt.

Farbnuancen: blau

Kristallsystem: monoklin

Diese Korrosionsprodukte und Substanzen wurden bei Untersuchungen<sup>172</sup> an freibewitterten Bronzeplastiken in Europa u. a. in Italien, Schweden, Portugal, Russland, Deutschland und Österreich vorgefunden.

Es sind keine „objektfremden“ Substanzen, da ihre Entstehung aus Bestandteilen der jeweiligen Gusslegierung erfolgt. Aufgrund ihrer Anwesenheit lassen sich Rückschlüsse auf die am Standort vorhandenen Schadstoffkonzentrationen, den Erhaltungszustand der Bronzeplastik und die lokal vorherrschenden Bedingungen zur Entstehung ziehen.<sup>173</sup>

Ihre Anwesenheit hat im Zuge dieser Arbeit die Konsequenz aufgezeigt, für verschiedene Zonen der Oberfläche des Marc Anton-Monumentes verschiedene Interventionsschritte bei der Reinigung der Oberfläche zu beschreiben.

Die folgende Charakterisierung der Schadstoffkonzentrationen für Wien (Luft, Niederschlag) beschreibt die Konzentrationen diverser Umgebungspartikel am Standort.

Dieser Einfluss ist sowohl für die Bewertung der am Monument vorgefundenen Korrosionsprodukte (Bestandteile der Patina), als auch in weiterer Folge für die Beschreibung der Möglichkeiten zur Konservierung/Restaurierung maßgeblich zu berücksichtigen.

<sup>167</sup> Meißner, B., Haber G., Mach, M.: Der Leipziger Mendebrunnen – Historie und Restaurierung, In: Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 92 ff.

<sup>168</sup> de Wolff, P.: Technisch Physische Dienste, Delft, Niederlande, ICDD (Internatioanl Centre for Diffraction Data) 2001, PCPDFWIN v. 2.2, CD-Version

<sup>169</sup> Römpp, 1995, wie Anm. 85

<sup>170</sup> Pichler, u. a., 1992, wie Anm. 144

<sup>171</sup> Knotkova, D., Had, J., Kreislova, K.: Restoration of Copper and Bronze Monuments in Prague. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 72

<sup>172</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.; sowie Mach, M.: Eureka-Projekt Eurocare EU 316, München, Bericht 1999

<sup>173</sup> Koller, J., Burmester, A.: Die romanischen Domtüren am Dom zu Augsburg. In: Restauo, Zeitschrift für Kunsttechniken und Museumsfragen, Mitteilungen des IADA 4/85. Verlag Georg D. W. Callwey, München 1985, Seite 14 ff.



**„Standort“ Wien: Charakterisierung der Schadstoffen in Luft und Niederschlag<sup>174</sup>**Luftschadstoffe

Der Jahresmittelwert der Konzentration von SO<sub>2</sub> in der Wiener Luft hat sich kontinuierlich seit 1979 bis 1998 von 75 µg/m<sup>3</sup> auf 10 µg/m<sup>3</sup> verringert. Dabei liegen durchschnittlich Werte jahreszeitenbedingt vor (für 1998 im Dezember 16 µg/m<sup>3</sup> und im Mai – August je 6 µg/m<sup>3</sup>). Da SO<sub>2</sub> mit Staubbestandteilen Verbindungen eingeht, sind Grenzwerte von SO<sub>2</sub> und Staub aneinander gekoppelt.

Ein hoher Anteil der in der Luft befindlichen Stäube ist auf die Splitstreueung im Winter zurückzuführen. Eine Belastung ist daher besonders im Frühjahr gegeben, wenn der Streusplitt durch Fahrzeuge fein zerrieben und in die Luft verwirbelt wird. Die Jahresmittelwerte betragen 1988 53 µg/m<sup>3</sup> und 1998 36 µg/m<sup>3</sup>. Es wird in den letzten Jahren verstärkt die Ausbringung von Salz für die Eisfreihaltung der Autoverkehrswege in Wien betrieben. Anstatt Trockensalz oder Streusplitt wird dazu Feuchtsalz (gelöstes Trockensalz) verwendet. Für die mit dem Staub mittransportierten Anteile an Cl-haltigen Verbindungen gibt es keine Aufzeichnungen.

Im Zeitraum von 1988 bis 1998 sind die Jahresmittelwerte der NO-Konzentrationen in Wien gesunken (Einbau von Filteranlagen, KFZ-Katalysatorenpflicht). Die Eindämmung von NO-Emissionen wird aber durch eine generelle Zunahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen aus dem Personen- und Kraftverkehr wieder kompensiert. Zudem findet eine verstärkte Oxidation von NO zu NO<sub>x</sub>, bedingt durch die Anwesenheit von Ozon, statt. Die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration sind seit 1994 mit 34-36 µg/m<sup>3</sup> konstant. Der Standort des Marc Anton-Monumentes (Bereich Getreidemarkt – Friedrichstrasse) wird täglich von ca. 50.000 Kfz's frequentiert.<sup>175</sup>

Die Konzentration von CO ging von 1400 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 1989 auf 600 µg/m<sup>3</sup> im Jahr 1998 zurück. Die Senkung ist auf Eindämmung des Anteiles von Hausbrand- und Energieerzeugung durch Kraft-Wärme-Kopplungen (Blockheizkraftwerke mit kombinierter Kraft - Wärme - Nutzung) und Distribution über das Fernwärmenetz zurückzuführen.

Die Konzentration von bodennahem Ozon stieg im Jahresmittelwert von 36 µg/m<sup>3</sup> 1989 auf 54 µg/m<sup>3</sup> im Jahre 1998. Ozonbildung findet vorwiegend bei sommerlichem Hochdruckwetter statt, also bei hohen Temperaturen und Windstille, und in Verbindung mit Stickoxiden und Kohlenwasserstoffen statt.

Deposition versauernder Verbindungen<sup>176</sup>

Schwefelverbindungen (vorwiegend aus der Emission des SO<sub>2</sub> gebildet), reduzierte Stickstoffverbindungen (Ammoniak und Ammonium) und oxidierte Stickstoffverbindungen (NO<sub>x</sub> und seine Oxidationsprodukte HNO<sub>3</sub> und Nitrat) tragen wesentlich zur Versäuerung der Erdoberfläche bei. Zur Veranschaulichung der realen Deposition ist es nur zweckmässig die Gesamtverhältnisse, also heimische Emissionen und zusätzlich die über die Grenzen eingetragenen Luftschadstoffe über Messungen der gesamten Depositionen im Bodenbereich zu bestimmen. Die Versäuerung bestimmende Schadstoffe sind SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> und NH<sub>3</sub>. Der Anteil der Schwefelverbindungen sank im Beobachtungszeitraum von 53,7% auf 33,8%. Oxidierte Stickstoffverbindungen nahmen von 22,1% auf 28,6%, reduzierte Stickstoffverbindungen von 24,2% auf 37,6% zu.

Schadstoff	[mg/m <sup>2</sup> ]	Eintrag v. außerh. Österreich
Schwefelverbindungen	1000-1200	92 %
Oxidierte Stickstoffverbindungen	700-800	85 %
Reduzierte Stickstoffverbindungen	800-1000	67 %

Tabelle 4: Flächenspezifische Deposition einiger versauernder Schadstoffe im Wiener Raum im Jahr 1998<sup>177</sup>

<sup>174</sup> Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien: Wiener Umweltbericht 1998/1999. N.J. Schmid Verlag, Wien 1999; sowie Stadtgemeinde Wien: Aufbau-Perspektiven, Beiträge zum Umweltschutz. Beilage zum Wiener Umweltbericht 1998/99

<sup>175</sup> lt. Auskunft (telefonisch), Herrn de Ritz, 6. Dezember 2002, Magistratsabteilung 64 der Gemeinde Wien

<sup>176</sup> Umweltbundesamt, Österreichisches: Belastung der Umwelt durch die Deposition versauernder Schadstoffe. Bericht des Umweltbundesamt, Wien 2001.

<sup>177</sup> ebd.

Nasse Deposition<sup>178</sup>

Die nasse Deposition bedingt einen jahreszeitlich stark streuenden nassen Eintrag der in der Luft vorhandenen Schadstoffe aufgrund jahreszeitlich unterschiedlich starker Emissionen sowie jahreszeitlichen Unterschieden bei luftchemischen Prozessen. Dies bedingt ebenso ein starkes Schwanken des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit der Niederschläge über den Jahresverlauf. Im Bericht über die nasse Deposition in Wien für den Zeitraum von Oktober 2000 bis September 2001 wurden für jedes Niederschlagsereignis folgende Werte analysiert:

- Niederschlagsmenge
- Ph-Wert
- Elektrische Leitfähigkeit
- Ionengehalt ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )
- Schwermetallgehalt (Konzentrationen von Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, V, Zn)

Ebenso unterschiedlich wie pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit streuen die Niederschlagsmengen saisonell und pro Ereignis. In Wien trugen etwa 13% der Niederschlagstage zu 50% der nassen Deposition bei. Der Ioneneintrag erfolgt dementsprechend schubweise und ist von der Konzentration an Ionen im Niederschlagswasser als auch von der gefallen Wassermenge abhängig.

Station	NS [mm]	pH [-]	H <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> [g/m <sup>3</sup> ]	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
Lainz	492	4,6	0,012	0,09	0,24	0,03	0,39	0,05	0,15	0,27	0,30
Lobau	456	4,9	0,005	0,11	0,25	0,15	0,46	0,08	0,25	0,23	0,31
Bisamberg	211	4,9	0,003	0,04	0,09	0,05	0,28	0,03	0,17	0,13	0,13

Tabelle 5: Jahreseinträge der Niederschlagsinhaltsstoffe (Nasse Deposition) für den Zeitraum 01.10.2000 bis 30.09.2001<sup>179</sup>

In den Wintermonaten sind die Ionen-Konzentrationen geringer als in der Periode vom Frühjahr bis zum Herbst, lokale Konzentrationsmaxima treten vorwiegend im Zeitraum von März bis April, also in der Zeitspanne wo nach den Wintermonaten eine Reinigung der Atmosphäre durch Niederschlag vermehrt stattfindet. Im Wiener Raum findet im Sommer mengenmäßig der doppelte Niederschlag gegenüber der Winterperiode statt. Durch niederschlagsfreie Perioden findet eine schubweise Deponierung der Ionen statt (siehe dazu nachfolgende Tabellen).

Monat	NS	pH [mm]	H <sup>+</sup> [-]	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> [g/m <sup>3</sup> ]	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
Okt-00	22,9	4,6	0,027	0,44	0,44	0,06	0,88	0,14	0,42	0,53	1,08
Nov-00	15,8	5,2	0,006	0,41	0,59	0,09	1,08	0,21	0,56	0,60	0,56
Dez-00	14,1	4,6	0,022	0,31	1,07	0,09	0,92	0,13	0,57	0,92	1,13
Jän-01	22,3	4,6	0,025	0,30	0,74	0,05	0,65	0,15	0,52	0,74	0,94
Feb-01	13,2	5,0	0,011	0,92	1,02	0,07	0,95	0,19	1,70	1,25	0,80
Mär-01	42,9	5,3	0,005	0,22	0,99	0,13	1,60	0,15	0,49	0,82	0,69
Apr-01	39,5	4,9	0,012	0,12	0,46	0,05	0,88	0,08	0,22	0,58	0,50
Mai-01	23,2	5,1	0,008	0,17	0,35	0,17	1,36	0,15	0,31	0,50	0,95
Jun-01	54,9	4,8	0,017	0,13	0,66	0,03	0,89	0,10	0,20	0,54	0,76
Jul-01	78,0	4,7	0,018	0,12	0,47	0,12	0,68	0,08	0,20	0,42	0,53
Aug-01	34,1	4,8	0,017	0,09	0,27	0,05	0,96	0,14	0,22	0,25	0,62
Sep-01	130,7	4,3	0,046	0,09	0,20	0,02	0,35	0,08	0,14	0,46	0,30

Tabelle 6: Mengengewichtete Monatsmittelwerte der Konz. an Niederschlagsinhaltsstoffen (in mg/L), Station: Lainz<sup>180</sup>

<sup>178</sup> Puxbaum, H., u. a.: Nasse Deposition im Land Wien Oktober 2000-September 2001. TU Wien, Institut für analytische Chemie, Abteilung für Umweltanalytik, im Auftrag der Stadt Wien, 2001

<sup>179</sup> aus: Puxbaum, 2001, wie Anm. 178

<sup>180</sup> ebd.

Monat	NS	pH [mm]	H <sup>+</sup> [-]	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> [g/m <sup>2</sup> ]	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
Okt-00	20,1	4,8	0,017	0,13	0,41	0,05	0,80	0,09	0,27	0,50	0,92
Nov-00	36,7	5,0	0,010	0,20	0,54	0,07	0,64	0,11	0,37	0,45	0,65
Dez-00	27,3	4,6	0,026	0,11	0,45	0,16	0,31	0,06	0,28	0,53	0,65
Jän-01	13,8	4,5	0,032	0,25	0,55	0,10	1,12	0,15	0,57	0,70	1,27
Feb-01	15,9	4,7	0,020	0,34	0,66	0,12	0,87	0,17	0,74	1,02	0,71
Mär-01	38,7	5,1	0,007	0,15	0,49	2,11	1,50	0,44	0,53	0,51	0,67
Apr-01	19,2	5,4	0,004	0,10	0,51	0,23	1,06	0,34	0,27	0,67	0,63
Mai-01	18,6	6,2	0,001	0,30	0,50	0,37	2,30	0,40	0,73	0,33	0,99
Jun-01	51,9	5,6	0,002	0,69	1,07	0,26	1,94	0,29	1,63	0,58	0,86
Jul-01	82,1	5,2	0,006	0,22	0,63	0,17	1,01	0,12	0,43	0,48	0,74
Aug-01	34,6	4,7	0,018	0,47	0,37	0,28	0,97	0,14	0,96	0,39	0,80
Sep-01	97,2	4,8	0,015	0,09	0,33	0,06	0,49	0,06	0,15	0,44	0,37

 Tabelle 7: Mengengewichtete Monatsmittelwerte der Konz. an Niederschlagsinhaltsstoffen (in mg/L), Station Lobau<sup>181</sup>

Monat	NS	pH [mm]	H <sup>+</sup> [-]	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup> [g/m <sup>2</sup> ]	Mg <sup>2</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> -N	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> -S
Okt-00	14,5	5,4	0,004	0,10	0,76	0,59	0,83	0,11	0,87	0,82	0,83
Nov-00	19,2	5,7	0,002	0,15	1,22	0,45	1,18	0,15	0,94	0,86	0,94
Dez-00	23,1	5,9	0,001	0,14	0,41	0,08	1,75	0,11	1,98	0,46	0,55
Jän-01	6,6	6,2	0,001	0,16	1,23	0,21	2,55	0,18	2,00	0,50	0,70
Feb-01	6,1	5,9	0,001	0,41	1,72	0,18	2,07	0,25	1,29	1,33	1,92
Mär-01	14,9	6,4	0,000	0,10	0,30	0,22	1,71	0,19	0,59	0,22	0,25
Apr-01	32,0	n. B.									
Mai-01	11,9	6,4	0,000	0,15	0,68	0,61	3,10	0,32	1,01	0,71	0,86
Jun-01	14,0	4,6	0,025	0,25	0,37	0,67	2,65	0,39	1,17	1,29	0,90
Jul-01	15,0	5,7	0,002	0,86	0,36	0,74	2,86	0,58	1,41	1,52	0,93
Aug-01	5,2	4,5	0,035	0,09	0,02	0,01	0,61	0,05	0,32	0,46	0,45
Sep-01	48,9	4,3	0,047	0,07	0,02	0,03	0,59	0,06	0,29	0,47	0,48

 Tabelle 8: Mengengewichtete Monatsmittelwerte der Konz. an Niederschlagsinhaltsstoffen (in mg/L), Station Bisamberg<sup>182</sup>
<sup>181</sup> aus: Puxbaum, 2001, wie Anm. 178

<sup>182</sup> ebd.

### 3.2 Reinigungs- und Konservierungsmethoden heute

„Gegenüber den Erkenntnissen der Patina-Kommission des 19. Jahrhundert konnten betreffend der Reinigung und Konservierung von Bronzeplastiken, welche der freien Bewitterung ausgesetzt sind, keine wesentlichen neuen Erkenntnisse gewonnen werden. Es konnte lediglich mit verbesserten analytischen Techniken nachgewiesen werden, dass es tatsächlich der Ruß- und Staubbiederschlag ist, der sich auf Metalloberflächen absetzt, dadurch das Aussehen verdirbt und Korrosionsschäden verursacht. Offensichtlich ist auch heute, dass eine zyklische Reinigung der Oberfläche die Grundvoraussetzung für die Erhaltung von Metallskulpturen im Freien ist.“<sup>183</sup>

Bei exemplarisch durchgeführten Projekten der Konservierung / Restaurierung von Bronzeplastiken weltweit wurden naturwissenschaftliche Analysemethoden und Untersuchungen miteinbezogen, um objektspezifisch eine Beschreibung von Schadensbild und -ursache zu erlangen und so eine Erleichterung bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen für die Konservierung / Restaurierung zu treffen.

Ziel von konservatorischen/restauratorischen Eingriffen im allgemeinen ist die Sicherung des Originalbestandes und nicht das Wiedererlangen eines vergangenen Glanzes. Die Maßnahmen sollen rückführbar sein (Reversibilität), die Ergebnisse dieser Maßnahmen durch zyklische Objektbetreuung erhalten bleiben. Bei der Reinigung der Oberflächen wird bewusst auf den Einsatz chemischer Methoden verzichtet, da unter anderem eine rückstandslose Entfernung dieser im Regelfall nicht möglich ist und diese weitere Korrosionsschäden verursachen.

Der Einsatz von Laserreinigungs- und Sandstrahlmethoden hat sich aufgrund der schlechten Kontrollierbarkeit bei der Anwendung nicht bewährt.

Zum Einsatz kommen Wasser, milde Detergentien und mechanische Methoden (Messer, Meißel, Bürsten, etc.). Von der Bronzeplastik werden ausschließlich nachteilige Korrosionsprodukte aus dem Aspekt der Materialerhaltung entfernt, Verkrustungen zudem aus ästhetischen Gründen. Die Patina, also das Korrosionsprodukt der Gusslegierung, ist ein Zeitdokument, zur Bronzeplastik gehörig, und daher erhaltenswert. Die eingesetzten Reinigungsmethoden sind meist zeitlich aufwendig und nehmen vor allem darauf Rücksicht, keine irreversiblen Schäden hervorzurufen.<sup>184</sup>

Eine gemeinsame Erfahrung weltweit ist es, Ergebnisse der Reinigung durch Aufbringen eines Schutzüberzuges und kontinuierliche zyklische Pflege zu erhalten. Diese besteht in der Regel aus einer Reinigung mit Wasser, dem Nachbessern der Überzugsubstanzen, der ständigen Kontrolle des Erhaltungszustandes und natürlich der Effizienz der eingesetzten Konservierungsmethode hinsichtlich ihrer Schutzwirkung.<sup>185</sup>

Auch zur Anwendung kommen Korrosionsinhibitoren (z. B. Benzotriazol<sup>186</sup>). Über die Sinnhaftigkeit dieser Maßnahme herrscht generell Uneinigkeit, da auch Korrosionsinhibitoren in zyklischen Abständen erneut appliziert

<sup>183</sup> Riederer, 1993, wie Anm. 94, Seite 176 ff.

<sup>184</sup> Roidl, E.: Restaurierungs- und Konservierungsmethoden bei Bronzen im Freien, Ein Erfahrungsbericht. Vortrag gehalten im September 1986 auf der ADR-Tagung in Frankfurt/Main. In: Maltechnik Restauro 4/87, Callwey Verlag München 1987, Seite 9 ff.; und Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.

<sup>185</sup> Zycherman A., Lynda A., Veloz, N., Nicolas, F.: Conservation of a Monumental Outdoor Bronze Sculpture: The Theodor Roosevelt by Paul Manship. In: JAIC 1979, Vol. 19, Nr. 1, Art. 4; JAIC online - [www.aic.stanford.edu/jaic/articles/](http://www.aic.stanford.edu/jaic/articles/). Zugriff am 7. März 2002; sowie Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 134 ff.; Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 92 ff.

<sup>186</sup> Benzotriazol, Korrosionsinhibitor: Passiviert Metall-Ionen und Korrosionsprodukte mit temporär begrenzter Wirkung, und ist für dauerhaften Schutz vor Korrosion in verschiedenen zeitlichen Abständen zu erneuern. Bedenken in der Anwendung werden weiter unten beschrieben. Betreffend der Forschung nach Anwendungsmöglichkeiten und - Grenzen sei auf weiterführende Literatur verwiesen, z. B.: Frignani, A., u. a.: On the protective Action of 1,2,3 Benzotriazole Derivative Films against copper corrosion. In: Corrosion Science 39, No. 7. Elsevier Science Ltd. 1997, Seite 1221 – 1237; Frignani A., u. a.: Influence of the alkyl chain on the protective effects of 1,2,3 – benzotriazole towards copper corrosion. Part I: inhibition of the anodic and cathodic reactions. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1205 – 1215; Frignani, A., u. a.: Influence of the alkyl chain on the protective effects of 1,2,3 – benzotriazole towards copper corrosion. Part II: formation and characterisation of the protective film. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1217 – 1227; Baba, H., Kodama, T.: Corrosion inhibition and characteristics of the triazinedithiol surface film on copper under potentiostatic anodization. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1987 – 2000; Elmorsi, M. A., Hassanein, A. M.: Corrosion inhibition of Copper by heterocyclic compounds. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd 1999, Seite 1217 – 1227; Huynh, N., u. a.: Inhibitive action of the octyl ester of 4- and 5- carboxybenzotriazole for copper corrosion in sulphate solutions. In: Corrosion Science 42, Elsevier Science Ltd. 2000, Seite 259 – 274



werden müssen, um deren Schutzwirkung aufrecht zu erhalten. In Verbindung mit Vergoldungen auf Bronze wurden damit negative Erfahrungen gemacht. Zur Festigung solcher gestalterischen Elemente kommen aufgrund fehlender Alternativen Kunstharzprodukte zum Einsatz.<sup>187</sup> Die Erfahrung mit der Beständigkeit von Schutzüberzügen lässt den internationalen Trend erkennen, Maßnahmen der Konservierung<sup>188</sup> auf kürzere und konsequent durchgeführte Zyklen hin zu planen. Aufgrund der eher negativen Erfahrungen mit Kunstharzprodukten werden vorwiegend synthetische Wachse als Schutzüberzug eingesetzt.<sup>189</sup> Eine internationale, auch im deutschen Sprachraum gebräuchliche Bezeichnung für Schutzüberzug ist „Coating“.<sup>190</sup>

Eingesetzte Schutzüberzüge sind gegen Sonnenlicht, Substanzen aus der Umgebung, Feuchtigkeit und mechanische Kräfte (Winderosion) zumeist weitaus anfälliger als die zu schützenden Metalle selbst. Sie korrodieren schneller und können dabei gefährliche Wirkungen durch Freisetzung korrosiver Bestandteile erzeugen. Durch Alterung tritt Reversibilitätsverlust ein, schadhafte Schutzüberzüge führen durch Lokalelementbildung zur beschleunigten lokalen Korrosion.<sup>191</sup> Grundsätzlich ist es üblich, vor dem Einsatz von Reinigungs- und Konservierungsmethoden diese an Testachsen oder -flächen zur Anwendung zu bringen, und das Ergebnis aus konservatorischer und ästhetischer Sicht einer Prüfung zu unterziehen.<sup>192</sup> Als Option zu einer Konservierung für den Außenbereich wurden Objekte mit schlechtem Erhaltungszustand nach der Konservierung/Restaurierung in klimatisierter Umgebung (Museum) präsentiert, und vor Ort durch Kopien ersetzt.<sup>193</sup>

Durch Gewalteinwirkung oder Alterung entstandene Öffnungen in der Bronze stellen ein Problem für die Erhaltung dar, diese ermöglichen das Eindringen von Feuchtigkeit und das Einnisten von Tieren. Durch Feuchte werden statische Elemente im Inneren oder Reste von Gusskernen korrodiert, und schädigen durch Volumenzunahme die Bronze weiter (Aufplatzungen).<sup>194</sup>

Bestandteil jeder musterhaft durchgeführten Konservierung/Restaurierung sind :

- Feststellung und Dokumentation des Erhaltungszustandes und der Geschichte des Objektes. Der Einsatz von Analytik, von begleitenden optischen Methoden und verschiedener zerstörungsfreier Untersuchungs- und Messverfahren bietet durch deren Möglichkeiten ein breites und vielfältiges Spektrum an Möglichkeiten, Kenntnis über Material, Erhaltungszustand, Standortbedingungen, Arbeitsfortschritt (z. B. bei Reinigung) und Schutzwirkung von Konservierungsmaßnahmen zu erlangen.<sup>195</sup>
- Ausfertigung eines Arbeitskonzeptes zur Reinigung und Konservierung unter dem Gesichtspunkt der möglichst verlustfreien Bewahrung von Bronze und Patina (Anfertigung bildlicher Arbeitsvorlagen, Darstellung verschiedene Interventionsstufen und -zonen) mit spezifischem Reinigungs- und Konservierungsziel
- Ausführung der Arbeiten unter ständiger visueller und messtechnischer Beobachtung des bei der Reinigung abgetragenen Materiales.<sup>196</sup>
- Dokumentation und Veröffentlichung der Arbeit in schriftlicher und bildlicher Form.<sup>197</sup>

<sup>187</sup> Marabelli, 1994, wie Anm. I42, Seite I ff.

<sup>188</sup> Smith, R., Beale, A.: An evaluation of the effectiveness of various plastic and wax coatings in protecting outdoor bronze sculpture exposed to acid deposition. In: Conservation of Metal Statuary and Architectural Decoration in Open-Air Exposure. ICCROM - Symposium Paris 1986, Seite 99 ff.

<sup>189</sup> Degrini, Ch. (edit.): Protect our European outdoor Bronze Monuments – Good Practice Guide. [www.kae.gr/bronzemonuments/home.htm](http://www.kae.gr/bronzemonuments/home.htm). Zugriff: 14. September 2002

<sup>190</sup> Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 7 ff.

<sup>191</sup> Koller, J., Baumer, U.: Organische Überzüge auf Metallen, Teil I (Lacke) und Teil 2 (Wachse und Emulsionen). Gruppe I9.Naturwissenschaftliche Untersuchungen. In: Arbeitsblätter dt. Restauratoren Heft 2, 2000, Seite 201 ff

<sup>192</sup> Roidl, 1987, wie Anm. 184 Seite 9 ff.; sowie Giusti, A., Matteini, M.: The gilded Bronze Paradise Doors by Ghiberti in the Florence Baptistery. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 46 ff.

<sup>193</sup> Brendel, K.: Der Augustusbrunnen in Augsburg – Maßnahmen an Bronzen im Freien. In Mach, 1997, wie Anm 113, Seite 163 ff.

<sup>194</sup> Haber, G., Heimler, M., 1997, wie Anm. 113, Seite 150 ff.

<sup>195</sup> Doktor, A.: Analytik-Guide. In Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 45 ff.

<sup>196</sup> vgl. Brendel, 1997, wie Anm. 193, Seite 163 ff

<sup>197</sup> Höhne, C.: Der Augsburger Merkurbrunnen von Adrian de Vries 1599. Hochbauamt der Stadt Augsburg 1996/97

### 3.3 Schutzüberzüge:

#### Anforderungen, Bewertung unterschiedlicher Materialien

Die Erhaltung von Bronze und ihrer Patina ist im klimatisierten Innenraum (z. B. Museum) am effektivsten zu gewährleisten. Die Forderung nach Erhalt von Denkmälern und Ensembles (Denkmalbereiche) beinhaltet den Erhalt am Aufstellungsort<sup>198</sup> und ihre kontinuierliche Pflege<sup>199</sup>.

Um dieser Anforderung gerecht zu werden, besteht die Möglichkeit, Schutzüberzüge regelmäßig anzuwenden, eine bis in das 19. Jh. zurückreichende Tradition.

Zerstörungsvorgänge im Freien sollen durch die Anwendung geeigneter Schutzüberzüge in Verbindung mit periodischen Pflegemaßnahmen erheblich verlangsamt werden. Aufgrund fehlender Alternativen wird heute nach wie vor auf organische Überzüge, wie z. B. paraffinhaltige Wachse (heute mikrokristalline Wachse) zurückgegriffen.

Schutzüberzüge werden in der Regel so ausgewählt, dass sie möglichst geringfügige optische Veränderungen der Objekt Oberfläche hervorrufen, die geforderte Schutzwirkung während der Zeit des Verbleibes auf der Oberfläche gewährleistet ist, und zudem keine Materialschädigungen durch die Applikation hervorgerufen werden.

In der zweiten Hälfte des 20. Jh. besteht bei der Anwendung von Überzügen die Tendenz, besonders dauerhafte Lösungen zu finden, welche möglichst pflege- und wartungsarm langen Schutz gewährleisten. Es konnten hier bislang keine allgemein gültigen Lösungen gefunden werden, welche insbesondere auch der Forderung nach Reversibilität nachkommen können.<sup>200</sup> Die Palette objektspezifisch geeigneter Substanzen ist nach heutigem Wissensstand eine sehr eingeschränkte.

Ein Schutzüberzug ist unter den Einsatzbedingungen den gleichen Belastungen ausgesetzt, wie das Objekt selbst – bei Bronzeobjekten sind es unter anderen die oft sehr hohen Temperaturen an der Objekt Oberfläche. Am Marc Anton-Monument wurden lokale Spitzen von bis zu 90 °C an der Bronzeoberfläche gemessen.<sup>201</sup>

Zusätzlich bewirken die respektiven UV- Anteile des Sonnenlichtes den Abbau organischer Medien. Versprödung, Verfärbung, Verlust von Schutzwirkung und Reversibilität sind die Folge.<sup>202</sup>

Eine besonders genaue Beachtung erfordert die „Lebensdauer“ (Standzeit)<sup>203</sup> von Überzugssubstanzen unter den Standortbedingungen: Mit der „Standzeit“ wird die Zeitspanne von der Applikation des Konservierungstoffes bis zu dessen Abnahme beschrieben.

In dieser Zeitspanne sollen Schutzfunktion, Ästhetik und Reversibilität erhalten bleiben. Die Auswahl geeigneter Überzugsmedien wird durch die oftmals schwere Zugänglichkeit des Objekts (z. B. bei Bauplastik) in der Praxis mitbestimmt.

<sup>198</sup> Bacher, E., u. a.: Deutsche Übersetzung und Fassung der Internationalen Charta über die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und Ensembles (Denkmalbereiche): Artikel 7. Schweiz, 1986

<sup>199</sup> ebd., Artikel 4

<sup>200</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.

<sup>201</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 89 ff.

<sup>202</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.

<sup>203</sup> Standzeit: Zeit, die ein Werkstück, Ofen im Einsatz ist, bis die Haltbarkeit nachlässt und ein Ausbessern erforderlich wird.

Die generellen Anforderungen an einen Überzug können wie folgt beschrieben werden:

- Der Schutzüberzug soll eine Schutzwirkung gegen Fortschreiten der Korrosion und Abrasion bieten, und das Entfernen von Kunstharzlack-Besprühungen (z. B. Graffiti) erleichtern, indem er dabei als Zwischenschicht fungiert, welche ein Eindringen des Lacks in die Patina verhindert.
- Die Überzugssubstanz soll keine sauren oder basischen Bestandteile aufweisen (z. B. geringe Säurezahl) und keine chemische Veränderung von Patina und Metall bewirken. Die relativ hohen Wärmeausdehnungen des Metalles und Materialbewegungen erfordern hohe Elastizität des Überzuges auf dem Substrat.
- Die Überzüge sollen klar sein, einen dem Einsatzzweck entsprechenden Brechungsindex besitzen, und die zu schützende Oberfläche möglichst wenig optisch verfälschen.
- Die Erneuerung und Pflege des Überzuges soll ohne Materialschädigung möglich sein, wobei die Anforderungen an Arbeitssicherheit und –hygiene (z. B. Anwendung von Lösemitteln, Einsatz von Gerüsten, etc.) durch Position des Objektes und eingesetztem Überzugssubstanz vorgegeben sind.
- Der Schutzsystem oder der Schutzüberzug soll während seines Verbleibes auf dem Objekt möglichst geringe Veränderung durch Umwelteinflüsse erfahren, optische Eigenschaften und vor die Möglichkeit der Abnahme ohne Objektschädigung sollen unverändert bleiben.

Substanzen, die zur Konservierung von Bronze/Patina im Freien aufgrund des gegenständlichen Anforderungsprofils nicht in Frage kommen sind:

- Historisch in der Anwendung als Schutzüberzug auf Bronze belegt Substanzen wie Öle (Leinöl, Olivenöl), Wachse (Bienenwachs, Carnaubawachs) und Harze (Kolophonium, Mastix, Schellack) stellen aufgrund ihrer Materialunverträglichkeit (z. B. allgemein hohe Säurezahl), der ungenügenden Schutzwirkung gegenüber mechanischen und chemischen Einflüssen aus der Umgebung und ihres Alterungsverhaltens (Versprödung, Gilbung, Irreversibilität, Oxidation) keine geeigneten Substanzen für Metall, und auch im speziellen für Bronze und Patina im Außenbereich dar.<sup>204</sup>
- Materialien, welche für andere Problemstellungen entwickelt wurden, wie z. B. Lackpflegeprodukte (Autowachse)<sup>205</sup> und Korrosionsschutzöle.<sup>206</sup> Diese besitzen ebenfalls ungenügende Schutzwirkung gegenüber mechanischen und chemischen Einflüssen aus der Umgebung, und stellen für Bronze und Patina keine materialverträgliche Schutzüberzugs-Variante dar.
- Rezente Werkstoffentwicklungen wie z. B. anorganisch-organische Hybridwerkstoffe (Ormocer®e).<sup>207</sup> Diese neue Werkstoffgruppe wurde unter anderem als Langzeit-Schutzüberzugs-System mit einer weiten Bandbreite an Optimierungsmöglichkeiten der nach Einsatz geforderten Eigenschaften entwickelt. Erfahrungen von Restauratoren beschreiben jedoch diese Werkstoffe in der Praxis als irreversibel, weshalb Ormocer®e von einer weiteren Betrachtung ausgeschlossen werden.

Eine Alternative zur Anwendung von Überzügen als Schutzsystem könnte in der Zukunft durch Erzeugung beständiger Mineralphasen (Brochantit)<sup>208</sup> aus Lösungen und Pasten liegen. Diese Methode ist für die Anwendung vor Ort in Entwicklung. Bei dieser Methode werden durch die Erzeugung von Brochantit aus einer zu applizierenden Lösung keine Bestandteile aus dem Metall benötigt.<sup>209</sup>

<sup>204</sup> Roidl, 1987, wie Anm. 184, Seite 14 ff.; Riederer, 1985, wie Anm. 109, Seite 95 ff

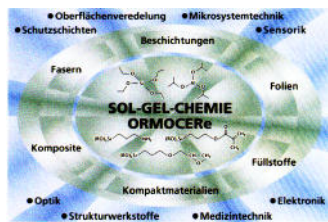
<sup>205</sup> lt. persönlicher Korrespondenz BASF- Bewitterungslabor, T. Raabe, Leiter des Bewitterungslabors, August 2002.

<sup>206</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.

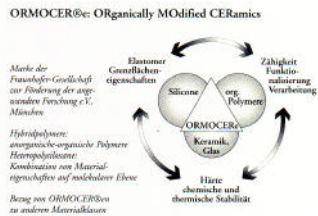
<sup>207</sup> Römich, H.: New conservation methods for outdoor bronze sculptures. EUR 16637 EN, European Commission 1996; Meißner, B., Haber G., Mach, M.: Der Leipziger Mendebrunnen – Historie und Restaurierung, In: Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 92 ff.

<sup>208</sup> Entwicklung des ISCA, Universität für Angewandte Kunst Wien, Pichler, B., Vendl, A.

<sup>209</sup> private Mitteilung B. Pichler (ISCA)



1 Produktvielfalt und Anwendungsmöglichkeiten der Ormocere



2 Ormocer-Komponenten und deren Materialeigenschaften

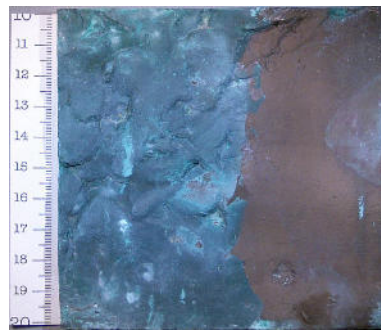


Abb. 66: künstlich erzeugter Brochantit auf Bronze

Die Beständigkeit dieser Minerale bewirkt eine allgemeine Schutzwirkung für das historische Material, beeinträchtigt jedoch nicht die Ästhetik der Patina, da diese zu einem großen Teil ebenfalls aus dem selben Mineral besteht.<sup>210</sup>

Abb. 65: Einsatzmöglichkeiten von Ormocer<sup>ä</sup>e

Unter den zuvor beschriebenen Anforderungen an ein Schutzüberzug-System werden heute verschiedene Materialien (Mikrokristalline Wachse, Acrylharze, Mehrschichtsysteme derselben und Wollwachs) als Schutzüberzug für Bronze und Patina sowie als Festigungsmaßnahme und Schutzüberzug für Blattvergoldung eingesetzt, und im folgenden beschrieben :

### Mikrokristalline Wachse<sup>211</sup>

Mikrokristalline Wachse sind Erdölraffinationsprodukte, deren Hauptverwendung - aufgrund ihrer mittelfristiger Photostabilität - der Einsatz als UV-Stabilisator zu Lacken und Kunststoffen ist. Daraus, wie auch aus der Eigenschaft das mikrokristalline Wachse chemisch weitgehend inert sind, wird ihre Eignung als Schutzüberzug für Bronzen im Freien abgeleitet. In Deutschland werden mikrokristalline Wachse seit ca. 1970 auf Bronzen im Freien eingesetzt, und von Anwendern, Herstellern und Distributoren als geeignetes Überzugsmaterial für Metall im Außenbereich empfohlen.<sup>212</sup>

Die Substanz soll bei Applikation die Poren und Hohlräume der Patina möglichst gut bis zum Metall hin verschließen und somit chemische Umsetzungen durch Feuchte, Schadstoffe und Schmutz abwenden. Gleichzeitig soll eine Schutzwirkung gegen mechanische Abwitterung (Abrasion) erzielt werden. Es kommt durch die Applikation zu einer Verstärkung der Eigenfarbe des Untergrundes (Nasseffekt, Aufsättigung); die Durchtränkung der Patina führt zu einer Verdunkelung der Eigenfarbe der Objektoberfläche, Lichtreflexion wird in Abhängigkeit von der Auftragsstärke beeinflusst. Die im Vergleich zu anderen Schutzüberzugssystemen hohe Schichtstärke wird durch die hohe Viskosität beim Auftrag und die verhältnismäßig geringe Haftung am Metall bewirkt. Das Auftragsverhalten ist in gewissen Grenzen steuerbar.

Durch Erweichen des Mediums bei Sonnenbestrahlung (lokal, vor allem von Oberflächengeometrie und den wärmekapazitiven Eigenschaften bestimmt) können von der Luft mitgeführte Partikelchen am mikrokristallinen Wachs sehr leicht anhaften, dies führt zum Eintrag von materialschädigenden Substanzen<sup>213</sup>. Das Medium wird durch Sonnenlicht und Schadstoffeinwirkung (Synergien) im Laufe der Zeit chemisch verändert (Versprödung).<sup>214</sup>

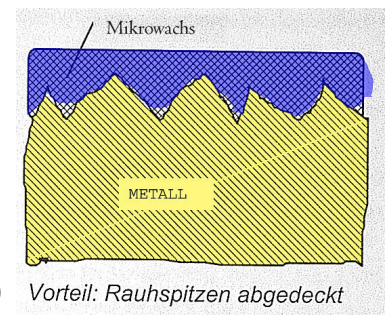


Abb. 67: Auftragsverhalten mikrokristallines Wachs (Friche)

<sup>210</sup> siehe Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.

<sup>211</sup> vgl. dazu Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, 201 ff.

<sup>212</sup> Als Schutzüberzug eingesetzte Produkte, siehe Anlage A. 3, Seite 125 ff.

<sup>213</sup> Meißner, u. a., 2000, wie Anm. 207, Seite 106, 107

<sup>214</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm 191, Seite 201 ff.; van Keulen, H.: The analysis of wax samples from the Marc Anton Monument in Vienna. Bericht-Nr. 2002-093, ICN, Amsterdam, Niederlande, 30. September 2002



Mikrokristalline Wachse werden als mit Lösemitteln (z. B. Testbenzin, Terpentin, Terpentinersatz) - unter Zuhilfenahme von Wärme (z. B. Heißluftfön) – reversible Substanzen beschrieben. Die in der gegenständlichen Arbeit durchgeführten Versuche zur Abnahme von Überzugs-Testflächen mit mikrokristallinem Wachs aus 1994 am Marc Anton-Monument zeigten jedoch nach mittlerweile acht Jahren eine deutliche verbleibende Verfärbung der Bronzeapatina.<sup>215</sup> Bei der Applikation besteht relativ einfache Handhabung, sie erfolgt üblicherweise durch Auftrag des gelösten Wachses mit Pinseln oder Tüchern. Dazu wird die Bronze üblicherweise vorgewärmt, bzw. mit nachträglicher Wärmezufuhr das Wachs in die Bronzeapatina eingeschmolzen.<sup>216</sup> Es werden Bronzen teilweise auch nur „kalt“, also ohne Zuhilfenahme von Wärme „gewachst“. Nach Erkalten wird das Wachs üblicherweise poliert, um Oberflächenporen zu schließen und das Lichtreflexionsverhalten des Objektes zur Erhöhung der plastischen Wahrnehmbarkeit zu verbessern. Für die zyklische Pflege des Überzuges (Reinigung, Ausbesserungen, etc.) werden je nach Standort ein bis drei Jahre empfohlen.<sup>217</sup> Bei mikrokristallinen Wachsen als Schutzüberzug ist die Zugabe von färbenden Komponenten (z. B. Graphit), Additiven wie Mattierungsmitteln (z. B. Kolophonium) und Korrosionsschutz-Inhibitoren üblich. In eigenen Versuchen wurde zur Verbesserung des Erweichungsverhaltens mikrokristalliner Wachse ein chemisch inerte Füllstoff mit ähnlich hydrophoben Eigenschaften nach Rücksprache mit dem Hersteller zugesetzt. Die Zugabe soll in einem Temperaturbereich von 80 bis 110 °C hiezu ein verbessertes Verhalten des eingesetzten Wachses bewirken, und das Anhaften von Umgebungspartikeln verringern, ohne das Wachs jedoch in seiner Schutzwirkung und Materialverträglichkeit zu verändern. Die im Lichtmikroskop mit regulierbarem Heiztisch durchgeführten Versuche zeigten diesbezüglich positive Ergebnisse.

In Abb. 68 bis Abb. 71 (Stereomikroskop-Aufnahmen, Durchlicht, 20-fach) ist das Erweichen von mikrokristallinem Wachs<sup>218</sup> auf einem Glasplättchen bei zunehmender Temperatur zu verfolgen:

Abb. 68: Temperatur 45 °C

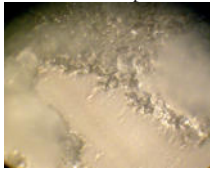


Abb. 69: Temperatur 70 °C

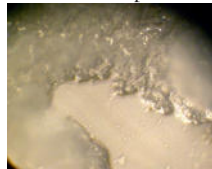


Abb. 70: Temperatur 90 °C

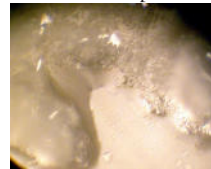


Abb. 71: Temperatur 105 °C



Das Wachs beginnt ab 70 °C zu erweichen. Ab dieser Temperatur besteht die Möglichkeit für Umgebungspartikel Haftung am Wachs zu finden. In Abb. 133 bis Abb. 141 (Stereomikroskop-Aufnahmen, Durchlicht, 20-fach) ist das Erweichen von mikrokristallinem Wachs mit Zugabe eines chemisch inerten Füllstoffes<sup>219</sup> auf einem Glasplättchen bei zunehmender Temperatur zu verfolgen:

Abb. 72: Temperatur 45 °C

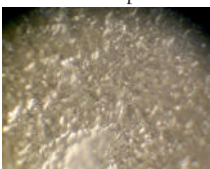


Abb. 73: Temperatur 50 °C

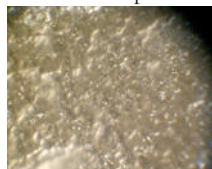


Abb. 74: Temperatur 60 °C

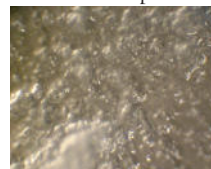


Abb. 75: Temperatur 75 °C

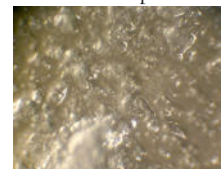


Abb. 76: Temperatur 80 °C

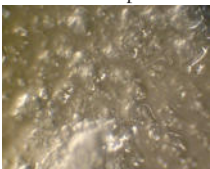


Abb. 77: Temperatur 90 °C

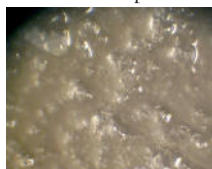


Abb. 78: Temperatur 95 °C

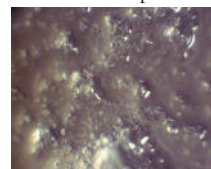
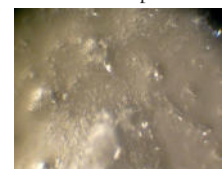


Abb. 79: Temperatur 100 °C



<sup>215</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite

<sup>216</sup> In Italien, Deutschland und Österreich werden dafür Heizstrahler, Heißluft-Föne und die natürliche Aufwärmung der Bronze genutzt, in den USA wird mikrokristallines Wachs mit Bunsenbrennern aufgebrannt

<sup>217</sup> vgl. Degrini, 2002, wie Anm. 189

<sup>218</sup> Mischung aus 20 Gew.-% Tromm Type TeCero® 3020I und 20 Gew.-% TeCero® 304I0, gelöst in 60 Gew.-% Spezialbenzin I00 / I40; siehe dazu Anlage A.3, Produktdatenblätter, Seite 125 ff.

<sup>219</sup> wie Anm. 218; in diese Mischung werden im verschlossenen Glas bei 50 °C mit einem Magnetrührer 2 Gew.-% Aerosil® R974 der Wachsmasse beigemischt; Produktdatenblatt, Seite 125 ff.

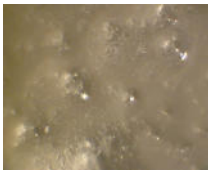


Abb. 80: Temperatur 105°C

Das Wachs mit Füllstoff zeigt bei zunehmender Temperatur erst ab 80 - 90 °C jenes Verfließen von Kanten, welches Wachs ohne Füllstoff schon bei 70 °C zeigt. Die Möglichkeiten dieser Methode sind noch weiter zu untersuchen.

### Wollwachs<sup>220</sup>

Wollwachs ist ein gereinigtes Nebenprodukt der Schafwollwäsche, und stellt im Hauptanwendungszweck eine Grundlage für die Herstellung sehr vieler Arzneimittel- und Salben dar, weshalb es auch in Reinheit, Zusammensetzung und chemischen Eigenschaften z. B. nach DAB<sup>221</sup> und ÖAB definiert ist. In Großbritannien ist Wollwachs („Lanolin“) als temporäre Pflegemaßnahme für Bronzen seit 1951 in Gebrauch.<sup>222</sup>

Die Schutzwirkung wird durch einen sehr dünnen und gleichmäßigen Paraffinfilm bewerkstelligt, die Verklammerung zum Grund wird durch Hydroxyl- und Carboxylgruppen bewerkstelligt. Beim Auftrag des Wollwachses entsteht eine Schicht von ca. 1/3 der Dicke im Vergleich zu jener bei Lack-Schutzsystemen. Ebenso wie bei mikrokristallinen Wachsen - jedoch in nicht so ausgeprägtem Maß – kommt es beim Auftrag auf Bronze patina zu einer Verstärkung der Eigenfarbe des Untergrundes (Nasseffekt, Aufsättigung), im Vergleich zu mikrokristallinen Wachsen minimal.

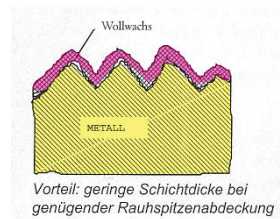


Abb. 81: Auftragsverhalten Wollwachs (Friehe)

Das Verhalten von Wollwachs unter Wärmeeinwirkung (Stereomikroskop-Aufnahmen, Durchlicht, 20-fach) wurde auf einem Glasplättchen am Mikroskop-Heiztisch (Abb. 143 bis Abb. 150) beobachtet:

Abb. 82: Temperatur 50 °C

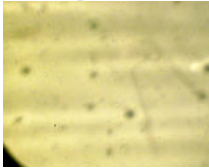


Abb. 83: Temperatur 60 °C

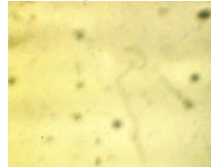


Abb. 84: Temperatur 70 °C

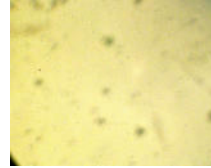


Abb. 85: Temperatur 80 °C



Abb. 86: Temperatur 90 °C

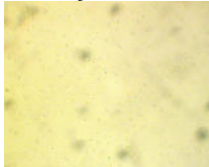


Abb. 87: Temperatur 100 °C

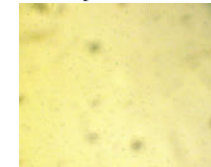
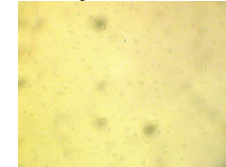


Abb. 88: Temperatur 120 °C



Abb. 89: Temperatur 140 °C



Im klaren Film sind gleichmäßig Bläschen verteilt. Bei zunehmender Temperatur konnten keine Veränderungen beobachtet werden.

In der Anwendung als Schutzüberzug auf Bronzen kommt entweder reines Wollwachs<sup>223</sup> oder ein Gemisch<sup>224</sup> von 40 % Wollwachs (Britische Pharmazie-Ware: Fettsäurefreies, neutralisiertes Wollwachs mit hohem Wachsalkoholanteil), 7 % Paraffin und 53 % Testbenzin zum Einsatz. Geeignete Lösemittel für Wollwachs sind z. B. Testbenzin und Ether (z. B. Petrolether).

Beim Aufbringen als Schutzüberzug wird die Substanz mit Pinseln oder Tüchern auf die Objekt Oberfläche aufgetragen.

<sup>220</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.; siehe Anlagen

<sup>221</sup> z.B. nach DAB als Mischung aus 13 Teilen gereinigter Wollwachsfraction, 4 Teilen Wasser, 3 Teilen Paraffin

<sup>222</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 234

<sup>223</sup> Friehe, W. : Temporärer Rostschutz durch Einölen, fettig-wachsartige Überzüge und Klarlackfilme. In: Metalloberfläche 22. Jg. 1968, Heft 9, Seite 266; und Seipelt, B., Götz, K. : Der Schutz von technischem Kulturgut gegen atmosphärische Korrosion. Arbeitsgemeinschaft Korrosion und Restaurierung, 1996

<sup>224</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 234

Atemschutz, Zuhilfenahme von Wärme und Staubfreiheit sind nicht in dem Maß erforderlich wie bei der Applikation anderer Schutzüberzugs-Systeme.

Aufgrund seiner Oxidierbarkeit ist der Wollwachs-Überzug zumindest einmal pro Jahr zu erneuern. Bei Nichteinhaltung der Pflegeintervalle werden nachteilige Eigenschaften gegenüber dem Substrat nicht ausgeschlossen. Wollwachs wird daher in der Literatur als temporäre Pflegemaßnahme beschrieben.<sup>225</sup>

### Acrylate<sup>226</sup>

Acrylate sind polymere Kunstharze, und wurden seit Ende des Zweiten Weltkrieges auch vermehrt z. B. als Festigungs- und Schutzüberzugssubstanz für Metall im Außenbereich eingesetzt. Acrylate sind moderne Kunstharze mit weithin beschriebenen Eigenschaften und einer riesigen Palette an Fabrikaten. Acrylate lösten in vielen Bereichen zuvor bevorzugt benutzte Produkte auf PVA-Basis ab. Zur Anpassung von Acrylaten ist die Zugabe von Netzmitteln, UV-Stabilisatoren, Korrosions-Inhibitoren, Farbstoffen und Pigmenten möglich und auch üblich. Acrylate werden als Schutzüberzug in gelöster Form mit dem Pinsel oder Spray appliziert, und bilden an der Oberfläche einen homogenen Film mit relativ gleichmäßiger Schichtstärke aufgrund der geeigneten Adhäsion.

Im Vergleich zu Wachsen besitzen Acrylate bessere Schutzeigenschaften gegenüber mechanischem Materialabtrag. Die Verstärkung der Eigenfarbe des Untergrundes (Naßeffect, Aufsättigung) ist im Vergleich zu mikrokristallinen Wachsen weitaus geringer.

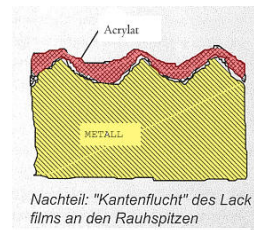


Abb. 90: Auftragsverhalten Acrylat (Friche)

Das Verhalten von Acrylharz<sup>227</sup> unter Wärmeeinwirkung (Stereomikroskop-Aufnahmen, Durchlicht, 20-fach) wurde auf einem Glasplättchen am Mikroskop-Heiztisch (Abb. 90 bis Abb. 94) beobachtet:

Abb. 91: Temperatur 50 °C

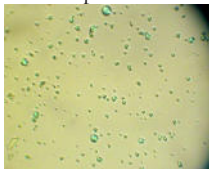


Abb. 92: Temperatur 90 °C

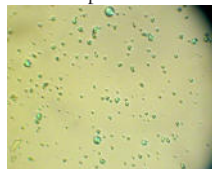


Abb. 93: Temperatur 120 °C

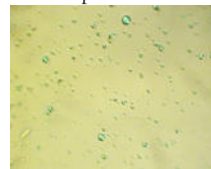
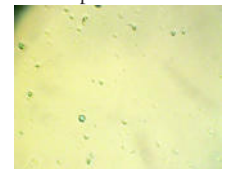


Abb. 94: Temperatur 140 °C



Ab einer Temperatur von 90 °C verschwinden Inhomogenitäten im Acrylharzfilm. Bei 140 °C ist ein weitgehend klarer Film ersichtlich. Die Substanz scheint ab einer Temperatur von 90 °C zu erweichen (Schmelzpunkt), während des Auftrages nicht gelöste Anteile des Harzes werden geschmolzen und Lufteinschlüsse freigegeben. Bei 140 °C scheint die Fließgrenze nahezu erreicht zu sein.

Die Möglichkeit der Abnahme von Acrylaten als Schutzüberzug auf Bronze und Patina nimmt durch die, durch UV-Strahlung und Hitzeeinwirkung herbeigeführte Vernetzung bis hin zur totalen Irreversibilität ab. Die Überzüge werden durch Versprödung rissig, und verlieren die Schutzwirkung. Eine Inspektion, Wartung und zyklische Erneuerung ist daher, und aufgrund optischer Veränderungen (Gilbung, Verbräunung) durch Alterung erforderlich.<sup>228</sup>

Die Anwendung von Acrylaten erfordert durch den Lösemiteleinsatz (z. B. Aromaten, chlorierte Kohlenwasserstoffe) besondere Vorkehrungen der Arbeitssicherheit und -hygiene (Abzüge, Sicherheitskleidung) und aufgrund der Trocknungszeit (bis mehrere Stunden erforderlich, durch Lösemittel steuerbar) besondere Maßnahmen z. B. der Staubfreiheit (staubfreie Räume oder Umhausungen).

<sup>225</sup> Marabelli, M.: Characterization and Conservation Problems of Outdoor Metallic Monuments. In: Conservation of Metal Statuary and Architectural Decoration in Open-Air Exposure. ICCROM - Symposium Paris 1986, Seite 99 ff.

<sup>226</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.; siehe siehe Anlage A.3, Produktdatenblätter; Seite 125 ff.

<sup>227</sup> Paraloid B-64 N®, siehe Anlage A.3, Produktdatenblätter; Seite 125 ff.

<sup>228</sup> vgl. Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.



Es sind eine Vielzahl von Acrylharzprodukten am Markt erhältlich, beispielhaft werden hier einige Produkte auf der Basis von Acrylharzsorten der Firma Rohm und Haas vorgestellt:<sup>229</sup>

Paraloid B-72® ist vorwiegend aus Ethyl-Methacrylat Copolymeren zusammengesetzt, und z. B. in Toluol, Diaceton-Alkohol, Alkohol, chlorierten Kohlenwasserstoffen und Estern löslich. Paraloid B-72® stellt eines der bei konservatorischen/restauratorischen Eingriffen seit den 1950er Jahren am häufigsten zur Anwendung gebrachten modernen Substanzen dar, und wird für den Einsatz im Außenbereich heute nicht mehr empfohlen. Publiizierte Erfahrungen und Kenntnisse von Konservatoren/Restauratoren<sup>230</sup> beschreiben Probleme in diesem Einsatzfeld, vor allem was die Möglichkeit der Abnahme der Substanz beim Einsatz als Schutzüberzug auf Bronzeatina betrifft.

Paraloid B-48 N® ist vorwiegend aus Methyl-Methacrylat Copolymeren zusammengesetzt, und z. B. in Toluol, Xylol, Butylacetat und Methoxopropylacetat löslich. Die Substanz wird von Distributoren für den Einsatz im Außenbereich empfohlen, die publizierten Erfahrungen geben diesem Fabrikat den Vorzug vor anderen Produkten. Zum Alterungsverhalten und den Möglichkeiten der Abnahme dieser Substanz von Bronzeatina konnten in der Literatur keine Hinweise gefunden werden.

Die Zusammensetzung von Paraloid B-64 N® ist nicht offengelegt, als Lösemittel eignet sich Aceton. Paraloid B-64 N® wurde vom Hersteller nach eigener Anfrage als Schutzüberzug für Bronze und Bronzeatina als das am ehesten geeignete Fabrikat dieser Produktgruppe empfohlen.<sup>231</sup>

Incralac® wird heute auf der Basis Paraloid B-44® (bis Mitte der 1980er Jahre auf Basis von Paraloid B-72®) unter Zugabe von Korrosionsschutzinhibitoren (Benzotriazol, 1967 erstmals in der Bronzeatinkonservierung eingesetzt), UV-Absorbern und Netzmitteln hergestellt, und ist z. B. in Toluol löslich. Incralac® stellt eine Entwicklung der „International Copper Research Association (INCRA)“ aus den 1960er Jahren dar und war ursprünglich ein Schutzsystem auf Basis von Paraloid B-72® unter Zugabe von Korrosionsschutzinhibitoren (Benzotriazol) und optional mit UV-Absorbern. Unter dem Namen Incralac sind im Handel Produkte diverser Hersteller erhältlich. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass die Eigenschaften von Benzotriazol Kristallisationsvorgänge zu bewirken als nachteilig für die Erhaltung von Goldauflagen auf Bronzeatina erkannt wurde, da mit der Volumenänderung durch Kristallisation eine Lockerung der Haftung des Blattgoldes am Untergrund verursacht werden kann.<sup>232</sup>

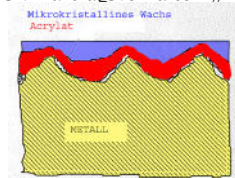
#### Mehrschichtsysteme („Sandwich“-Methode)<sup>233</sup>

Es gelangen unterschiedliche Substanzen in mehreren Schichten und mit unterschiedlicher Funktion übereinander als Schutzüberzugspaket zur Anwendung. Die Entwicklung von Mehrschichtsystemen wurden vor allem in Italien betrieben, es wurden unterschiedliche zweilagige Systeme verglichen, optimiert und zur Anwendung gebracht.

Dabei erfolgt der Auftrag einer Schichte Acrylat auf der gereinigten Objekttoberfläche als Schutz für Metall/Patina oder als Festigungsmittel für Goldauflagen, darüberliegend wird eine Schichte aus mikrokristallinem Wachs als Opfer- und Schutzschichte (auch gegen UV-Alterung des Acrylates) appliziert.<sup>234</sup>

Auf dem Marc Anton-Monument wurde 1994 eine derartige Testfläche gelegt. Dabei wurde Paraloid B-72® unter Zugabe von Korrosionsschutzinhibitoren (Benzotriazol) zur Festigung der Blattgoldauflagen eingesetzt, darüber wurde mikrokristallines Wachs Fabrikat Soter® eingesetzt.

Abb. 95 : Auftragsverhalten „Sandwich“



<sup>229</sup> Eigenschaften und Zusammensetzungen der hier aufgelisteten Produkte sind, sofern offengelegt, siehe Anlage A.3, Produktdatenblätter; Seite 125 ff.

<sup>230</sup> Smith, Beale, 1986, wie Anm. 188, Seite 99 ff. und Christman, 1998, wie Anm. 94, Seite 173-186

<sup>231</sup> persönliche Korrespondenz der Firma Rohm und Haas über die Fa. Brenntag AG / BRD an den Autor der Diplomarbeit. Die Empfehlung wurde mit günstigeren physikalischen Eigenschaften begründet. Lt. Auskunft besitzt dieses Acrylharz einen höheren Glaspunkt als andere Produkte der Fa. Rohm und Haas, und ist somit durch erhöhte Temperaturbeständigkeit begünstigt im Alterungsverhalten.

<sup>232</sup> Marabelli, 1994, wie Anm. 142, Seite 14

<sup>233</sup> Marabelli, 1986, wie Anm. 225, Seite 209 ff.; Marabelli, M., Bartuli, P., Colombo, B.: The Conservation of Marcus Aurelius' Monument. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 137 ff.

<sup>234</sup> Pichler, B., Sauer, R.: Marques de Pombal-Denkmal, Lissabon Bericht an den Bürgermeister von Lissabon, 1993



Auch für diese Testflächen wurden Möglichkeiten zur Abnahme der Substanzen in eigenen Versuchen untersucht.<sup>235</sup> Anhand der Restfärbung der Testflächen nach der Abnahme des Überzuges kann festgestellt werden, dass das Medium nach mittlerweile acht Jahren am Marc Anton-Monument unter den gegebenen Umständen nicht als reversibel bezeichnet werden kann.



Abb. 96: Marc Anton-Monument (MA-M), Wagenrad Nordseite. Testfläche mit Mehrschichtsystem, an dunkler Färbung erkennbar

### Zusammenfassung des möglichen Einsatzes der beschriebenen Systeme <sup>236</sup>

Die beschriebenen Systeme stellen dezitiert keine langfristigen Maßnahmen zum Schutz von Bronze und Patina im Freien dar. Eine zyklische Erneuerung des jeweiligen Überzuges ist erforderlich, um das Objekt zu schützen und seine „Lebenserwartungen“ erheblich zu steigern. Als Schutz vor Vandalenakten erleichtern die beschriebenen Systeme die Entfernung dabei üblicher Kunstharzlacke erheblich, indem sie bis zu einem gewissen Grad das Eindringen von Kunstharzlacken in die Patina unterbinden (abhängig von der Intensität der erfolgten Farb-Attacke auf die Oberfläche). Erfolgt keine kontinuierliche zyklische Wartung, bringen diese Schutzüberzug-Substanzen für Bestand und Ästhetik von Bronze und Patina nachteilige Konsequenzen:

Mikrokristallines Wachs bietet einen hervorragenden Korrosionsschutz, ist aber innerhalb von ein bis drei Jahren zu warten (Reinigung, Ausbesserung schadhaft gewordener Bereiche, gegebenenfalls Erneuerung) und dunkelt Bronzepatina sehr ein. Die vollständige Abnahme des am Marc Anton-Monument an Testflächen im Jahr 1994 eingesetzten mikrokristallinen Wachses wäre ohne mechanisch in die Patina einzugreifen nicht möglich gewesen.<sup>237</sup> Das die Abnahme dieses speziellen mikrokristallinen Wachses unter den gegebenen Umständen nicht möglich war, ist an einer deutlichen Restfärbung erkennbar.<sup>238</sup>

Bei der Abnahme von mikrokristallinem Wachs bedingt die, im Vergleich zu anderen Schutzüberzugssystemen relativ große Menge an applizierter Substanz, einen dementsprechend hohen Lösemittelbedarf und die Zufuhr von Wärme zur Verbesserung des Anlöseverhaltens.

Wollwachs bietet innerhalb eines Jahres ähnliche Schutzwirkung für Bronze und Patina wie mikrokristallines Wachs, muss aber danach aus Gründen der Substanzerhaltung vollständig erneuert werden. Eine optische Veränderung der Bronzepatina ist im Vergleich zu mikrokristallinen Wachsen erheblich geringer. Die Handhabung von Wollwachs beim Einsatz als Schutzüberzug auf Bronze und Patina ist im Vergleich zu den anderen hier beschriebenen Systemen einfach und erfordert auch aus Gründen der Arbeitssicherheit und -hygiene den geringsten Aufwand.

Acrylate bieten ebenfalls hervorragende Schutzwirkung, sind in der Anwendung modifizierbar und bieten vor allem hervorragende Festigungseigenschaften. Sie verändern die Erscheinung der Bronzepatina weniger als mikrokristallines Wachs. Ihre Neigung zur Kantenflucht verringert die permanente Schutzwirkung, ihr Einsatz ist vor allem durch die Eigenschaft, durch Alterung nicht mehr ohne massive Schädigung originaler Substanz abgenommen werden zu können, begrenzt.

<sup>235</sup> siehe Kap. 5, Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 82 ff.

<sup>236</sup> Eine objektspezifische Auswahl der hier beschriebenen Materialien für den Einsatz am Marc Anton-Monument erfolgt in Kap. 6, Maßnahmen, Seite 103 ff.

<sup>237</sup> diese Möglichkeit wurde nicht praktisch untersucht

<sup>238</sup> siehe Kap. 5, Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 82 ff.

Mehrschichtsysteme bieten die Möglichkeit, gewünschte Eigenschaften der Schutzwirkung durch die Vereinigung der Eigenschaften verschiedener Substanzen in einem bestimmten Rahmen zu optimieren. Sie sind aber gleichfalls in ihrem Verhalten und Auswirkung für die Objekterhaltung auf die bereits erwähnten Eigenschaften der eingesetzten Substanzen beschränkt. Langfristige Erfahrungen dieser Möglichkeit des Schutzüberzuges konnten im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht recherchiert werden.



Abb. 97: verschiedene Überzüge auf Brochantitpatina

<u>Eigenschaft</u>	<u>mikrokristallines Wachs</u>	<u>Wollwachs</u>	<u>Acrylate</u>
Säurezahl	< 0,1	< 1	keine Angabe
pH-Wert	n. a.	n. a.	n. a.
Farben	weiß, gelb, braun, schwarz	gelblich bis braun	klar
bes. Eigenschaften	Schmelzpunkt 50-110 °C	Tropfpunkt 38-44 °C	Schmelzpunkt 70 - 75 °C <sup>+</sup>
Dichte [kg/dm <sup>3</sup> ]	<1	0,884 – 0,892	>1
Brechungsindex	keine Angaben	1,470-1,479	keine Angabe

Tabelle 9: allgemeine Eigenschaften der beschriebenen Materialien

\* für TeCero<sup>®</sup>30410

+ für Paraloid<sup>®</sup>B-72

## 4. DAS MARC ANTON-MONUMENT

### 4.1 Aufbau, Herstellung, Oberflächengestaltung

#### Bronzeplastik

Die Bestandteile der Bronzeplastik (Plinthe, Löwen und Thronwagen mit Marc Anton) sind aus ca. 60 Teilen im Sandguss-Teilformverfahren<sup>239</sup> aus Bronze hergestellt. Als Vorlage für die Herstellung der einzelnen Gussformen (Abformung) wurde das in der „großen“ Werkstatt von Arthur Strasser in der Seidlgasse in Originalgröße hergestellte Werk in Gips, welches vom 18. März bis 31. Mai 1898 bei der IV. Jahresausstellung der Secession präsentiert worden war<sup>240</sup>, benutzt. Die Gipsplastik wurde dazu in die bereits erwähnten ca. 60 einzelne Komponenten geteilt, um davon jeweils die Gussmatrix (Gussmantel) für den später erfolgten Bronze-guss herzustellen. Bei der Anfertigung der Gussformen wurden bereits die zur Montage notwendigen Flanschen und Materialüberstände berücksichtigt, und in einem Guss mit dem abgeformten Teil des Monumentes hergestellt. Die separat gefertigten Teile der Bronzeplastik sind in Abb. 100 bis Abb. 103 durch unterschiedliche Farben dargestellt.



Abb. 98: Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien), 1898, monumentale Gipsplastik, (Künstlerhaus - Archiv)

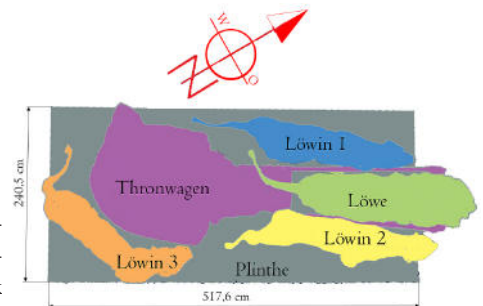


Abb. 99: Abmessungen (Dimensionen), Ausrichtung, einzelne Bestandteile der Bronzeplastik

Abb. 100: MA-M (Ansicht aus Nord-Ost), Bronzeplastik. Einzelteile des Bronze-gusses



Abb. 101: MA-M (Ansicht aus Nord-West), Bronzeplastik. Einzelteile des Bronze-gusses

<sup>239</sup> vgl. Kap. 2 Technologischer Hintergrund, Seite 31

<sup>240</sup> vgl. Kap. 1 Historischer Hintergrund, Seite 8 ff.

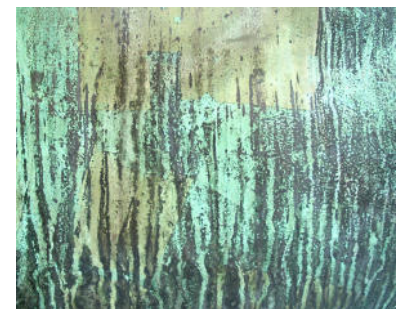
Abb. 102: MA-M (Ansicht aus Süd-West), Bronzeplastik. Einzelteile des Bronzezusses



Abb. 103: MA-M (Ansicht aus Süd-Ost), Bronzeplastik. Einzelteile des Bronzezusses

In der historischen Literatur konnte die Gesamtmasse der Bronze nicht eruiert werden, die eigene Schätzung beläuft sich auf 2000 bis 2500 kg. Die Oberfläche der Bronze ist in allen Bereichen durch originale Ausbesserungen von Gussfehlern gekennzeichnet. Die damals eingesetzten Verbindungs- und Fügetechniken<sup>241</sup> erlaubten eine besonders unauffällige und dauerhafte Reparatur, welche sich heute farblich aufgrund unterschiedlicher Legierungszusammensetzung etwas vom Umfeld abheben und in der Regel keine Schäden aufweisen.

Abb. 104: MA-M, Löwin I, Originalreparatur



Beim Zusammenfügen der Löwentiere wurde die zu der Zeit übliche Verschraubungstechnik mittels Schraubbolzen gewählt. Die Verschraubung erfolgte von außen, die Überlängen der Schrauben wurden danach abgesägt. An der Oberfläche wurde der Bereich der Verbindung (vermutlich) mit Punzen und Schleifwerkzeug der Umgebung angepasst.

Abb. 105: Schematische Darstellung der Verbindungstechnik mittels Schraubbolzen

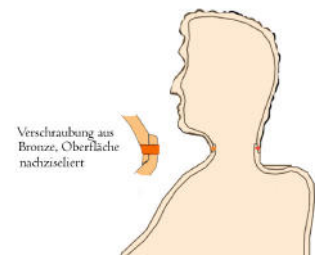


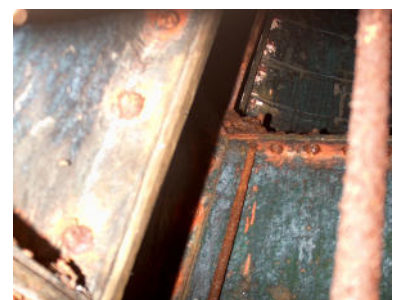
Abb. 106: MA-M, Thronwagen, Verbindungsnahat zwischen Zugstange und Fusskissen, Schraubbolzen für die Verbindung am Umriss erkennbar

Abb. 107: MA-M, Innenbereich des Sockels, Flanschenverbindungen der Plinthe (Endoskopie). Die zur Befestigung dienenden Eisen-schrauben sind mit einem Mennige-Anstrich als Korrosionsschutz versehen.



Bei Thronwagen, Feldherr und Plinthe erfolgte die Verbindung durch Verschrauben der innenliegenden Flanschen. Diese Verbindungsstöße wurden an der Sichtseite nachträglich überarbeitet und der Oberfläche angepasst. Die Flanschen stellen bei der gegebenen Wandstärke des Gusses eine notwendige statische Verstärkung dar, da diese die Widerstandsmomente gegen Verformung erhöhen. Zur Ableitung des Eigengewichtes sind im Innenbereich des Thronwagens mehrere Eisenstäbe montiert.

Abb. 108: MA-M, Eisengestänge im Inneren des Thronwagens



<sup>241</sup> vgl. Kap. 2 Technologischer Hintergrund, Seite 32



## Sockel

Der Sockel aus einschaligem Ziegelmauerwerk steht vermutlich ohne Fundamentierung im Erdreich, zur Unterstützung des Gewichtes von Feldherr und Thron wurde im Sockelinneren eine zusätzliche Mauer vorgesehen. Sichtseitig ist der Sockel zweischichtig mit einer Kalk-Zement-Mischung verputzt. Der grobe Unterputz wurde ca. 4 cm stark aufgetragen und enthält Zuschläge aus Kies von bis 40 mm Durchmesser. Dem feineren Sichtputz in der Stärke von in etwa 1 cm wurden Sande von bis zu 5 mm Durchmesser zugegeben. An der süd-östlichen Frontseite befindet sich eine Steintafel mit der Inschrift „Marc Anton – Gruppe, Arthur Strasser (1854 – 1927)“.

## Die Gestaltung der ursprünglichen Oberfläche

Zur Beschreibung der ursprünglichen Oberflächengestaltung des Marc Anton-Monumentes können folgende Informationsquellen herangezogen werden:

- Die Bronzeplastik in ihrer heutigen Erscheinung
- Das Modell aus 1896 im Besitz des Historischen Museums der Stadt Wien
- Die zeitgenössische Literatur der Jahre 1896 bis 1902
- Weitere Plastiken von Arthur Strasser

Arthur Strasser arbeitete an seinen Plastiken mit verschiedensten Methoden der Form- und Farbgebung. Neben der bereits erwähnten Vielfalt der Möglichkeiten der Modellierung<sup>242</sup> ist diese ebenso in der farbigen Gestaltung seines Œuvre abzulesen: Farbauftrag und chemische Patinierung des Metalls variieren, unterschiedliche Oberflächengestaltung durch den Künstler fließen in dessen Interpretation des Themas mit ein.

Abb. I09: Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien) aus 1896 (Historisches Museums der Stadt Wien), Gips bronziert und patiniert; Ausschnitt: Unterschiedliche Oberflächengestaltungen sind zu beobachten - an der Löwin changieren Farben von olivgrün bis braun, an der Rückwand des Thronwagens wirkt gelblich-rotliches Metall durch die ebenso changierende, aber dünner aufgetragene „Patinierung“.



Abb. I10: wie Abb. I09, Ausschnitt vom Fußkissen Marc Antons: In antikisierendem Stil ist eine fragmentarisch gehaltene Blattvergoldung (oder Imitation einer Blattvergoldung) ersichtlich.



Abb. I11: wie Abb. I09, Ausschnitt von Rückwand des Thronwagens: eine in antikisierendem Stil fragmentarisch gehaltene Blattvergoldung (oder Imitation einer Blattvergoldung) ist ersichtlich.

Abb. I12: Ägypterin mit Wasserkrug (auch: Nubierin), Kleinplastik, Terracotta, bronziert und patiniert, 1892, Privatbesitz M. Strasser. Unterschiedliche Farbnuancen sind an figürlicher Abbildung und am Sockel zu beobachten. Die Imitation der Bronzeapatina zeigt an Höhen der Modellierung die gelbliche Wirkung des durch die Patinierung (mehrere lasierend aufgetragene Malschichten mit unterschiedlichen Pigmenten) scheinenden Metalls (Malschichte mit verm. Bronze oder Messingstaub als Pigment).



<sup>242</sup> vgl. Kap. Historischer Hintergrund, Seite 12 ff.; sowie Kap. 2 Technologischer Hintergrund, Seite 26 ff.

Abb. 113: Pullarier, Kleinplastik, Terracotta, bronziert und patiniert, ohne Datierung, Privatbesitz M. Strasser. Die Plastik zeigt eine ähnliche Farbigkeit der Oberfläche wie in Abb. 79 beschrieben. Eine Vergoldung (oder Imitation einer Vergoldung) wurde an Höhen der Modellierung und in verschiedenen Bereichen (Hahn, Kopfschmuck) zur Unterstreichung der Symbolik des Dargestellten angebracht. Der gelbliche Farbton der Vergoldung wechselt im Grün der Patinierung mit dem stellenweise zum Vorschein tretenden gelblichen Farbton von blanker Bronze.



Diese Beispiele lassen Arthur Strassers Vorstellung einer „echt antiken“ Bronzepatina erkennen. Ein kräftiger Grünton changiert je nach Untergrund leicht ins Gelbliche, Rötliche oder Bräunliche.

Am Modell aus 1896 wurde von Arthur Strasser ein olivgrün-brauner Firnis aufgebracht, durch welchen ein Farbenspiel mit dem unterschiedlich intensiv durchscheinenden gelblichen Metall imitiert werden sollte. Eine Vielzahl unterschiedlicher chemischer Patinierungsmethoden zu jener Zeit ermöglichte ein weites Spektrum in der Erzielung von Farbnuancen an Metallen.<sup>243</sup>

Die originale farbige Oberflächengestaltung des Marc Anton-Monumentes konnte im Zuge der Recherche nicht geklärt werden (Patinierungsrezepte von Arthur Strasser, farbige Drucke, Grafiken, etc.). Dass die Bronzeplastik vom Künstler chemisch patiniert worden war steht fest, ebenso, dass die Vergoldung am Thronwagen vom Künstler bewusst als Gestaltungsmöglichkeit eingesetzt wurde und heute noch als abgewitterte, fragmentarisch erhaltene und größtenteils von Schmutzkrusten bedeckte Blattvergoldung vorhanden ist.

Am Modell ist in diesen Bereichen eine Vergoldung bzw. Imitation einer Vergoldung ersichtlich. An den oben angeführten Werken Arthur Strassers (siehe Abb. 109 bis Abb. 113) können Vergoldungen teilweise als Stilelement beobachtet werden.

Zurückgenommene und fragmentarisch gehaltene Vergoldungen sollten einen antikisierenden Eindruck erwecken, gleichzeitig werden damit symbolische Akzente unterstrichen. Die Vermutung liegt nahe, dass Arthur Strasser die am Marc Anton-Monument aufgebrachte Blattvergoldung<sup>244</sup> durch getönte Klarlacke abgedunkelt hat.

<sup>243</sup> Bersch, 1870-1880, wie Anm. 81, Seite 508 ff.; Krupp, 1900, wie Anm. 78, Seite 2

<sup>244</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 86 ff.

## 4.2 Geschichte des Monumentes

Im Frühjahr 1901 kam die monumentale Bronzeplastik „*Marc Antonius fährt durch die Strassen Roms*“<sup>245</sup>, oder auch „*Marc Anton, des Triumvirns Fahrt durch Italien*“<sup>246</sup>, nach ihrer Rückkehr von der Pariser Weltausstellung 1900, vorerst als Provisorium gedacht, rechts vom Haupteingang des Gebäudes der Wiener Secession zur Aufstellung.<sup>247</sup> Die Geschichte des Monumentes und seiner Umgebung kann anhand historischer Fotografien verfolgt werden.

Abb. 114: MA-M, Aufnahme von 1901 (ÖNB)

Der Sockel zeigt ein Rissnetz und Ablaufspuren. Die Bronzoberfläche erscheint dunkel, die Vergoldung ist aufgrund mangelnder Kontraste am historischen Photo nicht eindeutig nachweisbar<sup>248</sup>. Ablaufspuren sind hier bereits an der Bronzoberfläche zu sehen, ihre Lage stimmt mit den Rinnsuren am Sockel überein. Das Monument stand ursprünglich auf einer Grünfläche, zu der ein treppenartig gestaltetes und mit Gras bewachsene Terrain führte. Dimension, Proportion und formaler Aufbau des Sockels (Abstufung zur Plinthe der Bronze) entsprachen dem gegenwärtigen Erscheinungsbild.



Abb. 115: MA-M, Aufnahme von 1901 (ÖNB)

Ablaufspuren an den Löwenrücken und am Sockel sind deutlicher sichtbar. An der Fassade des Secessionsgebäudes fehlt bereits der Lorbeerkranz, welcher in der Reihe der hier angeführten Fotografien Auskunft über das jeweilige Aufnahmedatum gibt, und in Abb. 81 noch ersichtlich ist.



<sup>245</sup> Raichle, 1992, wie Anm. 1, Seite 64

<sup>246</sup> ebd.

<sup>247</sup> siehe Hevesi, 1898, Seite 358

<sup>248</sup> In Versuchen wurden eigene Farbaufnahmen der Vergoldung in ihrem Umfeld in S/W-Aufnahmen umgewandelt, und mit S/W-Aufnahmen aus dem Jahre 1901 verglichen. Als Ergebnis dieses Versuches lässt sich festhalten, dass eine solche Wahrnehmung des Goldes vom Kontrast der Umgebung bestimmt wird. Anhand der historischen Aufnahmen aus 1901 konnte die Vergoldung nicht eindeutig bestimmt werden.



Abb. 116: MA-M, Aufnahme von 1914 (ÖNB)

Die Bronzeoberfläche erscheint wieder geschlossen dunkel, eventuell wurde eine farbliche Anpassung abgewitterter Bereiche durch Nachpatinieren vorgenommen; am Sockel ist eine intensive dunkle Färbung sichtbar, das Rissbild bezüglich Position und Größe der Risse gänzlich verändert und weniger regelmäßig. Der Sockel scheint bis zum Zeitpunkt dieser Aufnahme neu verputzt worden zu sein, eine weitere Rissbildung ist zu beobachten.



Abb. 117: MA-M, Aufnahme von 1920 (ÖNB)

Die Bronzeoberfläche ist abgewittert, flächig beginnend an den Rückenbereichen der Tiere und den besonders exponierten Bereichen des Marc Anton. Helle Ablaufstreifen (in vom ablaufenden Wasser bevorzugten Oberflächenbereichen, „Vorzugstrifen“) sind in den vertikalen Bereichen ersichtlich. Der Sockel scheint wiederum neu gestaltet worden zu sein und zeigt sich als Naturstein imitierend mit „Stockhammer-Struktur“ und Flächeneinfassung. Ein Vergleich der Helligkeit des Sockels aus 1920 mit den Aufnahmen ab 1901 lässt die Vermutung zu, dass dessen Farbe der Färbelung des Secessions-Gebäudes angeglichen worden war.



Abb. 118: MA-M, Aufnahme von 1930 (ÖNB)

Die Verwitterung der Oberfläche ist fortgeschritten. Helle Flächen werden größer. Der Sockel zeigt ähnliche Rissbildung, die aufgrund anderer Belichtungsverhältnisse in der Abbildung besser ersichtlich wird.





Abb. 119: MA-M, Aufnahme von 1938 (ÖNB)

Ein weiterer Fortschritt der Verwitterung ist zu beobachten, besonders bei Marc Anton und den Flanken der Tiere. Im Streiflicht ist im rechten Sockelfeld die unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit von Kanten und Sockelfeldern erkennbar.



Abb. 120: MA-M, Aufnahme von 1945 (MA 7)

Beschädigungen (Einschüsse) infolge von Kriegshandlungen im Jahr 1945.

Bis zum Jahre 1950 wurden im Zuge des Wiederaufbaues auch diese Wunden verschlossen<sup>249</sup>, es erfolgte auch eine „Restaurierung“ des Marc Anton-Monumentes: Das Verschließen der Oberfläche erfolgte durch Einsetzen (meist Einschweißen) von Metallflicken. Vermutlich aus Gründen der Material- und Zeitnot wurde als Werkstoff wider besseren Wissens<sup>250</sup> Buntmetall unbekannter Zusammensetzung gewählt und der vorhandenen Oberfläche durch Patinieren angepasst. Das unterschiedliche Korrosionsverhalten der differenten Werkstoffe drückt sich im heutigen Erscheinungsbild aus. Jene Oberflächenverschlüsse, die nicht fotografisch dokumentiert worden sind, ließen sich somit feststellen.



Abb. 121, MA-M, Aufnahme von 1945 – 1950 (MA 7)

Die Beschädigungen durch Kriegshandlungen wurden repariert. Dabei wurden die durch Einschüsse verbogenen Bereiche rückgeformt, vermutlich Bronzeflicken unbekannter Zusammensetzung in die Fehlstellen der Bronzeplastik eingeschweißt, und diese durch chemische Patinierung eingedunkelt (vgl. Abb. 120).

<sup>249</sup> Kapner, 1969, wie Anm. 8, Abb. 18 und 19, Seite 57

<sup>250</sup> Hawlik, 1981, wie Anm. 102, Seite 108 ff.

Abb. 122: MA-M, Aufnahme von 1960 (ÖNB)

Das Erscheinungsbild der Bronzeoberfläche weicht von dem der Aufnahme aus 1938 erheblich ab. Die Patinierung, die im Zuge der Nachkriegsreparatur ausgeführt wurde, ist schadhaft. Die Reparaturen der Einschusslöcher heben sich dunkel ab. Die Oberfläche der Bronze ist bereits sehr stark von der Umwandlung in helle Korrosionszonen bestimmt.



Am 8. Oktober 1966 wird die sog. Unterpflasterstraßenbahn<sup>251</sup> (sog. „Ustraba“, „Zweierlinie“), die vom Landesgericht bis zur Secession geführt wurde, eröffnet. Aufgrund der Haltestelle bei der Secession wurde das Marc Anton-Monument etwas weiter in Richtung Nord-Ost gerückt. Nach der Eröffnung der U-Bahn Linie U2 wurden die Einrichtungen der „Ustraba“ wieder abgetragen, es erfolgte auch eine Rückversetzung des Marc Anton-Monumentes an seinen alten Standort. Die U-Bahn Linie U2 wurde am 30. August 1980 eröffnet.<sup>252</sup> Was den Standortwechsel betrifft kann vermutet werden, dass sowohl bei der ersten Versetzung als auch beim Rückbau jeweils ein neuer Sockel nach altem Vorbild errichtet wurde, die Bronze als Gesamtes auf den neuen Sockel gehoben und der alte Sockel danach abgetragen worden war. In die Zeit nach 1980 kann vermutlich die Anbringung der am Sockel des Monumentes befindlichen Steintafel mit dem Schriftzug „Marc Anton - Gruppe Arthur Strasser (1854-1927)“ datiert werden. Diese kann vor 1966 nicht, ab 1984 –1987 jedoch anhand von Fotos nachgewiesen werden.

Das Rissbild am Sockel und die Erscheinung der Bronzeplastik ist dem heutigen Zustand sehr ähnlich. Im Zuge des EU-Forschungsprojektes EUREKA – Projekt Eurocare Copal EU3I6<sup>253</sup> wurden in dieser Zeit für Materialanalysen vom Marc Anton-Monument Metallproben entnommen. Diese konnten zu Vergleichszwecken für Untersuchungen<sup>254</sup>, welche im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit angestellt wurden, herangezogen werden.



Abb. 123: MA-M, aus ca. 1984-1987

<sup>251</sup> Betriebsaufnahme erfolgte am 8. Oktober 1966, persönliche Auskunft durch Herrn Prof. Schlauß, Architekt, am Bau der „Ustraba“ beteiligt und Dr. Wolfgang Hilger, Stadt Wien, Magistratsabteilung 7; vgl. dazu Czeike, wie Anm. 25, 1997, Seite 495 ff.

<sup>252</sup> ebd.

<sup>253</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.

<sup>254</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 75 ff.



(Haiden)

Abb. 124: MA-M, Testflächen aus 1994 (Aufnahme 2002) an Löwin I, Thronwagen-Rad, Thronwagen-Rückwand und Löwin 3, jeweils erkennbar als dunkles Areal.

Im Jahr 1994 erfolgt im Auftrag des Bundesdenkmalamtes die Erprobung eines Überzugssystems<sup>255</sup> auf Testflächen am Monument. Die Arbeiten wurden von einem italienisches Restauratorenteam<sup>256</sup> ausgeführt. Die Testflächen wurden hierfür gereinigt. Die Reinigung umfasste die Reduzierung schwarzer Krusten und anderer aktiver Korrosionsprodukte (mechanisch mittels Skalpell und Metallbürsten). Korrosionsinhibitoren<sup>257</sup> wurden ebenfalls eingesetzt. Areale, wo Reste der Blattvergoldung vorgefunden wurden, sind mit saurem kationischen Ionenaustauscher<sup>258</sup> behandelt worden. Als Festigungsmittel für lose Goldauflagen diente ein Acrylat<sup>259</sup>. Das mikrokristalline Wachs wurde in zwei Lagen in einem zeitlichen Abstand von 48 Stunden aufgebracht und abschließend gebürstet. Auf Wunsch des Bundesdenkmalamtes wurde als Gegenstand der Diplomarbeit auch eine Evaluierung von Schutzwirkung und Alterungsverhalten dieses Schutzsystemes nach mittlerweile acht Jahren durchgeführt.<sup>260</sup>



Abb. 125: MA-M, Vandalismus-Akt aus dem Jahr 2000 (Kurier)

Im Zuge der Demonstrationen gegen die neugebildete ÖVP-FPÖ Koalition kam es im Jahre 2000 zu der dargestellten Besprayung, vermutlich mit einem kommerziellen Kunstharz-Produkt. Diese war über Bronze und Sockel verteilt. Der durch Sonneneinwirkung bereits in wenigen Monaten stark gealterte Kunstharzlack konnte nur mehr durch Kombination von organischen Lösemitteln, Abbeizpasten und mechanischem Nacharbeiten nahezu vollständig entfernt werden. In gewissen Bereichen war ein teilweiser Patinaverlust dabei nicht zu vermeiden.<sup>261</sup>



Abb. 126: MA-M, 2002

Im März 2002 wurde mit der vorliegenden Diplomarbeit begonnen. Basierend auf den bereits durchgeführten Untersuchungen und Probearbeiten sollte ein Maßnahmenkonzept entwickelt werden, dass auch eine Evaluierung der 1994 erfolgten Maßnahmen und eingesetzten Produkte zum Ziel hatte. Darüber hinausgehend sollte die Arbeit konkrete Hinweise für die Konservierung und kontinuierliche Pflege des Monumentes liefern.



<sup>255</sup> Anlage : mikrokristallines Wachs Fabrikat Baraldi, Soter®, gelöst in Terpentin, siehe Anlage A. 3, Seite 125 ff.

<sup>256</sup> Reindell, I., Tommasi G., : Restaurierbericht Marc Anton Monument. Rom 1994

<sup>257</sup> Fabrikat Merck, Benzotriazol C<sub>6</sub> H<sub>5</sub> N<sub>3</sub>

<sup>258</sup> Fabrikat Dowex, Type 50 W<sup>®</sup> (HCR-W<sub>2</sub>)

<sup>259</sup> Anlage : Acrylat Fabrikat Rohm und Haas, Paraloid<sup>®</sup> B72, gelöst in Trichlorethan

<sup>260</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 82

<sup>261</sup> Ziegler, J.: Bericht zur Abnahme von Graffiti. Wien 2000. Der Autor betont die Irreversibilität des Lackes durch

### 4.3 Zustandsbeschreibung - Schadensaufnahme

#### Bronzeplastik - Sichtseite

Das äußere Erscheinungsbild der Bronze wird durch Korrosionsprodukte des Grundmetalls und Krusten geprägt. Bronze, Patina und Sockel werden aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten durch Temperaturänderungen mechanisch beansprucht.<sup>262</sup> Wind stellt aufgrund mitgeführter abrasiver Bestandteile (Sand, Staub) ebenfalls eine mechanische Beanspruchung der Oberfläche dar. Ständig wechselnde Luftfeuchte (40 % - 98 % r. F.) und -temperatur (-13 °C bis +37 °C)<sup>263</sup> bewirken eine Frost-Tau-Beanspruchung der Patina. Es entstehen dabei Kondensations- und Feuchtezonen im Porenraum. Der chemische Angriff, z. B. durch „Sauren Regen“<sup>264</sup> (durchschnittlicher pH-Wert von 4,6) wird erleichtert, der Patinaverband z. B. durch gefrierende Flüssigkeiten entsprechend belastet.

Der Faktor Standort beschert des weiteren noch eine zusätzliche Einwirkung von klebrigen Substanzen durch Laub und Blüten umstehender Bäume, und durch die gute Erreichbarkeit aufgrund geringer Höhe Möglichkeit für Vandalenakte, wie z. B. im Jahr 2000. Bevorzugt dafür oft eingesetzte handelsübliche Kunstharzlackprodukte können ungehindert in die kapillare Mineralstruktur (Patina) eindringen. Die Entfernung bedingt auch eine teilweise Entfernung der Minerale und legt somit die Bronze ungeschützt frei, da keine Methoden zur Verfügung stehen, solche Substanzen ohne Materialverlust von der Patina zu Entfernen.<sup>265</sup> Der tägliche Verkehrstrom um den „Secessionsszwickel“ (Wien I., Getreidemarkt – Friedrichstraße) stellt ein wesentliche Belastung durch Abgase von ca. 50 000 Kfz's dar.

Aufgrund des Erscheinungsbildes der Oberfläche kann eine Differenzierung in verschiedene Belastungszonen („Zonen“ I-8, unterschiedliche Schadensmechanismen und Erhaltungszustände) erfolgen (siehe dazu Abb. 158 bis 161).<sup>266</sup> Diese bedingen unterschiedliche Interventionsstufen bei der Konservierung/Restaurierung.

#### Zone I

Diese Zone umfasst exponierte Bereiche mit vorwiegend grünen Korrosionsprodukten, hier hauptsächlich Brochantit,  $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$ <sup>267</sup>, gebildet aus der Legierung. Partikel aus der Umgebung, welche sich an der Oberfläche absetzen, werden durch direkte Bewitterung größtenteils wieder abgetragen. Diese Korrosion ist ein Resultat des Zusammenwirkens der Bronze mit Feuchtigkeit, urbanen Luftschadstoffen, Partikeln (z. B. Streusalz, Flugasche, Reifenabrieb, etc.) und Exkremete von Vögeln (vorwiegend Taubenkot). Sie stellt einen ständigen und unterschiedlich rasch fortschreitenden Materialverlust dar. Mit dem Regen werden Schadstoffe auf die Bronzeoberfläche transportiert<sup>268</sup>. Es erfolgt ein Angriff durch Herauslösen<sup>269</sup> von Metallionen aus der Legierung und eine Umwandlung in Korrosionsprodukte. Leichtlösliche Korrosionsprodukte des Kupfers werden an exponierten Bereichen des Objektes durch Regen ständig von der Bronze abgespült (Materialverlust). Modellierungen (z. B. Fellstruktur, siehe Abb. 94) sind in entsprechend abgewitterter Beschaffenheit vorhanden.

---

Hitzeinwirkung und die Erleichterung des Ablösens in jenen Bereichen, wo 1994 die Testflächen mit mikrokristallinem Wachs angelegt worden waren.

<sup>262</sup> Marabelli, 1994, wie Anm. 142, Seite 11 ff.; vgl. Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 89 ff

<sup>263</sup> Durchschnittliche Extremwerte für relative Feuchte und Temperatur der Luft in Wien im Jahreszyklus. Auskunft der Zentralanstalt für Metrologie und Geodynamik Hohe Warte Wien, 6. Dezember 2002

<sup>264</sup> Luftgütedaten: siehe Kap. 3 Konservierung / Restaurierung..., Seite 40 ff.

<sup>265</sup> Ziegler, 2000, wie Anm. 261

<sup>266</sup> Doktor, A., Conrad, W.: Typische Oberflächenphänomene. In: Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 155 ff.; Strandberg, 1997, wie Anm. 83, Seite 54 ff.

<sup>267</sup> vgl. Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 77 ff.

<sup>268</sup> siehe. 3 Konservierung / Restaurierung..., Seite 41 ff.

<sup>269</sup> zur Komplexität dieser Vorgänge siehe z. B. Graedel, 1997, wie Anm. 164, Seite 23 ff.



In diesen Bereichen wurden folgende Schichtstärken <sup>270</sup> der Patina festgestellt:

Plinthe, horizontal: 40-50  $\mu\text{m}$

Löwin I, Rumpf, vertikal, Norden: 100 – 140  $\mu\text{m}$

Löwin 2, Fuß, vertikal, Süden: 100 – 120  $\mu\text{m}$

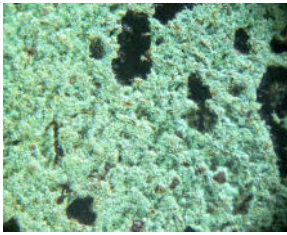


Abb. 128: wie Abb. 127: Mikroskopaufnahme, Vergrößerung –fach

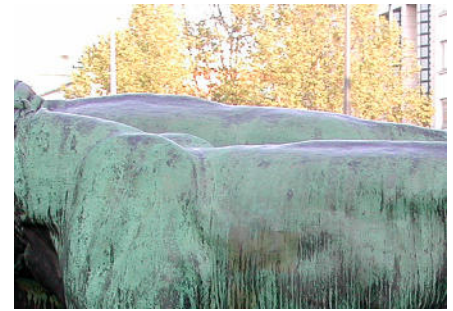


Abb. 127: MA-M, Löwin: Bereich mit vorwiegend grünen Korrosionsprodukten

### Zone 2

Diese Zone umfasst exponierte Bereiche mit vorwiegend grünen Korrosionsprodukten, hier hauptsächlich Brochantit,  $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$  <sup>271</sup>, gebildet aus der Legierung mit zusätzlich rötlich-bräunlicher Färbung. Partikel - vermutlich Eisenkorrosionsprodukte - haften an der Oberfläche und sind für diese Verfärbung verantwortlich. Durch die Ablagerung an der Oberfläche und durch Anwesenheit von Feuchte können Partikel (Metallverbindungen) in örtliche chemische Reaktionen eingebunden werden. Eine Unterscheidung zu Zone I kann maßgeblich aufgrund der Hauptrichtung der Bewitterung, vermutlich Nord-Ost, getroffen werden. In diesen Bereichen wurden folgende Schichtstärken <sup>272</sup> der Patina auf dem Metall festgestellt:  
Löwin I – Flicke, vertikal, Norden: 70 – 140  $\mu\text{m}$

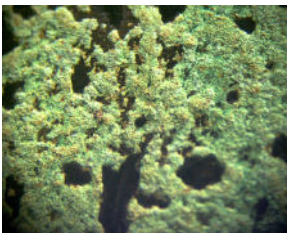


Abb. 130: wie Abb. 129, Mikroskopaufnahme, Vergrößerung 16-fach.



Abb. 129: MA-M; Bereiche mit grünen Korrosionsprodukten und anhaftenden Partikeln mit rötlich brauner Verfärbung

### Zone 3

Schwarz-grün gestreifte Bereiche zeigen abwechselnd als grüne „Vorzugstriften“ <sup>273</sup> für Wasserablauf und nebenliegende dunkle Bereiche. In den grünen Streifen konnten Cuprit ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), Brochantit ( $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$ ) und Spuren von Quarz ( $\text{SiO}_2$ ) nachgewiesen werden; die schwarz-grauen Verkrustungen bestehen aus Cuprit ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), Brochantit ( $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$ ), Antlerit ( $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$ ), Atacamit ( $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ ), Karbonat, Quarz ( $\text{SiO}_2$ ) und Graphit/Russ. <sup>274</sup> Unter den schwarz-grauen Verkrustungen konnten grüne und graue Korrosionsprodukte festgestellt werden. <sup>275</sup> Das Wahrnehmen der Modellierungen wird hier hauptsächlich durch diese schwarz-grüne Streifigkeit gestört. Der Zerstörungsgrad in diesen Bereichen und somit der Erhaltungszustand der Modellierung ist sehr unterschiedlich.

<sup>270</sup> Die Schichtstärke der Patina wurde nach dem Wirbelstromverfahren gemessen. Messgerät Firma Testoterm, Mega-check FN; siehe Mach, M., Pöhlmann G., Stöckle, B.: Die Messung von Patinaschichtdicken auf Kupfer und Bronze mit Hilfe des Wirbelstromverfahrens. In Vendl, u. a., 1991, wie Anm. 92, Seite 211 ff.

<sup>271</sup> vgl. Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 77 ff.

<sup>272</sup> wie Anm. 270

<sup>273</sup> Diese entstehen maßgeblich durch die Ablaufbedingungen für das Regenwasser an der vorgegebenen Geometrie der Oberfläche.

<sup>274</sup> vgl. Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 77 ff.

<sup>275</sup> Diese konnten aus organisatorischen Gründen nicht mehr hinsichtlich ihrer Zusammensetzung bestimmt werden.

In diesen Bereichen wurden folgende Schichtstärken <sup>276</sup> der Patina auf dem Metall festgestellt:

Löwin I – Rumpf, schwarz-graue Verkrustung, vertikal, Norden : 160 – 200  $\mu\text{m}$

Löwin I – Rumpf, grüne Vorzugstrift, vertikal, Norden : 70 – 140  $\mu\text{m}$

Löwin I -- Hinterlauf, grüne Vorzugstrift, vertikal, Norden: 120 – 150  $\mu\text{m}$

Löwin I – Testfläche mikrokristallines Wachs, vertikal, Norden: 90 – 130  $\mu\text{m}$

Thronwagen, Rad, grüne Vorzugstrift, vertikal, Norden: 30 – 60  $\mu\text{m}$



Abb. 132: wie Abb. 131: Mikroskopaufnahme 10-fach.



Abb. 131: MA-M, schwarz-grün gestreifter Bereich

#### Zone 4

Bereiche mit geschlossenen grau-schwarzen Krusten sind in vor direkter Bewitterung geschützten Bereichen anzutreffen. Die durch Abgelagerung/Umwandlung unterschiedlichster Partikelchen gebildeten Krusten enthalten auch Korrosionsprodukte der Metalllegierung.<sup>277</sup> Besonders gefährdend für das Monument ist die Anwesenheit von Chalkantit und Atakamit. Dieser Sachverhalt ist in der einschlägigen Literatur hinlänglich beschrieben.<sup>278</sup> In ihrer Konsistenz können sie von sehr lose/puderig bis dick/hart reichen. Darunter befinden sich Flächen, abwechselnd aus grauen und grünlichen Korrosionsprodukten bestehend. Diese wiederum weisen sehr unterschiedliche Oberflächengüten auf, neben flächig gleichmäßig ablaufender Korrosion sind hier auch punktförmig und in die Tiefe des Materials gehende Formen der Korrosion anzutreffen. Die Ausbildung von Krusten stellt das Produkt unterlassener Pflege dar. In unterschiedlicher Stärke und Härte liegen sie meist fest verzahnt mit Korrosionsprodukten an der Metalloberfläche vor und stellen eine besondere ästhetische Beeinträchtigung dar. In diesen Bereichen wurden folgende Schichtstärken <sup>279</sup> der Patina auf dem Metall festgestellt:

Thronwagen, Stoßdämpfer, schwarz-graue Verkrustung, vertikal, Norden: 140 – 280  $\mu\text{m}$

Thronwagen, Unterseite, schwarz-graue Verkrustung, horizontal: 300 – 700  $\mu\text{m}$

Thronwagen, Unterbau, schwarz-graue Verkrustung, vertikal, Westen: 100 – 2000  $\mu\text{m}$

Löwe, Unterseite der Mähne, horizontal: 250 - 4000  $\mu\text{m}$

Thronwagen, Fußkissen, horizontal: 100 - >5000  $\mu\text{m}$

Abb. 135: Querschliff einer Schmutzkruste vom MA-M, Vergrößerung 20-fach <sup>280</sup>

Abb. 133: MA-M, Löwenmähne-Unterseite, Krusten



Abb. 134: MA-M, Löwin 2, Hinterlauf, unter Schmutzkruste befindliche unterschiedliche Korrosionsformen



<sup>276</sup> wie Anm. 272

<sup>277</sup> Zur Zusammensetzung der Krusten siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 77 ff.

<sup>278</sup> Mach, M.: Bildatlas typischer Oberflächenphänomene von freibewitterten Bronzen. In: Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 152 ff.

<sup>279</sup> wie Anm. 272

<sup>280</sup> Probe Nr. XRD-T-11, siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 77 ff.



Zone 5

Dunkle Bereiche mit einer gut ablesbaren, aber fragmentarisch vorhandenen Modellierung, meist unterbrochen durch grüne Bereiche (siehe Zone 1). Modellierungen können hier am deutlichsten wahrgenommen werden. In ihrer Farbigkeit sind diese Bereiche nicht mehr als original zu erwähnen, es liegen ebenfalls Korrosionsprodukte der Metalllegierung vor, die jedoch anscheinend ein originales Oberflächenniveau markieren und keiner Formveränderung unterlegen sind. Diese Zonen sind in vorwiegend horizontalen Bereichen des Monumentes anzutreffen, wo (aus statischen/fertigungstechnischen Gründen) eine höhere Wandstärke vorliegt und ein Materialabtrag durch Witterung erschwert ist. In diesen Bereichen wurden folgende Schichtstärken <sup>281</sup> der Patina auf dem Metall festgestellt:

Plinthe, horizontal: 60 – 80 µm

Löwin I, Pranke, vertikal, Osten: 140-180 µm

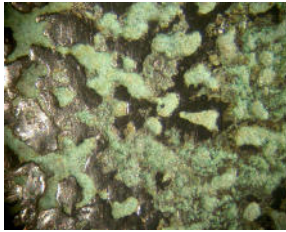


Abb. 137: d.s. wie Abb. 136, Mikroskopaufnahme 10-fach



Abb. 136: MA-M, Löwe, Vorderpranke, Bereich mit deutlicher, scharfer Modellierung

Zone 6

In Bereichen mit Blattgoldauflage sind je nach ihrer Exposition verschiedene Grade der Abwitterung festzustellen. In besonders exponierten Bereichen (z. B. Widderköpfe an den Enden der Zugstangen) sind die Blattgoldauflagen kaum noch sichtbar. In geschützteren Bereichen ist die Blattgoldauflage teilweise sichtbar, aber auch teilweise von Krusten (Atakamit  $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$ , Chalkantit  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , Quarz  $\text{SiO}_2$ , Gips  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) und (vermutlich) gealterten Überzügen überdeckt. Die Haftung der noch vorhandenen Blattgoldauflagen zum Metall ist sehr unterschiedlich.

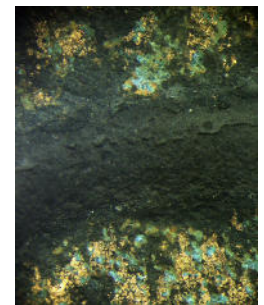
Abb. 138: MA-M, Blattgoldauflage Thronwagen-Fußkissen



Abb. 139: MA-M, Blattgoldauflage Thronwagen-Rückwand



Abb. 140: d.s. wie Abb. 138: Mikroskopaufnahme 10-fach.

Zone 7

Diese befindet sich an der Plinthe - fast geschlossen rundum laufend - in einer Stärke von ca. 22 mm, beginnend an der Berührungskante mit dem Sockel. Diese Zone besitzt eine rötliche Färbung des Metalles ohne sichtbare Korrosionsprodukte. Es scheint hier ein Zusammenwirken von erhöhter Feuchtigkeit, Bestandteilen des Sockelputzes und der Gusslegierung vorzuliegen. Aus diesen Bereichen konnten keine Proben für die XRD-Untersuchung entnommen werden.

Abb. 141: MA-M, Ausschnitt des Auflagebereiches der Plinthe am Sockel, rundumlaufend ohne Ausbildung einer grünen Patina



<sup>281</sup> wie Anm. 272



Zone 8

Das Besteigen und Berühren der Bronzeplastik - vorwiegend durch Stadtbesucher zum Zweck der fotografischen Abbildung von Personen - wird durch die geringe Sockelhöhe und die freie Zugänglichkeit des Terrains erleichtert. Dies bedeutet einen Abrieb der Oberfläche durch das Schuhwerk und an verschiedenen Stellen einen chemischen Angriff durch Schweiß.<sup>282</sup> Diese Phänomene sind zu beobachten an den Mäulern, Schwänzen und an den Rücken der Löwen und lassen teilweise das blanke Metall erscheinen.

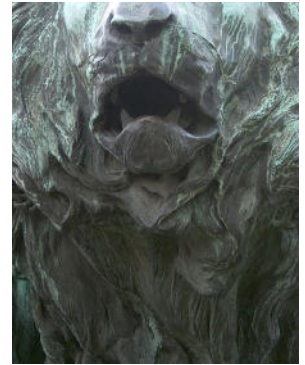


Abb. I42: MA-M, Schweißpatina am Maul des Löwen

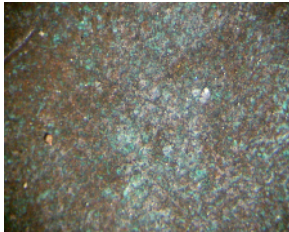


Abb. I43: MA-M, Pinthe, oft von Besuchern bestiegenes und angegriffenes Areal, Mikroskopaufnahme, 10-fach; grüne Korrosionsprodukte werden durch ständiges Besteigen abgerieben, das blankes Metall kommt zum Vorschein

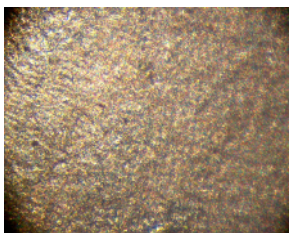


Abb. I44: Jüngling vor dem Theseustempel, Volksgarten, Wien I, Detail Fuß: Die Bildung einer grünen Patina ist durch ständiges Berühren nicht möglich, eine Auswirkung vor allem von Handschweiß



Abb. I45: wie Abb. I44, Mikroskopaufnahme, 10-fach: dendritische Gussgefüge mit freiem Auge sichtbar

**Bronzeplastik - Innenseite**

Das Innere der Bronzeplastik konnte partiell autoptisch befundet werden. Dazu wurde eine Endoskopie vorgenommen, welche auf Videoband aufgezeichnet wurde. Zum Einführen der Kamerasonde standen zwei bereits vorhandene Öffnungen zur Verfügung: Durch Abschrauben des Verschlussbleches an der Unterseite des Fusskissens/Thronwagen konnte ein Eindruck über den dortigen Zustand gewonnen werden. Eine Öffnung an der Nordwest-Ecke des Sockels (loses Ziegelstück) gestattete, den Innenbereich dieses Sockelabschnittes und die Unterseite der Plinthe in Augenschein zu nehmen. Hier wurden keine Materialproben entnommen.



Abb. I46: MA-M, Innenseite Thronwagen



Abb. I47: MA-M, Endoskopieaufnahme, Innenseite Sockel und Plinthe.

<sup>282</sup> Schweiß ist eine klare, geruch- u. farblose Flüssigkeit mit einem pH-Wert von 4 bis 6,8. Männerschweiß weist im allgemeinen einen niedrigeren pH-Wert auf als Frauenschweiß. Der Schweiß besteht zu 99% aus Wasser. Der Rückstand setzt sich aus anorg. Verb. (hauptsächlich Kochsalz, Ammoniak, ferner Phosphate, Sulfate, Kalium-, Calcium- u. Magnesium-Salze) u. org. Verb. (wie Harnstoff, Glucose, Brenztraubensäure, Cholesterin, Milchsäure, Urocaninsäure, Aminosäuren usw.) zusammen. Der Kochsalz-Gehalt des Schweißes beträgt etwa 0,5% und kann bis auf 0,03% abnehmen. Der Schweiß übt auf Bronze beträchtliche ätzende Wirkung aus, hält das Metall nahezu blank, und gibt der Oberfläche ein glasartiges Tiefenlicht. Die Ausbildung der typischen Patina wird dadurch unterbunden; siehe Schmidt, Thews: Biochemistry and Physiology of the Skin. Oxford: Univ. Press 1983. In: Int. J. Dermatol. 28, (1989). Physiologie des Menschen, Heidelberg: Springer 1990, Seite 508–511; und Römpf, 1995, wie Anm. 84

An der Oberfläche im Inneren der Bronzeplastik ist größtenteils eine dunkelgrüne Patina ausgebildet, teilweise ist die blanke Bronze sichtbar. Ein Flüssigkeitsfilm überzieht das gesamte Innere, an Graten stehen satte Tropfen. Um die klimatischen Verhältnisse im Inneren quantifizieren zu können, wurde ein Datenlogger<sup>283</sup> stationiert, der halbstündlich die Werte von relativer Luftfeuchte und Temperatur aufzeichnet. Es wurden für die Monate Juni bis September 2002 Werte für die relative Feuchte zwischen 85 und 100 % gemessen, die gleichzeitig aufgezeichneten Temperaturen weisen parallelen Verlauf zur Außentemperatur auf. Mitbestimmend für das Aufwärm- und Abkühlverhalten des gesamten Monumentes (Bronzeplastik und Sockel) und somit auch für das Klima im Inneren ist die Nähe des Erdreiches am Standort. Die hohe Wärmespeicherkapazität des Terrains wirkt auf Temperaturveränderungen der Umgebung (im Gegensatz zur dünnwandigen Bronze) sehr träge. Aus dem Feuchtehaushalt von Sockel und Erdreich resultiert die starke Kondensatbildung, welche zur Entstehung der grünen Korrosionsprodukte führt.



Abb. 148: MA-M, Thronwagen-Fußkissen, Positionierung des Datenloggers in Nische im unteren Bildausschnitt links

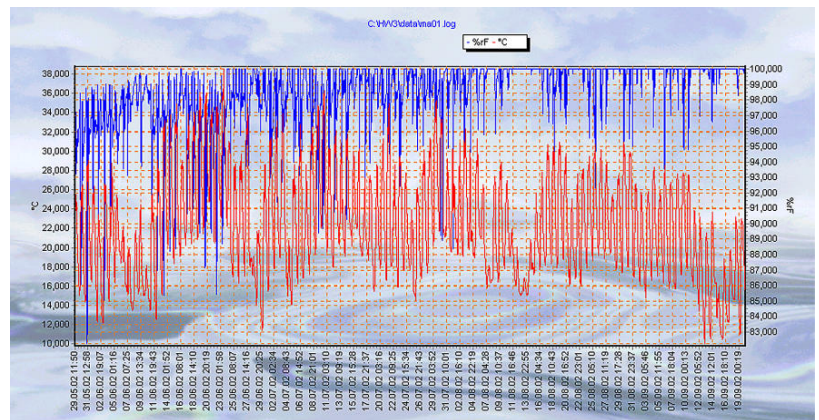


Abb. 149: Aufzeichnung Datenlogger; Relative Feuchte und Temperatur im Inneren des Monumentes für den Betrachtungszeitraum Juni bis September 2002 (MAK)

### Bronzeplastik - Grundmetall

Die Metalllegierung, aus welcher die Bronzeplastik des Marc Anton-Monumentes gegossen wurde, setzt sich hauptsächlich aus folgenden Elementen (Angabe in Gew.-%) zusammen:<sup>284</sup>

90 % Kupfer (Cu), 4 % Zinn (Sn), 1 % Blei (Pb), 4 % Zink (Zn)

Eisen (Fe), Nickel (Ni), Silber (Ag), Antimon (Sb), Arsen (As), Bismuth (Bi), Cobalt (Co), Gold (Au) und Cadmium (Cd) kommen in der Legierung in Gehalten von <0,001 % bis 0,308 % vor. Im Vergleich dazu wurden bei einer im Jahre 1986 durchgeführten Legierungsanalyse<sup>285</sup> 90 % Kupfer (Cu), 4 % Zinn (Sn), 3 % Blei (Pb) und 3 % Zink (Zn) festgestellt.

Das Grundmetall wird durch die in der Patina vorkommenden Kupferminerale (Brochantit und Cuprit), welche in der urbanen Atmosphäre vor Ort als weitgehend beständig beschrieben werden konnten, vor weiterer chemischer Umsetzung (Herauslösen von Metall, Umwandlung in Korrosionsprodukt) sowie auch vor Abrasion geschützt. Schwachstellen in der Patina sind Poren und Risse, die bis zum Grundmetall vorgehen und in denen sich korrosionsfördernde Elektrolyte ansammeln können, als auch Korrosionsprodukte, welche in der lokalen Umgebung keine Stabilität aufweisen (z. B. Antlerit, Strandbergit, Atacamit, Paratacamit, vermutlich Tutton-Salz).<sup>286</sup>

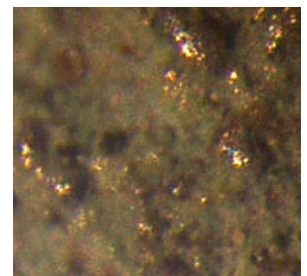


Abb. 150: MA-M, nicht gereinigter, direkt bewitterter Bereich; Mikroskopaufnahme 60-fach; Deutlich ist zwischen grünen Korrosionsprodukten das helle Leuchten des Metalls zu erkennen.

<sup>283</sup> Fabrikat Rotronic : Das Gerät wurde für die Aufzeichnung von Juni – September 2002 dankenswerter Weise vom Museum für angewandte Kunst, Wien zur Verfügung gestellt. Für die Aufzeichnung von Oktober 2002 bis Januar 2003 wurde dasselbe Gerät angekauft.

<sup>284</sup> siehe Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite ; Der fehlende Teil auf 100 % wird von verschiedenen Elementen gebildet.

<sup>285</sup> siehe Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff

<sup>286</sup> vgl. Kap. 3 Konservierung / Restaurierung..., Seite 33 ff.



Vor allem Regenwasser kann durch Fehlstellen in der Bronzehaut (siehe Abb. I62 und Abb. I63 ) ins Innere gelangen. Dies geschieht an mehreren Stellen an der Plinthe und an einer Stelle am Joch des Löwen. Dieser Feuchteintrag führt zur permanenten Anwesenheit eines Elektrolyten und bewirkt eine erheblich beschleunigte Korrosion jener Eisenkomponenten, welche mit der „edleren“ Bronze verbunden sind. Diese mit Volumszunahme verbundene Ausbildung der Eisenkorrosion bewirkt ein Aufsprengen der Bronze in den respektiven Bereichen.<sup>287</sup>



Abb. I51: MA-M, fehlende Originalflicke an der Plinthe, Sprengung der Bronze durch Eisenkorrosion. Das vorzeitige Erstarren der geschmolzenen Legierung in der Gussform (Gussfehler), die mechanische Vorbereitung dieses Bereiches für das Anfügen einer Bronzeflicke, sowie die zur Absprengung führende Eisenkorrosion ist ersichtlich.

### Bronzeplastik - Konstruktive Elemente aus dem Innenbereich, Verbindungsnahte

Im Inneren des Thronwagens sind Verstärkungen angebracht, welche die Stabilität der Plastik in vertikaler Richtung erhöhen. Dem Korrosionsbild nach zu urteilen sind diese Elemente aus Eisen oder Stahl gefertigt, besitzen teilweise keinen Korrosionsschutzanstrich und sind dementsprechend unterschiedlich stark korrodiert.



Abb. I52: MA-M, Innenbereich des Thronwagens

Abb. I53: MA-M, Innenbereich Plinthe, Endoskopieaufnahme



Die zur Montage der Flanschen im Inneren vorgefundenen Schraubverbindungen (ebenfalls aus Eisen oder Stahl) sind sichtlich mit einem Mennigeanstrich geschützt. Verbindungsnahte, bzw. -stöße sind größtenteils gut verschlossen, sodass Feuchte nur an wenigen Stellen in das Innere vordringen kann (siehe Abb. I62 und Abb. I63). Die Passgenauigkeit und handwerkliche Ausführung der Verbindungsnahte und –stöße spricht für professionelle, präzise Arbeit. Die Tatsache, dass auch die Rückwand des Thronwagens (Relief) aus drei separat gegossenen Teilen zusammengesetzt ist, konnte nur mittels Endoskopie anhand der Verbindungsflansche festgestellt werden, von außen sind diese Fugen mit dem Auge nicht erkennbar.

Die Kondensation an der inneren Oberfläche wird durch permanente Feuchte aus dem Erdreich (Sockelzonen) besonders begünstigt (relative Luftfeuchte während der Sommermonate 2002 zwischen 85 – 100 %). Vorwiegend konstruktive Elemente im Innenraum aus vermutlich Eisen oder Stahl werden dadurch zerstört. Diese Elemente zeigen generell keine Spuren eines Austausches oder Öffnens (Schraubverbindungen). Es wird vermutet, dass die Bronzeplastik während der Standortwechsel (im Zeitraum 1965 bis 1981) nicht in Einzelteile zerlegt wurde, sondern jeweils im Ganzen auf den neuen Sockel verbracht wurde.

<sup>287</sup> vgl. Doktor, Conrad, 2000, wie Anm. 266, Seite 155 ff.



## Sockel

Der rezente Sockel ist nicht mehr original (1901), er steht aber in etwa wieder an jener Position, wo er ursprünglich um 1901 aufgebaut worden war. Nach dem zweiten Standortwechsel (zwischen 1980 und 1984) wurde an der Nordostseite des Sockels in Bodennähe ein Steinschild mit der Inschrift „Marc-Anton Gruppe, Arthur Strasser (1854-1927)“ angebracht. Der Sockelputz weist heute Risse, Fehlstellen und Ausbesserungen auf. Die Risse gehen teilweise durch das gesamte Mauerwerk und sind biogen besiedelt. Die Grünfärbung des Putzes wird durch im Regenwasser gelöste Cu-Verbindungen hervorgerufen. Das an der Bronzeplastik auftreffende Wasser läuft über die Sockelwandungen ab. Die Zusammensetzung und das Zustandekommen dieser grünen Areale wurde nicht eingehender untersucht (siehe Abb. I64 – Abb. I67).



Abb. I54: MA-M, Ansicht aus Nord-Ost

Zur Beschreibung der Beschaffenheit des Sockelstandortes wurde eine Sondierung des Terrains bis in eine Tiefe von 60 cm unter dem jetzigen Niveau vorgenommen. Eine Fundamentierung des Sockels sowie drainagierende Maßnahmen wurden dabei nicht festgestellt. Im Erdreich ist der Sockel von Baumwurzeln umwachsen.



Abb. I55: MA-M; Sockelverputz endet im Erdreich, Baumwurzel

In erster Linie dürfte die nicht vorhandene oder ungenügende Sockelgründung, aber auch die klimatischen Bedingungen und die biogene Besiedelung ober- und unterhalb des Terrains für das ausgeprägte und immer noch aktive Rissbild vor allem an der Süd-West-Seite, welches in ähnlicher Weise schon um 1984-1987 festgestellt werden konnte, verantwortlich sein. Zu den Rissen, welche in 1984-1987 bereits ersichtlich sind, kamen weitere vor allem in den Eckbereichen der Süd-West-Seite hinzu. Dies ist Zeichen für ein weiteres lokales Setzverhalten des Sockels.

Abb. I56: Marc Anton-Monument, um 1984-1987

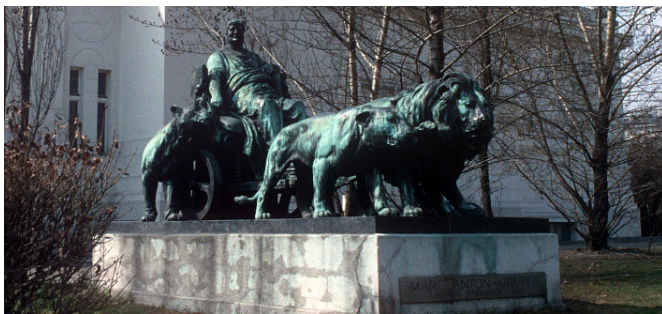


Abb. I57: Marc Anton-Monument, 2002

## 4.4 Kartierung von oberflächen- und materialspezifischen Informationen

### Unterschiedliche Korrosionszonen an der Sichtseite der Bronzeplastik

LEGENDE - Oberflächeneinteilung

- Zone 1, Bronzeoberfläche, direkt bewittert
- Zone 2, Bronzeoberfläche, direkt bewittert, sichtbare Ablagerung
- Zone 3, Bronzeoberfläche, Ablaufbereiche für Wasser mit grünen Vörsugstriffen
- Zone 4, Bronzeoberfläche, Krusten in Bereichen ohne direkte Bewitterung
- Zone 5, Bronzeoberfläche, keine sichtbaren Korrosionsschäden
- Zone 6, Bronzeoberfläche, fragmentarisch erhaltener Vergoldung
- Zone 7, Bronzeoberfläche, Interaktionszone Bronzeplastik / Sockel
- Zone 8, Bronzeoberfläche, sichtbarer Einfluß von menschl. Schweiß

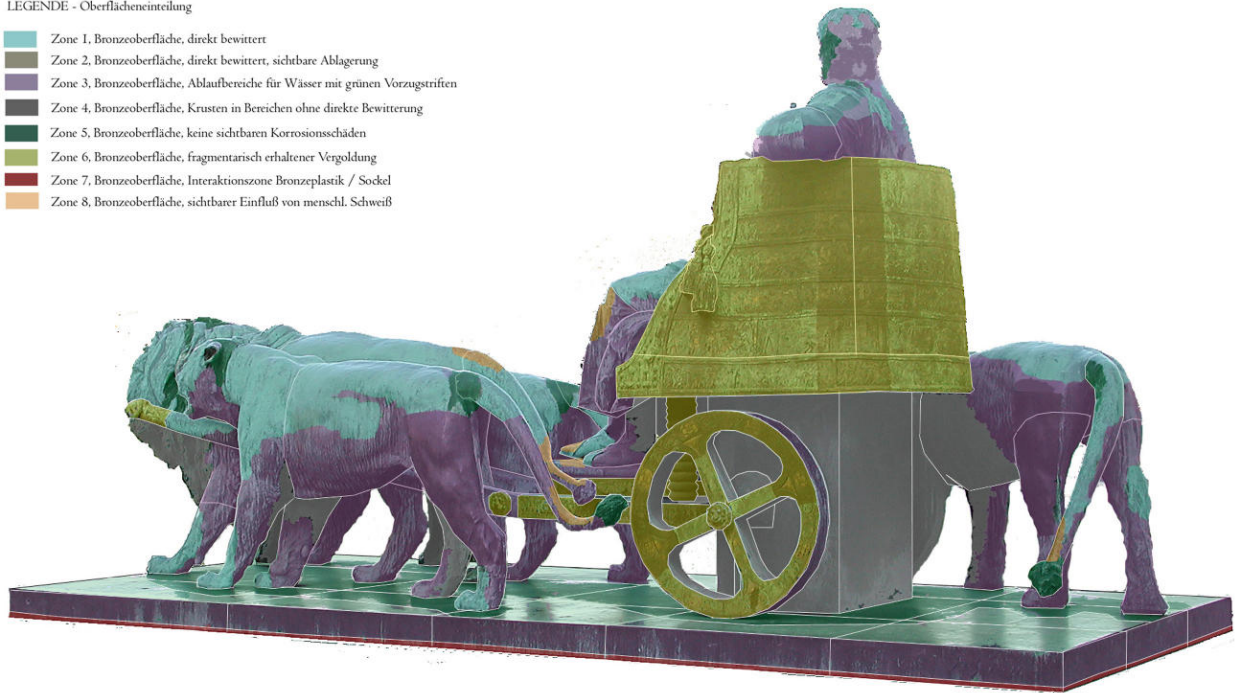


Abb. I58: Korrosionszonen, Ansicht aus Nord-West



Abb. I59: Korrosionszonen, Ansicht aus Süd-West





Abb. I60: Korrosionszonen, Ansicht aus Nord-Ost

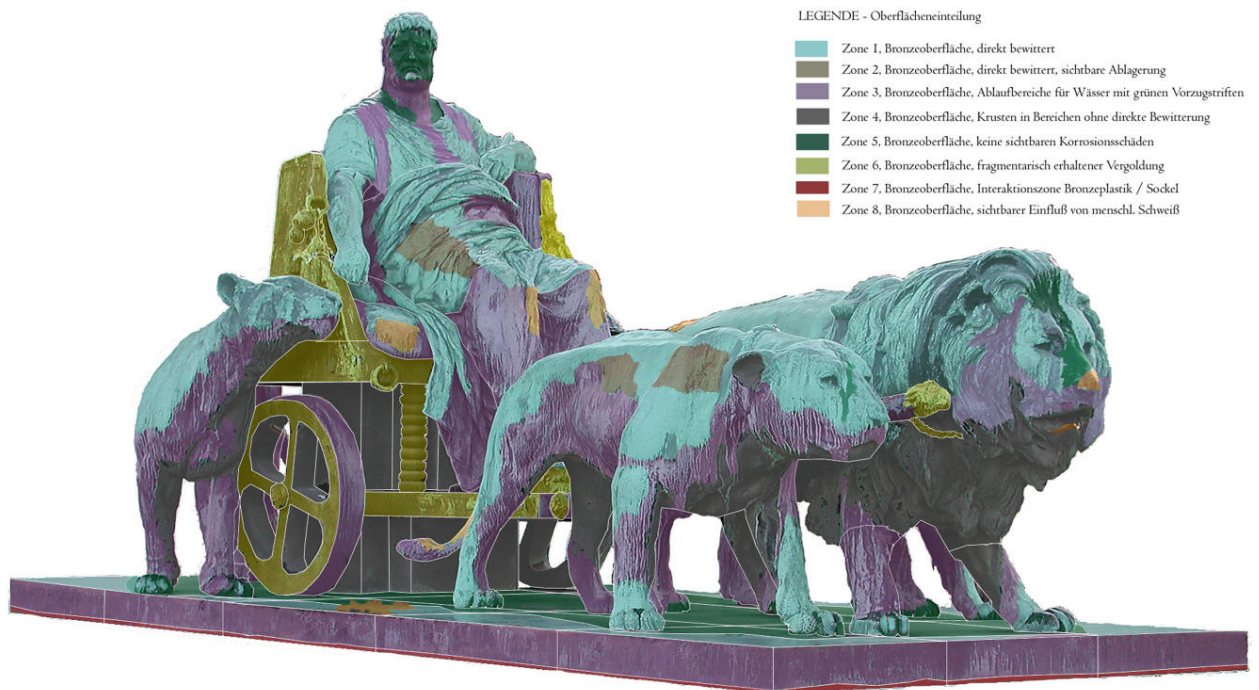


Abb. I61: Korrosionszonen, Ansicht aus Süd-Ost



Beschädigungen der Bronze aus dem Zweiten Weltkrieg, Öffnungen in der Bronzehaut

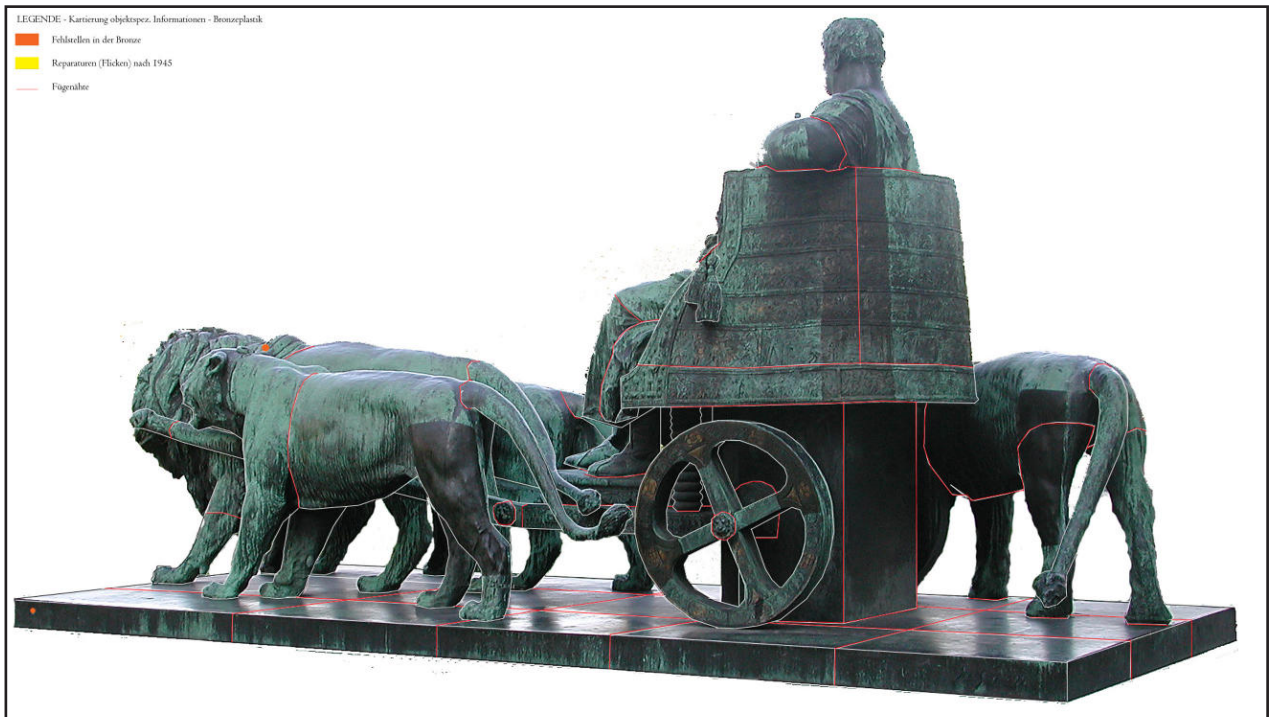


Abb. I62: Beschädigungen und Fehlstellen, Ansicht aus Nord-West



Abb. I63: Beschädigungen und Fehlstellen, Ansicht aus Süd-Ost

Schadensbild am Sockel

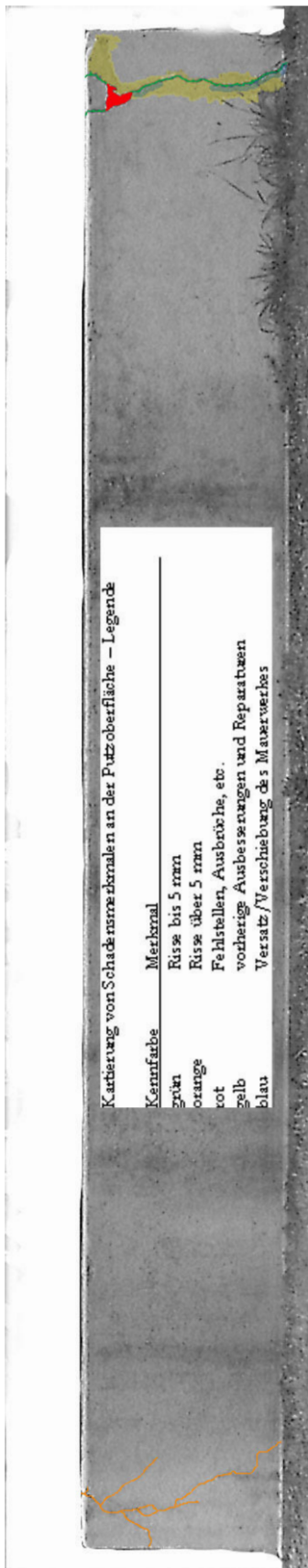


Abb. I64: Schadensbild Sockel, Ansicht aus Nord

Abb. I66: Schadensbild Sockel, Ansicht aus West

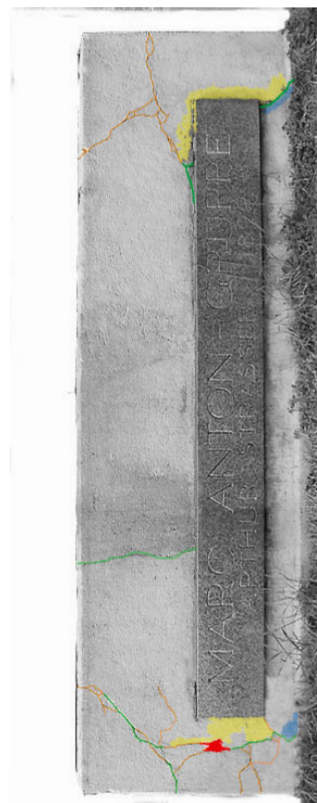


Abb. I65: Schadensbild Sockel, Ansicht aus Ost

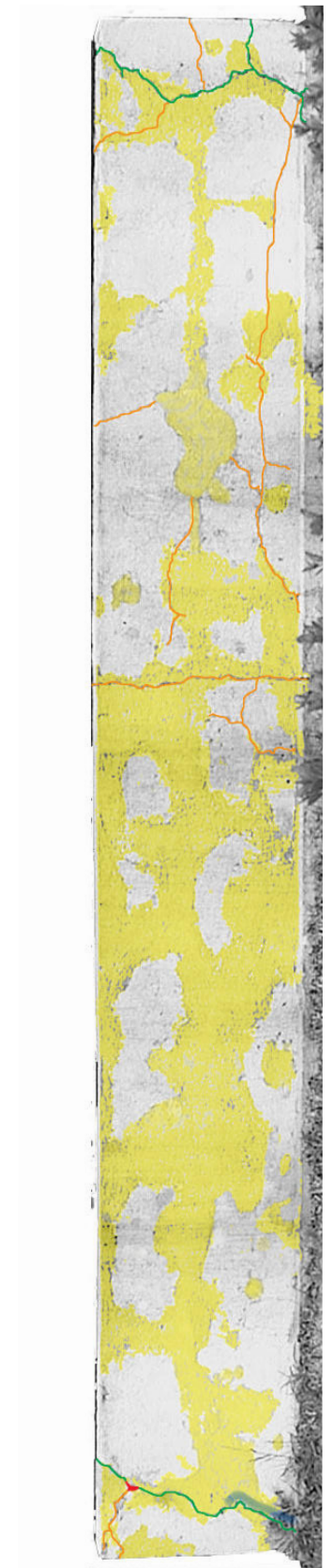


Abb. I67: Schadensbild Sockel, Ansicht aus Süd



## 5. MATERIALANALYSEN - UNTERSUCHUNGEN

### 5.1 Materialanalysen <sup>288</sup>

#### 5.1.1 Bronze

Die Analyse der Gusslegierung <sup>289</sup> erfolgte zur Einordnung der Material-Komposition nach historischen und material-spezifischen Kriterien mittels Atomabsorbtionsspektrometrie (AAS) <sup>290</sup> und Ionen-Chromatografie / Massenspektrometrie (ICP-MS) <sup>291</sup> anhand der Proben MA-M-1 bis MA-M-6.

Die Atomabsorbtions-Spektrometrie (AAS) dient zur Spurenelementbestimmung eingesetzt werden. Aus einer Probe mit ca. 0,01 g können mindestens 12 Elemente wie Cu, Pb, Sn, Zn, Fe, Co, Ni, An, As, Wi, Ag, Au quantitativ mit größter Genauigkeit bestimmt.<sup>292</sup> Die Funktionsweise der Infrarotspektroskopie (IR) beruht auf der Absorbtion von Strahlung im Infrarotbereich mit einer Wellenlänge  $\lambda = 4000$  bis  $400 \text{ cm}^{-1}$ , welche einen sehr komplexen aber eindeutigen Fingerabdruck des Probematerials liefert. Für jede funktionelle Gruppe eines Moleküls gibt es einen charakteristischen Bereich im Spektrum, in denen sie ein Signal geben.<sup>293</sup> Bei der Massenspektrometrie <sup>294</sup> werden die Komponenten einer Probe in schnell bewegte Ionen umgewandelt, und auf der Basis ihres Masse - Ladungs -Verhältnisses aufgetrennt und registriert. Die Ionen werden dazu über ein Magnetfeld geleitet, sodaß sie je nach Ionisationsenergie getrennt am Detektor eintreffen. Die Massenspektrometrie gibt Information über :

- qualitative und quantitative Zusammensetzung organischer und anorganischer Proben in komplexen Mischungen
- die Struktur einer Vielzahl komplexer molekularer Spezies
- atomare Isotopenverhältnisse in Proben
- die Struktur und Zusammensetzung von Festkörperoberflächen

#### Probennahme- und Bereitstellung :

Das Probenmaterial wurde mit einem HSS-Spiralbohrer (2mm Durchmesser) entnommen<sup>295</sup>. Patina- und Schmutzsplittern im Probenmaterial wurden unter dem Stereomikroskop ausgelesen. Merkmale von Metall und Patina wurden mikroskopisch anhand der Probe MA-I (in den Jahren 1984-1987 im Zuge des Forschungsprojektes EU 316 <sup>296</sup> genommen) untersucht. In Abb. I68 bis Abb. I69 sind die Bereiche der Probenentnahme dokumentiert.

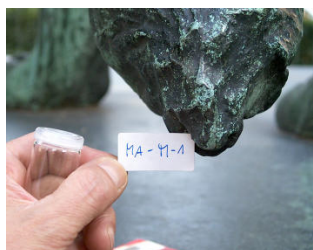


Abb. I68: Löwin 3, Probe MA-M-1



Abb. I69: Löwin I, Probe MA-M-2

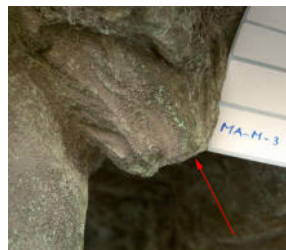


Abb. I70: Löwe, Probe MA-M-3



Abb. I71: Löwin 2, Probe MA-M-4

<sup>288</sup> Für die Entnahme von Materialproben zu Analysezwecken wurde vom Besitzer Österreichische Galerie die Bewilligung erteilt

<sup>289</sup> Beauftragt wurde die Montanuniversität Leoben, Institut für Allgemeine und Analytische Chemie,

W. Wegscheider, Franz Josef Strasse 18, A - 8700 Leoben mit der Durchführung der quantitativen Bestimmung der Legierungszusammensetzung. Die Ergebnisse dürfen (EN 45001, para. 5. 4. 3n) veröffentlicht werden.

<sup>290</sup> Bestimmung der Elemente Kupfer (Cu), Zinn (Sn), Zink (Zn), Gold (Au), Silber (Ag), Nickel (Ni), Blei (Pb), Kobalt (Co) und Cadmium (Cd)

<sup>291</sup> Bestimmung der Elemente Eisen (Fe), Arsen (As), Wismut (Bi) und Antimon (Sb)

<sup>292</sup> Doktor, 2000, wie Anm. 195, Seite 50

<sup>293</sup> ebd., Seite 52 ff.

<sup>294</sup> ebd., Seite 50 ff.

<sup>295</sup> Probennahme durch B. Pichler, R. Erlach (beide Abt. Archäometrie, Universität für angewandte Kunst Wien) und G. Kolmanitsch

<sup>296</sup> Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 216 ff.; Probennahme erfolgte in den Jahren 1984 - 1987 durch H. Paschinger (Österreichisches Bundesdenkmalamt), J. Haiden und B. Pichler (beide ISCA, Hochschule für angewandte Kunst Wien)





Abb. 172: Probe MA-M-5



Abb. 173: Plinthe, Probe MA-M-6



Abb. 174: Löwin 3, Probe MA-I, 1984 bis 1987 (Haiden)

### Ergebnis der Untersuchung

Probenbez./Element	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Ni	Ag	Sb
MA-M-1	90,2	3,58	1,88	3,22	0,231	0,19	0,022	0,075
MA-M-2	90,3	3,81	1,23	3,65	0,308	0,09	0,015	0,16
MA-M-3	90,0	3,95	0,99	4,24	0,067	0,05	0,009	0,005
MA-M-4	89,3	3,87	1,21	3,77	0,149	0,19	0,022	0,12
MA-M-5	89,6	3,56	1,06	3,79	0,036	0,15	0,018	0,107
MA-M-6	89,5	4,11	1,27	2,82	0,005	0,08	0,014	0,069
Mittelwert arithm.	89,8	3,81	1,27	3,58	0,133	0,125	0,167	0,089
Mittelwert gerundet	90	4	1	4	-	-	-	-

Tab. 10: Ergebnisse der Legierungsanalyse [Angabe in Gew.-% 100%]

Für jede Probe wurden die Elemente Arsen As (<0,05), Wismuth Bi (<0,01), Kobalt Co(<0,005), Gold Au (<0,001) und Kadmium Cd (<0,003) in Spuren nachgewiesen.

Das Ergebnis der Untersuchung zeigt eine zu der Zeit übliche Legierungszusammensetzung mit ca. 90 % Cu, 4 % Sn, 1 % Pb und 4 % Zn. Eine ähnliche Legierung wurde beim Goethe-Denkmal (aus 1900, Wien I., Operring), sowie am Deutschmeister-Denkmal (aus 1906, Wien, Börsering) festgestellt.<sup>297</sup> Die anderen Elemente sind vermutlich Verunreinigungen aus der Erz-Aufbereitung und vom Gussprozess.

### Gefügeuntersuchung im Lichtmikroskop

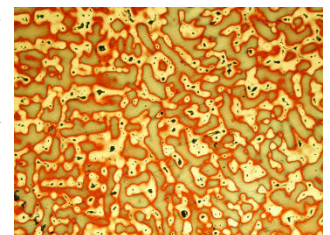
Die Untersuchung erfolgte an der bereits in den Jahren 1984-1987 zur Querschliff-Untersuchung vorbereiteten Probe. In Abb. 175 ist der ungeätzte, in Abb. 176 der geätzte Querschliff ersichtlich.<sup>298</sup>

Abb. 175: Probe MA-I, Querschliff,

Lichtmikroskop-Aufnahme (LM) Metallgefüge, ungeätzt, 200-fach



Abb. 176: Probe MA-I, Querschliff, LM, Metallgefüge, geätzt, 200-fach



In Abb. 176 ist eine dendritische Gussstruktur mit starken Seigerungen, insbesondere des Sn erkennen. Die Ätzmethode nach Klemm veranschaulicht dies durch verschiedene Farben am Metallgefüge. Sn-ärmere Dendriten sind in einer Sn-reicheren Grundmasse eingebettet. Die in Abb. 175 und 176 ersichtlichen dunkleren Punkte sind in Abb. 177 hell erkennbar, und stellen sulfidische Einschlüsse und Pb-Dots dar.

<sup>297</sup> vgl. dazu Pichler, Vendl, 1991, wie Anm. 92, Seite 232

<sup>298</sup> Farbätzung, Rezept nach Klemm: 50 ml gesättigte  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -Lösung mit 1 g  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$  wird ca. 40 s auf den Querschliff gebracht und danach abgespült. In: Scott, D. A.: Metallography and Microstructure of ancient and historic metals. The Getty Conservation Institute, 1991, Seite 102

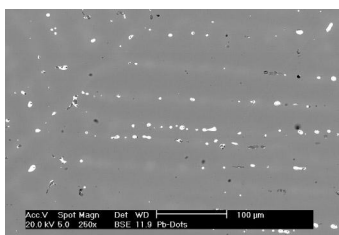


Abb. 177, REM-Aufnahme  
(Erlach)



Abb. 178: Probe MA-I,  
Querschliff, LM, 250-fach:  
Lochfraß

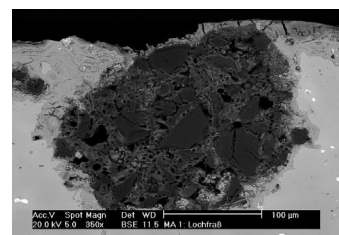


Abb. 179: wie Abb. 179, REM-  
Aufnahme (Erlach)

In Abb. 178 und Abb. 179 ist Lochfraß, an Probe MA-I festgestellt, ersichtlich. Zu den Bildrändern hin kann gleichmäßig verlaufende Korrosion beobachtet werden.

## 5. 1. 2 Patina und Schmutzkrusten

Die Bestimmung der Bestandteile der Patina und der Schmutzkrusten erlaubt Rückschlüsse auf die Gefährdung des Monumentes, daraus ergeben sich Konsequenzen für die Pflege und Erhaltung.<sup>299</sup>

Die Proben wurden in den Elementen mittels REM-ED-Röntgenmikroanalyse<sup>300</sup> vorbefundet. Dies erleichtert die eigentliche Bestimmung der in der Probe vorkommenden Minerale und deren Qualifizierung mittels XRD-Analyse<sup>301</sup> und in der Folge eine Semiquantifizierung durch Streupräparat-Untersuchung im Lichtmikroskop.

Mittels der Rasterelektronenmikroskopie kann eine bis zu 500 000-fache Vergrößerung erzielt werden. Das von der Objekt Oberfläche von einem Elektronenstrahl abgetastete Bild wird ähnlich einem Fernsehbild aus Bildpunkten aufgebaut, die Aufnahmen wirken aufgrund von Licht- und Schatteneffekten sogar plastisch, und haben gegenüber der herkömmlichen Mikroskopie den Vorteil einer 300 mal höheren Tiefenschärfe.<sup>302</sup>

Die Elektronenstrahl-Mikroanalyse (ESMA, EMA) gestattet mit Hilfe eines fokussierten Elektronenstrahls die punktgenaue Zusammensetzung einer bestimmten Stelle der Materialprobe zu bestimmen. Die auftreffenden Elektronen erzeugen ein für die in der Probe enthaltenen Elemente typisches Röntgenspektrum, aufgrund dessen jedes Element ab Beryllium erfasst werden kann. Mit einer Genauigkeit von 1% lässt sich dann die Konzentration der gefundenen Elemente ermitteln. Die Nachweisgrenze der Mikrosonden liegt bei  $10^{-15}$ g. Ein räumliches Elementverteilungsbild kann ähnlich der Abbildung in der Rasterelektronenmikroskopie erzeugt werden. Mehrere verschiedene Auswertungsmöglichkeiten der Folge von Elektronenbestrahlung auf der Objekt Oberfläche gestattet mehrere verschiedene Informationsvarianten (z.B. Rückstreuerelektronenbilder, Sekundärelektronenbilder).<sup>303</sup>

### Probennahme- und Bereitstellung :

Es wurden aus dreizehn verschiedenen Bereichen des MA-M Materialproben entnommen. Die Probennahme erfolgte durch Abschaben mit Skalpell von der Oberfläche. Das Probenmaterial wurde mit einem Papiertrichter aufgefangen und in ein verschließbares Glasgefäß abgeleitet. Das Werkzeug zur Probennahme wurde für jede Probe erneuert.

<sup>299</sup> Die Probennahme erfolgte in Anwesenheit von B. Pichler und R. Erlach (beide Abt. Archäometrie, Universität für Angewandte Kunst Wien) und G. Kolmanitsch.

<sup>300</sup> durchgeführt von R. Erlach (Abt. Archäometrie, Universität für angewandte Kunst)

<sup>301</sup> durchgeführt von R. Sauer (Abt. Archäometrie, Universität für angewandte Kunst)

<sup>302</sup> Erlach, R.: Erlach, Rudolf: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen für Restauratoren. Eine Einführung V 2.4 (1/97). Institut für Silikatchemie und Archäometrie, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, 1997, Seite 19 ff.

<sup>303</sup> Doktor, 2000, wie Anm. 195, Seite 48 ff; und Erlach, 1997, wie Anm. 302

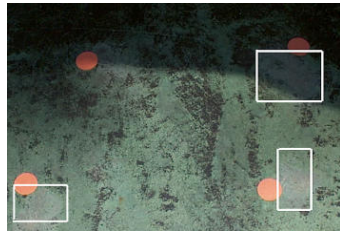


Abb. 180: Probe XRD-T1, Plinthe, direkt bewitterter horizontaler Bereich, grüne Patina mit vorlängiger Auflage von Taubenkot

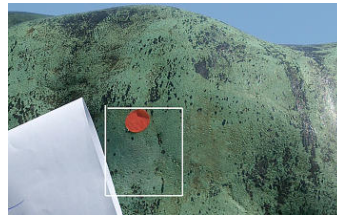


Abb. 181: Probe XRD-T2, Löwin I, direkt bewitterter Bereich, vertikal, grüne Patina



Abb. 182: Probe XRD-T3, Löwin I, direkt bewitterter Bereich, originale Gußflicke, vertikal, braungrüne Patina

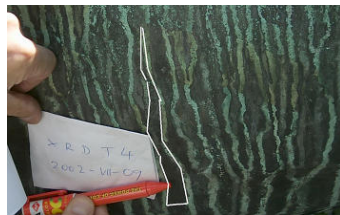


Abb. 183: Probe XRD-T4, Löwin I, nicht direkt bewitterter Bereich, Regenablaufspur, vertikal, dunkler Bereich

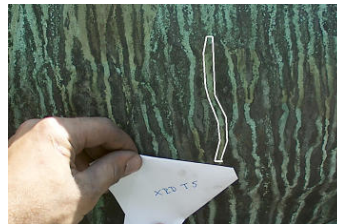


Abb. 184: Probe XRD-T5, Löwin I, direkt bewitterter Bereich, Regenablaufspur, horizontal, grüne Patina



Abb. 185: Probe XRD-T6, Löwin I, nicht direkt bewitterter Bereich, Regenablaufspur, horizontal, grüner Bereich

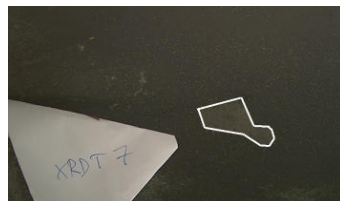


Abb. 186: Probe XRD-T7, Wagen-Thronunterseite, nicht direkt bewitterter Bereich, horizontal, dunkler Bereich



Abb. 187: Probe XRD-T8, Löwin 3, direkt bewitterter Bereich, vertikal, Grünpatina



Abb. 188: Probe XRD-T9, Löwin 2, direkt bewitterter Bereich, vertikal, Grünpatina



Abb. 189: Probe XRD-T10, Löwin 2, nicht direkt bewitterter Bereich, vertikal, dunkler Bereich



Abb. 190: Probe XRD-T11, Wagen-Fußpolster, nicht direkt bewitterter Bereich, horizontal und vertikal, Kruste

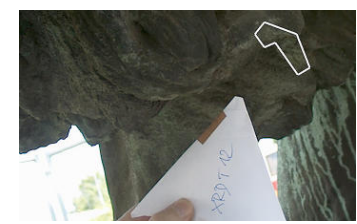


Abb. 191: Probe XRD-T12, Löwe-Mähne, nicht direkt bewitterter Bereich, horizontal und vertikal, Kruste



Abb. 192: Probe XRD-T13, Löwe-Mähne, nicht direkt bewitterter Bereich, horizontal und vertikal, Kruste



Ergebnisse der REM-ED-Röntgenmikroanalyse (Element-Vorbefundung)<sup>304</sup>

Probe	C	O	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Fe	Cu	Zn	Sn	Pb
XRD-T2	3.49	25.89		0.31	0.50	0.54	3.24						1.71	48.82		13.52	1.98*
XRD-T3	1.90	25.22		0.27	0.53	0.54	2.92						2.93	46.95		14.77	3.98
XRD-T4	7.64	28.66		1.02	3.64	0.48	3.62	1.31		1.85	0.14*		2.25	42.54	1.15	1.96	3.74
XRD-T5	2.58	28.52	0.22	0.95	2.58	0.69	2.11						2.05	32.65	3.48	19.88	4.31
XRD-T6	9.41	26.8	1	0.27	0.65	2.51	0.20	3.95	2.83	0.14*	1.02		1.42	47.08	3.06	0.65	
XRD-T7	6.36	34.11		0.17	0.33	1.07	8.54		1.47	0.11*		1.20	0.18*	0.45	43.69	1.79	0.53
XRD-T8	0.35*	26.94		0.34	0.32	0.33	3.60						1.04	48.15	0.49*	15.06	3.38
XRD-T9	0.03*	27.27		0.38	0.21	0.43	3.83						0.96	45.89	0.62	17.24	3.14
XRD-T10	33.92	21.77		0.62	2.01	0.13	1.88	3.96	0.17	0.46	0.22		1.75	32.12	0.99		
XRD-T11	19.63	39.05	0.76	1.74	7.74	0.53	5.14	0.98	0.97	11.17			3.55	8.32	0.42*		
XRD-T12	3.31	43.01	0.91	1.24	5.70	0.05*	11.27	0.47	0.63	9.33			2.25	20.09	1.73		
XRD-T13	7.74	38.68	0.49	1.09	3.76	0.08*	9.81	0.54	0.43	10.42			1.51	24.75	0.70		

Tab. 11: REM-Vorbefundung, Elementanteile in %, \* = <2 Sigma

Grün: direkt bewitterte Bereiche; Schwarz: nicht direkt bewitterte Bereiche

Probe	C	O	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Cr	Fe	Cu	Zn	Sn	Pb
XRD-T2	9.75	54.32		0.39	0.60	0.58	3.39						1.03	25.80		3.83	0.32*
XRD-T3	5.62	56.18		0.35	0.67	0.62	3.24						1.87	26.33		4.43	0.69
XRD-T4	17.81	50.17		1.06	3.63	0.43	3.16	1.03		1.29	0.08*		1.13	18.74	0.49	0.46	0.51
XRD-T5	7.12	59.16	0.30	1.16	3.05	0.74	2.18						1.22	17.05	1.76	5.56	0.69
XRD-T6	21.52	46.02	0.31	0.66	2.45	0.17	3.38	2.19	0.10*	0.70	0.70		1.05	20.35	1.28	0.15	
XRD-T7	13.96	56.26		0.19	0.32	1.00	7.03		1.10	0.07*		0.79	0.09*	0.21	18.14	0.72	0.12
XRD-T8	1.04*	60.42		0.46	0.41	0.38	4.03						0.67	27.19	0.27*	4.55	0.59
XRD-T9	0.10*	61.50		0.51	0.27	0.50	4.31						0.62	26.06	0.34	5.24	0.55
XRD-T10	56.19	27.07		0.46	1.43	0.08	1.17	2.22	0.09	0.23	0.09		0.62	10.06	0.30		
XRD-T11	31.70	47.34	0.61	1.25	5.35	0.33	3.11	0.54	0.48	5.41			1.23	2.54	0.12*		
XRD-T12	6.48	63.27	0.88	1.09	4.78	0.04*	8.27	0.31	0.38	5.48			0.95	7.44	0.62		
XRD-T13	15.07	56.51	0.47	0.95	3.13	0.06*	7.15	0.35	0.26	6.08			0.63	9.10	0.25		

Tab. 11: REM-Vorbefundung, Atomanteile in %, \* = <2 Sigma

Grün: direkt bewitterte Bereiche; Schwarz: nicht direkt bewitterte Bereiche

Besonders beachtenswert ist das Vorhandensein von chlorhaltigen Patinakomponenten und Gips in nicht direkt bewitterten Bereichen. Direkte Bewitterung scheint diese Komponenten von der Plastik immer wieder zu entfernen.

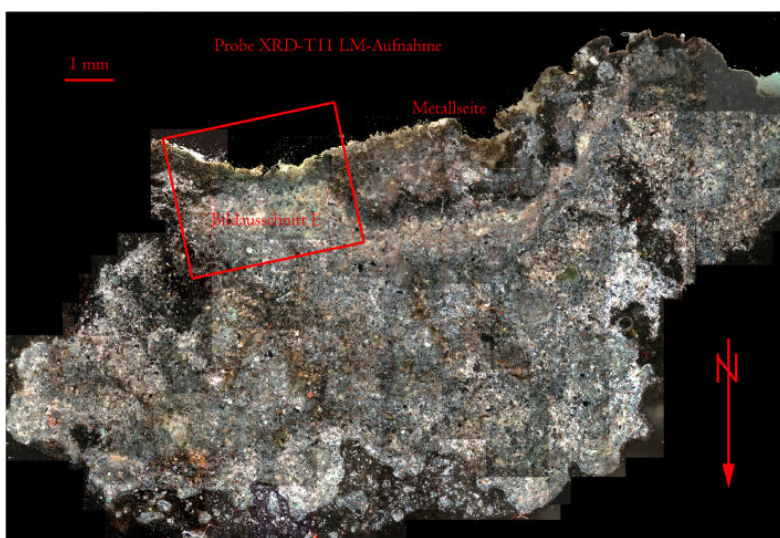


Abb. 193: Probe Nr. XRD-T11, Querschliff, LM.

An dieser Probe wurde mit REM-ED, an der Seite ursprünglich zum Metall hin, erhöht Chlor in Verbindung mit Kupfer festgestellt. In den verschiedenfarbigen Schichten waren unterschiedliche Konzentrationen von Kupferatomen feststellbar. Dies ist ein Indikator für die zeitlich unterschiedlichen Umweltbedingungen am Standort.

<sup>304</sup> das Probenmaterial der Probe Nr. XRD-T-I war zu gering

Abb. 194: wie Abb. 193, Ausschnitt

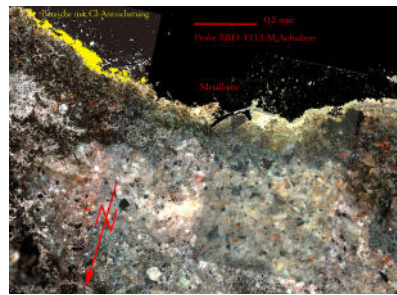


Abb. 195: wie Abb. 194, REM-Aufnahme, BSE-Bild (Erlach)

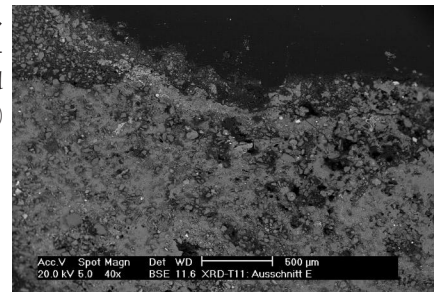


Abb. 196: wie Abb. 195, REM-EDX-Aufnahme, Elementverteilung Cu (Erlach)

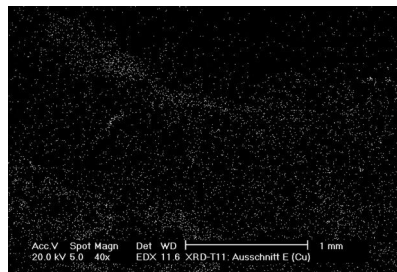
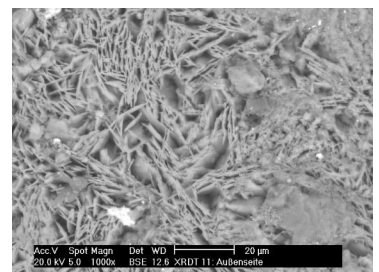


Abb. 197: Probe Nr. XRD-T11, Aussen-seite, REM Aufnahme, Gipskristalle (Erlach)



Die Elemente Aluminium, Silizium, Schwefel, Eisen und Kupfer wurden in allen Proben festgestellt. Diese Ergebnisse waren Grundlage für die röntgendiffraktometrische Untersuchung (XRD-Analyse).

Die am meisten verbreitete Form der Kristallstrukturanalyse beruht auf der Diffraktion (Beugung) und Interferenz von monochromatischen Röntgenstrahlen an den Atomen identischer Gitteratome. Mit der Röntgendiffraktometrie (XRD, x-ray diffraction) werden Interferenzbilder aufgenommen und anhand der Intensität der auftretenden Reflexe die Struktur des beugenden Kristalls ermittelt. Als Ergebnis können nicht nur Elemente, sondern auch Mineralphasen bestimmt werden. Mit diesem Wissen ist der Wissenschaftler und Restaurator in der Lage zu beurteilen, welche Korrosionsschichten zu entfernen sind und welche belassen werden können. Die Erfassungsgrenze für Mineralphasen in Gemischen liegt oberhalb von 3%.<sup>305</sup>

### Ergebnisse der XRD-Analyse (Bestimmung des Mineralbestandes)

Probe- Bezeichnung	Zusammensetzung	Oberflächen-Zone
XRD-T2	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 1,2
XRD-T2	Cuprit, $\text{Cu}_2\text{O}$	Zone 1, 2
XRD-T3	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 1, 2
XRD-T3	Cuprit $\text{Cu}_2\text{O}$	Zone 1, 2
XRD-T4	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 3
XRD-T4	Cuprit $\text{Cu}_2\text{O}$	Zone 3
XRD-T4	Antlerit $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	Zone 3
XRD-T4	Atakamit $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Zone 3
XRD-T4	Karbonat	Zone 3
XRD-T4	Quarz $\text{SiO}_2$	Zone 3
XRD-T4	Graphit (Russ) C	Zone 3
XRD-T5	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 3
XRD-T5	Quarz $\text{Si O}_2$	Zone 3
XRD-T6	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 4
XRD-T6	Antlerit $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	Zone 4
XRD-T6	Atakamit $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Zone 4
XRD-T6	Quarz $\text{Si O}_2$	Zone 4
XRD-T7	Antlerit $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	Zone 5
XRD-T7	Ammoniumkupfersulfathydrat $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$	Zone 5
XRD-T7	Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Zone 5

Tab. 12: Ergebnisse der XRD-Analyse, (Fortsetzung nächste Seite)

Grün: Proben aus direkt bewitterten Bereichen; Schwarz: Proben aus nicht direkt bewitterte Bereiche

<sup>305</sup> Doktor, 2000, wie Anm. 195, Seite 49

Fortsetzung von voriger Seite

XRD-T8	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 1, 2
XRD-T8	Dolerophanit $\text{Cu}_2\text{O}(\text{SO}_4)$	Zone 1, 2
XRD-T9	Brochantit $\text{Cu}_4\text{SO}_4(\text{OH})_6$	Zone 1, 2
XRD-T9	Cassiterit $\text{SnO}_2$	Zone 1, 2
XRD-T10	Atakamit $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Zone 4
XRD-T10	Quarz $\text{SiO}_2$	Zone 4
XRD-T11	Atakamit $\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Zone 6
XRD-T11	Chalkantit $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Zone 6
XRD-T11	Quarz $\text{SiO}_2$	Zone 6
XRD-T11	Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Zone 6
XRD-T12	Antlerit $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	Zone 4
XRD-T12	Ammoniumkupfersulfathydrat $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Zone 4
XRD-T12	Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Zone 4
XRD-T12	Quarz $\text{SiO}_2$	Zone 4
XRD-T12	Calcit $\text{CaCO}_3$	Zone 4
XRD-T13	Antlerit $\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	Zone 4
XRD-T13	Ammoniumkupfersulfathydrat $(\text{NH}_4)_2\text{Cu}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	Zone 4
XRD-T13	Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Zone 4
XRD-T13	Quarz $\text{SiO}_2$	Zone 4
XRD-T13	Calcit $\text{CaCO}_3$	Zone 4

Tab. 12: Ergebnisse der XRD-Analyse

Grün: Proben aus direkt bewitterten Bereichen; Schwarz: Proben aus nicht direkt bewitterte Bereiche

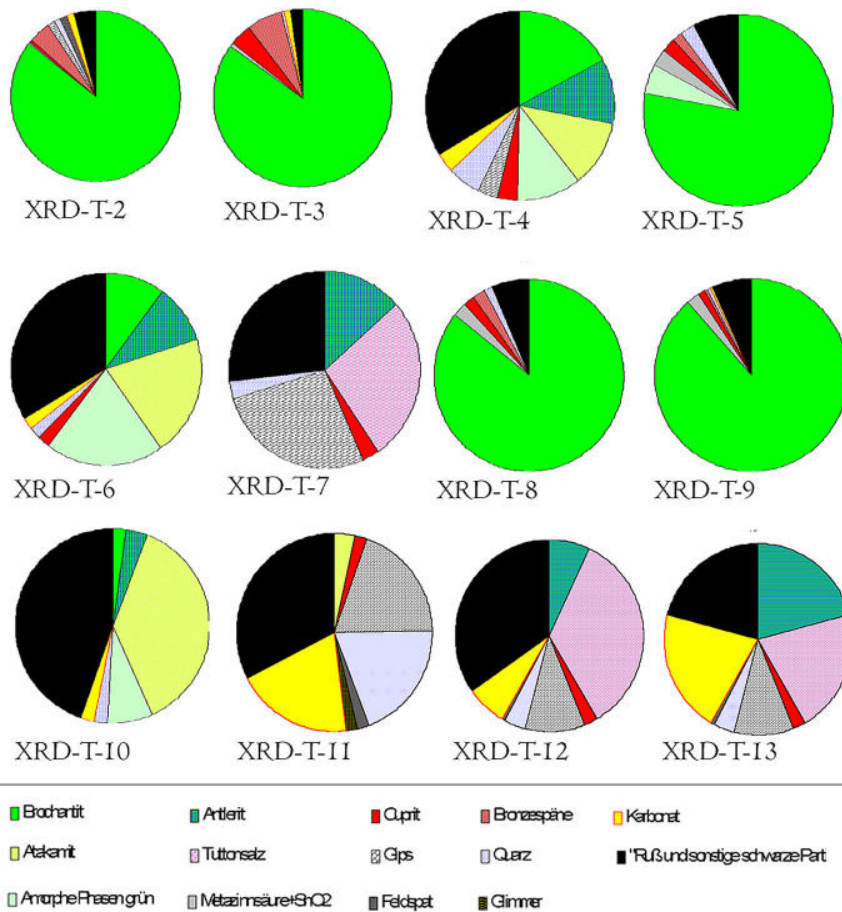


Abb. 198: Qualitative und quantitative Zusammensetzung der Proben XRD-T-2 bis XRD-T-3 (Sauer)

In Patinaproben aus direkt bewitterten Bereichen konnte vorwiegend das als beständig, und daher am Objekt zu belassenden Mineral Brochantit, als hauptsächlicher Bestandteil der Patina bestimmt werden. In Bereichen aus nicht direkter Bewitterung zeigen die Ergebnisse der XRD-Analyse vorwiegend saure Kupferkorrosionsprodukte wie Antlerit, Atakamit, Chalkantit und Ammoniumkupfersulfathydrat, und materialfremde Substanzen wie Gips, Quarz und Calcit. Diese sind in Anwesenheit auf Bronze und Patina größtenteils als materialschädigend einzustufen, und daher von der Oberfläche möglichst vollständig zu entfernen.<sup>306</sup>

<sup>306</sup> vgl. Kap. 3 Konservierung/Restaurierung..., Seite 33 ff.



### 5.1.3 Mikrokristallines Wachs aus 1994

#### Untersuchung und Beschreibung des Alterungsverhaltens

Die Schutzwirkung und das Alterungsverhalten des mikrokristallinen Wachsüberzuges soll nach mittlerweile acht Jahren der Bewitterung im Freien (ohne Reinigung oder Überzugswartung) beschrieben werden.<sup>307</sup> Mit der GC-MS Analyse<sup>308</sup> war es möglich, Unterschiede in der Zusammensetzung von nicht gealterter und gealterter Überzugssubstanz festzustellen. Eine unterschiedliche Zusammensetzung von neuer und gealterter Substanz weist auf Veränderung des Schutzüberzuges und somit auf eine Veränderung der Schutzwirkung hin.<sup>309</sup>

#### Probennahme- und Bereitstellung:<sup>310</sup>

Das entnommene Material wurden mit einem Skalpell von der Oberfläche direkt in ein verschließbares Glasgefäß geschabt. Als Referenzmaterial wurde „frisches“ mikrokristallines Wachs<sup>311</sup> derselben Fabrikation und Type zur Analyse bereitgestellt.

Abb. 199: Probe GCMS-1

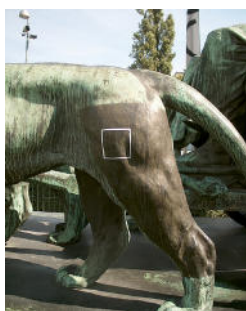


Abb. 200: Probe GCMS-2



Abb. 201: Probe GCMS-3

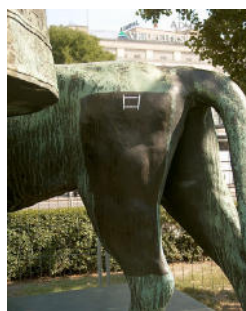


Abb. 202: Probe GCMS-4



#### Ergebnisse der GC-MS Analyse:<sup>312</sup>

Mit Zunahme des Schmelzpunktes schwindet auch die Eigenschaft des Wachses, Sprünge und Risse selbst durch Wärme auszuheilen.<sup>313</sup> Gealtertes Wachs bindet Bestandteile der Umgebung, unter anderem mehr Feuchtigkeit ein, seine Schutzwirkung nimmt mit zunehmender Expositionsdauer im Freien ab.<sup>314</sup> Unterschiedliche Temperatur- und Bestrahlungszonen an einem Objekt ergeben differente Beanspruchungszonen für den Schutzüberzug. Die Alterung des Schutzüberzuges ist an diese Beanspruchung gekoppelt und läuft entsprechend ab.

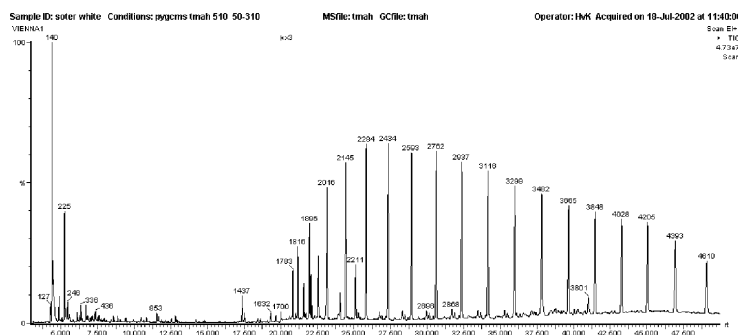


Abb. 203: GC-MS Analyseergebnis für „frisches“ Wachs Type „hell“ (ICN)

<sup>307</sup> vgl. Kap. 4 Das Monument, Seite 62

<sup>308</sup> Mit der Analyse wurde das Institut Collectie Nederland, ICN, Amsterdam beauftragt. Die Materialproben wurden nach ihrer Entnahme M. de Keijzer (ICN) übergeben.

<sup>309</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.

<sup>310</sup> Die Probennahme erfolgte in Anwesenheit von M. de Keijzer (Institut Collectie Nederland - ICN, Amsterdam), B. Pichler (Abt. Archäometrie, Universität für Angewandte Kunst Wien), G. Kolmanitsch

<sup>311</sup> Das mikrokristalline Wachs wurde vom italienischen Restauratorenteam Reindell/Tomasi dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt; (siehe Anlage A. 3, Datenblätter, Seite 125 ff.)

<sup>312</sup> van Keulen, 2002, wie Anm. 214 (-zit. aus): „Due to the exposure of sun and rain, paraffin's and polyethylene waxes degraded and a shift in central molecular weight occurs (a minor but clear shift, the lighter part of the wax is gone or transformed, the central molecular weight of the wax is gone or transformed), giving the wax a higher melting point.“

<sup>313</sup> Krätschmer, A., Doktor, A., Mach, M.: Veränderung der Schutzwirkung von mikrokristallinen Wachsen auf Kupferblech unter thermischer Wechselbelastung. In: Mach, 2000, wie Anm. 78, Seite 77 ff.

<sup>314</sup> Koller, Baumer, 2000, wie Anm. 191, Seite 201 ff.

Abb. 204: GC-MS Analyseergebnis für „frisches“  
Wachs Type „dunkel“ (ICN)

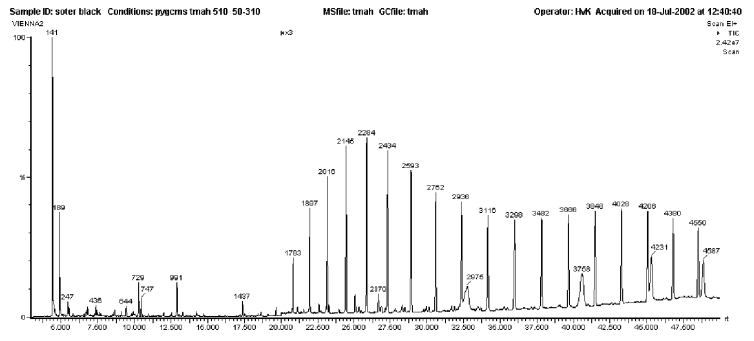


Abb. 205: GC-MS Analyseergebnis für Probe  
GCMS-1 (ICN)

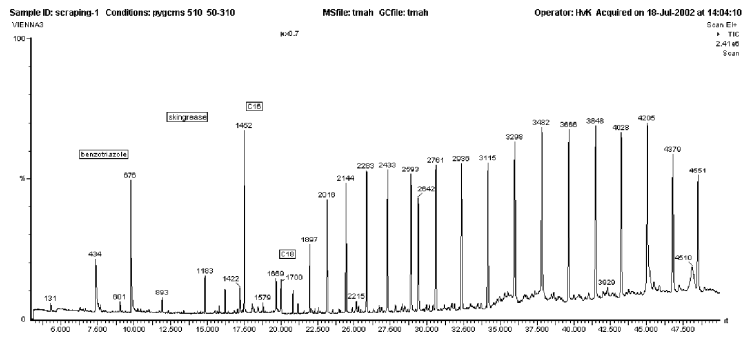


Abb. 206: GC-MS Analyseergebnis für Probe  
GCMS-2 (ICN)

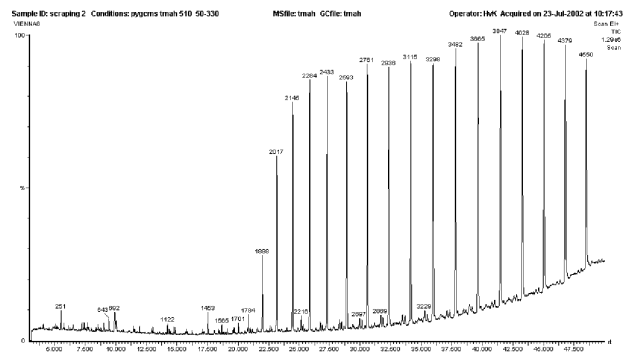


Abb. 207: GC-MS Analyseergebnis für Probe  
GCMS-3 (ICN)

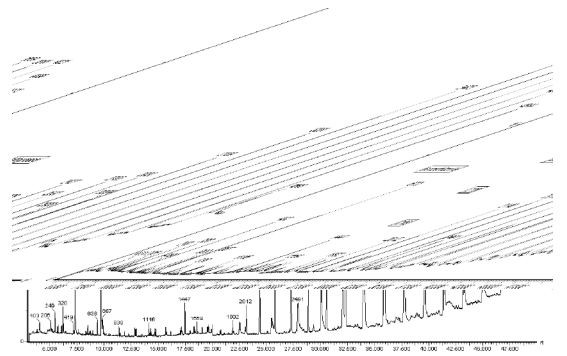
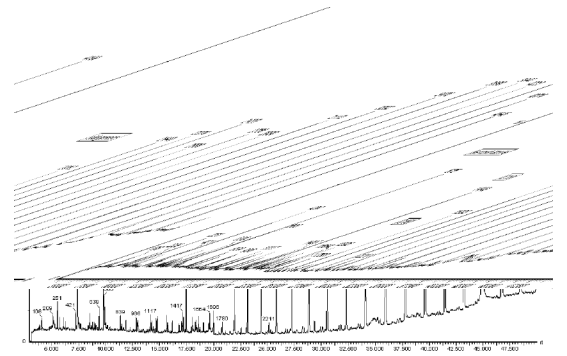


Abb. 208: GC-MS Analyseergebnis für Probe  
GCMS-4 (ICN)



Versuche zur Abnahme der 1994 applizierten Schutzüberzüge mit mikrokristallinem Wachs und Acrylharz:<sup>315</sup>

Mit diversen organischen Lösemitteln (Testbenzin, Petrolether, Feinbenzin, Terpentin, Trichlorethylen), Lösemittelgemischen (Testbenzin, Zugabe von Ethanol) und einem handelsüblichen Spezialreiniger zur Entfernung von Wachsen (Jazella®) wurde versucht, den 1994 in Testflächen auf Patina (mikrokristallines Wachs) und Blattvergoldung/Patina (Acrylat und mikrokristallines Wachs) aufgetragenen Schutzüberzug abzunehmen. Die Lösemittel wurden mit Zellstoffkompressen (handelsübliche, langfasrige Watte, Fabrikat Rauscher), danach mit einem Gel (Lösemittelgel nach Wolbers) auf die Testflächen aufgebracht.



Abb. 209: MA-M, Versuchsfläche I zur Abnahme des Schutzüberzuges (mikrokristalline Wachsmischung); Zustand vor Abnahme



Abb. 210: MA-M, Versuchsfläche 2 zur Abnahme des Schutzüberzuges (Mehrschichtsystem mit Acrylharz und einer Deckschicht aus mikrokristallinem Wachs); Zustand vor Abnahme

Anwendung organischer Lösemittel mittels Zellstoffkompressen:

Die Lösemittel wurden mittels Zellstoffkompressen in Kontakt mit dem Schutzüberzug gebracht und mit Alu-Folie abgedeckt. Die Einwirkzeit betrug jeweils ca. eine Stunde. Die Kompressen wurden mehrfach gewechselt. Mit einem Heißluftföhn wurde versucht, das Ablöseverhalten zu verbessern.



Abb. 211: Versuchsfläche 1 zur Abnahme des Schutzüberzuges; Kompressen während der Einwirkzeit, Abdeckung mit Alu-Folie



Abb. 212: Versuchsfläche 2 zur Abnahme des Schutzüberzuges; Kompressen während der Einwirkzeit, Abdeckung mit Alu-Folie

Nach der Anwendung von Lösemittelkompressen ist der Verbleib von Resten des Schutzüberzuges in der Patina anhand einer Restverfärbung zu sehen.



Abb. 213: Versuchsfläche 1 zur Abnahme des Schutzüberzuges; Zustand nach Anwendung der Lösemittelkompressen



Abb. 214: Versuchsfläche 2 zur Abnahme des Schutzüberzuges; Zustand nach Anwendung der Lösemittelkompressen

Jene Areale, wo 1994 Testflächen zur Konservierung und Restaurierung angelegt wurden, zeigen eine deutliche Restfärbung. Demnach sind diese Konservierungssubstanzen mit den beschriebenen Methoden nach acht Jahren ohne Pflege als nicht reversibel zu erachten.

<sup>315</sup> siehe Anlage A. 3, Datenblätter, Seite 125 ff.



Anwendung von Gelen

Hier kam eine Gel-Rezeptur nach Wolbers<sup>316</sup> zur Anwendung. Das Gel<sup>317</sup> ist so konzipiert, dass mit einem Detergenz<sup>318</sup> das Lösemittel möglichst wirksam und gleichmäßig an der Oberfläche verteilt wird, und somit effektiver als die „übliche“ Komresse das Lösen des Substrates bewirkt:

1. 20 ml Ethomeen® C12
2. 2 g Carbopol® EZ2
3. 100 ml Lösemittel
4. 1 ml destilliertes Wasser



Abb. 215: Testareal I zur Abnahme des Konservierungsüberzuges mittels Gel

Aufgrund des Löseverhalten gegenüber der zu entfernenden Substanzen<sup>319</sup> wurde mit den Lösemitteln Xylol, Terpentin und Feinbenzin jeweils ein Gel hergestellt. Die Applikation an den Testarealen (siehe Abb. 215 und Abb. 216) erfolgte mit einer Kunststoffspachtel. Für die Verweildauer am Objekt von ca. 15 Minuten wurde der bestrichene Bereich mit Alu-Folie abgedeckt, und Wärme mit einem Heißluftfön zugeführt.



Abb. 216: Testareal 2 zur Abnahme des Konservierungsüberzuges mittels Gel

Die Anwendung der Gele erfolgte nacheinander, wobei die Flächen nach jeder Anwendung mit destilliertem Wasser und Aceton gereinigt wurden. Keines der verwendeten Gele konnte die deutliche Restfärbung der Patina weiter reduzieren. Nach der Gel-Anwendung wurde abschließend mit einem Mikro-Dampfstrahlgerät<sup>320</sup> versucht, die sichtbar in der Patina verbliebenen Substanzen zu entfernen. Diese Methode war auf Empfehlung<sup>321</sup> aufgrund der positiven Ergebnisse im Zusammenhang mit der Entfernung von mikrokristallinem Wachs auf Stein eingesetzt worden, erbrachte jedoch im gegenständlichen Fall keinen Erfolg.



Abb. 217: Eingesetztes Mikrodampfstrahlgerät

<sup>316</sup> Mitteilung T. Bayerova (Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien)

<sup>317</sup> Gelbildner auf der Basis modifizierter Acrylsäure, Fabrikat Carbopol® EZ2, siehe Anlage A, 3, Datenblätter, Seite 125 ff.

<sup>318</sup> oberflächenaktives Fettamin, Fabrikat Ethomeen® C12 siehe Anlage A, 3, Datenblätter, Seite 125 ff.

<sup>319</sup> Soter® (Testfläche 1) und Paraloid® B-72 N/ Soter® (Testfläche 2); siehe Reindell, Tommasi, 1994, wie Anm. 256

<sup>320</sup> Fabrikat Girbach Dental, plyno GV, freundliche Leihgabe der Fa. Gurtner

<sup>321</sup> Mitteilung T. Bayerova (Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für Angewandte Kunst Wien)

### 5. 1. 4 Vergoldung

Zur Bestimmung der Art der am MA-M vorgefundenen Vergoldungen (Ölvergoldung oder Feuervergoldung) und zur Beschreibung des Erhaltungszustandes wurden aus vier Bereichen Materialproben<sup>322</sup> entnommen, und mit mikroskopischen Methoden untersucht.<sup>323</sup> Die Entnahme der Proben (Größe jeweils maximal 0,7 x 0,7 mm) erfolgte mit einem Stichel. Die Proben wurden mit einem Blatt Papier gesammelt und in einem Glasgefäß aufbewahrt.<sup>324</sup>

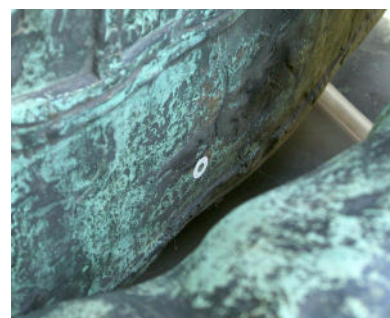


Abb. 218: Entnahmebereich der Probe MA-G-I, Thronwagen Relief



Abb. 219: Entnahmebereich der Probe MA-G-2, Thronwagen Seite



Abb. 221: Entnahmebereich der Probe MA-G-4, Thronwagen Rad

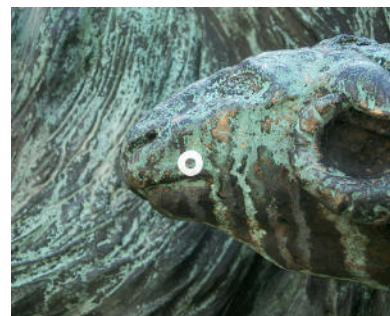


Abb. 220: Entnahmebereich der Probe MA-G-3, Zugstange Widderkopf

#### Ergebnisse der mikroskopischen und histochemischen Untersuchung am Querschliff der Probe MA-G-3



Abb. 222: MA-G-3, LM, 200-fach (ICN)

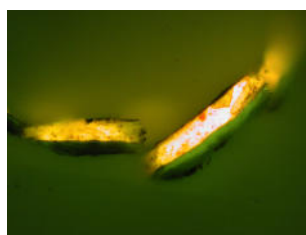


Abb. 223: MA-G-3, LM, UV-Licht, 20-fach (ICN)

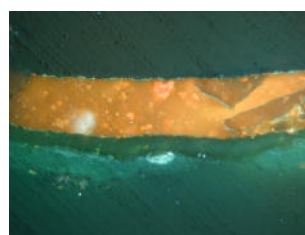


Abb. 224: MA-G-3, LM, pol. Licht, 500-fach



Abb. 225: MA-G-3, LM, Blaulicht, 500-fach

<sup>322</sup> Die Probenentnahme erfolgte durch M. Griesser (Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien) und G. Kolmanitsch. Für die Proben MA-G-I, MA-G-2 und MA-G-4 erfolgte die Probeneinbettung und Präparation am Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien, an diesen Proben wurden keine Goldauflagen gefunden. Vermutlich wurden die Goldauflagen aufgrund der schlechten Haftung am Metall bereits bei der Probenentnahme abgesplittert.

<sup>323</sup> Als Histochemische Färbemethoden wurde die Sudan Schwarz-Anfärbung als Nachweis auf Öl (siehe Schramm, H. P., Hering, B.: Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin, 1988, Seite 216) und die Alkana-Anfärbung als Nachweis auf Harz (siehe Jütte, W.: Mikrochemischer Nachweis natürlicher Harze mit Alkannafarbstoffen in Querschliffen von Malschichtproben. In: Vendl, u. a., 1991, wie Anm. 92; Seite 85 ff.) eingesetzt.

<sup>324</sup> Die Probenpräparation und Untersuchung der Probe MA-G-3 wurde dankenswerterweise von M. de Keijzer, ICN, Amsterdam durchgeführt. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden mündlich mitgeteilt. Die Probe MA-G-3 wurde am Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien, hinsichtlich der Bindemittelzusammenensetzung mit histochemischen Färbemethoden (T. Bayerova,) und des weiteren mittels REM-EDX (R. Erlach, Abt. für Archäometrie, Universität für angewandte Kunst Wien) untersucht.



Abb. 226: MA-G-3, LM,  
Anfärbung auf Öl mit Sudan-  
Schwarz, pol. Licht, 200-fach

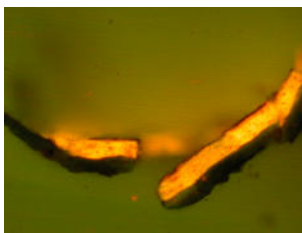


Abb. 227: MA-G-3, LM,  
Anfärbung auf Harz mit  
Alkanna, UV-Licht, 200-fach

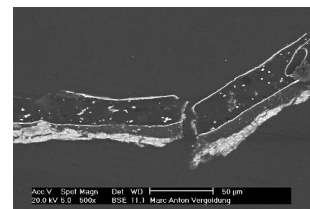


Abb. 228: MA-G-3, REM  
Aufnahme, 200-fach

Die Schichtabfolge am in Abb. 222 bis Abb. 228 dargestellten Querschliff wurde wie folgt festgestellt:

1. Lage: Patina (Chlorhaltige Kupferminerale)
2. Lage: Öl
3. Lage: Gold
4. Lage: Öl vermutlich mit Harz als Bindemittelzusatz (aufgrund von Fluoreszenz im UV-Licht), mit Zinnober als Pigment
5. Lage: Gold

Bei der Vergoldung am MA-M handelt es sich, wie bereits 1994<sup>325</sup> festgestellt, um eine Blattgoldauflage (Lage 3) mit Öl ohne Harzzusatz (Lage 2) als Haftmittel. Diese liegt auf chlorhaltigen Kupferkorrosionsprodukten (Lage 1) auf. Auf dieser ursprünglich ersten Blattvergoldung (Lagen 2 und 3) liegt eine weitere Schichte (Lage 4) aus Öl als Bindemittel mit Zinnober<sup>326</sup> als Pigment und vermutlich Harz<sup>327</sup> als Bindemittelzusatz auf. Diese wurde vermutlich als „Patinierung“ der Blattgoldauflage (Lage 2 und 3) aufgebracht, zusätzlich mit dem Aspekt, diese vor Abwitterung zu schützen. Vermutlich im Zuge einer Restauriermaßnahme (um 1939 oder nach 1945) wurde ein Blattgoldauflage (Lage 5) aufgebracht. Zur Applikation dieser wurde vermutlich Lage 4 durch Benetzen mit Lösemitteln (z. B. Spiritus) oberflächlich angelöst, und konnte so als Haftmittel für die Vergoldung benutzt werden. Das Verhalten der Blattgoldauflage bei der Probenahme der Proben MA-G-1, MA-G-2 und MA-G-4 lässt auf eine größtenteils sehr lose Haftung dieser am Untergrund schließen.

### 5. 1. 5 Materialanalyse grüne Farbreste

Am Schwanzende von Löwin 3 wurden grüne Farbreste vorgefunden. Eine Probe<sup>328</sup> davon wurde dankenswerterweise vom ICN, Amsterdam analysiert.<sup>329</sup> Die Probenahme erfolgte durch Absprengen einer Farbscholle in ein verschließbares Glasgefäß.

Die Farbreste wurden als ein mit Alkydharz gebundener Lackanstrich mit hauptsächlich Chromoxidgrün als farbgebendes Pigment bestimmt. Herkunft und Zeitpunkt des Auftrages der vorgefundenen Farbreste wurden nicht näher bestimmt. Aufgrund dieser Analysendaten kann ausgeschlossen werden, dass es sich um Reste einer originalen Oberflächengestaltung (aus 1899/1900) handelt.



Abb. 229: MA-M; Schwanzende mit  
Farbresten, Bereich der Probenahme

<sup>325</sup> Österreichisches Bundesdenkmalamt, Dr. H. Paschinger: Mark-Aurel-Denkmal Wien I, Laborbericht des Chemischen Labors des Bundesdenkmalamtes zu Patina- und Vergoldungsuntersuchung, Probe Nr.635 – 640/94. Wien, 1994

<sup>326</sup> Die Beigabe von Zinnober lässt vermuten, dass Lage 2 bewusst eingefärbt wurde, um die Wirkung der Blattvergoldung abzuschwächen, und diese als „antik“ erscheinen zu lassen.

<sup>327</sup> Ob die beobachtete Fluoreszenzerscheinungen von Lage 2 unter UV-Licht auf den Zinnober oder einen verhältnismäßig geringen Zusatz von Harz zurückgeführt werden können, wurde nicht eindeutig nachgewiesen.

<sup>328</sup> Die Probenahme erfolgte in Anwesenheit von B. Pichler (Abt. Archäometrie, Universität für Angewandte Kunst Wien), G. Kolmanitsch

<sup>329</sup> Die XRD-Analyse wurde von P. B. Hallebeek /ICN, Amsterdam durchgeführt (General area detector diffraction system, Mikrodiffraktrometer Fa. Siemens).



## 5.2 Weitere Untersuchungen

### 5.2.1 Endoskopie - Bronzeplastik

Die Endoskopie stellt eine Möglichkeit der Einsichtnahme in schwer zugängliche Bereiche dar und wurde für die Humanmedizin als Untersuchungsmethode entwickelt. Dazu werden optische Sonden (in Verbindung mit Kameras zur Bildaufzeichnung) in entsprechender Dimension durch Öffnungen in das Innere von Hohlräumen geführt, um Kenntnis einer visuellen Betrachtung zu erlangen. Bei der vorliegend durchgeführten Endoskopie wurde eine Videokamera zur Kanalsondierung eingesetzt. Das Ergebnis der Endoskopie lässt sich wie folgt festhalten:

Der Sockel ist einschalig aufgemauert, unter dem Thronwagen ist ein zusätzliches Stützmauerwerk für die Masse des Thronwagens eingezogen, im Sockel befindet sich Schutt. Die Plinthe der Bronzeplastik liegt unregelmäßig gelagert am Sockel auf. Am Metall ist starke Kondensatbildung zu beobachten. An der Bronzeoberfläche ist eine dunkelgrüne, sehr regelmäßige Patina zu erkennen. Flanschen dienen zur Montage der separat gegossenen Teile der Bronze mittels Eisenschrauben. Konstruktive Elemente aus Eisen/Stahl besitzen teilweise einen Anstrich mit Mennige.



Abb. 230: MA-M, Plinthe, unregelmäßige Auflage am Sockel, Kondensat an Metall/Patina



Abb. 231: MA-M, Plinthe, Kondensat an Metall/Patina, mit Mennige-Anstrich geschützte konstruktive Elemente aus Eisen/Stahl, Stützmauer unter Thronwagen, geschlossene Patina an der Bronze in kräftigem Grün

Abb. 232: MA-M, Schutt im Sockel



Abb. 233: MA-M, Thronwagen, Detail der Befestigung der Radachsen

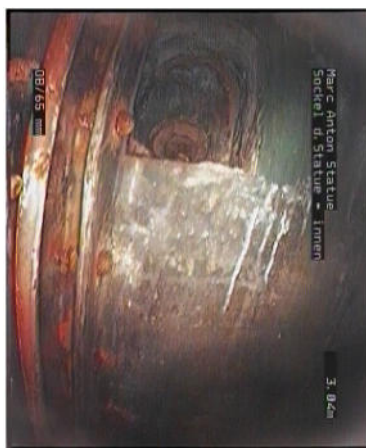


Abb. 234: MA-M, Thronwagen, Eisenteile teilweise mit Mennige-Anstrich geschützt, teilweise stark korrodiert



Abb. 235: MA-M, Plinthe, stark korrodierte Schraubverbindung



Abb. 236: MA-M, Thronwagen-Untebau, konstruktive Details



## 5.2.2 Oberflächentemperatur-Messung und Thermovision

Das thermische Verhalten ist mittels Thermovision und permanenter systematischer Temperaturmessung und -aufzeichnung erfassbar. Temperatur ist ein mechanischer Stressfaktor für Bronze und Korrosionsprodukte (Patina) und wird auch als Mitursache für chemische und elektrochemische Korrosionsvorgänge (z. B. lokale Kondensationszonen) erkannt. Neben der Beschreibung des Temperaturverhaltens gestattet die Thermovision unterschiedliche Wandstärken, Materialien und Inhomogenitäten des Werkstoffes zerstörungsfrei zu lokalisieren. In Verbindung mit Schallemissionsanalyse kann der Einfluss von Temperatur quantifiziert und eine Schädigung des Materiales interpretiert werden. Das Klima spielt eine entscheidenden Rolle auf den Fortschritt der elektrochemischen Korrosion an der Bronze durch Beeinflussung der Kapillarkondensation<sup>330</sup>.

### Oberflächentemperatur-Messung :

Zur Untersuchung der Temperaturschwankungen am MA-M wurden von April bis Juli 2002 an der Bronzeplastik und am Sockel Messungen vorgenommen. Dazu wurde ein Infrarot-Temperaturmessgerät <sup>331</sup> eingesetzt. Die Oberflächentemperaturen können mit dem gewählten Meßsystem sehr einfach verfolgt und protokolliert werden. Durch die Oberflächengeometrie kann es zu Ungenauigkeiten in den Messergebnissen kommen. Die Messungen erfolgten aus einer Distanz von etwa 100 mm. Die Daten entsprechen einem integralen Oberflächentemperaturwert (Kreis mit einem Durchmesser von 33 mm).

Datum	Uhrzeit	Ort der Messung	Oberflächentemperatur
3.4.2002	16.40-16.45	Schulterbereich Marc Anton	47 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Thronessel besonnter Bereich	49 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Thronessel, beschatteter Bereich	34 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Plinthe, westliche Ecke, besonnt	47 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Plinthe, östliche Ecke, beschattet	22 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Sockel, Süd-Westseite	30 °C
3.4.2002	16.40-16.45	Sockel, Nord-Ostseite	17 °C
28.6.2002	13.00-13.05	Löwin 3, besonnter Bereich	61 °C
28.6.2002	13.00-13.05	Löwin 3, beschatteter Bereich	34 °C
28.6.2002	13.00-13.05	Plinthe, südliche Ecke, besonnt	87 °C
28.6.2002	13.00-13.05	Thronwagen, beschattet	33 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Thronessel, besonnter Bereich	45 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Thronessel, beschatteter Bereich	30 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Plinthe, besonnter Bereich	60 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Plinthe, beschatteter Bereich	24 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Löwen, besonnter Bereich	55 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Löwen, beschatteter Bereich	31 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Rad, besonnter Bereich	40 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Rad, beschatteter Bereich	25 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Sockel, besonnter Bereich	41 °C
30.8.2002	11.30-11.25	Sockel, beschatteter Bereich	19 °C

Tab. 13: Oberflächentemperaturmesswerte einiger Tage der Monate April-Juli 2002 (exemplarisch)

Über eine Öffnung am Zuggeschirr des Löwen (fehlende Schraube, Öffnung mit ca. 10 mm Durchmesser) konnte ein Messgerät mit Kabelfühler <sup>332</sup> zur Aufzeichnung der Lufttemperatur im Inneren positioniert werden.

<sup>330</sup> Marabelli, 1986, wie Anm. 225, Seite 212 ff.

<sup>331</sup> Infrarot – Oberflächentemperaturmessgerät, Firma Testoterm, Type Quicktemp 825 – T2; Messgenauigkeit  $\pm 2$  °C; Dieses wurde auf den vom Hersteller für patinierte Bronze- und Messingoberflächen angegebenen Emissionsfaktor  $\epsilon = 0,73$  eingestellt. Der Vorteil dieser Messmethode besteht in der augenblicklichen Messwernerfassung, also in der Umgehung der Ansprechzeit (sog. Halbwertzeit) von Messsystemen, welche auf dem Prinzip der thermischen Koppelung an die zu erfassende Oberflächen mit einer bestimmten Temperatur beruhen. Diese Gerät wurde von J. Weber (Ordinariat für Technische Chemie, Universität für angewandte Kunst Wien) für die Diplomarbeit zur Verfügung gestellt.

<sup>332</sup> Fabrikat TFA®, Raumtemperatur-Messgerät mit Kabel-Temperaturfühler; Ordinariat für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst

Die Aufzeichnung dieser Messergebnisse ergab eine Differenz von 2 °C zur äußerer Oberfläche. Da keine wesentliche Luftzirkulation im Inneren des Objektes gegeben ist (kaum Öffnungen für Luftaustausch), ist eine Temperaturschichtung anzunehmen. Die niedrige Wärmeleitfähigkeit trockener Luft<sup>333</sup> (im Gegensatz zur Bronze<sup>334</sup>) wird durch die hohe relative Luftfeuchte im Inneren gesteigert. Das Monument wird lokal durch Sonneneinstrahlung erwärmt; die Temperaturerhöhung wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Absorptionsverhalten der Oberfläche
- Wärmetransportphänomene der Patina
- Wärmekapazitäten der vorliegenden Bronze und Patina
- Fehlstellen (Lunker, Einschlüsse, etc., den Wärmetransport beeinflussend).

Je nach Grad der Erwärmung und in Abhängigkeit von Tages- und Nachtzeit wirkt das Terrain und der Sockel auf die Bronze wärmend bzw. kühlend. Durch Luftströmungen wird der Wärmehaushalt des Monumentes zusätzlich beeinflusst. Der Zusammenhang zwischen Wärmemenge  $Q$  [KJ], Masse  $m$  [kg] und spezifische Wärmekapazität  $c$  [kJ/kg.K]) und der Temperaturdifferenz  $\Delta T$  [K] kann folgenderweise beschrieben werden:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T = V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T$$

V...Volumen,  $\rho$ ...Dichte

Die Eigenschaften des Materiales (Wärmekapazität, Dichte, etc.) sowie die Wandstärke beeinflussen die Geschwindigkeit von Temperaturänderungen. Mit dieser Methode konnten bestimmte Standortbedingungen, wie z. B. Temperaturen an der Bronzoberfläche von 87 °C festgestellt werden, des weiteren das zeitgleiche Auftreten unterschiedlichster Temperaturen an verschiedenen Orten des Monumentes (siehe Tab. 13). Zur Veranschaulichung des Temperaturverhaltens, unterschiedlicher Temperaturzonen und des zuvor im formalen Zusammenhang wiedergegebenen Einflusses von Material, Wandstärke sowie Geometrie und Farbe der Oberfläche wurden die im folgenden beschriebenen Thermovisions-Aufnahmen gemacht.

#### Thermovision

Zur Veranschaulichung und Bewertung unterschiedlicher Temperaturzonen an der Bronzeplastik wurden mit einer Thermovisionskamera<sup>335</sup> sog. Wärmebild-Aufnahmen („Falschfarbenbilder“) des Objektes gemacht. Ein geeignetes Thermovisionsgerät wurde von der Magistratsabteilung 39 der Stadt Wien<sup>336</sup> in der Zeit vom 25. August bis 9. September 2002 kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die Methode der Temperaturwerterfassung ist analog dem im vorigen Abschnitt erläuterten berührungslosen Infrarot - Messprinzip. Es werden jedoch eine Vielzahl von Messwerten gleichzeitig aufgenommen und in bestimmten farbigen Abstufungen als Temperaturbild („Falschfarbenbild“) dargestellt. Temperaturintervalle und Emissionskoeffizienten (Werkstoffparameter) können am Gerät eingestellt werden.

Die Thermovisionaufnahmen wurden am 27./28. und 30. August 2002 ausgeführt und veranschaulichen die Temperaturverhältnisse nur zum respektiven Zeitpunkt. Der am Gerät eingestellte Emissionskoeffizienten  $\epsilon = 0,76$  gilt für Bronze bzw. Messing mit Patina.

Dennoch können gemeinsame Tendenzen hinsichtlich Temperaturverhalten (Temperaturunterschied aufgrund unterschiedlicher Farbe der Oberfläche, Materialunterschiede, Feuchtezonen, Schattenzonen) im Bereich der Bronzeplastik und des Sockels an den Aufnahmen abgelesen werden.

<sup>333</sup> Trockene Luft, Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 0,026$  [W/m.K]. siehe Böge, 1987, Seite 646

<sup>334</sup> Bronze, Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 380$  [W/m.K]. siehe Böge, 1987, Seite 646

<sup>335</sup> Fabrikat Aviso® 2000

<sup>336</sup> städtische Versuchs- und Forschungsanstalt, 1110 Wien



Auskühlen in der Nacht vom 27. zum 28. August 2002, Ansicht aus Nordwest

Zugehörige Lufttemperaturwerte <sup>337</sup> [Uhrzeit/°C]:

27. August: 18/24,3 19/24,3 20/23,5 21/22,3 22/21,6 23/21,5 24/21,1

28. August: 01/20,8 02/20,8 03/20,1 04/19,7 05/19,8

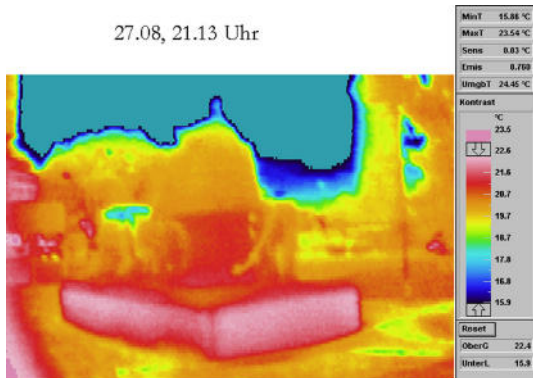


Abb. 237: MA-M, Thermovision; Höher liegende Bereiche des Monumentes wie z.B. Thronwagen und Löwen sind deutlich kühler. Der Wärmeeffekt des Sokkels ist an Plinthe und Unterbau des Thronwagens ersichtlich.

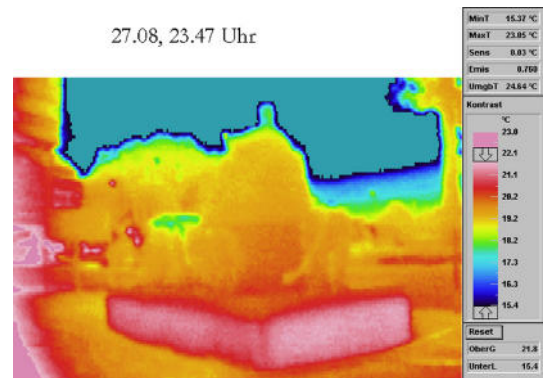


Abb. 238: MA-M, Thermovision; Die zunehmende Abkühlung der Umgebung wirkt sich auch auf die Temperatur der Bronze aus. Der Wärmespeichereffekt des Sokkels nimmt ab

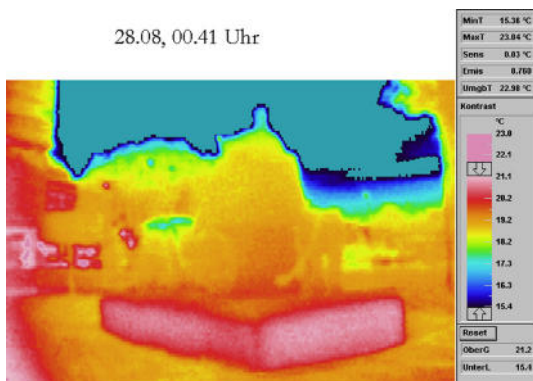


Abb. 239: MA-M, Thermovision; Progress wie Abb. 238

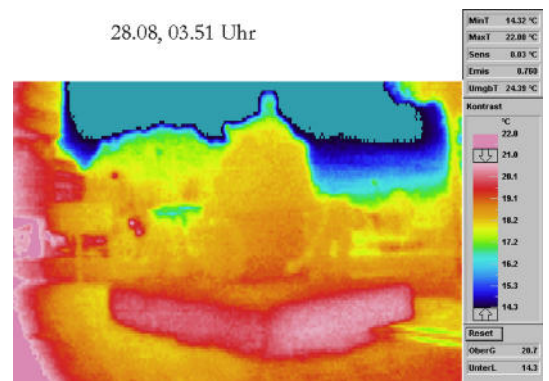


Abb. 240: MA-M, Thermovision; Die Bronze ist in allen Bereichen auf nahezu gleicher Temperatur.

<sup>337</sup> Durchschnittliche Extremwerte für relative Feuchte und Temperatur der Luft in Wien im Jahreszyklus. Auskunft der Zentralanstalt für Metrologie und Geodynamik Hohe Warte Wien, 6. Dezember 2002

Erwärmung zu Tagesbeginn, 28. August 2002, Ansicht aus Südost:

Zugehörige Lufttemperaturwerte <sup>338</sup> [Uhrzeit/°C]:

06/19,6

07/19,9

08/20,7

09/21,5

10/22,2

11/22,9

12/23,0

28.08, 06.13 Uhr

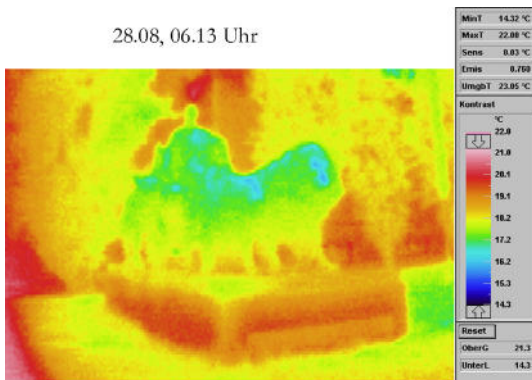


Abb. 241: MA-M, Thermovision; Umgebungsluft wirkt noch immer kühlend, der Sockel wärmend, noch keine Sonnenbestrahlung; Dem Wind ausgesetzte Bereiche (Kanten des Sockels, Scheitel der Figuren) sind daher kühler.

28.08, 08.22 Uhr

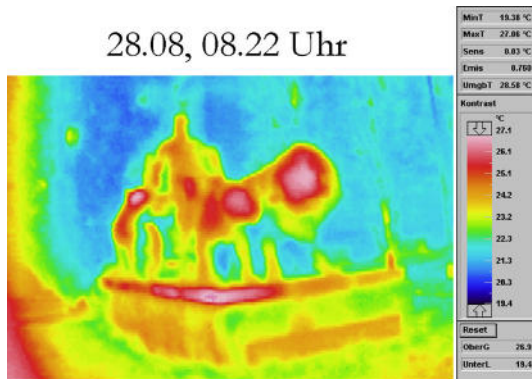


Abb. 244: MA-M, Thermovision; Das Thermovisionsbild spiegelt Verschmutzungen (dunklere Bereiche sind höher erwärmt) und Sprünge (durch Belüftung abgekühlt) wieder.

30.08, 10.26 Uhr

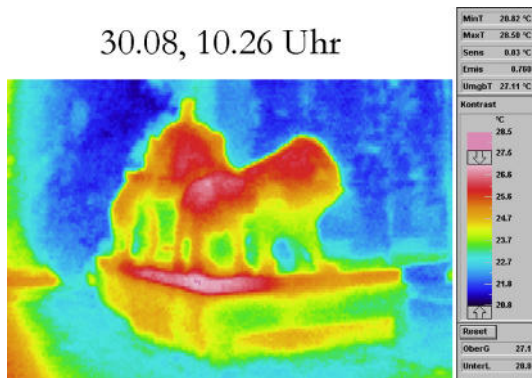


Abb. 246: MA-M, Thermovision; wie Abb. 245

Abb. 242: MA-M, Thermovision; Sonneneinstrahlung (von Osten) beginnt das Monument zu erwärmen.

28.08, 07.35 Uhr

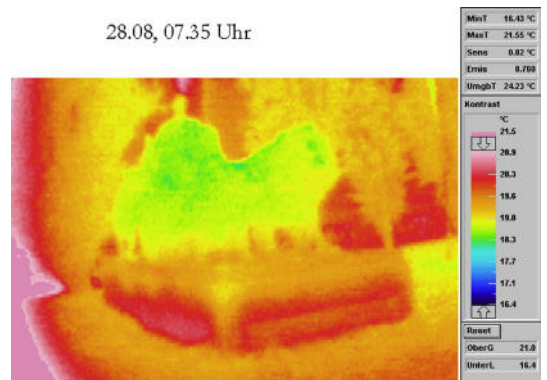


Abb. 243: MA-M, Thermovision; Zunehmende Sonneneinstrahlung erhitzt das Monument abhängig vom Einstrahlungswinkel.

28.08, 08.07 Uhr

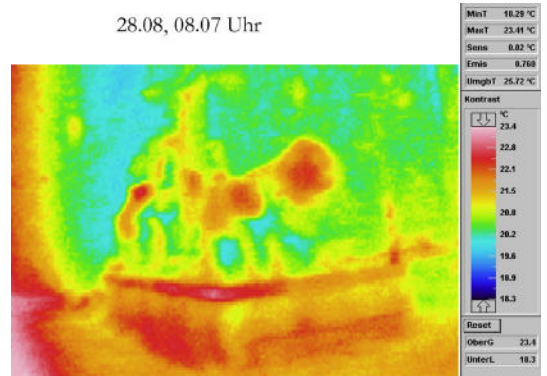


Abb. 245: MA-M, Thermovision; Die Erwärmung der Südseite des Monumentes nimmt zu.

28.08, 09.27 Uhr

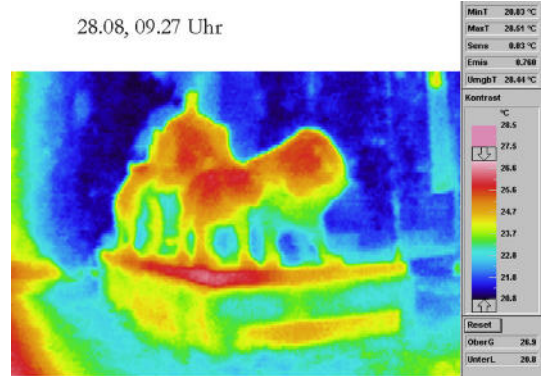
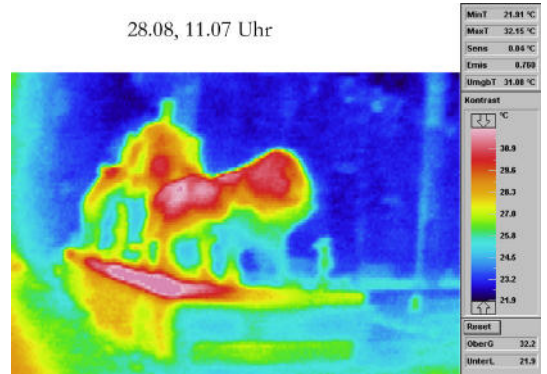


Abb. 247: MA-M, Thermovision; wie Abb. 245

28.08, 11.07 Uhr



Mit dem Sonnenstand bewegen sich die höher erwärmten Zonen des Monumentes während des Vormittags entlang der Südseite von Ost nach West. Dabei in den Schatten tretende Bereiche (siehe Flanken der Löwinen) kühlen ab.

<sup>338</sup> wie Anm. 337



Erwärmung um die Mittagszeit, 30. August 2002:

Zugehörige Lufttemperaturwerte<sup>339</sup> [Uhrzeit/°C]: 09/22,6 10/23,5 11/24,5 12/25,1 13/26,3

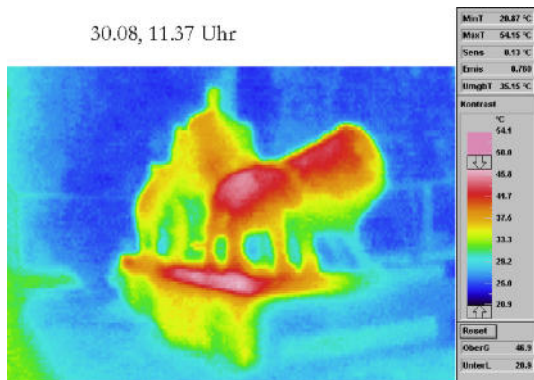


Abb. 248: MA-M, Thermovision; Analog zu Abb. 247

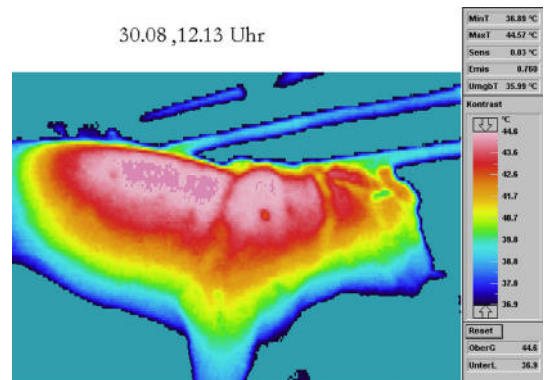


Abb. 249: MA-M, Thermovision; Löwin 2: Der Einfluss unterschiedlicher Materialien (Flicken!) und differente Wandstärken (bei Verbindungen der Gussteile) kommt zur Geltung (vgl. Abschnitt 4...., Technischer Aufbau) Ebenso ersichtlich (Mitte der Schulter des Löwen) ist der Einfluss eines Reflektors, welcher bei der Laser-Scan-Vermessung des Monumentes erforderlich war.

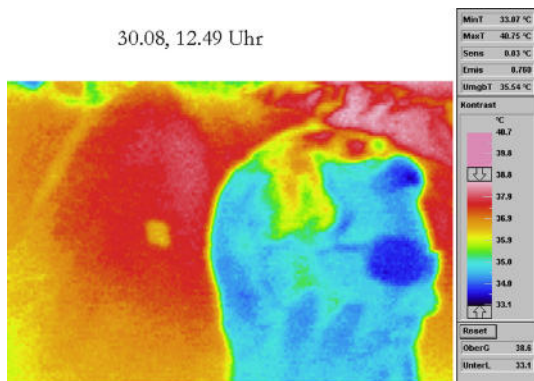


Abb. 251: MA-M, Thermovision; Detail aus Abb. 249; Das zur Messung eingestellte Temperaturintervall erlaubt eine detailliertere Erfassung der Temperaturen an der Oberfläche.

Abb. 252: adäquater Ausschnitt zu Abb. 251

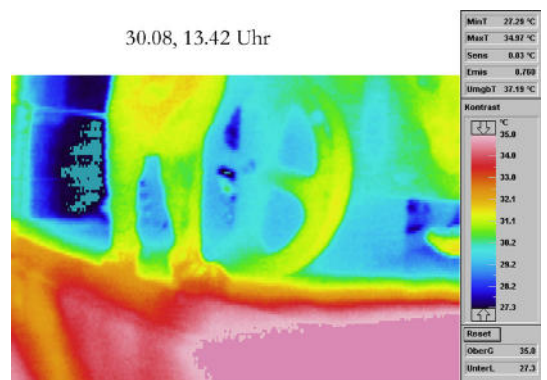


Abb. 253: MA-M, Thermovision, Löwin 3, Wagenrad, Plinthe (analog zu Abb. 251)

<sup>339</sup> Durchschnittliche Extremwerte für relative Feuchte und Temperatur der Luft in Wien im Jahreszyklus. Auskunft der Zentralanstalt für Metrologie und Geodynamik Hohe Warte Wien, 6. Dezember 2002



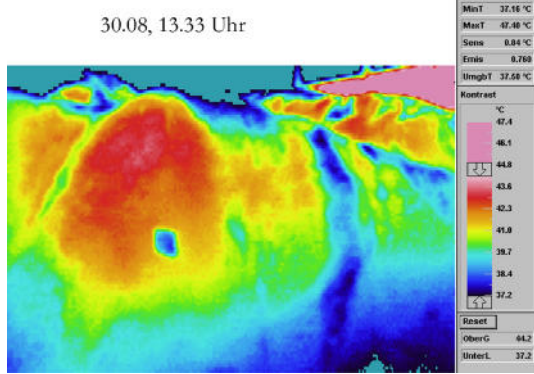


Abb. 254: MA-M, Thermovision; analog zu Abb. 253. Die Kette um den Hals der Löwin 2 (vgl. Abb.,) hebt sich deutlich aufgrund der entsprechenden Wärmekapazität in diesem Bereich ab.

Aus diesen Details (Abb. 249 bis Abb. 254) geht der Stellenwert der Thermovision als „non-destructive“ Methode zur Detektion unterschiedlicher Materialien und unterschiedlicher Wandstärken hervor.<sup>340</sup>



Abb. 255: adäquater Ausschnitt zu Abb. 254

Erwärmung des Monumentes am Nachmittag, 30. August 2002, Ansicht aus Nord-West

Zugehörige Lufttemperaturwerte<sup>341</sup> [Uhrzeit/°C]: 13/26,3 14/26,8 15/27,8 16/27,9 17/27,7

Abb. 256 bis Abb. 263: Die Bronze wird aus Richtung Westen erwärmt. Die fotografischen Abbildungen sind zeitgleichen Thermovisionsaufnahmen gegenübergestellt. Beschattete/besonnte Bereiche des Monumentes sind am Wärmebild durch unterschiedliche farbige Zonen charakterisiert. Die Farbskala auf diesen Thermovisionsaufnahmen gibt jeweils ein Temperaturintervall von in etwa 23 °C bis 39 °C wieder.

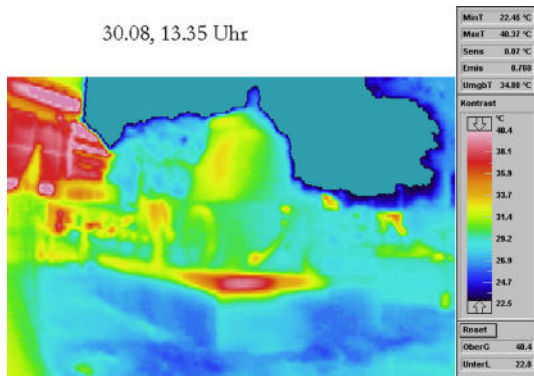


Abb. 256: MA-M, Thermovision



Abb. 257: adäquater Ausschnitt zu Abb. 256

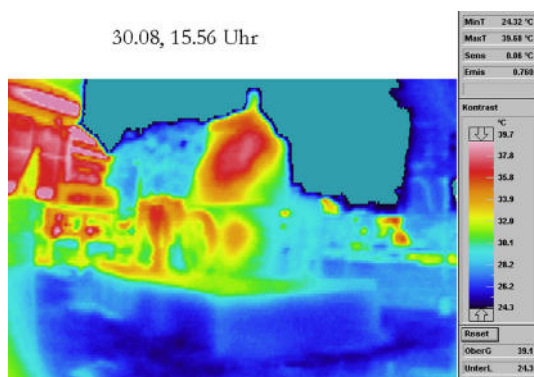


Abb. 258: MA-M, Thermovision



Abb. 259: adäquater Ausschnitt zu Abb. 258

<sup>340</sup> vgl. dazu Marabelli, 1986, wie Anm. 225, Seite 212 ff.

<sup>341</sup> Durchschnittliche Extremwerte für relative Feuchte und Temperatur der Luft in Wien im Jahreszyklus. Auskunft der Zentralanstalt für Metrologie und Geodynamik Hohe Warte Wien, 6. Dezember 2002

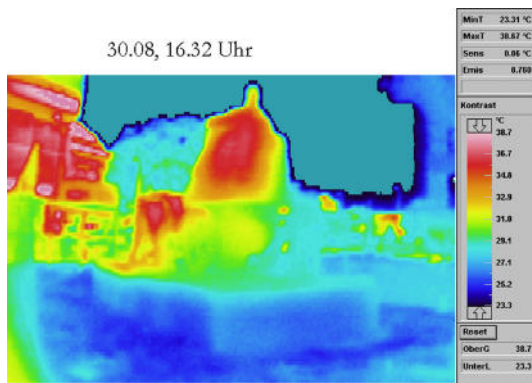


Abb. 260: MA-M, Thermovision

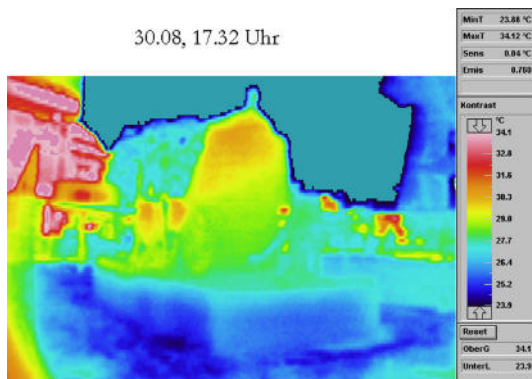


Abb. 262: MA-M, Thermovision



Abb. 261: adäquater Ausschnitt zu Abb. 260



Abb. 263: adäquater Ausschnitt zu Abb. 262

Mit der Thermovision konnten anhand des MA-M das Temperaturverhalten, unterschiedliche Temperaturzonen und die zuvor im formalen Zusammenhang wiedergegebenen Einflüsse von Material, Wandstärke sowie Geometrie und Farbe der Oberfläche für einen mäßig warmen Spätsommertag veranschaulicht werden. Bemerkenswert erscheint dabei die sehr rasch feststellbare lokale Erwärmung durch Sonneneinstrahlung in Zusammenhang mit unterschiedlichen Färbungen an der Oberfläche. Die hier festgestellten Temperaturverhältnisse an der Objekt-oberfläche sind nicht nur für diese, sondern in weiterer Folge auch für Überzugsubstanzen, welche zum Schutz von Patina und Bronze eingesetzt werden maßgeblich.

### 5. 2. 3 Schallemissionsmessung

Die Schallemissionsmessung<sup>342</sup> stellt eine zerstörungsfreie Methode zur Beschreibung des Materialverhaltens, z. B. bei Abkühlung und Erwärmung dar. Es werden Frequenzbänder (> 20 kHz) von Schallemissionen (sog. Ereignisse) aus dem Material aufgezeichnet. Diese können durch empirische Vorversuche bestimmten Ursachen zugeordnet werden. Im Bereich der Denkmalpflege und der Materialwissenschaften historischer Werkstoffe wurde dieses Verfahren etwa am Reiterstandbild des Marc Aurel in Rom (Italien 1989) angewandt.<sup>343</sup> Für den Versuch, solche Ereignisse auch im Zuge dieser Diplomarbeit am MA-M in Wien aufzuzeichnen, konnte ein Schallemissions-Meßsystem gefunden werden.<sup>344</sup>



Abb. 264: TGM, Reflexionsarmer Raum, Th. Bednar, Versuchsaufbau

<sup>342</sup> Crocker, M. J.: Encyclopedia of Acoustics, Volume Two. Auburn University. John Wiley & Sons, Inc. New York 1997, Seite 797 ff.

<sup>343</sup> Marabelli, 1994, wie Anm. 142, Seite 11 ff.

<sup>344</sup> Das Schallemissionsmessgerät, Fabrikat Norsonic®, Type 840, Schallpegelmessgerät Kl. 0,7 wurde dankenswerterweise von Th. Bednar, Institut für Bauphysik, TU-Wien zur Verfügung gestellt und bedient.



Die Messung wurde nicht am Monument selbst, sondern anhand der abschraubbaren Bodenplatte des Thronwagens in einem besonders schall- und reflexionsarmen Raum<sup>345</sup> durchgeführt. Durch Erwärmen mit Infrarotlampen auf ca. 85 °C und anschließendem Auskühlen konnte im tief-frequenten Bereich (< 20 kHz) ein Ereignis aus dem Material (vermutlich aufgrund eines Risses oder Sprunges im Material) detektiert werden. Die verschiedenfarbig eingetragenen Oktavbänder (65 Hz bis 20 kHz) stellen über die Abkühlzeit [s] an der X-Achse die a-bewerteten Schalleistungspegel ( $L_{P(A)}$ ) an der Y-Achse dar. Der Summenschallpegel der einzelnen Oktavbänder ist grün eingetragen. Das bezeichnete Ereignis fand bei ca. 420 Sekunden statt. Zu dieser Zeit wurde eine Temperatur von 42 °C gemessen.<sup>346</sup>

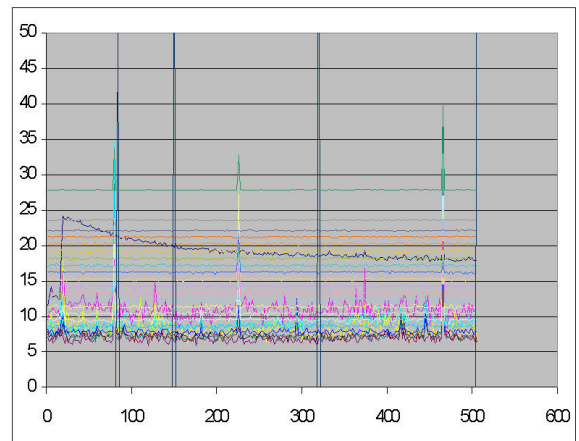


Abb. 265: Diagramm der Schallemissionsaufzeichnung (Bednar)

#### 5. 2. 4 Vermessung mit Laser-Scan Technologie

Eine moderne Methode<sup>347</sup> zur Dokumentation objektspezifischer Merkmale (Korrosionszonen, Öffnungen und Fehlstellen, originale Reparaturen, Kriegsbedingte Reparaturen), zur Visualisierung unterschiedlicher Interventionen von Konservierung / Restaurierung, technischem Aufbau und zur virtuellen Rekonstruktion der originalen Erscheinung basiert auf einer Erfassung der Geometrie mittels Laser-Scan Technologie<sup>348</sup> (Vermessung) und auf der EDV-unterstützten Umwandlung der Vermessungsdaten in manipulierbare Formate.<sup>349</sup> Das Objekt wurde dazu von verschiedenen Standorten aus gescannt, wobei eine Vielzahl von Messpunkten der Oberfläche als Koordinate mit X/Y/Z-Wert mit zugehörigem Farbwert aufgenommen und gespeichert wurde. Nach der Vermessung werden die einzelnen Scans zu einer Gesamtaufnahme zusammengestellt, wozu Orientierungsmarken an der Oberfläche situiert wurden. Einzelne Fehlmessungen sowie Ungenauigkeiten werden danach geglättet, und die einzelnen Messpunkte miteinander über Linien zu einem Oberflächennetz verbunden (Triangulierung).



Abb. 266: Laser-Scanner, Fa. Riegl

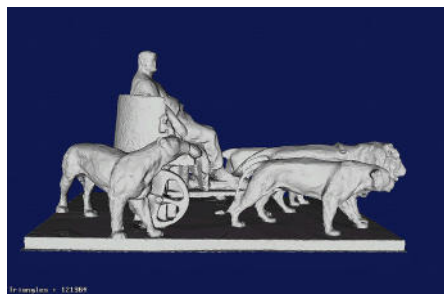


Abb. 267: MA-M, Laserscan, geglättete und triangulierte Oberfläche als Ergebnis der Vermessung



Abb. 268: MA-M, geglätteten und triangulierten Oberfläche in Verbindung mit Photogrammetriaufnahmen.

<sup>345</sup> Vom TGM Wien 19., Jägerstrasse; wurde für diese Messung ein schall- und reflexionsarmer Raum, in dem Schallemissionen umliegender Bauteile gedämpft werden, von A. Niemczanowski dankenswerter Weise zur Verfügung gestellt.

<sup>346</sup> Für eine zielführende Schallemissionsmessung (eindeutige Zuordnung Ereignis/Ursache) dieses Materiales empfiehlt Th. Bednar das Institut für Festkörperphysik, TU-Wien. Dort ist ein Messgerät für die Aufnahme hochfrequenten Körperschalls > 20 kHz vorhanden. Im Zuge dieser Diplomarbeit konnte diese Untersuchung nicht mehr ausgeführt werden. Diese Messung sollte an eine kontinuierliche Temperaturaufzeichnung (z. B. Thermovision) gekoppelt werden.

<sup>347</sup> Rottensteiner, Georg: Verwendung eines abbildenden terrestrischen 3D-Laser-Scanners für photogrammetrische Aufgaben. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU – Wien 2000

<sup>348</sup> Die Vermessung erfolgte dankenswerterweise kostenlos durch die Fa. Riegl, Laser Measurement Systems, Horn mit dem Laser-Scanner LPM 25 HA

<sup>349</sup> Die Rohdaten der Vermessung wurden mit der Software QT-Sculptor, VI.6, Fa. Polygon-technologies, Darmstadt, nachbearbeitet. Auch diese Leistung wurde dankenswerterweise kostenlos zur Verfügung gestellt.



Dieses allansichtige 3D-Modell gibt die Geometrie bereits wieder, und wird mittels Photogrammetrie-Aufnahmen um Oberflächendetails bereichert.

Aus diesem, mit Oberflächendetails ausgestatteten 3D-Modell werden perspektivlose sog. Orthophotos ausgerechnet. Diese werden mit herkömmlichen Bildbearbeitungsprogrammen<sup>350</sup> bearbeitet (manipuliert) und danach wieder auf das 3D-Modell gerechnet. Diese Vorgangsweise ist durch den EDV-Einsatz zum Teil automatisiert und gestattet eine allansichtige Verwaltung objektspezifischer Informationen. Für die Visualisierung objektspezifischer Informationen komplexer dreidimensionaler Oberflächen bietet diese Technologie neue Möglichkeiten, auch für die Denkmalpflege. Eine Vermessung mittels 3D-Laserscan-Technologie<sup>351</sup> dient als Grundlage für die Kartierung objektspezifischer Informationen, für die Veranschaulichung der Applikation unterschiedlicher Substanzen der Konservierung, zur Veranschaulichung einer ursprünglichen Farbigkeit der Oberfläche, und als Grundlage zur Anwendung Finiter - Elemente Methoden<sup>352</sup> zur Stresssimulation der Bronze aufgrund der Belastung durch Eigengewicht und Wind.<sup>353</sup>

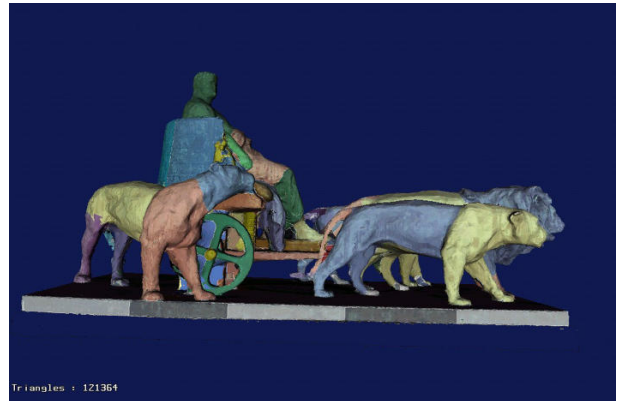


Abb.269: MA-M, „Gusstechnischer Aufbau“ als Ergebnis der Bearbeitung; diese Veranschaulichung kann am Computer aus allen Ansichten gedreht und vergrößert werden.

### 5.3 Technologische Beschreibung des Bildhauer-Modells „Triumphzug des Marc Anton“ aus 1896

Das vorliegende Modell ist eine aus mehreren Teilen angefertigte plastische Skizze aus Gips, bronziert, an Relief und Fusskissen des Thronwagens scheinbar mit Gold oder Goldimitation gestaltet.<sup>354</sup>

„Bronzieren“ ist im traditionellen Bildhauerhandwerk ein üblicher Begriff für das polychrome gestalten von Gipsoberflächen mit dem Ziel eine Bronzepatina zu imitieren. Diese erfolgt üblicherweise als Öl- und Öl/Harz Farbsystem, das in mehreren Lagen meist lasierend aufgetragen wird. Als erste Malschicht war es gängig, das Bindemittel mit Metallstaub (z. B. Messing, Bronze) zu verreiben, um die Wirkung einer metallischen Grundfarbe als Basis für die Patinierung zu erzeugen.

Das Modell besteht aus einer separat gefertigten Plinthe, Thronwagen und Löwen, die Teile sind vorwiegend dickwandig (bis 2cm) und hohl. Der Wagen ist aus mehreren Einzelteilen zusammengesetzt. Ob die Löwen aus einem oder mehreren separat angefertigten Gipsteilen bestehen kann nicht eindeutig bestimmt werden. Vermutlich wurden die Löwen und Teile des Thronwagens (Marc Anton und Thron mit Reliefrückwand) als Guss im verlorenen Mantel im Schwenkverfahren hergestellt:

<sup>350</sup> hier: Photoshop V. 6.0, Fa. Adobe

<sup>351</sup> Mach, u. a.: Über den Einsatz von 3D Laser-Scannern zur dreidimensionalen Erfassung von Denkmälern für die Bereiche Dokumentation und Restaurierung. Berichtsband 45, Teil I der Dt. Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin 1995

<sup>352</sup> Marabelli, 1994, wie Anm. 142, Seite 1 ff.; sowie Rammerstorfer, u. a.: Das Erzherzog Carl Denkmal am Heldenplatz in Wien – Untersuchungen zum Gefügebau und zur Standfestigkeit. Erschienen in Sonderbände der Praktischen Metallographie, Band 22. Dr. Riederer Verlag Stuttgart, Seite 33 ff.

<sup>353</sup> In einer Diplomarbeit an der TU-Wien, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, K. Kraus, werden derzeit verschiedene Scanner- und Softwaresysteme hinsichtlich ihrer Möglichkeiten überprüft. Wegen seiner aufwendigen Figurenanordnung und der vielen Hinterscheidungen wurde dazu das MA-M herangezogen.

<sup>354</sup> Dankenswerterweise von Herrn P. Platzer, akademischer Bildhauer, Werkstoffchemiker und Lehrbeauftragter am Institut für Bildende Kunst, Universität für angewandte Kunst Wien vorgenommen

- Vormodellieren in Ton auf Eisenarmierung, wofür die weichen und geschmeidigen Körperformen, z. B. die der Löwen und des Feldherrn Kopfes sprechen.
- Bildhauerische Details werden durch Ritzen in die Tonskizze präzisiert.
- Auf den Ton werden zwei Signalschichten mit gefärbtem Gips aufgetragen.
- Abformen der Tonskizze; die Abformung beginnt mit der Erstellung einer Negativform der Tonskizze in mehreren Teilen aus Gips, sodass nach Trocknung des Gips der Ton aus dem Negativ gelöst werden kann.

Die zwei am Ton aufgetragenen Signalschichten verbleiben an den Gips-Negativen. Die Negativformen werden zusammengebaut und besitzen in diesem Zustand eine Einfüllöffnung. Nach einem ergiebigen Wässern, das unter anderem zur besseren Wiedergabe von Details dient, wird die Hohlform zum Teil mit Gips befüllt und so lange geschwenkt, bis der Gips an der Wandung der Negativform erstarrt erscheint. Nach Aushärtung wird der Mantel abgeschlagen, die zwei Signalschichten dienen dabei als Indikator für die Nähe der so erzeugten Positivform in Gips. Mit diesem Verfahren ist die hohle Ausbildung zu erklären. Die Grate am Rücken der Tiere entstanden vermutlich durch die Formenteilung der Negative. Die Einzelteile von Plinthe und Sockel wurden vermutlich aus separat gegossenen Gipsplatten mit Metallstiften zusammengesetzt und überarbeitet. Die Oberfläche wurde vermutlich vor der Bronzierung mit einem organischen Bindemittel (üblicherweise Harz) getränkt, um die Beständigkeit an der Oberfläche gegenüber Feuchtigkeit und mechanischen Einflüssen zu verbessern. Im Sinne der künstlerischen Skizze wurde auch bei der Bronzierung von Gipsmodellen bewusst nicht immer auf eine geschlossene Oberflächengestaltung geachtet. Zur ausgeführten monumentalen Bronzeplastik besteht ein formaler Unterschied: Die Löwinen I und 3 stehen bei der modellhaften Ausführung enger am Löwen, die Zugstangen sind nur andeutungsweise modelliert. Beim Monumentalwerk drängen die Zugstangen aus konstruktiven Gründen die Löwen etwas zur Seite.



Abb. 270: Gipsskizze „Der Triumphzug des Marc Anton“, 1896, Gesamtaufnahme.



Abb. 271: Gipsskizze „Der Triumphzug des Marc Anton“, Photo aus 1895 zeigt die Oberfläche anscheinend noch ohne „Bronzierung“



Abb. 272: Gipsskizze „Der Triumphzug des Marc Anton, 1896, Detail Löwin



Abb. 273: Gipsskizze „Der Triumphzug des Marc Anton, 1896, Detail Fußkissen



Abb. 274: Gipsskizze „Der Triumphzug des Marc Anton, 1896, Thronrelief

Abschließend kann festgestellt werden, dass es sich aufgrund der handwerklichen Merkmale bei der vorliegenden Ausführung des „Der Triumphzug des Marc Anton“ (Historischen Museum der Stadt Wien) und aufgrund der Ähnlichkeit zur historischen Aufnahme aus 1865, um die von Arthur Strasser angefertigte Gipsskizze handelt.

## 5.4 Überzugs-Testreihen auf Probeplättchen

Es wurden unter anderem in Wien (ICORT), Bangkok (private Mitteilung B. Pichler, A. Vendl) als auch in Alfanzina (ISCA-COPAL Expositionsprogramm) Testplättchen mit Coating-Substanzen zur Outdoor-Bewitterung platziert. Diese Testplättchen-Serie umfasste Kupferbleche, die sowohl natürlichen Brochantit als auch künstlichen Brochantit als Substrat aufwiesen. Ausschlaggebend für die Durchführung dieser speziellen Testreihe ist die Evaluierung rezent in der Konservierung von Outdoor-Bronzen eingesetzter Coating-Systeme in unterschiedlichen Klimasituationen.

Die in Abb. 281 und Abb. 282 dargestellten Bereiche lassen den Schluss zu, dass das eingesetzte Coating-System keinen Schutz für eine natürliche Brochantit-Patina nach zwei Jahre freie Bewitterung (unter den gegebenen Umständen) mehr bieten kann.

Weitere Ergebnisse aus diesen Versuchen mit Coating-Substanzen auf Kupfer-Testplättchen mit natürlicher und künstlicher Brochantit-Patina sind bis Ende 2003 zu erwarten. Die Abbildungen beschreiben die Notwendigkeit einer Abstimmung der Coating-Substanz und des zugehörigen zyklischen Pflege-Intervalls auf die jeweils gegebenen Standortverhältnisse.

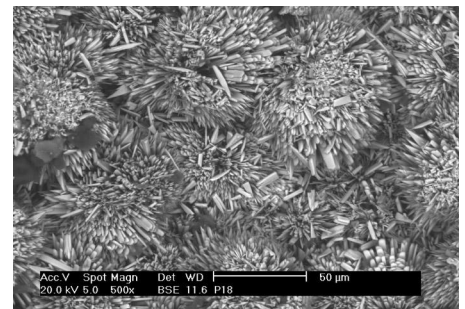


Abb. 275: REM-Aufnahme künstlicher Brochantit (Erlach)

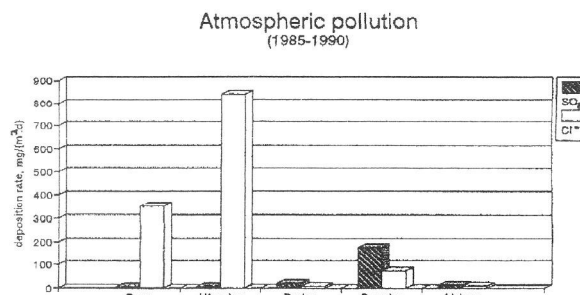


Abb. 276: Umweltdaten (Deposition von Schadstoffen) in Alfanzina in Portugal zeigen eine extrem hohe Cl-Deposition (LNEC)

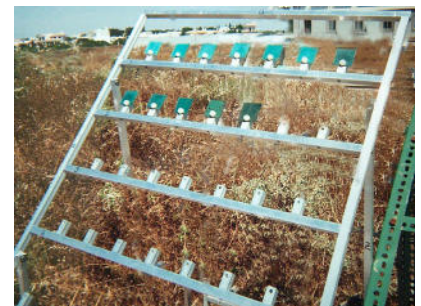


Abb. 277: Expositionsgestell „II“ in Alfanzina, Kooperation mit LNEC Lissabon, 11. Juni 2002 Beginn (Pichler)

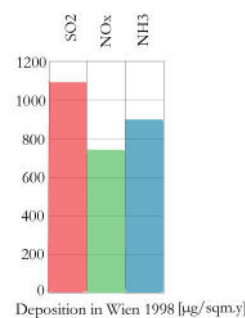


Abb. 278: Umweltdaten (Deposition von Schadstoffen) in Wien zeigen vor allem eine Belastung von SO₂, NOₓ und NH₃ (UBA)



Abb. 279: Expositionsgestell „Z“ in Wien I, Salzgries, Beginn 1. Mai 2002, Aufnahme Januar 2003

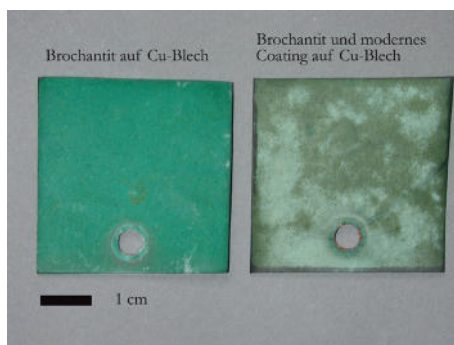


Abb. 280: Testplättchen aus Bangkok nach zweijähriger Bewitterung (es liegen leider keine Umweltdaten vor)



Abb. 281: Lichtmikroskop-Aufnahme, 100-fach: Testplättchen mit künstlicher Brochantit-Patina

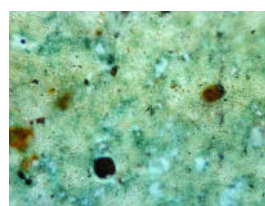


Abb. 282: Lichtmikroskop-Aufnahme, 100-fach: Testplättchen mit natürlicher Brochantit-Patina und Resten eines rezent eingesetzten Überzugs-Systems



## 5.4 Objektspezifischer Bildatlas

In Abb. 283 bis Abb. 285 ist der Einfluss der Hauptrichtung der Bewitterung aus Nord-West ersichtlich. Die Krustenbildung in nicht direkt bewitterten Bereichen erscheint in süd-östlich ausgerichteten Bereichen flächiger zu verlaufen, die Krusten im nord-östlich ausgerichteten Bereich des Fußkissens sind dicker, härter und bedecken die Oberfläche der Bronze patina weniger gleichmäßig. In direkt bewitterten Bereichen ist keine Krustenbildung vorhanden, die Erscheinung der Oberfläche wird vorwiegend von grünen Korrosionsprodukten der Bronze bestimmt.



Abb. 283: MA-M, Thronwagen-Fußkissen, süd-östlich, in nicht direkt bewittertem Bereich



Abb. 284: MA-M, Thronwagen-Fußkissen, nord-westlich, in nicht direkt bewittertem Bereich



Abb. 285: MA-M, Thronwagen-Fußkissen, südöstlich, in direkt bewittertem Bereich



Abb. 286: MA-M, Löwin 2, Hals: In wenigen Bereichen ist die Modellierung noch gut ablesbar erhalten, sie wird durch grüne, auf die Verwitterung der Bronze zurückzuführende Streifen, unterbrochen.



Abb. 287: MA-M, Thronwagen-Unterseite, Nord-West: Feuchtigkeit tritt auch aus dem Inneren des Thronwagens durch undichte Fugnähte heraus

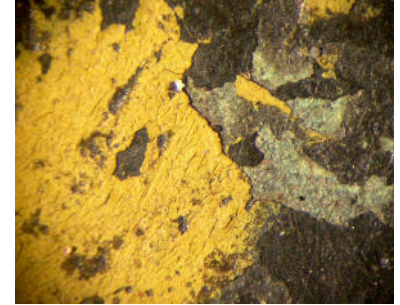


Abb. 288: MA-M, Löwin 3, Stereomikroskop-Aufnahme, 20-fach: Farbreste von der Kunstharzlack-Besprühung im Jahr 2000



Abb. 289: MA-M, Plinthe, Stereo-Mikroskopaufnahme, 20-fach: Kleinlebewesen



Abb. 290: MA-M, Löwin 3: Flicke aus der Reparatur nach dem Zweiten Weltkrieg, erkennbar an der dunklen Farbe der Oberfläche (vergleiche dazu Abb. 120)

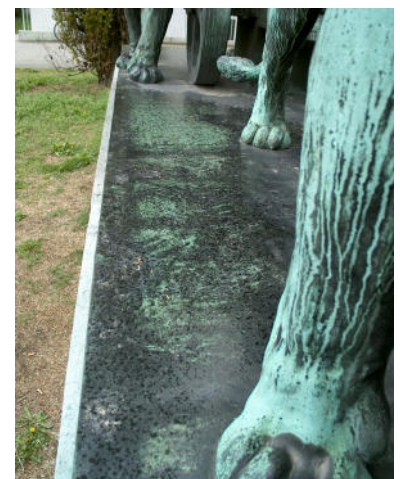


Abb. 291: MA-M, Plinthe: Unterschiedliche mikroklimatische Bereiche an der Oberfläche der Bronzeplastik, hier durch Regen



Abb. 292: MA-M, Plinthe:  
Ansammlung von Schnee im Zwickel  
Plinthe / Bronze



Abb. 293: MA-M, Plinthe:  
Unterschiedliche mikroklimatische  
Bereiche an der Oberfläche der  
Bronzeplastik, hier durch Schnee



Abb. 294: MA-M, Plinthe:  
Unterschiedliche mikroklimatische  
Bereiche an der Oberfläche der  
Bronzeplastik, hier durch Eis

Abb. 295: MA-M, Löwin I, Rücken: Ersichtlich sind die ungeschützte Bronzeoberfläche (durch Feuchtigkeit dunkel, Nasseffekt, Bildausschnitt links oben), die Überzugs-Testfläche mit Wollwachs (Bildausschnitt rechts oben), das Areal wo im Zuge dieser Arbeit versucht wurde den Schutzüberzug aus 1994 abzunehmen (Bildausschnitt rechts mittig) und die Testfläche aus 1994 (Bildausschnitt rechts unten). Die Farbe der Bronze wird durch Wollwachs nur geringfügig verändert.



In Abb. 296 und 297 ersichtlich wurden drei Kupferplättchen mit natürlicher Brochantit-Patina, jeweils zum Teil mit einer Coating-Substanz überzogen (Abb. 296, an der dunkleren Färbung ersichtlich), und mit einem handelsüblichen Kunstharzlack <sup>355</sup> besprüht. Nach unterschiedlicher Alterung (24 Stunden, zwei Monate) wurde versucht, die Besprühung wieder von den Testplättchen zu entfernen, wozu Aceton und Wattestäbchen eingesetzt wurden.

Präparation (Testplättchen)	(Coating-Substanz)	vor Besprühung mit Kunstharzlack:
A	mikrokrist. Wachs	
B	Wollwachs	
C	Wollwachs	im UV-Schrank gealtert (≙ zwei Monate Sonnen-UV)



Abb. 296: Kupferplättchen mit Brochantit-Patina,  
zum Teil mit Coating überzogen



Abb. 297: wie Abb. 296, mit Kunstharzlack-  
Besprühung, nach Abnahmeversuchen

<sup>355</sup> Fabrikat Motip Dupli, Dupli-Color®, D-74851 Hassmersheim, Farbe weiß



In Abb. 297 kann folgendes beobachtet werden:

Testplättchen	Feld	Präparation	Beschreibung
A	rechts-oben	mikr. Wachs/Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
A	rechts-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
A	links-oben	mikr. Wachs/Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)
A	links-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)
B	rechts-oben	Wollwachs/Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
B	rechts-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
B	links-oben	Wollwachs/Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)
B	links-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)
C	rechts-oben	Wollwachs-gealtert/Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
C	rechts-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch vor Alterung
C	links-oben	Wollwachs-gealtert/Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)
C	links-unten	Kunstharzlack	Abnahmeversuch nach Altung (wie oben)

Diese Beobachtung veranschaulicht prinzipiell das Verhalten von Kunstharzen unter UV-Belastung unlöslich zu werden, des weiteren die Funktion von Coatings das Eindringen von Kunstharzlacken in die Patina zu unterbinden, und die Notwendigkeit einer raschen Entfernung solcher Substanzen, auch von mit einem Überzug geschützten Oberflächen. Es wird betont, dass vor allem die Vielzahl von unterschiedlichen Kunstharzlack-Produkte zu anderen Ergebnissen bei der Abnahme führen kann.



## 6. MAßNAHMENKONZEPT FÜR KONSERVIERUNG/RESTAURIERUNG - PFLEGE

### Einleitung

Als grundlegendste Maßnahmen für die Erhaltung der Bronzeplastik wurden neben der Feststellung des Erhaltungszustandes eine technische Instandsetzung des Innenbereiches, des Sockels und des Terrains definiert, sowie die Entfernung materialschädigender Schmutzkrusten, die Festigung der Blattvergoldung und eine zyklische Inspektion und Reinigung an der Sichtseite. Die Anwendung eines Schutzüberzuges als praktische Maßnahme gegen materialzerstörende Einflüsse wie Korrosion und Vandalismus erscheint unter den gegebenen Standortbedingungen (vor allem hohe Schadstoffbelastung<sup>356</sup> und leichte Zugangsmöglichkeit zum Anbringen von Kunstharzbesprühungen) als notwendig.

Eine Restaurierung, also das Wiederherstellen des ursprünglichen Erscheinungsbildes, würde eine Abnahme der vorhandenen oberflächlichen Verkrustungen und Korrosionsprodukte (Patina) bis auf das blanke Metall, und eine Neupatinierung und Neuvergoldung beinhalten. Dies bedeutet erheblichen Verlust originaler Substanz; ein Aufrechterhalten dieses Ergebnisses im Freien ist mittel- und langfristig nicht möglich. In der Folge wären weitere intensive Eingriffe unter neuerlichem Substanzverlust notwendig. Zusätzlich konnte die ursprüngliche Gestaltung der Oberfläche nur ansatzweise rekonstruiert werden, die Kenntnisse über die von Arthur Strasser am Marc Anton-Monument vorgenommene Gestaltung mit Blattvergoldung und Färbung der Oberfläche durch Patinieren reichen jedoch als Grundlage für die Durchführung einer Restaurierung nicht aus.<sup>357</sup>

Die Konservierung und kontinuierliche Pflege wird somit als zentrale Aufgabe für die Erhaltung des Marc Anton-Monumentes am Standort definiert.

### 6.1 Bronzeplastik

Als Grundlage für die nachfolgend dargestellten Methoden zur Reinigung, Festigung von Blattgoldauflagen und Anwendung von Schutzüberzügen dient die in Abschnitt 4. 4, Kartierung oberflächenspezifischer Informationen (Abb. 158 bis Abb. 161) vorgenommene Bestimmung von unterschiedlich verwitternden Zonen mit unterschiedlichen Substanzen an der Oberfläche, welche teilweise als nicht zur Bronzeplastik gehörig und als materialzerstörend oder -gefährdend bezeichnet werden müssen. Deshalb werden für diese Zonen mit unterschiedlichem Erhaltungszustand unterschiedliche Maßnahmen - Interventionsstufen bei der Reinigung - vorgegeben.<sup>358</sup>

### **Reinigung**

#### Zone I, Bereiche in exponierten Lagen mit grüner Patina

Die hier vorgefundene vorwiegend grüne Patina stellt keine Gefährdung für die Erhaltung vor Ort dar.<sup>359</sup> Sie besteht aus beständigen Korrosionsprodukten der verschiedenen, in der Metalllegierung vorkommenden Metalle, ist somit Originalsubstanz, und daher am Objekt zu belassen. Für die Zone I wurde am MA-M eine Testfläche angelegt.

<sup>356</sup> siehe Kap. 3, Konservierung/Restaurierung - Standortbestimmung, Seite 40 ff.

<sup>357</sup> siehe Kap. 4, Das Monument, Seite 56 ff., sowie Kap. 5 Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 86 ff.

<sup>358</sup> siehe Kap. 4, Das Monument, Seite 71 ff.

<sup>359</sup> vgl. Kap. 3, Konservierung/Restaurierung - Standortbestimmung, Seite 36 ff.

Für diese Bereiche wird daher folgende Reinigungsmethode vorgeschlagen:

- Abrasive Trockenreinigung<sup>360</sup> - Entfernung oberflächlicher Verschmutzungen (Staub und lose aufliegende Substanzen).
- Feuchte Reinigung mit destilliertem Wasser mit weichen Schwämmen<sup>361</sup> – Abnahme wasserlöslicher Substanzen und lose anhaftender Partikel.
- Nachbehandlung mit Aceton<sup>362</sup> (Wattebäuschen), Vorbereitung der Oberfläche für die Applikation des Schutzüberzuges – die Verdunstung von Restfeuchte aus den Poren soll damit beschleunigt werden, fette Substanzen werden entfernt.

#### Zone 2, Bereiche in exponierten Lagen mit grüner Patina und rötlich-bräunlicher Färbung

Die rötlich-braune Verfärbung der Oberfläche kann durch Reinigung reduziert werden, stellt aber keine Gefährdung aus konservatorischer Sicht dar. Eine vollständige Entfernung dieser Verfärbungen ist nicht ohne Materialverlust möglich, und erscheint daher nicht zulässig. Die Reinigung dieser Bereiche erfolgt analog wie in Zone 1.

#### Zone 3, Schwarz-grün gestreifte Bereiche Ablaufbereiche für Oberflächenwasser mit Vorzugstriften

In diesen Bereichen sind die schwarzen Krusten bis zur darunter liegenden Mineralschicht (meist hellgrün, vereinzelt jedoch auch dunkler) zu reduzieren. Diese Maßnahme ergibt einen farblichen Angleich an die benachbarten grünen Vorzugstriften des Wasserablaufes von der Oberfläche, unter den Krusten liegende Modellierungen werden dabei freigelegt. Als Werkzeuge für die möglichst vollständige Reduktion dieser Krusten wird die Anwendung mechanischer Methoden mit folgenden Werkzeugen empfohlen: Freilegepinsel, Schabemesser, Skalpell, Schleifpapierleisten (in dieser Reihenfolge).



Abgeschlossen wird die Reinigung für die Areale mit reduzierten Krusten und auch für grüne Vorzugstriften analog wie in Zone 1 beschrieben.

Abb. 298: Werkzeuge zur mechanischen Oberflächenreinigung

#### Zone 4, Grau-schwarze Krusten in vor direkter Bewitterung geschützten Bereichen

In diesen Bereichen erfolgt eine Reinigung der Oberfläche analog wie in Zone 3 beschrieben, also mit dem Reinigungsziel einer möglichst vollständigen Reduktion von Krusten. Partiiell, in Bereichen mit Lochfraß können Mikromeißel<sup>363</sup> mit geeigneten gerundeten Werkzeugspitzen dazu herangezogen werden. Abgeschlossen wird die Reinigung analog wie in Zone 1 beschrieben.

<sup>360</sup> Produkt: Fa. Akachemie, Wishab® - weich, siehe Anlage A.3, Datenblätter, Seite 125 ff. ; siehe dazu Roelofs, W. G. Th., u.a.: Die Auswirkung von Radierpulvern, Knetgummi und Radiergummi auf Papier. Erschienen in IADA IReprints 1999, Seite 131 bis 137; sowie Brokerhof, A. W., u. a.: Dry Cleaning – The Effects of New Wishab Spezialschwamm and Spezialpulver on Paper. Erschienen in Mitteilungen der IADA, Vol. 3, 2002, No.2, Seite 13 bis 19

<sup>361</sup> z. B. Schul- oder Tafelschwamm

<sup>362</sup> Aceton; Datenblatt siehe Anlagen Seite

<sup>363</sup> Ultraschall-Mikromeißel aus dem Dentalbereich

Zone 5, Dunkle Bereiche mit einer gut ablesbaren Modellierung

Die Reinigung ist wie in Zone I beschrieben vorzunehmen, da auch in diesen Bereichen nur eine Entfernung lose aufliegender Substanzen zu erfolgen hat.

Zone 6, Bereiche mit Blattgoldauflage

Die Krusten oberhalb von Blattgoldauflagen lassen sich partiell mit destilliertem Wasser lockern und mechanisch reduzieren. In Bereichen, wo die Blattgoldauflagen keine ausreichende Haftung zum Untergrund mehr besitzen, ist eine der Reinigung vorangestellte lokale Festigung<sup>364</sup> erforderlich. Eine möglichst vollständige Reduktion der Krusten ist aufgrund deren materialschädigender Zusammensetzung erforderlich.

Als Werkzeuge für die möglichst vollständige Reduktion dieser Krusten wird die Anwendung folgender mechanischer Methoden empfohlen: Freilegepinsel, Schabemesser, Skalpelle (in dieser Reihenfolge). Bei der Arbeit ist der Einsatz von Stirnlupen erforderlich.

Für nicht mit Krusten belegte Bereiche der Blattvergoldung wird eine der Festigung<sup>365</sup> und Konservierung vorangestellte Reinigung mit Haar- und Borstenpinseln vorgegeben.



Abb. 299: Werkzeuge zur Reinigung der Blattvergoldung

Abgeschlossen wird die Reinigung wie folgt:

- Feuchte Behandlung mit destilliertem Wasser mit Schwämmen<sup>366</sup> – Abnahme wasserlöslicher Substanzen und lose anhaftender Partikel.
- Nachbehandlung mit Aceton (Wattebäuschen) als vorbereitende Maßnahme für eine nachfolgende Festigung und Applikation der Überzugs-Substanz.<sup>367</sup> Die Verdunstung von Restfeuchte aus den Poren soll damit beschleunigt und fette Substanzen entfernt werden.

Zone 7, Interaktionszone von Plinthe und Sockel

In diesen Bereichen wird die Reinigung wie folgt festgelegt:

- Feuchte Behandlung mit destilliertem Wasser und weichen Schwämmen - Abnahme wasserlöslicher Substanzen und lose anhaftender Partikel.
- Nachbehandlung mit Aceton in Wattebäuschen als Vorbereitung der Oberfläche auf die Applikation der Überzugs-Substanz.<sup>368</sup> Die Verdunstung von Restfeuchte aus den Poren soll damit beschleunigt und fettige Substanzen entfernt werden.

Des Weiteren können für die Unterbindung einer weiteren Zerstörung dieser Oberflächenbereiche nur technische Maßnahmen empfohlen werden, worunter eine bauliche Trennung von Plinthe / Sockel und die Auswahl eines geeigneten Verputzmaterials für den Sockel zu verstehen ist.

<sup>364</sup> Acrylharz Fabrikat Rohm und Haas, Type Paraloid® B 64-N gelöst 5 Gew.-% in Aceton (siehe Anlage A. 3, Seite 125 ff.); vgl. Kap. 5, Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 86 ff.

<sup>365</sup> wie Anm. 364

<sup>366</sup> Tafel- oder Schulschwamm

<sup>367</sup> Mischung aus 20 Gew.-% Tromm Type TeCero® 30201 und 20 Gew.-% TeCero® 30410, gelöst in 60 Gew.-% Spezialbenzin 100 / 140. In diese Mischung werden im verschlossenen Glas bei 50 °C mit einem Magnetrührer 2 Gew.-% Aerosil® R974 der Wachsmasse beigemischt; siehe dazu Anlage A. 3, Seite 125 ff.

<sup>368</sup> Mischung aus 20 Gew.-% Tromm Type TeCero® 30201 und 20 Gew.-% TeCero® 30410, gelöst in 60 Gew.-% Spezialbenzin 100 / 140. In diese Mischung werden im verschlossenen Glas bei 50 °C mit einem Magnetrührer 2 Gew.-% Aerosil® R974 der Wachsmasse beigemischt; siehe dazu Anlage A. 3, Seite 125 ff.



Die bauliche Trennung kann z.B. über das abschnittsweise Einführen alterungsbeständiger Kunststoffmassen (PE-Streifen) zwischen Plinthe und Sockel erfolgen. Dadurch werden die Materialien Bronze und Sockelputz voneinander getrennt, eine chemische Reaktion kann damit ausgeschlossen werden. Zudem wird die unregelmäßige Auflage der Plastik am Sockel verbessert.<sup>369</sup> Diese Maßnahme ist in Abstimmung mit der Erneuerung des Sockelputzes zu verstehen.

Eine Verbesserung der Ablaufbedingungen für Oberflächenwässer aus der Berührungszone kann durch leicht schräggestellte Ausbildung der Putzkante bei einer Neuperputzung erreicht werden. Bei der Einführung einer baulichen Trennung von Plinthe und Sockel ist abschnittsweise vorzugehen, da jenes zum Einführen der PE-Streifen benötigte Volumen zwischen Plinthe und Sockel zuerst durch Abarbeiten des vorhandenen Putzmaterials freizugegeben ist.

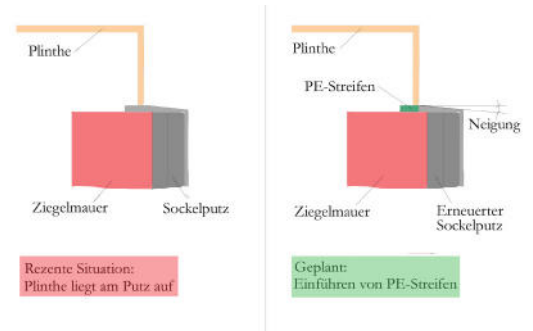


Abb. 300: Prinzipielle Darstellung der baulichen Trennung von Plinthe und Sockel, Ausbildung der Putzkante

### Zone 8, Oberflächenbereiche mit „Schweißpatina“

Diese Zonen sind mit organischen Lösemitteln von organischen Substanzen<sup>370</sup> zu befreien. Eine

Reinigung mit Lösemitteln<sup>371</sup> (mittels Wattebausch) dient als Vorbereitung der Oberfläche für die Applikation der Überzug-Substanz.<sup>372</sup> Die Verdunstung von Restfeuchte aus den Poren soll damit beschleunigt und fette Substanzen entfernt werden.

### **Applikation von Schutzüberzügen, Festigung der Ölvergoldung**

Nach Reinigung der Objektoberfläche und nach Entfernung der Schmutzkrusten kann die Bronzeoberfläche in zwei grundsätzlich unterschiedliche Bereiche unterteilt werden:

- Bronze mit vorwiegend Brochantit, Cuprit als Korrosionsprodukte
- Bronze mit vorwiegend Brochantit, Cuprit als Korrosionsprodukte und Blattvergoldung.

Die Applikation eines Schutzüberzuges soll im gegenständlichen Fall folgende Funktionen erfüllen:

- Verhinderung des Eindringens von Kunstharzlacken (unter anderem „Graffiti“) in die Patina; wesentliche Erleichterung bei Entfernung mit organischen Lösemitteln.
- Unterbindung des Materialabtrages durch abrasiven Bestandteile, welche vom Wind mitgeführt werden.
- Verhinderung von Frost-Tau Beanspruchung der Patina im Porenraum und dabei entstehenden Kondensations- und Feuchtezonen durch Verschließen der Oberfläche.
- Verlangsamung der Materialschädigung durch Luftschadstoffe, sauren Regen, Umgebungspartikel, Baumsäfte, Handschweiß und tierische Exkremete, indem diese vom direkten Oberflächenkontakt abgehalten werden.<sup>373</sup>
- Verlangsamung der Alterung des zur Festigung der Blattgoldauflagen eingesetzten Materials.

<sup>369</sup> siehe Kap. 5, Materialanalysen und Untersuchungen, Seite 88 ff.

<sup>370</sup> siehe Kap. 4 Das Marc Anton Monument, Seite 67

<sup>371</sup> Aceton

<sup>372</sup> Mischung aus 20 Gew.-% Tromm Type TeCero® 3020I und 20 Gew.-% TeCero® 304I0, gelöst in 60 Gew.-% Spezialbenzin 100 / 140. In diese Mischung werden im verschlossenen Glas bei 50 °C mit einem Magnetrührer 2 Gew.-% Aerosil® R974 der Wachsmasse beigemischt; siehe dazu Anlage A. 3, Seite 125 ff.

<sup>373</sup> Von einem Total-Stop der Materialzerstörung kann aufgrund fehlender Fakten und Untersuchungen nicht gesprochen werden, nur von einer erheblichen Verlangsamung z. B. der Korrosion; vgl. Kap. 3 Konservierung/Restaurierung-Standortbestimmung, Seite 43 ff.

Für die Bereiche der teilweise sehr lose am Untergrund aufliegenden Blattvergoldung (Thronwagen) wird eine Festigung von Blattgoldauflagen mit Acrylharz <sup>374</sup> lokal mit Haarpinseln und darüber liegend die Applikation einer Opferschicht aus mikrokristallinem Wachs mit Zusatz eines inerten, hydrophoben Füllstoffes zur Stabilisierung der Erweichungseigenschaften des Wachses vorgeschlagen. <sup>375</sup> Das Wachs ist in gelöster Form mit Pinseln ohne der Zuhilfenahme von Wärme aufzubringen und in dreijährlichen Intervallen zu erneuern. <sup>376</sup>

Das mikrokristalline Wachs soll, wie bereits erwähnt, die Alterung des zur Festigung der Blattvergoldung eingesetzten Acrylates verlangsamen, da eine wiederholte Erneuerung des Acrylates unweigerlich mit Verlusten von Blattgoldauflagen verbunden wäre.

Für die nicht mit Blattgold belegten Bereiche wird ein Schutzüberzug mit Wollwachs <sup>377</sup> empfohlen. Diese Substanz muss jährlich erneuert werden. Die geringe Sockelhöhe und die gute Zugänglichkeit des Monumentes sind Voraussetzung für die Empfehlung dieses Schutzüberzuges. Die Vorteile beim Einsatz von Wollwachs liegen in der geringen ästhetischen Beeinträchtigung der Patina, in der Arbeitssicherheit und -hygiene und der leichten Entfernbarkeit. Eine zyklische Kontrolle („Monitoring“) durch geschultes Personal ist mit einer regelmäßigen Kontrolle und Dokumentation vor allem der Problemzonen der Bronzeplastik verknüpft. Auftretende Veränderungen des Zustandes oder Schäden (z.B. an Kittungen) werden schnell erkannt und können vor Ausweitung behoben werden. Besondere Aufmerksamkeit erfordert die Beobachtung der Oberflächenverschlüsse (Flicken) und Fugnähte zwischen den einzelnen Komponenten der Bronzeplastik (siehe dazu Abb. I62 und I63).

<sup>374</sup> Acrylharz, Produkt Fa. Rohm und Haas Paraloid® B-64-N gelöst zu 5 Gew.-% in Aceton; siehe dazu Anlage A. 3, S. 125 ff.

<sup>375</sup> Mischung aus 20 Gew.-% Tromm Type TeCero® 30201 und 20 Gew.-% TeCero® 30410, gelöst in 60 Gew.-% Spezialbenzin I00 / I40. In diese Mischung werden im verschlossenen Glas bei 50 °C mit einem Magnetrührer 2 Gew.-% Aerosil® R974 der Wachsmasse beigemischt; siehe dazu Anlage A. 3, Seite 125 ff.

<sup>376</sup> Dies ist mittels Dampfstrahlgerät und Lösemittelkompressen vorzunehmen.

<sup>377</sup> 40 Gew.-% Wollwachs werden mit 7 Gew.-% Paraffin in 53 Gew.-% Testbenzin gelöst, und mit fusselfreiem Textil (z. B. Baumwolle) auf die Bronze aufgetragen, Überschüsse werden abgewischt; siehe dazu Anlage A. 3, Seite 125 ff.

## Reinigung und Applikation von Schutzüberzügen: Ausgeführte Testflächen am Monument

Die hier festgelegten Arbeitsschritte und –methoden zur Reinigung und Applikation von Schutzüberzügen wurden an Testflächen exemplarisch durchgeführt:

### Testfläche I:

Ort: Löwin 2, rechter Hinterlauf, Kruste, vertikal, Zone 4, südlich

Grösse: 750 cm<sup>2</sup> (0,075 m<sup>2</sup>)

Zeitaufwand: Reinigung 42 Minuten, Applikation von Wollwachs 2 Minuten.



Abb. 301: Testfläche I – Vorzustand



Abb. 302: Testfläche I – Arbeitsaufnahme; nach Abnahme von Verkru-  
stungen.



Abb. 303: Testfläche I – Endzustand



Testfläche 2:

Ort: Löwin I, Rücken, horizontal und vertikal, Zonen I und 5, nördlich

Grösse: 5000 cm<sup>2</sup> (0,5 m<sup>2</sup>)

Zeitaufwand: Reinigung 12 Minuten, Applikation von Wollwachs 6 Minuten.



Abb. 304: Testfläche 2 – Vorzustand



Abb. 305: Testfläche 2 – Endzustand

Testfläche 3:

Ort: Thronwagen, Fußkissen, vertikal, Zonen I, 4 und 6, nördlich

Grösse: 750 cm<sup>2</sup> (0,075 m<sup>2</sup>)

Zeitaufwand: Reinigung 180 Minuten, Applikation von Schutzüberzügen 15 Minuten.



Abb. 306: Testfläche 3 - Vorzustand



Abb. 307: Testfläche 3 – Endzustand



### Technische Instandsetzung konstruktiver Elemente im Innenbereich, Verbindungsnahte

Maßnahmen zur Verbesserung des Zustandes im Inneren der Bronzeplastik stellen zunächst bauliche Eingriffe dar, und gehen einher mit einer Entfeuchtung des umgebenden Terrains und des Sockels. Die Wirksamkeit dieser präventiven Maßnahmen zur Absenkung der relativen Feuchte im Innenbereich ist mit einer Datenlogger-Aufzeichnung über eine längere Periode <sup>378</sup> nachzuweisen.

Mit der autoptische Befundung / Endoskopie konnten in etwa 50 % der innenliegenden Bereiche des Marc Anton-Monumentes eingesehen werden. Der Befund zeigte, dass ein teilweiser Austausch von Schraubverbindungen und anderer Elemente jedoch unumgänglich zu sein scheint. Die Auswahl von geeigneten Ersatzwerkstoffen für die auszuwechselnden konstruktiven Elemente sollte deren Korrosionsverhalten (Kontakt und Nähe zur Bronze), die statischen Erfordernisse und maßgeblich die lokalen Möglichkeiten (Größe von Gewinden und Schraublöchern) berücksichtigen. Als mögliche Werkstoffe dafür kommen korrosionsbeständige Edelstahlsorten (nach DIN 17006 mit einem für die Bronze passenden Potential in der Spannungsreihe der Elemente) und Bronze (mit annähernd der gleichen Legierungszusammensetzung) in Frage.

Für jene Schraubverbindungen, welche beibehalten werden, wird eine mechanische Reduktion der Korrosionsprodukte <sup>379</sup> und die Erneuerung des Mennige-Anstriches vorgegeben.

Um dazu in das Innere der Bronzeplastik zu gelangen, erscheint es am einfachsten, eine Zugangsmöglichkeit im unteren Sockelbereich im Zuge der baulichen Sanierung des Sockels herzustellen, und diese für spätere Kontrollen aufrechtzuerhalten.

Um das Eindringen von Feuchte in das Innere zu unterbinden, sollten die schadhaften Stellen der Bronze, durch welche Feuchte eindringen kann, von außen verschlossen werden (siehe Abb. 162 und Abb. 163). Aufgrund fehlender konservatorisch vertretbarer Alternativen wird bei kleineren Öffnungen der Einsatz von Kunstharzen (Epoxidharz <sup>380</sup>) vorgeschlagen. Das Harz soll ohne Zusatzstoffe in Risse, Fehlstellen, etc. eingebracht werden. An der Oberfläche ist ein farbiger Angleich der gekitteten Bereiche an die Umgebung mit alterungsbeständigen Farbsystemen <sup>381</sup> erforderlich. Die Ergänzungsmassen sollten mechanisch entfernbar bleiben. Verschlüsse von Fehlstellen sollten aus ästhetischen und technischen Gründen nur bis zu deren Kanten erfolgen, und nicht darüber gezogen werden.

Größere Fehlstellen in der Bronze sind in originaler Flicktechnik zu verschließen. Für die farblichen Angleich zur Umgebung wird die Erzeugung einer Brochantit - Patina<sup>382</sup> empfohlen. Die farbige Integration von Reparaturen aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg sollte ebenso mit dieser Methode vorgenommen werden.

### Zyklische Reinigung der Bronzeplastik, Erneuerung des Schutzüberzuges

Nach der Winterperiode (Ende März bei zunehmender Erwärmung, Temperaturen über 15 °C) ist die Dichtheit der Oberfläche zu kontrollieren und eine nasse Reinigung des Monumentes mit einem Wasserstrahlgerät <sup>383</sup> vorzunehmen, um Streusalzreste und Verschmutzungen möglichst vollständig zu entfernen. Vor der Erneuerung des Wollwachses (bis Mitte Oktober) wird eine Reinigung mit einem Dampfstrahler (geeigneter Druck und Temperatur) als möglichst effiziente und schonende Möglichkeit unter anderem zur Entfernung anhaftender Schmutzpartikel als notwendig erachtet. Dies sollte eine vollständige Entfernung von Schmutz auch aus schwer zugänglichen Bereichen gewährleisten. Danach ist das Wollwachs erneut aufzubringen.

<sup>378</sup> vgl. Kap. 4 Das Marc Anton Monument, Seite 67 ff.

<sup>379</sup> z. B. mit rotierenden Bürsten, Skalpellen, Meisseln

<sup>380</sup> z.B. Fa. Vantico Araldit® 2014

<sup>381</sup> z.B. Alkydharzlack Fabrikat Adler Brilliant-Alkyd®

<sup>382</sup> B. Pichler, A. Vendl, private Mitteilung

<sup>383</sup> z. B. Fabrikat Kärcher®



## 6.2 Sockel, Außenanlage

### Bauliche Maßnahmen

Für die Regulierung des Klimas im Innenbereich wird eine „Trockenlegung“ des im Erdreich stehenden Sockels empfohlen. Dies umfasst eine Schotter – Drainage rund um das Monument, und eine Ableitung des aufgefangenen Oberflächenwassers und natürlich auch der Abwässer von zyklischen Reinigungstätigkeiten, in die Kanalisation. Die genaue Dimensionierung dieser Maßnahme hat durch Fachleute zu erfolgen.

Zum Schutz vor Vandalismus wird ein Zaun als unpassend erachtet. Die Schaffung einer nicht begehbaren Zone, z. B. durch Bepflanzung, erscheint jedoch als eine Möglichkeit, den Zutritt zum Marc Anton-Monument zu erschweren. Ein solche Anlage darf aber nicht den Blick auf das Monument behindern.

Maßnahmen zur Instandsetzung des Sockelputzes scheinen erforderlich. Aufgrund der Tatsache, dass der Sockel vor 20 Jahren erneuert wurde, kann eine Erneuerung des Putzes nach Sanierung des Mauerwerkes und Abschluss der Arbeiten an der Bronze vertreten werden. Als Vorlage für die Rekonstruktion der Putzoberfläche nach Vorstellung des Künstlers könnte Abb. 117 aus dem Jahr 1920 herangezogen werden.

Im Zuge der Sanierung des Sockels wäre es möglich, wie bereits erwähnt, baulich einen Zugang in das Innere des Monumentes herzustellen, um technische Instandsetzungen im Innenbereich der Bronzeplastik vornehmen zu können. Des weiteren wäre es möglich, das im Sockel befindliche lose Gut (Ziegel, Steine, Putzreste) über diese Öffnung auszuräumen, und einen auch zukünftig benutzbaren Wartungsschacht zum Inneren des Sockels zu setzen. Eine weitere und ausführlichere Beschreibung zu Maßnahmen der Sicherung und Gestaltung des Sockels sind von Baufachleuten vorzunehmen, und sollten mit den konservatorischen Maßnahmen an der Bronzeplastik koordiniert werden. Die an der Ostseite nach 1980 angebrachte Steintafel mit der Inschrift „Marc Anton Gruppe, Arthur Strasser (1854 – 1927)“ ist vom Sockel zu entfernen, da sie ursprünglich nicht am Monument angebracht war. Zusätzlich trägt sie eine falsche Bezeichnung und befindet sich in schwer lesbarer Position.

### Künftige Kennzeichnung des Marc Anton-Monumentes

Als Ersatz für die derzeitige Kennzeichnung des Monumentes („Marc Anton-Gruppe Arthur Strasser (1854-1927“) wird die Anbringung einer Informationstafel in Nähe des Monumentes, Zugangsbereich Friedrichstrasse, vorgeschlagen. Diese Informationstafel sollte die Betrachter in mehreren Sprachen über das Monument informieren. Die von Arthur Strasser gewählte Bezeichnung war „Marc Antonius, der Triumvirator (Fahrt durch Italien)“. Die lesbare Kennzeichnung nicht direkt am Monument aufgebracht erscheint notwendig, auch um einer häufigen Verwechslung des Dargestellten mit „Marc Aurel“ entgegenzuwirken.

### 6.3 Weitere Maßnahmen

Der Standort des Marc Anton-Monumentes ist ein ursprüngliches Provisorium mit einer mittlerweile einhundertjährigen Tradition. In einer interdisziplinären Gesprächsrunde am Mittwoch, den 13. November 2002 wurde übereinstimmend festgestellt, das dieser zu belassen sei.<sup>384</sup> Maßnahmen für Erhaltung der Bronzeplastik sollten mit geplanten baulichen Maßnahmen rund um das Secessionsgebäude koordiniert und abgestimmt werden.

Die entsprechende Gestaltung des Geländes sollte ein Besteigen (mechanischer Abrieb) und Berühren (Handschweiß) erschweren. Ein Besprühen mit Kunstharzlack könnte durch signalgebende Maßnahmen, wie Lichtanlagen, Lichtinstallationen, etc. nicht mehr unbemerkt möglich sein.

Eine weitere Möglichkeit, Bronzeplastik und Sockel im Winter vor dem Eintrag von materialschädigendem Streusalz (Eisfreihaltung der nahen Friedrichstrasse und Getreidemarkt) zu schützen, sei hier nachfolgend vorgestellt: In Wien wurden bis nach dem Zweiten Weltkrieg Denkmäler im Winter aufgrund zu erwartender Materialschädigung (vor allem Frostschäden) mit einer Umhausung versehen.<sup>385</sup>

Es wird hier vorgeschlagen, mit einer Umhausung eine temporäre Gestaltung des Secessionsbereiches vorzunehmen und dazu Künstler einzuladen, in Form von Wettbewerben entsprechende Projekte auszuarbeiten. Bei der Umhausung des Monumentes ist zu berücksichtigen, dass Lüftungsschlitze eine Luftzirkulation gewährleisten, und dadurch eine Taubildung an der Bronze verhindert wird.

In der Stadt Salzburg<sup>386</sup> werden seit Jahrzehnten Denkmäler aus Stein und Metall im Freien von Mitte November bis Winterende mit einer Umhausungen versehen. Seit einigen Jahren werden auch transparente Werkstoff<sup>387</sup> mit besonderer mechanischer Beständigkeit eingesetzt. Die diesbezüglichen lokalen Erfahrungen sind sehr positiv, da damit ein temporärer Schutz, im speziellen vor Frost und Witterung als auch vor der Beschüttung oder Beschmierung mit Kunstharzlacken, erreicht wird.

Es wird betont, daß die Erhaltung von Objekten im Freien an eine strikte periodische Objektpflege gebunden ist. Die z. B. mit zeitintensiven mechanischen Methoden erzielten Resultate der Oberflächenreinigung an Bronzemonumenten können durch einmalige Applikation eines Konservierungsüberzuges nicht jahrelang aufrechterhalten werden.

Eine eventuelle Nachregulierung der Wartungsintervalle für die vorgeschlagenen Schutzüberzüge hängt von der praktischen Erfahrung mit den Substanzen vor Ort ab. Daher wird eine weitere Untersuchung und abschließende Evaluierung der im Rahmen der Diplomarbeit in Testflächen aufgetragenen Schutzüberzüge im Herbst 2003 erfolgen

<sup>384</sup> Österreichische Galerie Belvedere: Frodl, G. - Eigentümer / Österreichisches Bundesdenkmalamt: Maldoner, B.; Neugebauer, H. / Wiener Secession: Herrmann, M.; Hillebrandt, H. / Kulturamt der Stadt Wien: Spellitz, F. / Gartenbauamt der Stadt Wien: Schiller, P. / Universität für Angewandte Kunst Wien: Krist, G.; Griesser, M., Kolmanitsch G.; Ort: Secessionsgebäude Wien I., Friedrichstraße 12, Sitzungsraum

<sup>385</sup> siehe dazu Kap. I, Historischer Hintergrund, Seite 18 ; sowie Uhl, 1887, wie Anm. 63, Seite 203 ff: In einer Plenarsitzung am 29. November 1887 wird aufgrund von „*Expertengutachten die Nothwendigkeit der Umbüllung der öffentlichen Denkmäler während des Winters zur Kenntnis genommen*“, und in weiterer Folge dies Umhüllung einzelner Denkmäler (vor allem Brunnen und deren Figuren) beschlossen

<sup>386</sup> lt. telefonischer Auskunft am 10. Dezember 2002 bei der Stadtverwaltung Salzburg, Hochbauamt, Ing. Petri, E.

<sup>387</sup> z. B. Fa. Röhm Austria, Macralon®

## Anlage 1, Literaturverzeichnis

- Alberti, L. B.: Zehn Bücher über die Baukunst. Ins Deutsche übertragen, eingeleitet und mit Anmerkungen und Zeichnungen versehen durch Max Theurer, Wien und Leipzig 1912. Nachdruck Darmstadt 1975, Seite 408.
- Baba, H., Kodama, T.: Corrosion inhibition and characteristics of the triazinedithiol surface film on copper under potentiostatic anodization. In: *Corrosion Science* 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1987 – 2000
- Bacher, E., Deiters, L., Petzet, M., Wyss, A.: Deutsche Übersetzung und Fassung der Internationalen Charta über die Konservierung und Restaurierung von Denkmälern und Ensembles (Denkmalbereiche): Artikel 7. Schweiz, 1986
- Bartuli C., Cigna, R., Fumei, O.: Prediction of Durability for Outdoor exposed Bronzes : Estimation of the Corrositivity of the Atmospheric Environment of the Capitoline Hill in Rome. In: *Studies in Conservation* 44 (1999), Seite 245 ff.
- Bernardini, Casini, Trosti-Ferroni: Istitute Editoriali e Poligrafici Internazionali: Science and Technology for Cultural Heritage. In: *Journal of the Comitato Nazionale per la Scienza e la Tecnologia dei Beni Culturali – CNR* 4(2). Istitute Editoriali e Poligrafici Internazionali 1995
- Berndorfer Metallwaren-Fabrik Arthur Krupp: Die Monumental-Arbeiten der K.K Kunst-Erziesserei. Firmenkatalog mit Abbildungen der Werke der Filiale der Berndorfer Metallwaren-Fabrik Arthur Krupp, Wien IV. Gusshausstrasse 25
- Bersch, J.: Lexikon der Metalltechnik. A. Hartlebens Verlag, Wien-Pest-Leipzig, 1870-1880
- Blachnik, R.: Taschenbuch für Chemiker und Physiker. Band III. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York 1998
- Boeckl, M.: Die Plastik, 1890-1938: Ein schwieriger Weg in die Moderne. In: Schmied, W. (Hrsg.): *Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich – 20. Jahrhundert*. Band 6, Wien 2002
- Böge, A.: Das Techniker Handbuch. Ausgabe für Österreich. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden 1987
- Brendel, K.: Der Augustusbrunnen in Augsburg – Maßnahmen an Bronzen im Freien. In: Mach, Martin: *Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege*, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 163 ff.
- Brokerhof, A. W., de Groot, S., Pedersoli jr., J. L., van Keulen, H., Reissland, B., Ligterink, F.: Dry Cleaning – The Effects of New Wislab Spezialschwamm and Spezialpulver on Paper. In: *Mitteilungen der IADA*, Vol. 3, 2002, No.2, Seite 13 bis 19
- Christian Brandstätter Verlag und Edition: *Stadtchronik Wien*. Christian Brandstätter Verlag und Edition, Wien 1986
- Christman, B.: Twenty-Five Years after the Bomb: Maintaining Cleveland's the Thinker. In: *JAIC* 1998, Vol.37, Article 2, Seite 173 – 186; aus JAIC-online: [www.aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic37-02-002](http://www.aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic37-02-002). Zugriff am 7. März 2002
- Chursin, V.: The Assessment of the Cast Quality of Monumnets on the Basis of the Analysis of the Copper Alloy Casting Properties. In: Mach, Martin: *Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege*, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 52 ff
- Crocker, Malcolm J.: *Encyclopedia of Acoustics, Volume Two*. Auburn University. John Wiley & Sons, Inc. New York 1997
- Czeike, F.: *Historisches Lexikon der Stadt Wien*. Verlag Kremayr und Scheriau, Wien 1997



Degrini, Ch. (edit.): Protect our European outdoor Bronze Monuments – Good Practice Guide. [www.kae.gr/bronzemonuments/home.htm](http://www.kae.gr/bronzemonuments/home.htm). Zugriff: 14. September 2002

de Wolff, P.: Technische Physische Dienste. Delft, Niederlande, ICDD (International Centre for Diffraction Data) 2001, PCPDFWIN v. 2.2, CD-Version

„Die Presse“, 29.12.1986

Doktor, A.: Die Umweltsituation und Entwicklung der Luftqualität in Ost- und Westdeutschland und ihr Einfluss auf die Korrosion von Bronze und Kupfer. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 41 ff.

Doktor, A.: Analytik-Guide. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 45 ff.

Doktor, A., Conrad, W.: Typische Oberflächenphänomene. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 155 ff.

Doktor, A., Meißner, B.: Galvanoplastik – Geschichte einer Technik aus dem 19. Jahrhundert. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000

Duthil, J. –P., Mankowski, G., Giusti, A.: The synergetic effect of chloride and sulphate on pitting corrosion of copper. In: Corrosion Science 38, No. 10, Elsevier Science Ltd. 1996, Seite 1839 ff

Elmorsi, M. A., Hassanein, A. M.: Corrosion inhibition of Copper by heterocyclic compounds. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd 1999, Seite 1217 – 1227

Erlach, R.: Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen für Restauratoren. Eine Einführung V 2.4 (1/97). Institut für Silikatchemie und Archäometrie, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, 1997

Fiorentino, Paolo: Restoration of the Monument of Marcus Aurelius: Facts and Comments. In: Scott, D. A., Podany, J., Considine, B. B.: Ancient & Historic Metals, Conservation and Scientific Research. The Paul Getty Trust 1994, Seite 34 ff.

Fiorillo, J. D.: Versuch über die Patina oder über den natürlichen und künstlichen Überzug der Bronzen, geschnittenen Steine, Glaspasten, Statuen und Malereien. – aus: Fiorillo's Nachlaß. In: Kunst=Blatt, Stuttgart 1832, Nr. 97 – 99

Fitz, S.: Entwicklung der Luftgüte in Deutschland. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 11 ff

Fitzgerald, K. P., Nairn, J., Atrens, A.: The Chemistry of Copper Patination. in Corrosion Science, Vol. 40, No. 12. Elsevier Science Ltd. 1998, Seite 2029 ff.

Fliedl, G.: Kunst und Lehre am Beginn der Moderne – Die Wiener Kunstgewerbeschule 1867 – 1918. Hochschule für Angewandte Kunst Wien, Residenz Verlag Salzburg und Wien, 1986

Friehe, W.: Temporärer Rostschutz durch Einölen, fettig-wachsartige Überzüge und Klarlackfilme. In: Metalloberfläche 22. Jg. 1968, Heft 9, Seite 266 ff.

- Frignani, A., Tommesani, L., Brunoro, G., Monticelli, C., Dal Colle, M.: On the protective Action of 1,2,3 Benzotriazole Derivative Films against copper corrosion. In: Corrosion Science 39, No. 7. Elsevier Science Ltd. 1997, Seite 1221 – 1237
- Frignani A., Tommesani, L., Brunoro, G., Monticelli, C./ Fogagnolo, M.: Influence of the alkyl chain on the protective effects of 1,2,3 – benzotriazole towards copper corrosion. Part I: inhibition of the anodic and cathodic reactions. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1205 – 1215
- Frignani, A., Tommesani, L., Brunoro, G., Monticelli, C., Fogagnolo, M.: Influence of the alkyl chain on the protective effects of 1,2,3 – benzotriazole towards copper corrosion. Part II: formation and characterisation of the protective film. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 1217 – 1227
- Frodl, G.: Wiener Orientmalerei im 19. Jahrhundert. In: Alte und moderne Kunst. Heft 178/179, Wien 1981, Seite 19 ff.
- Frodl, G.: Orientmalerei. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002
- Giusti, A., Matteini, M.: The gilded Bronze Paradise Doors by Ghiberti in the Florence Baptistery. In: Mach, 1997, wie Anm. 113, Seite 46 ff.
- Graedel, T. E.: Computer Model Studies of the Atmospheric Corrosion of Copper. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 23 ff.
- Grübl, R.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für die Jahre 1889 – 1893
- Haber, G., Heimler, M.: Restaurierungsmaßnahmen an Großbronzen des 19. Jahrhunderts. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 150 ff.
- Hawlik, E.: Über Schweißarbeiten an alten Wiener Kunstdenkmälern. In: Schweißtechnik 7/81, Wien 1981
- Hawlik, E.: Chronik des Heldendenkmales der Roten Armee auf dem Wiener Schwarzenbergplatz. In: Aufsätze aus dem Bezirksmuseum Landstrasse, Wien 1981
- Heithorn, U.: Firnis und Patina, Studien zur Oberflächenbehandlung mitteleuropäischer Bronzeplastik um 1600. Dissertation. Christian-Albrechts-Universität, Kiel 1994
- Hevesi, L.: Arthur Strasser. In: Kunst und Handwerk. Verlag von Artaria und Co. Wien, 1898
- Hevesi, Ludwig: Arthur Strasser. In: Acht Jahre Secession. Wien 1906
- Hofbauer, Karl: Die Wieden. Karl Gorischek's k. u. k. Universitäts-Buchhandlung, Wien 1864
- Höhne, C.: Der Augsburger Merkurbrunnen von Adrian de Vries 1599. Hochbauamt der Stadt Augsburg 1996/97
- Huynh, N., Bottle, S. E., Notoya, T., Schweinsberg, D. P.: Inhibitive action of the octyl ester of 4- and 5-carboxybenzotriazole for copper corrosion in sulphate solutions. In: Corrosion Science 42, Elsevier Science Ltd. 2000, Seite 259 – 274
- Jütte, W.: Mikrochemischer Nachweis natürlicher Harze mit Alkannafarbstoffen in Querschliffen von Malschichtproben. In: Vendl, A., Pichler, B., Weber, J., Erlach, R., Banik, G.: Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst, Band 6/7/8 1989/90/91, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, Wien 1991; Seite 85 ff.

- Kapner, G.: Die Denkmäler der Wiener Ringstrasse. Verlag Jugend und Volk Wien-München, 1969
- Kataster des Bundesministeriums für Handel und Verkehr 1916: Standesausweis Arthur Strasser, Sammlung der Universität für Angewandte Kunst, Wien
- Knappich, W.: Die Habsburger – Chronik. Verlag das Bergland-Buch, Salzburg/Stuttgart 1959
- Knitel, O.: Die Gießer zum Maximiliangrab, Otto Knitel, Innsbruck 1982
- Knotkova, D., Had, J., Kreislova, K.: Restoration of Copper and Bronze Monuments in Prague. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 72
- Koller, J., Burmester, A.: Die romanischen Domtüren am Dom zu Augsburg. In: Restauero, Zeitschrift für Kunsttechniken und Museumsfragen, Mitteilungen des IADA 4/85. Verlag Georg D. W. Callwey, München 1985, Seite 14 ff.
- Koller, J., Baumer, U.: Organische Überzüge auf Metallen, Teil 1 (Lacke) und Teil 2 (Wachse und Emulsionen). Gruppe 19. Naturwissenschaftliche Untersuchungen. In: Arbeitsblätter dt. Restauratoren Heft 2, 2000, Seite 201 ff
- Krätschmer, A., Doktor, A., Mach, M.: Veränderung der Schutzwirkung von mikrokristallinen Wachsen auf Kupferblech unter thermischer Wechselbelastung. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 77 ff.
- Krause, W.: Die Bauskulptur entlang der Wiener Ringstrasse. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002
- Künstlerhaus, Lothringerstrasse 9, Wien: Katalog der XXIV Jahresausstellung. Verlag der Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens, 1896
- Künstlerhaus, Lothringerstrasse 9, Wien: Gedächtniskollektionen Emanuel Pendl, Julius Schulte, Adolph Schwarz, Arthur Strasser, Heinrich Tomec, Alfred Zoff. Verlag der Genossenschaft der bildenden Künstler Wiens, 1928
- Lein, E.: Die Kunst des Bronze gießens, ihre Darstellung in Traktaten und die Bedeutung von Bronze; In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 10 ff
- Lins, A., Power, T.: The Corrosion of Bronze Monuments in Polluted Urban Sites. In: Scott, D. A., Podany, J., Considine, B. B.: Ancient & Historic Metals, Conservation and Scientific Research. The Paul Getty Trust 1994, Seite 119 ff.
- Löwe, G., Stoll, H. A.: Lexikon der Antike. WMA Verlag 1997
- Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1897
- Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1900
- Lueger, K.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahre 1901
- Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902



- Mach, M., Snethlage, R.: Die Analyse der Patina von Bronzen im Freien. In: Kunsttechnologie und Konservierung. 1989, Heft I, Seite 231 – 235
- Mach, M., Pöhlmann G., Stöckle, B.: Die Messung von Patinaschichtdicken auf Kupfer und Bronze mit Hilfe des Wirbelstromverfahrens. In Vendl, A., Pichler, B., Weber, J., Erlach, R., Banik, G.: Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst, Band 6/7/8 1989/90/91, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, Wien 1991, Seite 211 ff.
- Mach, M., Kremer, C., Mottner, P., Snethlage, R.: Über den Einsatz von 3D Laser-Scannern zur dreidimensionalen Erfassung von Denkmalen für die Bereiche Dokumentation und Restaurierung. Berichtsband 45, Teil I der Dt. Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V., Berlin 1995
- Mach, M.: Arbeiten des Zentrallabors des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege in Zusammenhang mit Restaurierungen von Denkmalen aus Bronze in Sachsen und Bayern. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 95 ff.
- Mach, M.: Erzzeit, Ferdinand von Miller. Zum 150. Geburtstag der Bavaria. München 1998
- Mach, M.: Eureka-Projekt Eurocare EU 316, München, Bericht 1999
- Mach, M.: Bildatlas typischer Oberflächenphänomene von freibewitterten Bronzen. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 152 ff.
- Maertens, H.: Die deutschen Bildsäulendenkmale des XIX. Jahrhunderts. Verlag von Julius Hoffmann, Stuttgart 1892
- Marabelli, M.: Characterization and Conservation Problems of Outdoor Metallic Monuments. In: Conservation of Metal Statuary and Architectural Decoration in Open-Air Exposure. ICCROM - Symposium Paris 1986, Seite 99 ff.
- Marabelli, M.: The Monument of Marcus Aurelius: Research and Conservation. In: Scott, D. A., Podany, J., Considine, B. B.: Ancient & Historic Metals, Conservation and Scientific Research. The Paul Getty Trust 1994, Seite 1 ff.
- Marabelli, M., Bartuli, P., Colombo, B.: The Conservation of Marcus Aurelius' Monument. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 137 ff.
- Magistratsabteilung 22 der Stadt Wien: Wiener Umweltbericht 1998/1999. N.J. Schmid Verlag, Wien 1999
- Mariette, P. J.: Description de travaux... de la statue equestre de Louis XV. Paris 1768. (Nach Mach, M.: Bronze- und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden 2000
- Meyer, H. J.: Die Produkte der atmosphärischen Korrosion einiger Gebrauchsmetalle. Mineralogisch - Petrologisches Institut der Universität Bonn 1964
- Meißner, B., Haber G., Mach, M.: Der Leipziger Mendebrunnen – Historie und Restaurierung. In: Mach, M. (Hrsg.): Bronze und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden, 2000, Seite 92 ff.
- Mineralogy Database; [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com); Zugriff: 28.11.2002
- Montanuniversität Leoben, Institut für Allgemeine und Analytische Chemie: Prüfbericht LAB 568, 02. Leoben 2002

Österreichisches Bundesdenkmalamt, Dr. H. Paschinger: Mark-Aurel-Denkmal Wien I, Laborbericht des Chemischen Labors des Bundesdenkmalamtes zu Patina- und Vergoldungsuntersuchung. Probe Nr.635 – 640/94. Wien, 1994

Österreichisches Bundesdenkmalamt: Österreichische Zeitschrift für Kunst- und Denkmalpflege. Heft 4, Verlag Anton Schroll & Co, Wien 1995

Pichler B., Vendl A.: Eureka-Projekt Eurocare EU 316. in Vendl, Pichler, Weber, Erlach: Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst. In Vendl, A., Pichler, B., Weber, J., Erlach, R., Banik, G.: Wiener Berichte über die Naturwissenschaft in der Kunst, Band 6/7/8 1989/90/91, Hochschule für angewandte Kunst in Wien, Wien 1991, Seite 216 ff.

Pichler, B., Pongratz, S., Sauer, R., Vendl, A.: Untersuchungen von Patinaproben des Denkmals Kaiser Joseph II in Wien. ISCA, Hochschule für Angewandte Kunst Wien, Wien 1992

Plinius Secundus, Gaius: Naturkunde: lateinisch-deutsch, C. Plinius, Secundus d. Ä.. Hrsg. und übers. Von Roderich König in Zusammenarbeit mit J. Hopp und W. Glöckner. Artemis & Winkler Verlag, Düsseldorf, Zürich, 1997, Band VIII, Kapitel 6

Pötzl-Malikova, M.: Die Plastik der Wiener Ringstraße 1890-1918. In: Die Wiener Ringstraße IX/2. Wiesbaden 1980

Prix, J.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1888

Puxbaum, H., Kalina, M. F., Leder, K.: Nasse Deposition im Land Wien Oktober 2000-September 2001. TU Wien, Institut für analytische Chemie, Abteilung für Umweltanalytik, im Auftrag der Stadt Wien, 2001

Raichle, N.: Das plastische Werk des Wiener Malers und Bildhauers Arthur Strasser (1854 – 1927). Magisterarbeit. Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg 1992

Rammerstorfer, F. G., Maurer K. L., Fischer F. D.: Das Erzherzog Carl Denkmal am Heldenplatz in Wien – Untersuchungen zum Gefügebau und zur Standfestigkeit. In: Sonderbände der Praktischen Metallographie, Band 22. Dr. Riederer Verlag Stuttgart, Seite 33 ff.

Rauschmann, M., Heine, M., Thomann, D.: Die Deutsche Orthopädische Gesellschaft von 1918-1932 - Entwicklungen und Strömungen, Orthopädische Universitätsklinik Frankfurt am Main - Stiftung Friedrichsheim, Medizinhistorisches Institut, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, 1996

Reindell, I., Tommasi G., : Restaurierbericht Marc Anton Monument. Rom 1994

Reiter, C.: Skulptur und Wiener Secession. In: Frodl, G.: Geschichte der Bildenden Kunst in Österreich. Band 5, 19. Jahrhundert, Wien 2002

Riederer, J.: Zum gegenwärtigen Stand der Technik der Restaurierung von Bronzedenkmälern. In: Spies, G.: Der Braunschweiger Löwe. In: Braunschweiger Werkstücke, Reihe B, Veröffentlichungen aus dem Städtischen Museum, Braunschweig 1985, Seite 95 ff.

Riederer, J.: Zur historischen Entwicklung der Kenntnis von Korrosionsprodukten auf kulturgeschichtlichen Objekten aus Kupferlegierungen. In: Berliner Beiträge zur Archäometrie, Band II, Rathgen Forschungslabor, Berlin 1992

Riederer, J.: Erhaltung von Metallsulpturen im Freien. in: Restauo, Zeitschrift für Kunsttechniken und Museumsfragen, 3/93. Verlag Georg D. W. Callwey, München 1993, Seite 176 ff.

- Roelofs, W. G. Th., de Groot, S., Hofenk de Graaff, J. H.: Die Auswirkung von Radierpulvern, Knetgummi und Radiergummi auf Papier. In: IADA IReprints 1999, Seite 131 bis 137
- Roidl, E.: Restaurierungs- und Konservierungsmethoden bei Bronzen im Freien, Ein Erfahrungsbericht. Vortrag gehalten im September 1986 auf der ADR-Tagung in Frankfurt/Main. In: Maltechnik Restauro 4/87, Callwey Verlag München 1987, Seite 9 ff.
- Römich, H.: New conservation methods for outdoor bronze sculptures. EUR I6637 EN, European Commission 1996
- Rosales, B., Vera, R., Moriena, G.: Evaluation of the protective properties of natural and artificial patinas on copper. Part I. Patinas formed by immersion. In: Corrosion Science 41, Elsevier Science Ltd. 1999, Seite 625 ff.
- Rottensteiner, G.: Verwendung eines abbildenden terrestrischen 3D-Laser-Scanners für photogrammetrische Aufgaben. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU – Wien 2000
- Römpf Chemie Lexikon CD– Version 1.0, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1995
- Schmidt, Thews: Biochemistry and Physiology of the Skin. Oxford: Univ. Press 1983. In: Int. J. Dermatol. 28, 508–511 (1989). Physiologie des Menschen, Heidelberg: Springer 1990.
- Schramm, H. P., Hering, B.: Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung. Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin, 1988, Seite 216
- Scott, D. A.: Bronze disease : a review of some chemical problems and the role of relative humidity. in JAIC 1990, Vol.29, Nr.2, Art.7. Washington D.C.
- Seipelt, B., Götz, K. : Der Schutz von technischem Kulturgut gegen atmosphärische Korrosion. Arbeitsgemeinschaft Korrosion und Restaurierung, 1996
- Smith, R., Beale, A.: An evaluation of the effectiveness of various plastic and wax coatings in protecting outdoor bronze sculpture exposed to acid deposition. In: Conservation of Metal Statuary and Architectural Decoration in Open-Air Exposure. ICCROM - Symposium Paris 1986, Seite 99 ff.
- Stadtgemeinde Wien: Aufbau-Perspektiven, Beiträge zum Umweltschutz. Beilage zum Wiener Umweltbericht 1998/99
- Secession: Secession. Österreichischer Kunst- und Kulturverlag, Wien 1997
- Seipelt, B., Götz, K. : Der Schutz von technischem Kulturgut gegen atmosphärische Korrosion. Arbeitsgemeinschaft Korrosion und Restaurierung, 1996
- Stöckle, B., Fitz, S., Mach, M., Snethlage, R.: Die Atmosphärische Korrosion von Kupfer und Bronze. Ergebnisse aus UN/ECE-Bewitterungsprogramm. Zwischenbericht nach 4-jähriger Bewitterung. In: Werkstoffe und Korrosion 44, 1993, Seite 48.
- Stöckle, B., Krätschmer, A.: Die Atmosphärische Korrosion von Kupfer und Bronze. Ergebnisse aus UN/ECE-Bewitterungsprogramm. In: Mach, Martin: Metallrestaurierung. Arbeitshefte des Bayerischen Landesamtes für Denkmalpflege, Band 94. Karl M. Lipp Verlag, München 1997, Seite 26 ff
- Strandberg, H.: Perspectives on bronze sculpture conservation – Modelling corrosion. In: Mourey, W., Robbiola, L. (Eds.): Metal 98, Proceedings of the International Conference on Metals Conservation, France, 1998, Seite 297 ff.
- Strandberg, H.: Perspectives on Bronze Sculpture Conservation. Dissertation. Göteborg University 1997



- Strasser, Cl.: Arthur Strasser 1854 – 1927. In: der Zeitschrift Neues Österreich, 22. Oktober 1954
- Trautwein Lexikon-Edition: Grosses Universal Taschenlexikon. Compact Verlag München, 1998
- Thieme Becker: Allgemeines Lexikon der Bildenden Künste. Verlag E. A. Seemann, Nachdruck 1976
- Tietze, Hans: Lebendige Kunstwissenschaft. Wien 1925
- Uhl, E.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien – Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1886
- Uhl, E.: Die Gemeinde-Verwaltung der Stadt Wien - Vorgelegt vom Bürgermeister für das Jahr 1887
- Umweltbundesamt, Österreichisches: Belastung der Umwelt durch die Deposition versauernder Schadstoffe. Bericht des Umweltbundesamt, Wien 2001.
- Umweltbundesamt, Österreichisches: Eutrophobierung. Bericht des Umweltbundesamt, Wien 2001
- Universität für Angewandte Kunst Wien, Sammlung: Bestandsaufzeichnung Arthur Strasser. Wien 2002
- Vanino, E., Setter, L.: Die Patina, ihre natürliche und künstliche Bildung auf Kupfer und dessen Legierungen. A. Hartlebens Chemisch-technische Bibliothek, Band CCLXI, Wien/Pest/Leipzig, 1903
- van Keulen, H.: The analysis of wax samples from the Marc Anton Monument in Vienna. Bericht-Nr. 2002-093, ICN, Amsterdam, Niederlande, 30. September 2002
- Wagner, H.: Wien von Maria Theresia bis zur Franzosenzeit – Aus den Tagebüchern des Grafen Karl von Zinzendorf. Jahrgabe der Wiener Bibliophilen Gesellschaft. Wien 1972
- Weißbach, W.: Werkstoffkunde und Werkstoffprüfung. Verlag Friedrich Vieweg & Sohn, Wiesbaden-Braunschweig 1985
- Wolters, J.: Der Gold- und Silberschmied. Rühle-Diebener Verlag, Stuttgart 1996
- Ziegler, J.: Bericht zur Abnahme von Graffiti. Wien 2000
- Zycherman A., Lynda A., Veloz, N., Nicolas, F.: Conservation of a Monumental Outdoor Bronze Sculpture: The Theodor Roosevelt by Paulanship. In: JAIC 1979, Vol. 19, Nr. 1, Art. 4.; JAIC online - [www.aic.stanford.edu/jaic/articles/](http://www.aic.stanford.edu/jaic/articles/). Zugriff am 7. März 2002

## Anlage 2, Abbildungsnachweis

Abb. 3, Österreichisches Archäologisches Institut, Wien

Abb. 7, Archiv des Künstlerhauses, Wien

Abb. 9, Inv. Nr. I2902, Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien

Abb. 10, Inv. Nr. PCH5608B, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.

Abb. 12, Inv. Nr. I2902, Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien

Abb. 15, Magdalena Strasser, Wien

Abb. 17, Magdalena Strasser, Wien

Abb. 18, Magdalena Strasser, Wien

Abb. 19, Magdalena Strasser, Wien

Abb. 20, Magdalena Strasser, Wien

Abb. 29, Historischen Museum der Stadt Wien, Karlsplatz

Abb. 30, Bezirksmuseum Wien VI., Wieden

Abb. 31, Bezirksmuseum Wien VI., Wieden

Abb. 32, Bezirksmuseum Wien VI., Wieden

Abb. 34, Bezirksmuseum Wien VI., Wieden

Abb. 35, Archiv der Magistratsabteilung 7 der Stadt Wien

Abb. 36, aus: Kapner, G.: Die Denkmäler der Wiener Ringstrasse. Verlag Jugend und Volk, 1969, Seite 57

Abb. 37, aus: Schweißtechnik, Ausgabe 7, 1981, Wien, Seite 109

Abb. 38, aus: Schweißtechnik, Ausgabe 7, 1981, Wien, Seite 108

Abb. 39, aus: Schweißtechnik, Ausgabe 7, 1981, Wien, Seite 108

Abb.40, Mariette, P. J.: Description de travaux... de la statue equestre de Louis XV. Paris 1768. Aus: Mach, M.: Bronze- und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden 2000, Seite 37

Abb. 41, Mariette, P. J.: Description de travaux... de la statue equestre de Louis XV. Paris 1768. Aus: Mach, M.: Bronze- und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden 2000, Seite 38

Abb. 42, Mariette, P. J.: Description de travaux... de la statue equestre de Louis XV. Paris 1768. Aus: Mach, M.: Bronze- und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden 2000, Seite 38

Abb. 43, aus: Bersch, J.: Lexikon der Metalltechnik. A. Hartlebens Verlag, Wien-Pest-Leipzig, 1870-1880, Seite 85

Abb. 44, aus: Bersch, J.: Lexikon der Metalltechnik. A. Hartlebens Verlag, Wien-Pest-Leipzig, 1870-1880, Seite 94

Abb. 48, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 97

Abb. 49, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 97

Abb. 50, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 97

Abb. 51, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 98

Abb. 52, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 98

Abb. 53, aus: Luer, H.: Technik der Bronzeplastik. In: Monografien des Kunstgewerbes, Herausgegeben von Jean Louis Sponcel. Herzog Anton Ulrich Museum, Braunschweig, Verlag Hermann Seemann Nachfolger, Leipzig, 1902, Seite 98

Abb. 55, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 56, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 57, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 58, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 59, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 60, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 61, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 62, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 63, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 64, [www.webmineral.com](http://www.webmineral.com)

Abb. 65, aus: Mach, M.: Bronze- und Galvanoplastik. Arbeitsheft 5, Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen und Landesamtes für Denkmalpflege Sachsen-Anhalt. Michael Sandstein, Grafischer Betrieb und Verlagsgesellschaft mbH., Dresden 2000, Seite 86

Abb. 67, aus: Friehe, W. : Temporärer Rostschutz durch Einölen, fettig-wachsartige Überzüge und Klarlackfilme. In: Metalloberfläche 22. Jg. 1968, Heft 9, Seite 266

Abb. 81, aus: Friehe, W. : Temporärer Rostschutz durch Einölen, fettig-wachsartige Überzüge und Klarlackfilme. In: Metalloberfläche 22. Jg. 1968, Heft 9, Seite 266

Abb. 90, aus: Friehe, W. : Temporärer Rostschutz durch Einölen, fettig-wachsartige Überzüge und Klarlackfilme. In: Metalloberfläche 22. Jg. 1968, Heft 9, Seite 266

Abb. 98, Archiv des Künstlerhauses, Wien

Abb. 114, Inv. Nr. PCH5608B, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.

Abb. 115, Inv. Nr. 119432, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.

Abb. 116, Inv. Nr. L25720, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.



- Abb. 117, Inv. Nr. 8654I, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.
- Abb. 118, Inv. Nr. L27730, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.
- Abb. 119, Inv. Nr. I20017, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.
- Abb. 120, Archiv der Magistratsabteilung 7 der Stadt Wien
- Abb. 121, , Archiv der Magistratsabteilung 7 der Stadt Wien
- Abb. 122, Inv. Nr. 460169, Österreichische Nationalbibliothek - Bildarchiv, Wien.
- Abb. 123, Johannes Haiden, Wien)
- Abb. 125, Fotoarchiv der Tageszeitung „Kurier“, Wien. © Ernst Sokol
- Abb. 149, Museum für angewandte Kunst, Wien
- Abb. 174, Johannes Haiden, Wien
- Abb. 177, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 179, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 195, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 196, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 197, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 198, Roman Sauer, Rudolf Erlach, Institut für Konservierungswissenschaften, Restaurierung-Technologie, Wien
- Abb. 203, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 204, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 205, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 206, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 207, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 208, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 222, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 223, Instituut Collectie Nederland
- Abb. 265, Thomas Bednar, TU-Wien
- Abb. 266, Fa. Riegl, Horn
- Abb. 271, Inv. Nr. I2902, Sammlung der Universität für angewandte Kunst Wien
- Abb. 276, Laboratorio Nacional de Engenharia Civil, Departamento de Materiais de Construção Nucleo de Química, Lissabon
- Abb. 277, Bernhard Pichler, Wien
- Abb. 278, aus: Umweltbundesamt, Österreichisches, Belastung der Umwelt durch die Deposition versauernder Schadstoffe. Bericht des Umweltbundesamt, Wien 2001.

## Anlage 3, Produktdatenblätter und Informationen

Mikrokristallines Wachs Tromm®

Mikrokristallines Wachs Reswax®

Mikrokristallines Wachs Soter®

Wollwachs

Acrylharz Paraloid® B-48 N

Acrylharz Paraloid® B-64 N

Acrylharz Paraloid® B-72

Incralac®

Fachhandelsliste USA

Aceton

Petrolether

Shellsol® T

White Spirit

Aerosil® R 974

Carbopol® EZ 2

Ethomeen® C/12

Jazella®

Wishab® Trockenreiniger

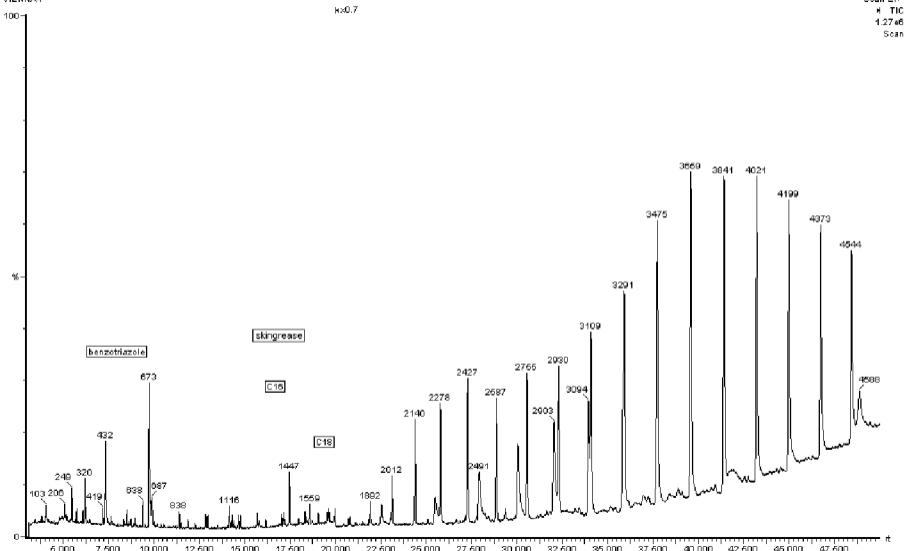
VIENNA4

Scan EH

\* TIC

1.27e6

Scan





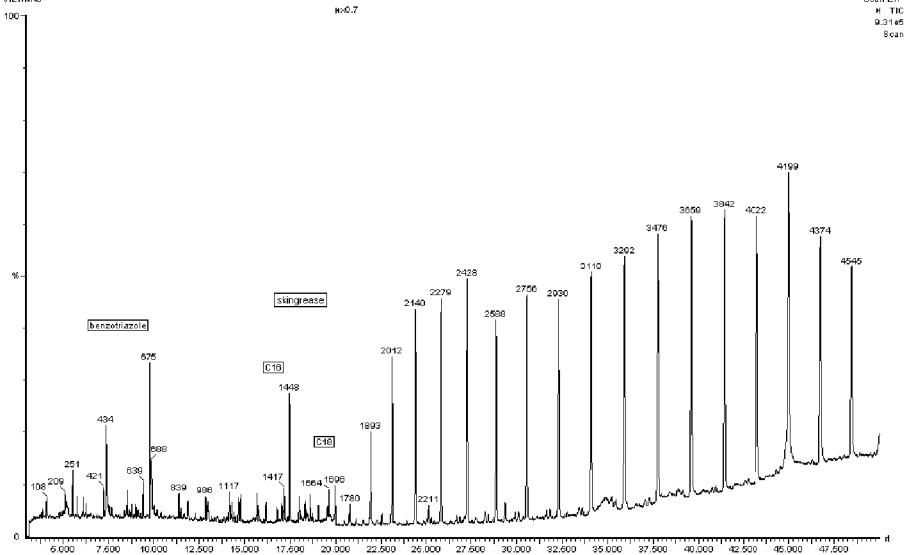
VIENNA6

Scan E11

M TIC

9.31e5

Scan



# ACETONE

origin: GROS

## 1 Identification

formula: CH3COCH3  
 gross formula:  
 form: Liquid  
 colour: Grey  
 odour: Characteristic  
 type: Pure substance  
 CAS-nr: 67-64-1  
 concentration: 100 %  
 mass molecule:  
 classification:  
 EEC-nr: 606-001-00-8  
 EINECS-nr: 2006622  
 hazard identification:  
 UN nr: 1090  
 NFPA-code: 1-3-0  
 KCA-codes: III  
 BAGA-code: D 4190  
 RTECS-code: AL 3150000  
 labeling: F  
 note: - - -  
 EC-list: Yes

## Suppliers

name: Merck Nederland b.v.  
 address: Postbus 8198  
 residence: Amsterdam  
 telephonenr: 020-5811511  
 fax-nr: 020-6149641

## Manufacturer

name: Mobil Oil B.V.  
 address: Westblaak 163  
 residence: Rotterdam  
 telephonenr: 010-4175911  
 fax-nr: 010-4175449

## Names

CAS-name ACETONE  
 UN name ACETONE  
 EC-name ACETON  
 IUPAC-name 2-PROPANON

## Synonyms

2-PROPANON  
 2-PROPANONE  
 ACETON  
 ACETON-D-EEG  
 ACETONE  
 AZETON  
 DIMETHYL FORMALDEHYDE  
 DIMETHYL KETONE  
 DIMETHYLKETON  
 KETONE PROPANE  
 METHYL KETONE

## RS-phrases

R11 Highly flammable.  
 S16 Keep away from sources of ignition-No  
 smoking.  
 S2 Keep out of reach of children.  
 S23 Do not breath gas/ fumes/ vapour/ spray/  
 dust.  
 S33 Take precautionary measures against static  
 discharges.  
 S9 Keep container in a well ventilated place.

## 2 Composition

-

## 3 Hazards

Vapour is heavier than air and spreads at ground level.  
 Risk of ignition at a distance.  
 Do not use compressed air when filling,emptying or processing.  
 The substance forms readily explosive mixtures.  
 See: Reactivity.

-  
 The substance can enter the body by inhalation and ingestion.  
 Harmful concentrations build up fairly rapidly at room temperature.  
 Harmful concentrations of aerosols build up rapidly.  
 The substance tickles the eyes,the skin and the respiratory tract.  
 The liquid destroys the natural oils of the skin.  
 The substance affects the nervous system.

## 4 First-aid measures

Symptoms:  
 After inhalation:Sore throat,cough,headache,dizziness,drowsiness.  
 Skin contact :Redness,pain.  
 After ingestion :Sore throat,headache,dizziness,drowsiness.  
 Eye complaints :Redness,pain.  
 First aid:  
 After inhalation:Fresh air.Rest.Call a doctor.  
 Skin contact :Remove clothing,flush skin with water or shower.  
 Eye complaints :Flush thoroughly with water,take to a doctor.  
 After ingestion :Rinse mouth with water.Take to a doctor.  
 Alcohol consumption increases toxic effects.

## 5 Fire-fighting measures

Extremely flammable.  
 Extinguishing agents:  
 - Powder,alcohol-resistant foam,large amount of water,carbon dioxide,halons.  
 Keep tanks and drums cool by spraying with water.

## 6 Accidental release measures

Collect leakage in sealable containers.  
 Remove to a safe place.  
 Flush away remainder with water.  
 Additional individual protection: breathing apparatus.

## 7 Handling and storage

### Handling

Keep away from naked flames/heat.  
 Spark- and explosionproof appliances and lighting system.

### Storage

Fireproof storeroom.

### Packaging

Storage together  
 KEEP SUBSTANCE AWAY FROM:  
 oxidizing agents

## 8 Personal protection

ventilation,local exhaust or respiratory protection.  
 gloves,safety glasses.

face shield:		butyl rubber:	+	polyethylene:	?
goggles:	+	natural rubber:	-	CPE:	?
shoes:		neoprene:	-	polyurethane:	-
protective clothing:	-	neoprene/SBR:	-	PVA:	-
goggles:		neoprene/natural rubber			
:	-	PVC:	-		
respirator with filter:		nitrile rubber:	-	SBR:	?
breathing apparatus:	-	nitrile/PVC:	-	viton:	-
Gas suit:	-				
helmet:	-				
ear protection:					
gloves:	+				

## 9 Physical properties

boiling-point:	56	decomposition temperature:	
melting point:	-95	sublimation temperature:	
freezing point:		viscosity:	
Pa.sec			
vapor pressure:	233 hPa	relative vapor density:	2.0
relative density:	0.8 kg/m3	relative gas density:	
absolute density:		rel. dens. sat. mixt. vapor/air:	
1.2			
ph:			
solubility in water:	g/100ml	infinite	
solubility in ether:	g/100ml		
solubility in alcohol:	g/100ml		
solubility in actone:	g/100ml		
flash point:	-19	auto-ignition temperature:	
explosive limit:	2,3/13 vol	min. ignition energy:	1.15
mJ			
explosive limit:	g/m3	specific conductivity:	490000
pS/m			

## 10 Stability and reactivity

Reacts with strong oxidants.  
 Reacts viontly with chloroform in basic environment.  
 Forms peroxides.  
 Attacks many plastics.

## 11 Toxicology

ACUTE TOXITY  
 Recommendation: MAC-C 5ppm,25 mg/m3  
 Components have a MAC-value.  
 Slightly toxic if swallowed.  
 Slightly toxic by inhalation with skin.  
 Slightly toxic by inhalation.  
 Substance is absorbed through the skin.  
 Slightly irritant to the skin.  
 Slightly toxic to respiratory organs.  
 Slightly toxic to eyes.  
 Narcotic in high concentrations.  
 CHRONIC TOXICITY.  
 Not listed in mutagenicity class (EEC,MAK).  
 No cumulative effect.  
 Not listed in carcinogenicity class (IARC,EEC,TLV,MAK).  
 Not listed in teragenicity class (EEC,MAK).

MAC - TGG:	750	ppm	1780	mg/m3
MAC - stel:		ppm		mg/m3
MAC - ceiling:		ppm		mg/m3
skin absorption:				
MAK:	1000	ppm	2400	mg/m3
MAK - mutagenicity:				
MAK - carcinogenicity:				
skin absorption/sensibility:				
pregnancy:				
TLV - TWA:	750	ppm	1780	mg/m3
TLV - stel:	1000	ppm	2380	mg/m3
TLV - ceiling:		ppm		mg/m3
skin absorption:		TLV - carcinogenicity:		
LD50 oral rat:	9750	mg/kg		
LD50 dermal rat:	2000	mg/kg		
LD50 dermal rabbit:		mg/kg		
LC50 inhalation rat:	39	mg/L/4H		
		ppm/4H		
EC carc. category:		repro.		muta.
IARC-group:				
EEL:		ppm		mg/m3
TRK:	ppm	mg/m3		

## 12 Ecology

Water  
 Nitrification of activated sludge is inhibited at 840 mg/litre, 75%.  
 Bioaccumulation: not applicable.  
 Toxic to algae.  
 According to literature (highly) toxic to fishes.  
 Not water pollutant (surface water).  
 Danger of drinking-water pollution (ground water).  
 Slightly harmful to algae.  
 Slightly harmful to bacteria.  
 Slightly harmful to fishes.  
 Slightly harmful to aquatic organisms.  
 Bioaccumulation: not applicable.  
 Soil  
 Readily biodegradable.  
 Air  
 According to literature air pollutant.

## 13 Waste

Collect in closeable containers.  
 Recycle by distillation.  
 Remove to an authorised waste treatment plant.  
 Use appropriate containment to avoid environmental contamination.

## 14 Transport

ADR-name: ACETON  
 hazard identification: 33  
 UN nr: 1090

### Road

ADR class: 3 routing:  
 ADR item no: 3b) In case of fog/slipperiness tanker lorries  
 forbidden:  
 ADR marginal: 2301 in case of fog/slipperiness all transport  
 forbidden(s)  
 ADR label(s) on tanks: 1.4 Transport in tanks allowed:  
 ADR label(s) on packages: Transport in loading kettle allowed:  
 Transport Emergency Card: TEC(R)-30

### Rail

RID class: 3  
 RID-itemno: 3b)  
 RID marginal: 301  
 ADR label(s) on tanks: 1.4  
 ADR label(s) on packages:

### Inland navigation

ADNR class: IIIA  
 ADNR-item no  
 ADNR-item no: 5  
 ADNR marginal: 6301  
 ADR label(s) on tanks: 1.4  
 ADR label(s) on packages:

### Sea freight

UN number: 1090 IMDG class: 3.1  
 UN class: 3 IMDG page: 3102  
 UN sub risks: - EMS-number: 3-06  
 UN packaging-group: II MFAG number: 300  
 labels: marine pollutant: -

### Air freight

UN number: 1090  
 UN class: 3 ICAO class: 3  
 UN sub risks: - ICAO sub hazards: -  
 UN packaging-group: II ICAO instruction 1: 305/Y305  
 labels: ICAO instruction 2: 307

## 15 Regulatory information

## 16 Other information

**SICHERHEITSDATENBLATT** (91/155/EWG)**AEROSIL® R 974**

degussa.

Material-Nr	Version	1.0
Spezifikation 100804	Überarbeitet am	24.08.2001
VA-Nr 00596826	Druckdatum	13.02.2004
	Seite	1 von 9

**1. STOFF-/ZUBEREITUNGS- UND FIRMENBEZEICHNUNG(1)** [Bit1]  
**/Firmenbezeichn.****Stoff-/Zubereitungs-****Produktinformation**

Handelsname	:	AEROSIL® R 974
Firma	:	Degussa AG, Aerosil & Silanes Produktsicherheit AS-FA-PS Postfach 1345 D-63403 Hanau
Telefon	:	+49 (0)6181 59-4787
Telefax	:	+49 (0)6181 59-4205
Notrufnummer	:	+49 (0)89 455 60-273

**2. ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU BESTANDTEILEN(2)**  
**zu Bestandt.****Zusammensetzung/Ang.****Sonderfall Reinstoff****Ende Sonderfall Reinstoff**Gefährliche Inhaltsstoffe  
Stoffliste vorhanden ???**Angaben zu Bestandteilen / Gefährliche Inhaltsstoffe**

Gefährliche Inhaltsstoffe

- Silan, Dichlordimethyl-,  
Reaktionsprodukte mit Siliciumdioxid

CAS-Nr. 68611-44-9 EG-Nr. 271-893-4

**3. MÖGLICHE GEFAHREN(3)** **Mögliche Gefahren**

Das Produkt ist aufgrund uns vorliegender Daten kein gefährlicher Stoff im Sinne des Chemikaliengesetzes beziehungsweise der Gefahrstoffverordnung in der zur Zeit gültigen Fassung.

**4. ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN(4)** **Erste-Hilfe-Massnahmen****Einatmen**Bei Freisetzung von Produktstaub:  
Mögliche Beschwerden: Husten, Niesen  
Betroffene an die frische Luft bringen.



**AEROSIL® R 974**

Material-Nr	Version	1.0
Spezifikation 100804	Überarbeitet am	24.08.2001
VA-Nr 00596826	Druckdatum	13.02.2004
	Seite	2 von 9

**Hautkontakt**

Keine besonderen Erste-Hilfe Maßnahmen erforderlich.

**Augenkontakt**

Mögliche Beschwerden durch Fremdkörpereffekt bedingt.  
Bei geöffnetem Lidspalt gründlich mit viel Wasser spülen.  
Bei anhaltenden Beschwerden  
Augenarzt vorstellen.

**Verschlucken**

Mund ausspülen.

**Hinweise für den Arzt**

03EHS\_L\_TEXT(DH-E04.00590030)

Behandlung

Keine besonderen Erste-Hilfe Maßnahmen erforderlich.

**5. MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKÄMPFUNG(5)**

Massnahmen zur Brandbekämpfung

**Geeignete Löschmittel**

alle Löschmittel geeignet

**Ungeeignete Löschmittel**

Im Brandfall können freigesetzt werden: Kohlenmonoxid und Kohlendioxid.

**Zusätzl. Hinweise – Brandbekämpfung**

Löschwasser darf nicht in die Kanalisation, Untergrund oder Gewässer gelangen.  
Für ausreichende Löschwasserrückhaltungsmöglichkeiten sorgen.  
Löschwasserrückhaltung in Deutschland: siehe Löschwasserrückhalterichtlinie "LÖRÜRL".  
Brandrückstände und kontaminiertes Löschwasser müssen entsprechend den örtlichen behördlichen Vorschriften entsorgt werden.

**6. MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG(6)**

Maßnahmen bei unbeabs.

**Personenbez. Vorsichtsmaßnahmen**

Persönliche Schutzausrüstung tragen.

**Umweltschutzmaßnahmen**

Nicht in Abwasser, Erdreich, Gewässer, Grundwasser, Kanalisation gelangen lassen.

**Verfahren zur Reinigung oder Aufnahme**

Mechanisch aufnehmen und in geeigneten Behältern zur Entsorgung bringen.

**SICHERHEITSDATENBLATT (91/155/EWG)**
**AEROSIL® R 974**


Material-Nr	Version	1.0
Spezifikation 100804	Überarbeitet am	24.08.2001
VA-Nr 00596826	Druckdatum	13.02.2004
	Seite	3 von 9

**Zusätzliche Hinweise**

Staubbildung vermeiden.

**7. HANDHABUNG UND LAGERUNG(7)**
**Handhabung und Lagerung**
**Handhabung**
**Hinweise für sichere Handhabung**

Gegebenenfalls Objektabsaugung.

**Hinweise Brand- und Explosionsschutz**

Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.

**Lagerung**
**Anforderung an Lagerräume und Behälter**
**Anforderungen Lagerung**

Trocken aufbewahren.

**8. EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG(8)**
**Expositionsbegrenz. u. pers. Schutz.**
**Bestandteile mit arbeitsplatzbezogenen, zu überwachenden Grenzwerten**
**Arbeitsplatzgrenzw.**

Ende Luftgrenzwerte

Bestandteile mit Arbeitsplatzgrenzwerten

Komponentenschleife

Instanzenschleife Arbeitsplatzgrenzwerte

**• Siliciumdioxid, auf chemischem Wege gewonnen**

CAS-Nr.	7631-86-9	EG-Nr.	231-545-4
---------	-----------	--------	-----------

Grenzwerte	4 mg/m <sup>3</sup> einatembare Fraktion	MAK (TRGS 900)
------------	---	----------------

**Sonstige Hinweise (Stoffliste)**

Material-Nr	Version	<b>1.0</b>
Spezifikation <b>100804</b>	Überarbeitet am	<b>24.08.2001</b>
VA-Nr <b>00596826</b>	Druckdatum	<b>13.02.2004</b>
	Seite	<b>4 von 9</b>

**Persönliche Schutzausrüstung**

## Atemschutz

**Atemschutz**

Keine besondere Schutzausrüstung erforderlich.

Beim Auftreten von Staub: Staubmaske mit Partikelfilter P2

Bei Überschreitung der arbeitsplatzbezogenen Grenzwerte und / oder bei Freisetzung größerer Mengen (Leckagen, Verschütten, Staub) ist der angegebene Atemschutz zu verwenden.

## Handschutz

**Handschutz**

Schutzhandschuhe aus folgenden Materialien tragen: Stoff, Gummi, Leder.

## Augenschutz

**Augenschutz**

Schutzbrille mit Seitenschutz

Beim Auftreten von Staub: Korbbrille

## Körperschutz

**Haut- und Körperschutz**

Keine besondere Schutzausrüstung erforderlich.

Vorbeugender Hautschutz

## Hygienemaßnahmen

**Hygienemaßnahmen**

Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen, schnupfen.

Beschmutzte Kleidung vor Wiedergebrauch waschen.

## Pers. Schutzmaßnahmen

**Schutzmaßnahmen**

Die beim Umgang mit Chemikalien üblichen Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.

Bei Möglichkeit des Kontaktes der Haut / Augen ist der angegebene Handschutz / Augenschutz / Körperschutz zu verwenden.

**9. PHYSIKALISCHE UND CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN** (9) **Physikal. u. chem. Eigenschaften****Erscheinungsbild**

## Form

Form	Pulver
Farbe	weiß
Geruch	geruchlos

**Sicherheitsrelevante Daten**

pH-Wert	3,7 - 4,7	(40 g / l)	(20 °C)
	Medium:	Wasser / Methanol	

1:1 in Suspension

## Phasenüberg.

n.a.

fest/flüssig Schmelzpunkt/Schmelz-  
bereich

## Phasenübergang

n.a.



**SICHERHEITSDATENBLATT (91/155/EWG)****degussa.****AEROSIL® R 974**

Material-Nr	Version	<b>1.0</b>
Spezifikation <b>100804</b>	Überarbeitet am	<b>24.08.2001</b>
VA-Nr <b>00596826</b>	Druckdatum	<b>13.02.2004</b>
	Seite	<b>5 von 9</b>

flüssig/gasförmig Siedepunkt/Siedebereich

Flammpunkt Flammpunkt n.a.

Entzündlichkeit Entzündlichkeit n.a.

Zündtemperatur Zündtemperatur > 400 °C  
Methode: DIN 51794

Selbstentzündlichkeit Selbstentzündungstemperatur n.a.

Untere Explosionsgrenze Untere Explosionsgrenze nicht bestimmt

Obere Explosionsgrenze Obere Explosionsgrenze nicht bestimmt

Dampfdruck Dampfdruck n.a.

Dichte Dichte ca. 2 g/cm<sup>3</sup> (20 °C)

Stampfdichte Stampfdichte ca. 50 g / l

Methode: DIN / ISO 787/11

Löslichkeit in Wasser Wasserlöslichkeit unlöslich

Verteilungskoeffizient Verteilungskoeffizient (n-Oktanol/Wasser) n.a.

Viskosität, dynamisch Viskosität, dynamisch n.a.

**10. STABILITÄT UND REAKTIVITÄT(10)****Stabilität und Reaktivität****Zu vermeidende Bedingungen**

Zu vermeidende Bedingungen Bei Temperaturen > 300 °C geht die Hydrophobie verloren.

**Zersetzungsprodukte**

Gefährliche Zersetzungsprodukte Kohlenmonoxid, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

**11. ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE(11)****Angaben zur Toxikologie****Akute orale Toxizität**

Akute orale Toxizität LD<sub>50</sub> Ratte: > 5.000 mg/kg

**AEROSIL® R 974**

Material-Nr	Version	<b>1.0</b>
Spezifikation <b>100804</b>	Überarbeitet am	<b>24.08.2001</b>
VA-Nr <b>00596826</b>	Druckdatum	<b>13.02.2004</b>
	Seite	<b>6 von 9</b>

Methode: Literatur

**Akute inhalative Toxizität**

Akute inhalative Toxizität LC50 Ratte: > 0,477 mg/l / 4 h  
Methode: analog OECD  
(experimentell maximal erreichbare Konzentration)

**Hautreizung**

Hautreizung Kaninchen / Literatur  
nicht reizend

**Augenreizung**

Augenreizung Kaninchen / Literatur  
nicht reizend

**Toxizität bei wiederholt. Verabreichung**

Toxizität bei wiederholter Verabreichung Oral  
keine negativen Effekte

**Toxizität bei wiederholt. Verabreichung**

inhalativ  
keine irreversiblen Veränderungen und keine Anzeichen von Silikose festgestellt

**Gentoxizität in vitro**

Gentoxizität in vitro Ames-Test *S. typhimurium* / *E. coli*  
negativ  
Methode: Literatur

**Kanzerogenität**

Cancerogenität keine negativen Effekte

**Reproduktionstoxizität**

Reproduktionstoxizität keine negativen Effekte

**Erfahrungen am Menschen**  
Erfahrung am Menschen

Silikose oder andere produktspezifische Erkrankungen der Atemwege wurden beim Umgang mit dem Produkt nicht beobachtet.





**AEROSIL® R 974**

Material-Nr	Version	1.0
Spezifikation 100804	Überarbeitet am	24.08.2001
VA-Nr 00596826	Druckdatum	13.02.2004
	Seite	8 von 9

Gefahrgutvorschrift ADNR

Verladehinweise/Bemerkungen (Gefahrgutfreitexte)

Gefahrenhinweise/Vorschriftenübergreifende Verladetexte

**Transport/weitere Angaben**

Kein Gefahrgut im Sinne der Transportvorschriften.

Weitere Angaben für Transport

**15. VORSCHRIFTEN(15)Vorschriften**

**Kennzeichnung gemäß EG-Richtlinien** **Kennzeichnung gem. EG-Richtlinien**

Kennzeichn.-Gesetzl. Grundlage/Liste  
Gefahrensymbole

R-Sätze

S-Sätze

Zusatzinformationen

Weitere Angaben Das Produkt ist aufgrund uns vorliegender Daten kein gefährlicher Stoff im Sinne des Chemikaliengesetzes beziehungsweise der Gefahrstoffverordnung in der zur Zeit gültigen Fassung.

**Nationale Vorschriften** **Nationale Vorschriften**

**Wassergefährdungsklasse**

Wassergefährdungsklasse nicht wassergefährdend Kenn-Nummer: 849  
Einstufung durch Kommission zur Bewertung wassergefährdender Stoffe (KBwS).

Ende Instanzenschleife TA Luft (Kompon.)

**16. SONSTIGE ANGABEN(16)**

**Sonstige Angaben**

**SICHERHEITSDATENBLATT** (91/155/EWG)

degussa.

**AEROSIL® R 974**

Material-Nr	Version	<b>1.0</b>
Spezifikation <b>100804</b>	Überarbeitet am	<b>24.08.2001</b>
VA-Nr <b>00596826</b>	Druckdatum	<b>13.02.2004</b>
	Seite	<b>9 von 9</b>

**Weitere Information** **Weitere Informationen**

Abänderungen von der letzten Ausgabe werden am Rand hervorgehoben werden. Diese Version ersetzt alle früheren Ausgaben. **Änderungsmarkierungen**

Mit den vorstehenden Angaben, die dem heutigen Stand unserer Kenntnisse und Erfahrungen entsprechen, wollen wir unser Produkt im Hinblick auf etwaige Sicherheitserfordernisse beschreiben. Wir verbinden damit jedoch keine Eigenschaftszusicherungen und Qualitätsbeschreibungen. **Schlußformel**

## 63812 Carbopol EZ 2

---

(Ersatz für 63810 und 63811: Carbopol 980 und 954)

Carbopol EZ 2 kreuzvernetzt Polymere auf der Basis von modifizierter Acrylsäure.  
Das Carbopol EZ 2 ist sehr leicht in Wasser dispergierfähig, ohne Klumpenbildung.

### Lösungsempfehlung:

Man streut 20 - 50 g Carbopol EZ 2 in einen Liter warmes Wasser ohne Rühren ein, nach 2 bis max. 5 Minuten ist das Produkt benetzt. Durch einfaches Umrühren erhält man gleichmässige Verteilung.

### Angabe der Viskosität:

- 0,2%-ige Lösung mindestens 10.000, maximal 30.000 cP
- 0,5%-ige Lösung mindestens 50.000, maximal 70.000 cP



780804 **Ethomeen C/12**, Kokosalkyl(dihydroxyethyl)amin

INCI-Name: PEG-2 Cocamine  
 CAS-Nummer: 61791-31-9

**Standardspezifikation****Analysenmethode**

Aussehen bei 25° C:	flüssig	-
Äquivalentgewicht:	275 - 295	VV/3.001
Gewalt prim.u.sek.Amin(MG = 240/244):	< 3%	VV/1.001
Wassergehalt:	< 1%	VE/4.003
Farbzahl nach Gardner:	2	SC/2.001

**Typische Daten**

Trübungspunkt (ASTM D 2500):	4° C	
Fliesspunkt (ASTM D 97):	0° C	
Dichte bei 20° C:	870 kg/m <sup>3</sup>	
Flammpunkt (Pensky-Martens c.c.):	> 200° C	
HLB-Wert:	10	
Alkylkettenverteilung:	C8	5%
	C10	6%
	C12	50%
	C14	19%
	C16	10%
	C18	10%

**Anwendungsgebiete:** Emulgator

**BENZIN DAB\***

überarbeitet am: 29.06.00

**1 Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung****Angaben zum Produkt**

**Handelsname:** **BENZIN DAB\* (WUNDBENZIN)**  
Petrolether

**Lieferant:**  
AUG. HEDINGER GmbH & Co.  
Heiligenwiesen 26  
D-70327 Stuttgart  
Tel.: 0711/402050

**Notfallauskunft:**  
Gemeinsames Giftinformationszentrum (GGIZ) Erfurt Tel.: 0361 / 730 730  
c/o Klinikum Erfurt, Nordhäuser Str. 74, 99089 Erfurt

**2 Zusammensetzung/Angaben zu den Bestandteilen**

Chem. Gruppen-Bezeichnung: Aliphatischer Kohlenwasserstoff  
Allgemeine Bezeichnung: SBP  
Synonyme: Special boiling point spirit 40/65  
CAS-NR.: 64742-49-0

Gefahrenbestimmende Komponenten	CAS-NR.	EG-Gefahren- R-Sätze symbol(e)	Gehalt
n-Hexan	110-54-3	<i>nach 25. ATP: F, Xn, N</i>	< 3 % (m/m)
		R11-38-48/20-62-65-66-67--51/53	
		[vor der 25.ATPF,Xn R11-R48/20]	

Sonstige Angaben: Basierend auf Daten für dieses Produkt. Die Gefahrenmerkmale der gefährlichen Bestandteile ändern nicht die Klassifizierung oder die Ratschläge für die Handhabung aus diesem Sicherheitsdatenblatt.

**3 Mögliche Gefahren**

Gefahren für die menschliche Gesundheit: Beim Verschlucken mit anschließendem Erbrechen kann Aspiration in die Lunge erfolgen, was zum Ersticken oder zu toxischem Lungenödem führt. Führt bei hohen Dampfkonzentrationen zur Bewußtlosigkeit. *Reizt die Haut*

Sicherheitsrisiken: Leichtentzündlich. Bei Gebrauch Bildung explosionsfähiger / leichtentzündlicher Dampf-Luftgemische möglich. Während der Handhabung kann elektrostatische Aufladung erfolgen.

Gefahren für die Umwelt: Giftig für Wasserorganismen. Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben.

**4 Erste-Hilfe-Maßnahmen**

Symptome und Effekte: Kopfschmerzen, Schwindelgefühl, Übelkeit, Bewußtlosigkeit, Trockene Haut. Hautkontakt kann Reizung verursachen.

Erste Hilfe - Einatmen: Betroffenen an die frische Luft bringen. Wenn keine rasche Erholung eintritt, Arzt hinzuziehen.

Erste Hilfe - Haut: Haut mit Wasser und Seife abwaschen.

Erste Hilfe - Augen: Augen mit Wasser ausspülen.

Erste Hilfe - Verschlucken: Kein Erbrechen herbeiführen. Nichts zu trinken geben. Sofort Arzt hinzuziehen !

Hinweise für den Arzt: Langanhaltende oder wiederholte Exposition kann Hautentzündung (Dermatitis) verursachen. Beim Verschlucken mit anschließendem Erbrechen kann Aspiration in die Lunge erfolgen, was zu toxischem Lungenödem führt. Verursacht Depression des Zentralnervensystems.

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)

**5 Maßnahmen zur Brandbekämpfung**

Spezielle Gefahren:	Bei unvollständiger Verbrennung kann Kohlenmonoxid freigesetzt werden. Schwimmt auf und kann sich an der Wasseroberfläche wieder entzünden. Dämpfe sind schwerer als Luft und verbreiten sich am Boden. Entzündung über größere Entfernung möglich.
Löschmittel:	Schaum, Sprühwasser oder Wasserdampf. Trockenlöschpulver, Kohlendioxid, Sand oder Erde sind nur bei kleinen Bränden einsetzbar.
Ungeeignete Löschmittel:	Keinen scharfen Wasserstrahl verwenden.
Schutzausrüstung:	Vollschutzanzug und Preßluftatemschutzgerät
Sonstige Angaben:	Gefährdete Behälter mit Wassersprühstrahl kühlen.

**6 Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung:**

Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen:	Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Dämpfe nicht einatmen. Offene Flammen auslöschen. Zündquellen entfernen. Nicht rauchen ! Funken vermeiden. Alle Personen, deren Anwesenheit nicht erforderlich ist, aus dem Gefahrengebiet entfernen. Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen. Lecks schließen, möglichst ohne ein persönliches Risiko einzugehen.
Schutzausrüstung:	Handschuhe aus Nitrilkautschuk, Stulpenhandschuh, Jacke und Hose aus Nitrilkautschuk, Sicherheitsstiefel aus Gummi, knielang tragen. Hinweise zum Atemschutz in Kapitel 8.
Umweltschutzmaßnahmen:	Kontamination von Wasser und Boden verhindern. Eindringen in das Abwassersystem, in Flüsse oder Oberflächengewässer durch Errichten von Sperren aus Sand bzw. Erde oder durch andere geeignete Absperrrmaßnahmen verhindern.
Maßnahmen nach Verschütten: – kleine Mengen	Mit Sand, Erde oder saugfähigem Material aufnehmen bzw. eindämmen. In einen gekennzeichneten und verschließbaren Behälter überführen und anschließend sicher deponieren. Undichte Behälter in ein gekennzeichnetes Faß oder Bergungsfäß hineinstellen. Verunreinigte Oberfläche mit Reinigungsmittel säubern. Waschflüssigkeit als Sondermüll behandeln.
– große Mengen	Zwecks Aufarbeitung oder Deponie in einen gekennzeichneten, verschließbaren Behälter überführen. Behandlung von Rückständen wie beim Verschütten kleiner Mengen.
Weitere Angaben:	Explosionsgefahr. Feuerwehr und Wasserschutzbehörden informieren, wenn die Flüssigkeit in die Kanalisation eindringt. Dämpfe können mit Luft ein explosives Gemisch bilden. Kapitel 13 für Hinweise zur Entsorgung beachten.

**7 Handhabung und Lagerung**

Handhabung:	Längeren oder wiederholten Kontakt mit Haut vermeiden. Dämpfe, Sprühnebel, Nebel nicht einatmen. Alle offenen Flammen auslöschen, Zündquellen beseitigen, Funkenbildung vermeiden. Nicht rauchen. Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen. Alle Vorrichtungen erden. Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.
Verarbeitungstemperatur:	Umgebungstemperatur.

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)

**BENZIN DAB\***

überarbeitet am: 29.06.00

Lagerung:	Behälter fest verschlossen halten und an einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Von direkter Sonneneinstrahlung und anderen Wärme- oder Zündquellen fernhalten. Im Lagerbereich nicht rauchen.
Lagertemperatur:	Umgebungstemperatur.
Umfüllen:	Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen. Alle Vorrichtungen erden. Nicht im freien Fall befüllen. Keine Druckluft zum Befüllen, Entladen oder Handhaben benutzen. Verdrängungspumpen müssen mit Sicherheitsventil ausgerüstet sein. Strömungsgeschwindigkeit beim Pumpen begrenzen, um elektrostatische Aufladung zu vermeiden. Weitere Hinweise zur Verladung auf Anfrage.
Empfohlene Materialien:	Als Werkstoffe für Behälter oder zur Innenauskleidung unlegierter Stahl, Edelstahl benutzen. Als Anstrichfarbe für die Innenauskleidung von Behältern geeignet: Zinksilikat, Epoxidharz.
Ungeeignete Materialien:	Längeren Kontakt mit Natur-, Butyl- oder Nitrilkautschuk vermeiden.

**8 Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung**

Grenzwert nach TRGS 900/901:	Kohlenwasserstoffgermische, additivfrei, Gruppe5: (Stand 2000) MAK = 600 mg/m <sup>3</sup> MAK = 170 ppm
Technische Schutzmaßnahmen:	Nur in gut gelüfteten Bereichen verwenden.
Atemschutz:	Wenn technische Kontrollen die Luftschadstoffkonzentration nicht unter dem für den Atemschutz kritischen Wert halten können, ist der geeignete Atemschutz unter Berücksichtigung der speziellen Arbeitsbedingungen und der jeweiligen gesetzlichen Vorschriften auszuwählen und mit den Herstellern von Atemschutzgeräten abzuklären. Wenn normale Filtersysteme geeignet sind, unbedingt die geeignete Kombination von Filter und Maske auswählen und einen Filter für organische Gase und Dämpfe (Siedepunkt < 65°C) verwenden. Atemschutzgeräte dann anlegen, wenn normale Filtersysteme ungeeignet sind, z.B. bei hohen Luftkonzentrationen, bei Risiko von Sauerstoffmangel oder in abgeschlossenen Räumen.
Handschutz:	Handschuhe aus Nitrilkautschuk
Augenschutz:	Korbbrille
Körperschutz:	Chemikalienbeständige Sicherheitsschuhe oder -stiefel. Standard-Arbeitskleidung

**9 Physikalische und chemische Eigenschaften**

Aggregatzustand:	Flüssig
Farbe:	Farblos
Geruch:	Paraffinisch
Siedepunkt/Siedebereich:	typisch 44 - 62 °C (ASTM D-1078)
Fließpunkt („Pour Point“)	typisch -150 °C (ASTM D-97)
Flammpunkt:	typisch -43 °C (IP 170)
Selbstentzündungstemperatur:	392 °C (ASTM E-659) und 280 °C (DIN 51794)
Explosionsgrenzen:	untere: 1,1 % (v/v) obere: 7,5 % (v/v)
Dampfdruck:	33000 Pa bei 20 °C 115 kPa bei 50°C
Relative Verdunstungszahl :	9,6 (ASTM D 3539, n-Butylacetat = 1)

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)



**BENZIN DAB\***

überarbeitet am: 29.06.00

Dichte:	658 kg/m <sup>3</sup> bei 15 °C (ASTM D-4052) 645 - 660 kg/m <sup>3</sup> bei 15 °C (ASTM D-1298)
Wasserlöslichkeit:	Unlöslich.
Verteilungskoeffizient:	2,9 - 4 (geschätzt) [n-Octanol/Wasser (log p <sub>ow</sub> )]
Kinemat. Viskosität:	typisch 0,41 mm <sup>2</sup> /s bei 25 °C (ASTM D-445)
Oberflächenspannung:	typisch 16,8 mN/m bei 20°C (ASTM D-971)
Mittleres Molekulargewicht:	82
Gehalt an organ. Kohlenstoff:	84 % (m/m)

**10 Stabilität und Reaktivität**

Stabilität:	Stabil unter normalen Bedingungen.
Zu vermeidende Bedingungen:	Wärme, Flammen und Funken.
Zu vermeidende Materialien:	Keine bekannt.
Gefährliche Zersetzungsprodukte:	Keine bekannt.

**11 Angaben zur Toxikologie**

Grundlagen der Bewertung:	Die Angaben basieren auf den Daten der Einzelkomponenten und der Toxikologie ähnlicher Produkte.
Akute Toxizität (LD 50) Oral:	praktisch nicht giftig; LD50 > 2000 mg/kg (geschätzt)
Akute Toxizität (LD 50) Dermal:	praktisch nicht giftig; LD50 > 2000 mg/kg (geschätzt).
Akute Toxizität (LC 50) Einatmung:	praktisch nicht giftig; LC50 > 5 mg/l (geschätzt).
Hautreizung:	Kein Reizstoff gemäß den EU-Richtlinien
Augenreizung:	Keine Reizwirkung.
Hautsensibilisierung:	Keine Sensibilisierung durch Hautkontakt.
Mutagenität:	Keine Mutagenität (geschätzt).
Reproduktionstoxizität:	Keine Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit zu erwarten.
Erfahrungen am Menschen:	Langanhaltender oder wiederholter Kontakt kann die Haut entfetten und zu Hautentzündung (Dermatitis) führen. Beim Verschlucken mit anschließendem Erbrechen kann Aspiration in die Lunge erfolgen, was zum Erstickten oder zu toxischem Lungenödem führt.

**12 Angaben zur Ökologie**

Grundlagen der Bewertung:	Für dieses Produkt stehen nur unvollständige ökotoxikologische Daten zur Verfügung. Die folgenden Informationen basieren teilweise auf Erkenntnissen der Komponenten sowie ökotoxikologischen Eigenschaften vergleichbarer Produkte.
Mobilität:	Schwimmt auf der Wasseroberfläche. Verdunstet innerhalb eines Tages von Wasser- oder Bodenoberflächen.
Persistenz / Abbaubarkeit:	Biologisch potentiell abbaubar. Schnelle photochemische Oxidation in der Luft. Halbwertszeit in der Umwelt: 1 – < 10 Tagen (geschätzt).
Bioakkumulation:	Bioakkumulation potentiell möglich.
Akute Toxizität (Fisch):	Giftig (geschätzt), 1 < LC/EC/IC < 10 mg/l
Akute Toxizität (wirbellose Tiere):	Giftig (geschätzt), 1 < LC/EC/IC < 10 mg/l
Akute Toxizität (Algen):	Giftig (geschätzt), 1 < LC/EC/IC < 10 mg/l
Akute Toxizität (Bakterien):	Giftig (geschätzt), 1 < LC/EC/IC < 10 mg/l
Verhalten in Kläranlagen:	Giftig (geschätzt), 1 < LC/EC/IC < 10 mg/l
Sonstige Angaben:	Wegen der schnellen Verdunstung des Lösemittels stellt das Produkt keine signifikante Gefahr für Wasserlebewesen dar.
Wassergefährdungsklasse:	1 (schwach wassergefährdend) nach VwVwS, Anh. 2, Nr. 27.

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)

**13 Hinweise zur Entsorgung**

Vorsichtsmaßnahmen:	Vor Handhabung des Produktes oder Behälter Kapitel 7 beachten.
Abfall-Entsorgung, Entsorgung von Restmengen:	Rückgewinnung oder Recycling, wenn möglich.
Entsorgung von Behältern:	Anderenfalls Verbrennung.
	Behälter vollständig entleeren. Nach dem Entleeren an sicherem Platz belüften, außer Reichweite von Funken und Feuer. Rückstände können eine Explosionsgefahr darstellen. Ungereinigte Behälter nicht durchlöchern, zerschneiden oder schweißen. Behälter einer Rekonditionierung oder Aufarbeitung zuführen.
Nationale Vorschriften:	Diese Empfehlungen sind für eine sichere Entsorgung angemessen. Es gelten aber in jedem Fall die behördlichen Vorschriften. Europäischen Abfallkatalog beachten. Der Abfallerzeuger ist für die richtige Verschlüsselung und Bezeichnung seiner Abfälle verantwortlich

**14 Angaben zum Transport****Landtransport ADR/RID/GGVS/GGVE:**

Klasse:	3
Ziffer/Buchstabe:	2(B)
Gefahrenzettel:	3 (Feuergefährlich, entzündbare flüssige Stoffe)
Techn. Bezeichnung:	Kohlenwasserstoffe, flüssig, n.a.g., (Solvent Naphtha)
Kemler-Zahl:	33
UN-Nr.:	3295

**Seeschifftransport IMDG/GGVSee**

UN-Nr.:	3295
Klasse:	3.1
PG:	II
Gefahrenzettel:	3 (Feuergefährlich, entzündbare flüssige Stoffe)
Marine pollutant	Nein
Techn. Bezeichnung	HYDROCARBONS, LIQUID, N.O.S (SOLVENT NAPHTHA)

**Lufttransport ICAO/IATA**

UN-NR.:	3295
Klasse:	3
PG:	II
Gefahrenzettel:	Flammable Liquid
Techn. Bezeichnung:	HYDROCARBONS, LIQUID, N.O.S (SOLVENT NAPHTHA)

**15 Vorschriften**

Stoffname gemäß EG-Richtl.:	Naphtha (Erdöl), hydrogeniert, leicht
EG-Einstufung:	Leicht Entzündlich, Gesundheitsschädlich, Umweltgefährlich
EG-Gefahrensymbole:	F Leichtentzündlich Xn Gesundheitsschädlich N Umweltgefährlich
R-Sätze:	11 Leichtentzündlich. 38 <i>Reizt die Haut bei großflächiger/ständiger Berührung.**</i> 51/53 Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben. 65 Gesundheitsschädlich: kann beim Verschlucken Lungenschäden verursachen. 67 <i>Dämpfe können Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.**</i>

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)

**BENZIN DAB\***

überarbeitet am: 29.06.00

S-Sätze:	02	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen
	09	Behälter an gut belüfteten Orten aufbewahren.
	16	Von Zündquellen fernhalten. - Nicht rauchen.
	23	Dämpfe nicht einatmen.
	24	Großflächige/ständige Berührung mit der Haut vermeiden
	33	Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladung treffen.
	61	Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Anweisungen einholen / Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen.
	62	Bei Verschlucken kein Erbrechen herbeiführen. Sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder dieses Etikett vorzeigen.
<b>Hinweis zur Einstufung:</b>		nach 94/69/EG (21. ATP): Der Benzolgehalt des Produktes ist < 0,1%. Es gilt die Anmerkung P, die Einstufung und Kennzeichnung als krebserzeugend (R45) ist somit nicht notwendig.
TSCA:		Verzeichnet.
AICS (Australien):		Verzeichnet.
DSL(Canada):		Verzeichnet.
EINECS / ELINCS (EU):		265-151-9
EU-Nr. (gemäß Anhang 1):		649-328-00-1
MITI-Nr.:		9-1694
TCCL (Korea):		9206-739
PICCS (Philippinen):		Verzeichnet.
Wassergefährdungsklasse:		1 (schwach wassergefährdend) <i>nach VwVwS, Anh. 2, Nr. 27.</i>
Störfallverordnung:		Stoffgruppe 2 (leichtentzündliche Flüssigkeiten) Mengenschwellen beachten.
VbF:		Al.
BG-Merkblatt:		M017.
Hommel:		
Handbuch der gefährlichen Güter:		38c
Kühn-Birett:		
Merkblätter gefährliche Arbeitsstoffe:		K O32.

**16 Sonstige Angaben:**

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse und dienen dazu, das Produkt im Hinblick auf die zu treffenden Sicherheitsvorkehrungen zu beschreiben. Sie stellen jedoch keine Zusicherung von Produkteigenschaften dar und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis.

**Wesentliche Änderungen:** *sind durch Kursivschrift gekennzeichnet*

**Änderungen in dieser Ausgabe:**

- Abschnitt 2: für den Bestandteil n-Hexan: Einstufung nach der 25. ATP  
 Abschnitt 3: Verschlucken: Erbrechen, Aspirationsgefahr  
 Abschnitt 8: Schutzausrüstung  
 Abschnitt 15: Hinweis auf die ab 1.7.2000 verbindliche 25. ATP (vergleiche Fußzeile!).  
 Wassergefährdungsklasse nach VwVwS.

**Änderungen in der vorhergehenden Ausgabe:**

- Abschnitt 8: MAK-Wert nach TRGS 900/901

Basis: DSC 05/2000

Ansprechpartner: Dr. E. Haug

\*) Deutsches Arzneibuch in seiner gültigen Fassung

\*\*) Umsetzung der 25. ATP (das Produkt als solches ist jedoch in der 25. ATP nicht gelistet)

**Data Sheet** IS 2.3.2Issued July 2001, 8<sup>th</sup> Edition

Product name	<b><i>SHELLSOL T</i></b>			
Description	SHELLSOL T is an isoparaffinic hydrocarbon solvent with a characteristically low odour. CAS Registry Number 64741-65-7 EINECS Number 265-067-2			
Specification items	Property	Unit	Test method	Typical
	Density at 15 °C	kg/ L	ASTM D4052	0.761
	Colour (Saybolt)		ASTM D156	+30
	Initial boiling point	°C	ASTM D1078	187
	Dry point	°C	ASTM D1078	213
	Flash point (FMCC)	°C	ASTM D93	60
	Benzene	mg/ kg	G.C.	<5
	Aromatics	% v/ v	SMS 2728	0.01
Typical properties	Property	Unit	Test method	Value
	Paraffins	% m/ m		>98
	Naphthenics	% m/ m		1
	Sulphur content	mg/ kg	SMS 1897	< 0.5
	Water content	%	ASTM D1744	< 0.005
	Bromine index	mgBr/ 100g	ASTM D2710	500
	Non-volatile matter	mg/ 100ml	ASTM D1353	1
	Copper corrosion,	3h/ 100 °C	ASTM D130	1
	Doctor test	°C	ASTMD4952	negative



Typical properties	physical	Property	Unit	Test method	Value
		Density at 15 °C	kg/ L	ASTM D4052	0.761
Initial boiling point	°C	ASTM D1078	187		
Dry point	°C	ASTM D1078	213		
Flash point (FMCC)	°C	ASTM D93	60		
Refractive index		ASTM D1218	1.424		
Vapour pressure at 0 °C	kPa		0.03		
Vapour pressure at 20 °C	kPa		0.11		
Antoine constant A <sup>(1)</sup>			6.71506		
Antoine constant B			2009.16		
Antoine constant C			241.89		
Temperature limits for the Antoine equation	°C		+40 to +140		
Pour point	°C	ASTM D97	<-30		
Coefficient of cubic expansion	10 <sup>-4</sup> / °C		8		
Thermal conductivity	W/ m/ °C		0.13		
Specific heat	kJ/ kg/ °C		2.0		
Heat of combustion	kJ/ kg		-43835		
Electrical conductivity	pS/ m	ASTM D4308	<0.15		
Dielectric constant			2.0		
Surface tension	mN/ m	ASTM D971	23.5		
Kinematic viscosity at 25 °C	mm <sup>2</sup> / s	ASTM D445	1.85		
Average molecular weight			172		
<i>All properties at 20 °C unless otherwise stated.</i>					
<i>(1) The vapour pressure, between the specified temperature limits, can be calculated using the Antoine equation: <math>\log_{10} P = A - \frac{B}{T+C}</math>, where P is the vapour pressure in kPa and T is the temperature in °C</i>					
Solvent properties		Property	Unit	Test method	Value
		Kauri-butanol value		ASTM D1133	26
Aniline point	°C	ASTM D611	85		
Hildebrand solubility parameter	(cal/ cm <sup>3</sup> ) <sup>1/2</sup>		7.35		
Hydrogen bonding index			0		
Fractional polarity			0		
Relative evaporation rate (nBuAc=1)		ASTM D3539	0.09		
Relative evaporation rate (ether=1)		DIN 53170	110		

Safety data	Property	Unit	Test method	Value
	Flash point (PMCC)	°C	ASTM D93	60
	Lower explosion limit in air	% v/ v		0.6
	Upper explosion limit in air	% v/ v		6.0
	Autoignition temperature	°C	ASTM E659	430
	Saturated vapour concn. At 20 °C	g/ m <sup>3</sup>	Calculated	7
	Transport: ADP/ RID class/ item/ label			3/ 31©/ 3
	IMO UN number/ label class/ packing group			3295/ 3 3.3/ III
	EC user label: Symbol			Xn
	Risk phrases			65,66
	Safety phrases			23, 24, 62
Test methods	<p>ASTM methods are published by the American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, Pa 19103, USA, and are available in Europe from ASTM European Office, 27-29 Knowl Piece, Wilbury Way, Hitchin, Herts, SG4 0SX, UK.</p> <p>DIN methods are published by Beuth Verlag GmbH., Burggrafenstrasse 4-7, D1000, Berlin, Germany.</p> <p>SMS methods are issued by Shell International Chemicals B.V., Shell Research and Technology Centre, Amsterdam, The Netherlands, and are available through your local Shell Chemicals company.</p> <p>The test methods mentioned above are not necessarily those used for routine quality control analysis, but such methods have been validated against them.</p>			
Specifications	<p>SHELLSOL T can be supplied to meet the requirements of the US Food and Drug Administration (FDA) specifications published in the code of Federal Regulations Chapter 21, Subchapter B, Parts 172.882, 178.3530, 172.884, 178.3620 (b) (1) (ii), 178.3650, and the medical use requirements of the German DAB.10.</p> <p>Users of SHELLSOL T should make their own assessment of compliance with the relevant regulation.</p>			
Composition	<p>SHELLSOL T is manufactured to the highest standards. It does not contain detectable quantities of polycyclic aromatics, heavy metals or chlorinated compounds.</p>			
Applications	<p>SHELLSOL T is used in applications where its low odour is of value. These include household products (cleaners, lighter fuels, waxes and polishes), surface coatings, printing inks, industrial and textile cleaning, photocopier toner dispersants, cosmetics, pesticide formulations, wallpaper manufacture etc.</p>			
Storage and handling	<p>Provided proper storage and handling precautions are taken we would expect SHELLSOL T to be stable for at least 12 months.</p> <p>Advice on storage and handling may be obtained from your local Shell Chemicals company. SHELLSOL T is available from Shell in bulk and drums; details available on request.</p>			
Hazard information	<p>SHELLSOL T is not considered hazardous.</p> <p>For advice please refer to Safety Data Sheet IS 2.3.2.</p>			
Warranty	<p>Shell companies have their own separate identities, but in this publication the collective expressions "Shell" and "Group" are sometimes used for convenience in contexts where the reference is to companies of the Royal Dutch/ Shell Group in</p>			

	<p>general or where no useful purpose is served by identifying the particular Shell company or companies.</p> <p>The information contained in this publication is, to the best of our knowledge, true and accurate, but any recommendations or suggestions which may be made are without guarantee, since the conditions of use are beyond our control. Furthermore, nothing contained herein shall be construed as a recommendation to use any product.</p>
Product code	Q7412
	<p>New Template is a Shell trade mark.</p> <p>The expression 'Shell Chemicals' refers to the companies of the Royal Dutch / Shell Group which are engaged in chemical businesses. Each of the companies which make up the Royal Dutch / Shell Group of companies is an independent entity and has its own separate identity.</p> <p>The information contained in this publication is to the best of our knowledge, true and accurate, but any recommendations or suggestions which may be made are without guarantee, since the conditions of use are beyond our control. Furthermore, nothing contained herein shall be construed as a recommendation to use any product in conflict with existing patents covering any material or its use.</p>

# MATERIAL SAFETY DATA SHEET

This MSDS supersedes MSDS dated 12 November, 1996

## IDENTIFICATION

### PRODUCT NAME:

# WHITE SPIRIT

OTHER NAMES: Turpentine Substitute

UN Number:	1300
Class:	3
Subsidiary Risk:	n/a
Packaging Group:	III
EPG:	3A1
Hazchem Code:	3[Y]
Poison Schedule:	5

### HAZARDOUS ACCORDING TO CRITERIA OF WORKSAFE AUSTRALIA

PRODUCT CODE: WHS

USE: Product is for use as a solvent.

### PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES

APPEARANCE: Water white liquid with a slight kerosene odour

BOILING POINT: 147°C - 196°C

MELTING POINT: No data available

VAPOUR PRESSURE: 6mmHg

VAPOUR DENSITY: >1

SPECIFIC GRAVITY: 0.79

SOLUBILITY (WATER): Negligible (<0.1% mass)

FLASH POINT: 37°C

EXPLOSION LIMITS: LEL: 0.9% UEL: 7.0%

VOLATILES: 100%

pH: Not pertinent

### INGREDIENTS

Medium aliphatic petroleum solvent	64742-88-7	>60%
Light aromatic petroleum solvent	64742-95-6	10-30%

## HEALTH HAZARD INFORMATION

### ACUTE

#### INGESTION

Irritating. May cause symptoms of stomach pain, nausea and vomiting. Ingestion of large doses may cause unconsciousness. If vomiting occurs after ingestion, small droplets of the liquid may enter the lungs (aspiration) with the risk of chemical pneumonia being induced.

#### EYE

Liquid may cause moderate to severe eye irritation, vapour is irritating.

#### SKIN

Irritating. Contact with the product may defat the skin and contribute to dermatitis.



Health Hazard Information continued

#### INHALATION

Irritating. Inhalation may cause headache, nausea and dizziness. Higher concentrations may cause unconsciousness and coma. Death may result from severe and continued over-exposure.

#### CHRONIC

Inhalation and ingestion are the routes of entry into the body. The product defats the skin and prolonged or repeated contact may contribute to dermatitis.

Medium aliphatic petroleum solvent: TCLo (inhaled, human): 600mg/m<sup>3</sup>/8H; LC50 (inhaled, rat): 3400ppm/4H; Eye (human): 800ppm/15min: irritant effects.

Light aromatic petroleum solvent: LD50 (oral, rat): 8400mg/Kg..

#### ADVICE TO DOCTOR

Because of the risk of aspiration, gastric lavage should only be undertaken after endotracheal intubation.

## FIRST AID PROCEDURES

#### INGESTION

NEVER GIVE AN UNCONSCIOUS PERSON ANYTHING TO DRINK NOR ATTEMPT TO INDUCE VOMITING. If person is conscious, rinse mouth out with water ensuring that mouth wash is not swallowed. Give about 250mL (2 glasses) of water to drink. DO NOT attempt to induce vomiting. Seek URGENT medical attention.

#### EYE

Hold eyelids open and rinse the eye continuously with a gentle stream of clean running water for at least fifteen minutes. Seek medical attention.

#### SKIN

Remove contaminated clothing and wash thoroughly with soap and water. Use water alone, if soap is unavailable. Apply a moisturising hand cream, if available. Seek medical attention if any soreness or inflammation of the skin persists or develops later. Launder affected clothing before re-use.

#### INHALATION

Remove to fresh air. Keep warm and at rest. If breathing is laboured, hold in a half upright position (this assists respiration). Apply artificial respiration if breathing has stopped. Seek URGENT medical attention for all but the most minor cases of over-exposure.

## PRECAUTIONS FOR USE

#### ENGINEERING CONTROL

Exhaust ventilation may be required to maintain vapour levels below the appropriate exposure standard. Otherwise, the work area should be very well ventilated.

#### PERSONAL PROTECTION

Safety goggles, overalls and polyvinyl chloride (PVC) gloves. A respirator with organic vapour filter will be required unless the work area is well ventilated. In confined or poorly ventilated areas use air supplied breathing apparatus. N.B. TAKE THE LIMITS OF ABSORPTION CAPACITY INTO ACCOUNT. CHANGE FILTERS REGULARLY.

#### FLAMMABILITY

Flammable. Solvent vapours can form flammable mixtures with air. May evolve toxic fumes if heated or burned. The product may react with strong oxidising agents such as liquid or powdered chlorine.

## EXPOSURE STANDARDS

Oil mist E.S. TWA: 5mg/m<sup>3</sup>.

**SAFE HANDLING PROCEDURES**

## STORAGE

Class 3 Flammable Liquids should not be transported or stored with goods of: Class 1 (Explosives), Class 2.1 (Flammable Gases, where both flammable liquid and flammable gases are in bulk), Class 2.3 (Poisonous Gases), Class 4.2 (Spontaneously Combustible Substances), Class 5.1 (Oxidising Agents), Class 6 (Poisonous (toxic) Substances, where the flammable liquid is nitromethane), Class 7 (Radioactive Substances).

Store in a flammable liquids area: designated no smoking, away from all sources of ignition, out of direct sunlight in a cool well ventilated area below 25°C. Higher temperatures may cause pressure build up inside containers. Protect containers against physical damage. Ventilation along the floor is advised for bulk storage.

## SPILLS &amp; DISPOSAL

**SPILLS:** Ensure that there are no sources of ignition present. Remove unnecessary personnel from the affected area. Wear protective equipment as specified for handling. If possible, dam the spill. Cover with an absorbent such as earth, sand or a commercial oil absorber. Sweep up and collect in sealable containers. Dispose to approved land-fill.

**DISPOSAL:** If possible, return to supplier. Otherwise, dispose by controlled incineration or to approved land-fill.

## FIRE EXPLOSION

Flammable. Solvent vapours can form explosive mixtures with air in poorly ventilated conditions. Containers may explode if heated. Vapour is heavier than air and may travel along the ground, distant ignition is possible.

Wear self contained breathing apparatus. If possible remove containers from the vicinity of the fire. Otherwise keep containers as cool as possible by spraying with water, from a protected position. Water is not effective for fire fighting and direct contact with water should be avoided. Extinguish using foam, powder (bicarbonate or ammonium phosphate based) or carbon dioxide.

**OTHER INFORMATION**

## HAZARD CLASSIFICATION

Xn Harmful

## RISK PHRASES

R65 Harmful: May cause lung damage if swallowed.

## SAFETY PHRASES

S2 Keep out of reach of children.

S23 Do not breathe vapour.

S24 Avoid contact with skin.

S62 If swallowed, do not induce vomiting; seek medical advice immediately and show this container or label

**CONTACT POINT****Customer Service**

(08) 9452 5200

**Emergency Advice**

(08) 9452 5200    8.00 - 5.30 Mon – Fri    Western Standard Time

(08) 9242 3311    All Other Times