

# Der Torsturz des Heroon von Trysa (4.Jh.v.Chr), aus dem Bestand der Antikensammlung des KHM, Restauriergeschichte, Konservierung und Restaurierung.

Diplom

an der Universität für angewandte Kunst Wien  
bei o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Gabriela Krist

Fach: Konservierung-Restaurierung

vorgelegt von: Fabian Sever

Wien, am 16.10.2020

## Abstract

### Der Torsturz des Heroon von Trysa

#### Konservierung und Restaurierung

Der Torsturz des Heroon von Trysa gelangte im Jahr 1883 an das Kunsthistorische Museum in Wien. Aufgrund des Abbau und des massiven Transportschadens wurde das Steindenkmal vom Bildhauer und Restaurator Wilhelm Sturm junior, restauriert. Das stark fragmentierte Objekt aus dichtem Kalkstein wurde mittels Sorelzementmörtel verklebt, mit Messingzapfen armiert und durch einen Eisenrahmen gesichert. Fehlstellen wurden auch mit Sorelzementmörtel geschlossen. Folgeschäden, bedingt durch die etwa einhundertjährige Aufstellung im Außenbereich sind im Wesentlichen auf die Abwitterung des Sorelzementmörtels und den rostenden Eisenrahmen zurückzuführen. Neben der Aufarbeitung der Restauriergeschichte soll das Objekt „entrestauriert“, die Fragmente neu zusammengesetzt und durch eine adäquate Sicherungskonstruktion für eine künftige Ausstellung vorbereitet werden.

Schlagwörter: Kalkstein, Restauriergeschichte, dichter Kalkstein, Sorelzement, Verstiftung

### The Lintel of the Heroon of Trysa

#### Conservation and Restoration

The Lintel of the Heroon of Trysa belongs to the Kunsthistorisches Museum (KHM) in Vienna since 1883. Due to massive transport damage, restoration was carried out by the sculptor and conservator Wilhelm Sturm junior. The fragmented lintel was assembled using Sorel cement mortar, brass pins and a massive iron frame. Missing parts were reconstructed also in Sorel cement mortar. After being exposed outdoors for 100 years, consequential damage is apparent mainly due to weathering of the Sorel cement mortar as well as the rusting of the iron frame. Besides the historical analysis with a particular emphasis on the previous conservation work, the actual practical work includes the removal of the mortar as well as the iron frame. The stone fragments were again put together and are now ready for exhibition.

Keywords: Limestone, conservation history, limestone, sorel cement, pinning

## Danksagung

### Betreuung

o. Univ.-Prof. Mag. Dr. Gabriela Krist

Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien

### Restauratorische Mitbetreuung

Univ.-Ass. Mag. art. Marija Milchin

Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien

### Naturwissenschaftliche Mitbetreuung

ao. Univ.-Prof.Dr.phil. Johannes Weber

Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst Wien

Dipl.-Ing.Dr. Günther Fleischer

Sachverständiger, Bauwesen

Unabhängiges Forschungs- & Prüfinstitut, Wien

### Auftraggeber

Dr. Georg Plattner

Direktor Antikensammlung, Kunsthistorisches Museum Wien

### Persönliche Danksagung

Mag. Marko Prskalo

Restaurator Antikensammlung, Ephesos-Museum, Kunsthistorisches Museum Wien

Mag. Karoline Zhuber-Okrog

Kuratorin Antikensammlung, Kunsthistorisches Museum Wien

Gerhard Ifkovits und Peter Planegger

Depotmitarbeiter Himberg

Georg Weninger

Student der Steinklasse

Mag. Katharina Breunhölzer

Meiner Mama Angelika und meinem Papa Eduard gewidmet.

## Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Einleitung .....  | 8  |
| Objektdaten.....  | 9  |
| 1. Kunst- und kulturgeschichtlicher Hintergrund des Heroon von Trysa.....             | 10 |
| 1.1 Lykien und die antike Stadt Trysa.....  | 10 |
| 1.2. Das Heroon .....   | 12 |
| 1.2.1. Das Tor .....  | 14 |
| 1.3. Vergleichbare Objekte zum Tor des Heroon aus dem Siedlungsgebiet von Trysa ..... | 18 |
| 1.4. Geschichte der Entdeckung des Heroons.....                                       | 20 |
| 2. Zur Restauriergeschichte des Torsturzes .....                                      | 21 |
| Reinigung .....   | 27 |
| Vorbereitungen zur Zusammensetzung.....   | 27 |
| Einbringen der Zapfen und Verklebung der Fragmente .....                              | 28 |
| Stabilisierung durch einen Eisenrahmen .....  | 29 |
| Ergänzung der Fehlstellen.....  | 29 |
| 3. Bestand .....  | 36 |
| 3.1. Stein.....   | 36 |
| 3.1.1. Bearbeitungsspuren .....   | 38 |
| 3.2. Ergänzungsmörtel .....   | 41 |
| Entdeckung des Sorelzement.....   | 45 |
| Gewinnung und Herstellung .....   | 47 |
| Verwendung in der Restaurierung .....   | 49 |
| Exkurs zum Thema „Steinkitt“ .....  | 50 |
| 3.3. Eisenkonstruktion .....  | 54 |
| 3.4. Messingzapfen .....  | 55 |
| 4. Zustand .....  | 56 |
| 4.1. Stein.....   | 57 |

---

|  |    |
|--|----|
| 4.1.1. Oberflächenverschmutzung .....  | 57 |
| 4.1.2. Verwitterung der Oberfläche .....   | 57 |
| 4.1.3. Biogener Bewuchs .....  | 59 |
| 4.1.4. Brüche, Fehlstellen .....   | 61 |
| 4.1.5. Risse/Abplatzungen .....  | 62 |
| 4.1.6. Lose Teile/Alte Klebungen .....   | 63 |
| 4.1.7. Verfärbungen der Oberfläche .....   | 64 |
| 4.1.8. Rostflecken/Eisenspritzer .....   | 65 |
| 4.1.9. Desolate Ergänzungen .....  | 66 |
| 4.1.10. Weitere mechanische Beschädigungen .....   | 68 |
| 4.2. Metalle .....   | 68 |
| 4.2.1 Eisenrahmen und Messingzapfen .....  | 68 |
| 5. Ziel der Konservierung und Restaurierung .....  | 70 |
| 6. Konzept der Konservierung und Restaurierung .....   | 71 |
| 6.1. Reinigung .....   | 72 |
| 6.2. Entfernung des Sorelzementmörtels und des Eisenrahmens .....                            | 72 |
| 6.3. Freilegung der Fragmente .....  | 73 |
| 6.4. Klebung und Verstiftung .....   | 73 |
| 6.4.1. Überblick über historische und rezente Materialien zur Verklebung und Verstiftung ... | 73 |
| 6.4.2. Methoden zur Verklebung und Verstiftung .....   | 76 |
| 6.4.3. Adaption für die Fragmente des Torsturzes .....                                       | 83 |
| 6.5. Ergänzung der Fehlstellen .....   | 86 |
| 6.5.1. Methoden zur Ergänzung von Fehlstellen .....  | 86 |
| 6.5.2. Materialien für die Ergänzungsmasse .....   | 88 |
| 6.5.3. Testreihe .....   | 89 |
| 6.5.4. Ergänzungsmasse für den Torsturz .....  | 90 |
| 6.5.5. Fragment oder Rekonstruktion .....  | 91 |
| 6.6. Sicherungskonstruktion .....  | 92 |

---

|  |     |
|--|-----|
| 6.6.1. Anforderungen an die Sicherungskonstruktion für den Torsturz..... | 93  |
| 7. Durchgeführte Maßnahmen.....  | 95  |
| 7.1. Trockenreinigung.....   | 95  |
| 7.2. Freilegung der Steinfragmente .....                                 | 96  |
| 7.3. Entfernung des Eisenrahmens.....                                    | 97  |
| 7.4. Zerlegung in Fragmente .....  | 99  |
| 7.5. Verklebung und Verstiftung der Fragmente .....                      | 103 |
| Schlusswort.....   | 104 |
| Literaturverzeichnis .....   | 104 |
| Abbildungsverzeichnis.....   | 110 |

## **Anhang**

- I. Kartierungen
- II. Naturwissenschaftliche Untersuchungen
- III. Abschrift Dokumente
- IV. Technische Datenblätter

## Einleitung

Im Wintersemester 2019/20 bot sich die Möglichkeit, einen Teil des Torsturzes des Heroon von Trysa, welcher heute als Konvolut in Form von zwei „Platten“ vorliegt, im Rahmen einer Diplomarbeit konservatorisch und restauratorisch zu bearbeiten. Der Auftrag erfolgte von der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museum (KHM) an das Institut für Konservierung und Restaurierung an der Universität für angewandte Kunst in Wien.

Obwohl die Geschichte der Objekte von Trysa, so auch des Torsturzes, seit ihrer Auffindung im 19. Jahrhundert durch das Team um den Archäologen Otto Benndorf bis zu deren Transport nach Wien gründlich publiziert worden ist, sind einige Details zum Torsturz noch nicht gänzlich geklärt. Dabei steht vor allem die Restaurierung des Objekts durch den Bildhauer-Restaurator Wilhelm Sturm jr. und die dabei verwendeten Materialien im Fokus. Neben einem Beitrag zur Restauriergeschichte des Objekts umfasst die Diplomarbeit eine detaillierte Bestands- und Zustandsanalyse, begleitet durch naturwissenschaftliche Untersuchungen. Darauf folgen die Erstellung eines Konzepts zur Konservierung und Restaurierung sowie die Durchführung der praktischen Arbeiten. Das Maßnahmenkonzept soll in weiterer Folge als Arbeitsgrundlage für den zweiten Teil des Torsturzes dienen.

Das übergeordnete Ziel dieser Bemühungen ist es, die seit Jahren im Depot lagernden Objekte, zusammen mit den Relieffriesen von Trysa, im Rahmen einer Ausstellung öffentlich zugänglich zu machen. Die Objekte von Trysa konnten seit ihrer Ankunft in Wien in den 1880-er Jahren bis zum heutigen Tag leider nicht als vollständiges Ensemble ausgestellt werden. Zahlreiche Bestrebungen, darunter sogar der Bau eines eigens geplanten Trysamuseums konnten bis heute nicht umgesetzt werden.

## Objektdaten

Bezeichnung: Torsturz, Hofseite

Datierung: 4.Jhd. v. Chr.

Material: dichter Kalkstein

Maße: 322 x 102 (cm)

Gewicht: ca. 2000 kg

Auftraggeber: Kunsthistorisches Museum, Wien

Inventarnummer: ANSA\_I\_693

## 1. Kunst- und kulturgeschichtlicher Hintergrund des Heroon von Trysa

Das Objekt stammt von einer Grabanlage des 4. Jahrhunderts v. Chr., des sogenannten Heroons von Trysa in Lykien, einer Region der heutigen Türkei. Im Folgenden soll die Darstellung des geografischen und geschichtlichen Rahmens des Objektes Aufschluss über dessen Bedeutung in seiner Entstehungszeit, seiner Entdeckung im 19. Jahrhundert sowie in der heutigen Zeit bieten.

### 1.1 Lykien und die antike Stadt Trysa

Lykien bezeichnet eine Region an der Südküste Kleinasiens,<sup>1</sup> deren Grenzen seit der Antike nicht klar definiert sind. Es deckt sich jedoch geografisch im Wesentlichen mit der sogenannten Tekke-Halbinsel im Südwesten der heutigen Türkei (Abb.1-2).<sup>2</sup> Die lykische Halbinsel wird durch Ausläufer des kleinasiatischen Taurusgebirges, welche sich weit ins Mittelmeer vorschieben, gebildet.<sup>3</sup>

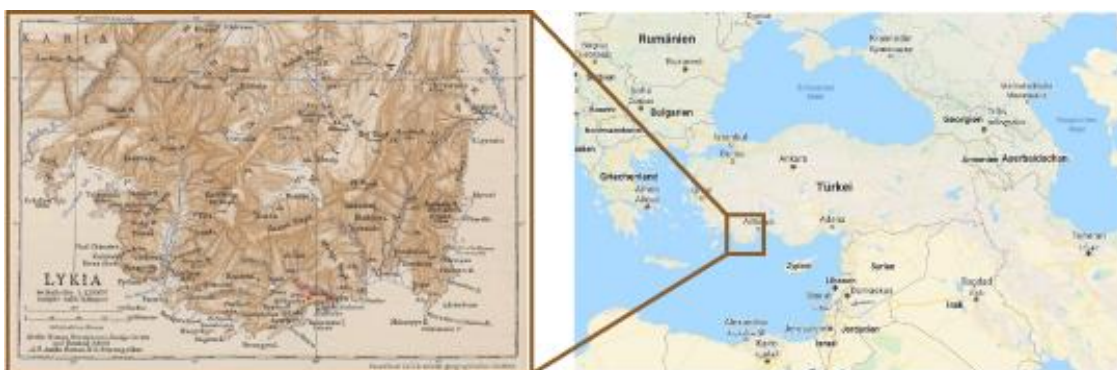


Abb.1-2: Karte Lykiens.

Das eigentliche Siedlungsgebiet der Lykier ist der südliche Teil der Halbinsel, welcher sich durch in sich stark gegliederte Kalkgebirge auszeichnet. Dort schneiden sich Flusstäler (z.B. Xanthos, Myros, Limyros) von Norden nach Süden, entsprechend der Hauptrichtung der Bergketten, ein.<sup>4</sup> Die lykischen Küstenlandschaften weisen ein reines Mittelmeerklima mit milden Wintern und heißen, trockenen Sommern mit stetigem Wassermangel auf.<sup>5</sup>

Die nordlykischen Hochebenen, welche durch Gebirgsbarrieren mit nur wenigen Pässen vom südlichen Teil getrennt sind, zeichnen sich durch ein mitteleuropäisches Klima aus, welches sich durch milde Sommer und kalte Winter bemerkbar macht.<sup>6</sup> Zwischen dem südlichem und

<sup>1</sup> Eichler, F., Die Reliefs des Heroon von Gjölbashi-Trysa, Wien 1950, S.7.

<sup>2</sup> Kolb, F., Kupke, B., Lykien. Geschichte Lykiens im Altertum, Mainz am Rhein 1992, S.2.

<sup>3</sup> Ebenda, S.4-5.

<sup>4</sup> Ebenda, S.5.

<sup>5</sup> Ebenda, S.5.

<sup>6</sup> Ebenda, S.8.

nördlichem Teil Lykiens liegt das lykische Hochgebirge, welches bis weit ins Frühjahr hinein Schnee trägt.

Aufgrund der landschaftlichen Begebenheiten (unwegsames, stark zergliedertes Kalkgebirge)<sup>7</sup> war die Errichtung von größeren Siedlungen seit jeher erschwert. Nichtsdestotrotz bildeten sich in den Bergen, nicht allzu weit vom Meer entfernt, zahlreiche befestigte Städte, worunter sich auch Trysa befindet. Außerdem entstanden an der Küste Hafenstädte.<sup>8</sup>

Die antike Höhensiedlung Trysa, welche auch unter dem türkischen Toponym Gölbaşı (Gjölbaschi) bekannt geworden ist, liegt etwa 4 km von der Küste des Mittelmeers entfernt.<sup>9</sup> Die Siedlung gliedert sich durch eine Burganlage, eine Wohnsiedlung, ausgedehnte Nekropolen und der Grabanlage des Heroons.

Die befestigte Burganlage von Trysa sitzt auf einem schmalen Geländegrat, welcher sich von Südwesten nach Nordosten erstreckt und nach Norden tief in das Flusstal des Myros/Demre Çay hinabfällt.<sup>10</sup>

Der Berggrat senkt sich nach Osten, von der Burg zum Heroon und der östlichen Nekropole hin, und bricht im Westen in Stufen ab.<sup>11</sup> Im Bereich des steilen Südhanges erstreckt sich die ehemalige Wohnsiedlung.<sup>12</sup> Im Gelände unter dem Siedlungshang befinden sich vor allem ausgedehnte Nekropolen. Nach Norden bricht der Höhenzug so steil ab, dass es nicht möglich war, den Hang dort zu bebauen.<sup>13</sup>

Der Name der Siedlung Trysa ist nicht durch antike Schriftquellen überliefert, sondern lediglich durch dort aufgefundene Inschriften bekannt geworden.<sup>14</sup> Trysa war die Residenzstadt eines lykischen Dynasten, dessen Name leider nicht bekannt ist. Das Denkmal berichtet davon, dass jener Dynast Trysa beherrschte, Verteidigungs- und Angriffskriege führte und um 370 v. Chr. gestorben ist. Vom 6.- bis zum 4. Jahrhundert v. Chr. regierten in Lykien lykische Dynasten unter persischer Oberhoheit in relativer Unabhängigkeit.

---

<sup>7</sup> Kolb, F., Kupke B., Lykien. Geschichte Lykiens im Altertum, Mainz am Rhein 1992, S.8.

<sup>8</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.15.

<sup>9</sup> Marksteiner, T., Trysa. Eine Zentrallykische Niederlassung im Wandel der Zeit. Siedlungs-, architektur- und kunstgeschichtliche Studien zur Kulturlandschaft Lykien, Wien 2002, S.29.

<sup>10</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 13.

<sup>11</sup> Marksteiner, T., Trysa. Eine Zentrallykische Niederlassung im Wandel der Zeit. Siedlungs-, architektur- und kunstgeschichtliche Studien zur Kulturlandschaft Lykien, Wien 2002, S.32.

<sup>12</sup> Ebenda, S.32.

<sup>13</sup> Ebenda, S.32.

<sup>14</sup> Eichler, F., Die Reliefs des Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien 1950, S.7.

## 1.2. Das Heroon

Das Heroon befindet sich am östlichen Ende des Berggrates, auf dem die befestigte Siedlung Trysa errichtet worden ist und liegt auf einer Höhe von 866 m über dem Meeresspiegel.

Als Heroon wird eine umfriedete Grabstätte eines Heros, eines großen Helden der Vorzeit, dessen Macht nach dessen Tod fortwirken soll, bezeichnet. Heroen nahmen in der Antike eine Mittelstellung zwischen Menschen und Göttern ein. Etwa ab dem 5. Jahrhundert v. Chr. wurden auch herausragende Persönlichkeiten wie Feldherren, Könige, aber auch für das Vaterland Gefallene sowie politische und soziale Wohltäter heroisiert, was mit einer kultischen Verehrung einherging.<sup>15</sup>

Der bauliche Typus des Heroon von Trysa entspricht dem eines Temenosgrabes mit einem einzelnen Grabbau. Der Temenos bezeichnet einen umfriedeten, abgegrenzten Bereich, den heiligen Bezirk, in dem sich eine Kultstätte befindet. Es kann zwischen Temenosanlagen mit einem und mehreren Grabbauten unterschieden werden.<sup>16</sup> Weitere Beispiele für Temenosanlagen mit nur einem Grabbau aus Lykien sind das Nereidenmonument von Xanthos, das Heroon von Limyra und die Grabanlage in Apollonia. Das Heroon von Trysa weist zwar in der Gesamtanlage Parallelen mit anderen Grabanlagen auf, ist aber hinsichtlich seines reichen Bildschmuckes einzigartig.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.19.

<sup>16</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 54.

<sup>17</sup> Ebenda.

Der heilige Bezirk (=Temenos) in Trysa ist von einer etwa 3 m hohen Mauer, welche ca. 22 x 26 m misst, umschlossen (Abb. 3). Heute ist diese nurmehr fragmentarisch erhalten. Auf der

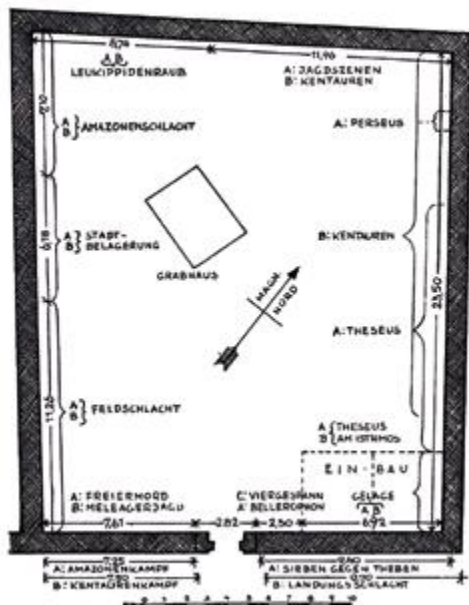


Abb. 3: Plan des Heroons

Südseite gewährte ein kolossales Tor Einlass in die Anlage.<sup>18</sup> Alle vier Mauern waren auf der Innenseite, im Süden auch auf der Außenseite mit zwei übereinander liegenden Relieffriesen versehen. Die gesamte Länge der Frieße beträgt 211 m, die Höhe der beiden Frieße von 0,69 m bis 1,24 m.<sup>19</sup> Das ikonografische Programm der Frieße umfasst Schlachtenszenen, Darstellungen aus der griechischen Mythologie, sowie aus den homerischen Epen. Im Inneren des Temenos stand diagonal (Ost-West-Ausrichtung) ein 7 Meter hoher, zweigeschossiger Sarkophag in Hausform, in welchem der Herrscher, dessen Familienangehörige und Untergebene bestattet worden waren.<sup>20</sup> Der Sarkophag ist nur mehr fragmentarisch erhalten. Leider ist auch die Inschrift, welche üblicherweise über der Tür des Grabhauses angebracht war und die den Namen des Dynasten von Trysa bezeichnete, nicht mehr auffindbar.<sup>21</sup>

Im Bereich der Grabanlage wurden, während der Arbeiten in den 1880-er Jahren, außerdem kleinere Fragmente von Kultstatuen gefunden.<sup>22</sup> In der Südostecke, sowie der Nordostecke konnte je ein hölzerner Einbau für Totenkultfeiern nachgewiesen werden. Die gesamte Anlage war als Festung (Grabburg) angelegt, welche dem Fürsten ein glückliches Fortleben

<sup>18</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.19.

<sup>19</sup> Ebenda.

<sup>20</sup> Ebenda.

<sup>21</sup> Ebenda.

<sup>22</sup> Ebenda.

nach dem Tod sichern sollte.<sup>23</sup> Die Mauer sollte zugleich Schutz vor Räufern, als auch vor bösen Dämonen und Geistern geben. Östlich des Heroons ist eine Nekropole angelegt. Von dort stammt der sogenannte Dereimis-Aischylossarkophag, welcher sich derzeit im zweiten Innenhof des Kunsthistorischen Museum Wien aufgestellt befindet.

### 1.2.1. Das Tor

Das Tor bestand ursprünglich aus 4 Teilen: Zwei Laibungssteinen, einem kolossalen Torsturz sowie einem Schwellstein, welcher sich noch vor Ort in Trysa befindet (Abb. 4). Hinweise auf eine ehemals vorhandene Holztüre geben Pfannenlöcher im Schwellstein.<sup>24</sup> Auch auf der Unterseite des Torsturzes gab es entsprechende Löcher, die heute leider nicht mehr vorhanden sind.



Abb. 4: Das Tor auf der Innenseite des Hofes, 1881.

Das gesamtheitliche ikonografische Konzept des Tores zielte auf die Bewachung und Verehrung des Verstorbenen, sowie die Abwehr von Unheil ab. Sind die Darstellungen der beiden Laibungssteine heute noch gut abzulesen, müssen zur ikonografischen Beschreibung

<sup>23</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.19.

<sup>24</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 57.

der Reliefe des Torsturzes aufgrund des desaströsen Zustands Abbildungen des 19. Jahrhunderts hinzugezogen werden. Eine wichtige Quelle dafür ist das 1889 erschienene Werk „Das Heroon von Trysa“ von Otto Benndorf, mit den Aufnahmen und Zeichnungen von Georg Niemann. Folgende ikonografische Schilderungen und Interpretationen stützen sich im Wesentlichen auf das im Jahr 2015 erschienene Werk von Alice Landskron<sup>25</sup>, welches sich in aller Ausführlichkeit mit der Ikonografie des Heroon von Trysa auseinandersetzt.

Die dem Hof des Heroons zugewandte Seite der Leibungssteine zierte je ein tanzender Jüngling. Diese sogenannten Kalathiskostänzer sind in leichter, bewegter Kleidung auf zehenspitzen stehend, dargestellt. Ein Kalathiskos bezeichnet deren korbformige Kopfbedeckung, mit welchem sie den Tanz zu Ehren des Verstorbenen aufführen.

Auf der Außenseite des Torsturzes prangen vier Vorderteile geflügelter Stiere, sogenannte Stierprotome. Ihnen wird eine stark apotropäische („unheilsabwehrende“) Wirkung



Abb. 5: Relief der Außenseite, Stierprotome.

zugeschrieben (Abb. 5). In der Mitte befindet sich eine scheibenförmige Erhebung, deren Relief nicht mehr erkennbar ist, vermutlich aber ein Medusen- oder Gorgonenhaupt gezeigt hat.<sup>26</sup> Die beiden anderen Zwischenräume sind mit Rosettenblüten verziert.<sup>27</sup> Unterhalb der Stierprotome sind zwei einander gegenüberliegende Paare, je ein Mann und eine Frau,

<sup>25</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 64.

<sup>26</sup> Benndorf, O, Niemann, G., Das Heroon von Gjölbasci-Trysa, Wien 1889, S.57.

<sup>27</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 58.

dargestellt. Hinter den weiblichen Gestalten steht je eine kleinere Mädchenfigur. Diese sind nicht der Dienerschaft, sondern als der Familie zugehörig zu identifizieren.<sup>28</sup> Die Positionierung der Figuren unter den Stierprotomen, auf der Außenseite des Heroons, lässt die Deutung zu, dass es sich um die Auftraggeber, Grabinhaber und/oder Dynasten handelt.<sup>29</sup>

Auf dem queroblungen Bildfeld der Innenseite des Torsturzes sind in unregelmässiger Anordnung acht zwergenhaft anmutende Figuren mit korbähnlichen Kopfbedeckungen abgebildet, ähnlich den Kalathiskostänzern der Leibungssteine (Abb. 6-7). Im Bereich über dem linken Torpfosten drängt sich eine Dreiergruppe, über der lichten Öffnung des Tores eine Vierergruppe und über dem rechten Torpfosten eine Einzelfigur. Auf einem Stich von 1889, sowie auf einer Fotografie des 19. Jahrhunderts ist noch deutlich erkennbar, dass es sich um teils tanzende, teils musizierende Gestalten handelt. Diese sind als Darstellungen des ägyptischen Gottes Bes, welcher als Beschützer des „Bereiches der Totenruhe“<sup>30</sup> gilt, zu identifizieren. Bei der sechsten Figur von links auf den Abbildungen 6-7 ist auffällig, dass sie weder musiziert noch tanzt, sondern frontal stehend dargestellt ist. Damit ist die für den Gott



Abb. 6-7: Darstellungen des Sturzes mit dem Relief der Hofseite, beide aus dem 19. Jahrhundert.

Bes herkömmliche, apotropäische Funktion zum Ausdruck gebracht.<sup>31</sup> Auf Abbildung 8 erkennt man die Darstellung des Bes in apotropäischer Funktion aus Dendera, Ägypten. Nach ägyptischer Vorstellung soll Bes das Tor zur Unterwelt und die Verstorbenen im Jenseites bewachen.<sup>32</sup> Weiters wird ihm die Protektion von Ehepaaren und deren Kindern

<sup>28</sup> Ebenda, S. 59.

<sup>29</sup> Ebenda, S. 59.

<sup>30</sup> Ebenda, S. 67.

<sup>31</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 66.

<sup>32</sup> Ebenda, S. 67.

zugeschrieben, In der Darstellung als Musizierender und Tanzender kommt seine freundliche und freudebringende Seite zum Ausdruck.



Abb. 8-9.: Links: Darstellung des Gottes Bes aus Dendera, Ägypten, rechts: Detail vom Relief des Torsturzes.

### 1.3. Vergleichbare Objekte zum Tor des Heroon aus dem Siedlungsgebiet von Trysa

Am Fuß der Burgmauern in zentraler Hanglage befinden sich Terrassenbauten, welche sich durch die Qualität des Mauerwerkes von den anderen Gebäuden des Wohnbereiches abheben (Abb.10). Den Terrassen A-C wurde die Funktion als herrschaftlicher Palastkomplex oder als hierarchisch abgestufte Wohneinheiten zugerechnet, in denen der Dynast von Trysa und diesem untergeordnete aristokratische Familien gewohnt haben könnten.<sup>33</sup> Ein Vergleich der Tore zum Heroon, sowie zu den Terrassenhäusern A und B erscheint an dieser Stelle angebracht.



Die Abbildungen 11-13 zeigen das Tor zum Heroon, zum Terrassenhaus B und zum Terrassenhaus A mit den Grundrissen der Leibungssteine. Die drei Tore setzen sich aus monolithischen Leibungssteinen und Torsturze zusammen. Alle haben eine ähnliche lichte

<sup>33</sup> Marksteiner, T., Trysa. Eine Zentrallykische Niederlassung im Wandel der Zeit. Siedlungs-, architektur- und kunstgeschichtliche Studien zur Kulturlandschaft Lykien, Wien 2002, S.66.



Abb.11-13: Die Tore des Heroons, Terrassenhaus B und Terrassenhaus A mit Grundrissen der Leibungssteine. Die Darstellungen der Grundrisse der Leibungssteine der Terrassenhäuser sind annähernd anhand von Fotografien aus dem Werk von Marksteiner (2002) entstanden.

Höhe (zwischen 2,15 und 2,20 m), und lichte Breite (zwischen 1,05 und 1,20 m). Die Tiefen der Leibungssteine liegen zwischen 0,90 m und ca. 1 m. Beim Vergleich der Grundrisse der Leibungssteine zeigt sich, dass jener des Heroon eine gewisse Ähnlichkeit mit dem des Terrassenhaus B aufweist. Beide haben im Bereich der Leibung einen rechteckigen Vorsprung, welcher mit der Konstruktion des ehemals vorhandenen Holztores in Verbindung gestanden ist. Bei Terrassenhaus A fehlt dieser Vorsprung, soweit dies aus den Fotografien ersichtlich ist. Außerdem tragen alle Leibungssteine einen hervortretenden Falz, welcher beim Heroon am stärksten ausgeprägt vorliegt. Der Sturz des Tores von Terrassenhaus B scheint, ähnlich dem Sturz des Heroons, auf der Innenseite eine rechteckige Aussparung zu haben, welche die lichte Höhe (zumindest auf der Innenseite) vergrößert. Beim Tor zum Terrassenhaus A ist der Sturz nicht mehr auf den Leibungssteinen, sondern nur mehr als Fragment nebenbei erhalten.<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Marksteiner, T., Trysa. Eine Zentrallykische Niederlassung im Wandel der Zeit. Siedlungs-, architektur- und kunstgeschichtliche Studien zur Kulturlandschaft Lykien, Wien 2002, S.66-69.

## 1.4. Geschichte der Entdeckung des Heroons

Die Erforschung Lykiens nahm erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts ihren Anfang und wurde im Laufe des folgenden Jahrhunderts stetig vorangetrieben. In den 1830-er Jahren erwirkte der englische Forschungsreisende und Archäologe Charles Fellows die Ausfuhr von wichtigen Monumenten der Stadt Xanthos in das British Museum nach London.<sup>35</sup>

Trysa und das Heroon wurde 1841 vom Gymnasiallehrer Julius August Schönborn aus Posen entdeckt. Auf einer seiner Entdeckungsreisen in das südliche Kleinasien stieß er auf den bis dahin unbekanntem Denkmalkomplex. Er war sich der „Konkurrenz“ durch andere Expediteure, wie Charles Fellows aus England, leidlich bewusst und bemühte sich daher um Geheimhaltung des Standortes des Heroons, sowie um eine rasche Genehmigung zur Ausfuhr des Fundes. Charles Fellows war nämlich zur selben Zeit mit der „Ausräumung“ Xanthos, wie es Otto Benndorf treffend anmerkte, beschäftigt.<sup>36</sup> Schönborn war der Überzeugung, dass es sich nur um eine Frage der Zeit handle, bis seine archäologischen Mitbewerber ihm seine Entdeckung streitig machen würden. Letzten Endes scheiterte eine Ausfuhr der Denkmäler des Heroons in die kaiserlichen Museen nach Berlin. Daraufhin geriet das lykische Grabmal neulich für einige Jahrzehnte in Vergessenheit.

Schlussendlich konnte das Heroon 1881 durch Otto Benndorf, Professor für Klassische Archäologie an der Universität Wien und sein Expeditionsteam, wieder aufgefunden werden. Zu diesem Team gehörten unter anderen der Architekt und Bauforscher George Niemann, der Arzt und Anthropologe Felix von Luschan, der Hofphotograph Wilhelm Burger, der Geologe Emil Tietze, der Ingenieur Gabriel Knaffl-Lenz Ritter von Fohnsdorf, der Archäologe und Museumsbeamte Robert von Schneider, uvm..<sup>37</sup> Bis 1884 konnten sämtliche erworbene Objekte (Reliefs der Umfassungsmauer, Tor, Sarkophag des Dereimis und Aischylos) nach Wien transportiert und dem Kunsthistorischen Museum übergeben werden.<sup>38</sup> Während der letzten Phase der Überführung geschah beim Transport der „tonnenschweren Teile des Tores und de(s) Sarkophag de(r) Dereimis und Aischylos“<sup>39</sup> ein folgenschwerer Unfall: Der Schlitten, welcher den mächtigen Torsturz trug, ist über einen Steilhang geraten und zerschellte. Benndorf schreibt, dass alle zuordenbaren Bruchstücke sofort gewissenhaft aufgesammelt und in Wien durch den Bildhauer W. Sturm jun. wieder zusammengesetzt wurden.<sup>40</sup> Risse und Fehlstellen wurden anhand von zuvor angefertigten Photographien in

<sup>35</sup> Kolb, F., Kupke B., Lykien. Geschichte Lykiens im Altertum, Mainz am Rhein 1992, S.76.

<sup>36</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbасchi-Trysa, Wien 1889, S.11.

<sup>37</sup> Szemethy, H.D., Die Erwerbungs-geschichte des Heroons von Trysa. Ein Kapitel österreichisch-türkischer Kulturpolitik, Wien 2005. S. 42-43, S.104.

<sup>38</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 14.

<sup>39</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.14.

<sup>40</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbасchi-Trysa, Wien 1889, S.57.

„Stuck“<sup>41</sup> ergänzt und das ursprüngliche Aussehen wiederhergestellt.<sup>42</sup> Außerdem wurde eine „Metallhülse“ zur Sicherung um das Objekt gelegt.<sup>43</sup>

Die Reliefplatten waren bis zum Umbau und der Neueröffnung der Antikensammlung an den Wänden der heutigen Restaurierwerkstatt im KHM angebracht und nach Voranmeldung Besuchern zugänglich. Das Tor fand seit 1891, zusammen mit dem Sarkophag des Dereimis und Aischylos, Aufstellung im zweiten Innenhof des Kunsthistorischen Museums.<sup>44</sup> 2010 wurde der Torsturz samt den Pfosten auf ein speziell dafür hergestelltes Betonfundament umgelagert. Dabei wurde die äußere Metallhülle des Torturzes entfernt, welche die zwei separaten Teile des Sturzes zusammengehalten hatte. 1992 kamen die Reliefplatten in ein Depot am Rande von Wien und schließlich 2011 in das neue Depot des Kunsthistorischen Museums nach Himberg bei Wien. Das Tor wurde erst im Jahr 2019 dorthin verbracht. Sämtliche Objekte harren seit ihrer Ankunft in Wien einer adäquaten Präsentation.<sup>45</sup>

## 2. Zur Restauriergeschichte des Torsturzes

Der eigentlichen Restauriergeschichte des Torsturzes seien Erläuterungen über die Umstände und den Ablauf des Transports vorangestellt. Das Thema der Erwerbung und der Transportumstände ist im großen Werk „Die Erwerbungs-geschichte des Heroons von Trysa“ von Hubert D. Szemethy in ausführlicher Weise zum Ausdruck gebracht.<sup>46</sup>

Während der zweiten von insgesamt drei lykischen Expedition im Jahr 1882 wurde mit der Anlage einer Straße vom Heroon in das Demre-Tal begonnen. Diese Maßnahme war unabdingbar für den Abtransport der Steinblöcke, da das Heroon bis dahin nicht durch Straßen oder geeignete Wege erschlossen war. Der Weg vom Heroon bis zur Bucht von Andriake, wo die Kisten dann auf das Schiff verladen wurden, betrug etwa 22 km. Von der Ebene von Tschukur unterhalb von Trysa ausgehend verläuft die damals neu errichtete Straße in 17 Serpentinaen den sehr steilen Abhang ins Demre-Tal zum Demre Fluss hinunter.<sup>47</sup> Für dieses unvorstellbar mühsame Unterfangen mussten Abholzungen, Felssprengungen und der Bau von Böschungsmauern durchgeführt werden.<sup>48</sup>

<sup>41</sup> „Stuck“ steht in diesem Zusammenhang für die verwendete Steinergänzungsmasse, deren Beschaffung im Kapitel zum Bestand ausführlich erläutert wird.

<sup>42</sup> Ebenda, S.57.

<sup>43</sup> Oberleitner, W., Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein 1994, S.14.

<sup>44</sup> Im Jahr 1891 eröffnete das neue Gebäude des Kunsthistorischen Museums.

<sup>45</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S. 14.

<sup>46</sup> Szemethy, H.D., Die Erwerbungs-geschichte des Heroons von Trysa. Ein Kapitel österreichisch-türkischer Kulturpolitik, Wien 2005, S.127.

<sup>47</sup> Szemethy, H.D., Die Erwerbungs-geschichte des Heroons von Trysa. Ein Kapitel österreichisch-türkischer Kulturpolitik, Wien 2005, S.127.

<sup>48</sup> Ebenda, S.130-131.

Der ausführende Ingenieur war Gabriel Knaffl-Lenz Ritter von Fohnsdorf, welcher auch bei der folgenden Expedition in den Jahren 1883-84 maßgeblich beteiligt war. Er war für den Transport der noch verbliebenen Objekte verantwortlich, nämlich dem Sarkophag des Dereimis und Aischylos, den Torleibungssteinen und dem Torsturz.

Knaffl führte während dieser dritten Expedition in den Jahren 1883 und 1884 Tagebuch, in welchem er eindrücklich den Hergang des Transports der schwersten Teile schildert:

„Die Steine werden nicht allein nach rückwärts, sondern auch nach seitwärts verankert um ein Umstürzen derselben zu verhindern. Die Verankerungen müssen außerdem auch nach den Stellungen, welche der Schlitten bei den Drehungen, welche auf scheibenartig zusammengestellten Schwellen erfolgen, annimmt, fortwährend gewechselt werden, damit sie immer in der jeweiligen Richtung des Schlittens stehen. Der Transport erfolgt im Allgemeinen derart, daß in Entfernungen von 40 bis 50 centim<etern> Schwellen, in welchen sich den Kuffen anpassende, etwa 5 cent<imeter> tiefe Einschnitte befinden, die ein Herabgleiten der Schlitten zu verhindern haben, gelegt sind und daß die Schlitten an Flaschenzügen, welche an Felsköpfen oder an starken Bäumen verankert werden hängen. Durch das bedeutende Gewicht der Steine, sowie durch das in Folge des Regens und des außergewöhnlich starken Nachttthaues aufgequollene Holz ist die Reibung so groß, daß die Schwellen sowohl, als auch die untere Fläche der Kuffen unausgesetzt mit Unschlitt geschmiert werden müssen und auch da gleiten die Schlitten nur in den ganz steilen Rampen. Bei Rampen mit geringeren Steigungen müssen die Schlitten mit Flaschenzügen auch noch gezogen werden, so zwar daß der rückwärtige Flaschenzug nachgelassen und gleichzeitig der vordere angezogen wird. Diese Manipulation, welche sich jedoch nicht umgehen läßt, ist mit größter Gefahr verbunden, da für den Fall als der rückwärtige Flaschenzug reißen würde, die an den vorderen ziehenden 12-15 Arbeiter größtentheils verunglücken müßten. Es ist daher wohl begreiflich, daß ich den ganzen Tag in fieberhafter Aufregung verbringe. Zwei von den Triestineren sind damit beschäftigt vor dem Schlitten die Schwellen so zu richten, daß die Einschnitte derselben die Kuffen aufnehmen, auch eine Arbeit bei der ich die Aufopferung der Leute bewundere. Zur größeren Sicherheit lasse ich rückwärts zwei Flaschenzüge anbringen und mit besonderer Sorgfalt darauf achten, daß die auf der Erde liegenden Seile überall mit Holzrollen unterlegt sind, damit dieselben von den scharfen Steinkanten nicht einmahl plötzlich durchschnitten werden.“<sup>49</sup>

Am 9. Oktober 1883 kam es dann beim Transport des Torsturzes auf den Serpentine zu dem Unfall, welcher im folgenden Tagebucheintrag Knaffls erläutert wird:

---

<sup>49</sup> ÖAI, Archiv, Inv.Nr. 1884/1, Dok.Nr. TB-2 (Tagebuch Gabriel Knaffls 1883-1884), 1. Oktober 1883.

„Während ich vorne an den Thürsäulen einige Anordnungen treffe, soll Schuster die Flaschenzüge an einem eigends dafür, mit eingemeiselten Gerinnen versehenen Felsblock, welcher auch für die früheren Schlitten benutzt wurde, verankern. Anstatt diesen Auftrag zu befolgen sucht dieser Unglücksmensch ein paar höher stehende Bäume dazu aus und fängt, ohne meine Rückkunft abzuwarten, mit dem Herablassen der Schlitten an. Mein Zuruf einzuhalten kam zu spät, denn schon hatten die Bäume nachgegeben, wurden herausgerissen und der Schlitten mit dem Thürsturz, dadurch in die Richtung gegen die kleine Straßenstützmauer gebracht, welche derselbe durchbricht und nunmehr auf die, wohl nur einen Meter tiefer liegende, untere Rampe stürzt. Durch diesen Sturz wäre der Stein ganz unversehrt geblieben, leider überschlägt er sich hier neuerdings und stürzt über die untere 7 bis 8 Fuß hohe Straßenstützmauer etwa 100 meter tief die Berglehne hinab, sämtliche Bäume des Gehänges, das dort dicht verwachsen ist, wie Strohhalme wegfeldend und leider in hunderte von Stücken zerschellend. Unbeschreiblich ist die Bitterkeit, welche mich übermannte, als ich kaum einige Schritte entfernt Zeuge dieses Unglücks sein mußte. Mit unsagbaren Mühen und unter den größten Aufregungen wurden die Stücke über die enorm schwierigen oberen Parthieen gebracht und hier an einer der ungefährlichsten Stellen der Straße muß, durch den Unverstand und die Unfolgsamkeit eines Menschen, das schönste derselben zu Grunde gehen.“<sup>50</sup>

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der massive, unversehrte Block in situ von den Steinmetzen zwecks Verringerung des Gewichts sarkophagähnlich ausgehöhlt worden ist (Abb.14-15).<sup>51</sup> Benndorf betonte explizit, dass die drei Blöcke des Tores (die beiden Pfosten und der Sturz) aufgrund ihres Gewichts bei der ersten Transportphase zurückbleiben mussten.<sup>52</sup> Bereits im Jahr 1882 wurden die Reliefplatten der Umfassungsmauer vor dem Abtransport zur Verringerung des Gewichts auf der Rückseite abgearbeitet. Folgendes Zitat von Benndorf schildert dies eindrücklich:

„Im Hofe des Heroon gingen die Abrüstungsarbeiten ihrem Ende entgegen. Da mit Ausnahme der Thorsteine alle Reliefblöcke auf ihrer rückwärtigen Seite unbearbeitet waren und auf ihren Stoss- und Lagerflächen keinerlei Merkmale zeigten, deren Erhaltung nothwendig gewesen wäre, so hatten wir uns im Hinblick auf die grossen Vortheile einer Erleichterung, wie wohl ungern, entschlossen sie bis auf eine Dicke von 20-25 Centimeter hinten abarbeiten zu lassen. Ein Versuch, der mit Absägen angestellt wurde, und für den uns Humann mit Smirgel versorgt hatte, war zu langwierig ausgefallen, hatte auch zu viel Wasser erfordert; das Abmeisseln erwies sich einfacher und wurde von den geübten Steinmetzen,

<sup>50</sup> Ebenda.

<sup>51</sup> OESTA, HHSStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S.1.

<sup>52</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien 1889, S. 56.

die unter dem Schatten aufgespannter Strohmatte emsig am Werke waren, mit grosser Vorsicht und Sicherheit durchgeführt.“<sup>53</sup>

Anschließend passierte, während des Transport über den steilen Abhang ins Demre-Tal, der

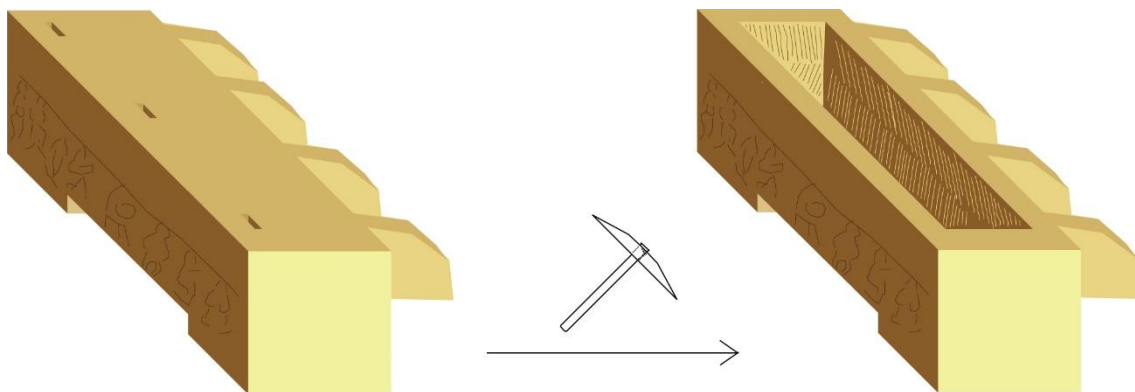


Abb.14: Schematische Darstellung des unversehrten Blockes, sowie nach der sarkophagähnlichen Aushöhlung.

Unfall, bei dem der Torsturz in viele Teile zerbrochen ist, welche sogleich aufgesammelt, in 23 Kisten verpackt wurden und im März 1884 in Wien anlangten.<sup>54</sup> Dort harrten sie ungeöffnet bis ins Jahr 1886 ihrer Restaurierung durch den Bildhauer Wilhelm Sturm junior.<sup>55</sup> Ferner ist gesichert, dass die Rückseiten der Steine in Wien abgestemmt worden sind, bzw. die nicht bildhauerisch bearbeitet Teile abgenommen wurden und auf eine Stärke von etwa 22 cm abgearbeitet wurden.<sup>56</sup> Diese Maßnahme diente zur Reduzierung des Gewichts und zum besseren Handling.<sup>57</sup> Die von Landskron bezeichnete „wannenförmige Vertiefung“ auf der Oberseite des Torsturzes ist als ein Relikt der „sarkophagähnlichen Aushöhlung“ anzusehen (Abb. 14).<sup>58</sup> Dass eine Abarbeitung des Torsturzes im Vorfeld des Transports stattgefunden hat, kann also zu diesem Zeitpunkt bestätigt werden.<sup>59</sup>

<sup>53</sup> Benndorf, O., Vorläufiger Bericht über zwei Österreichische Archäologische Expeditionen nach Kleinasien, Wien 1883, S.93.

<sup>54</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S.1.

<sup>55</sup> Ebenda, S.2.

<sup>56</sup> Ebenda, S.2.

<sup>57</sup> Ebenda, S.2.

<sup>58</sup> Landskron, A., Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien 2015, S.57.

<sup>59</sup> Ebenda. Anmerkung 5: „Von einer Abarbeitung des Türsturzes im Zuge des Abtransports gibt es keine explizite Erwähnung. Dass der massive Torsturz „in der Mitte sarkophagähnlich ausgehöhlt“ war, ist aus dem Bericht zur Jahresrechnung des Münzen- und Antikenkabinetts des Jahres 1886 ersichtlich.“

Auf Abbildung 15 ist eine Bleistiftzeichnung des Torsturzes in bereits ausgehöhlter Form zu erkennen.<sup>60</sup> Die Bemaßung des Objektes wurde mittels roter Tinte hinzugefügt. Die

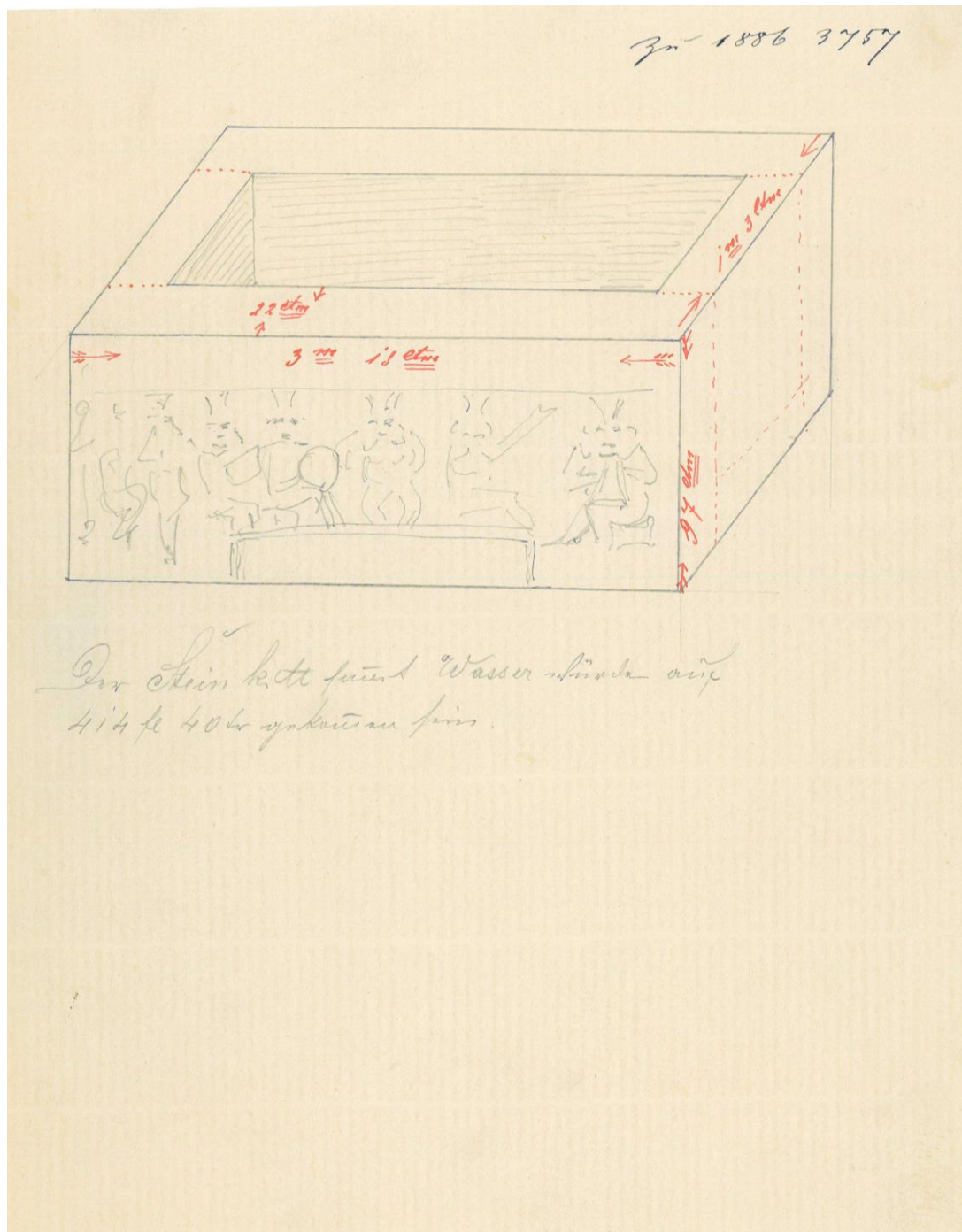


Abb.15: Bleistiftzeichnung des Torsturzes auf Papier, Bemaßung mit roter Tinte, Wilhelm Sturm jun., 1886.

handschriftliche Notiz unter der Zeichnung lautet: „Der Steinkitt samt Wasser würde auf 414 fl 40 kr gekommen sein“. Es handelt sich dabei vermutlich um eine Art Kostenvoranschlag für die Restaurierung, gezeichnet und verfasst vom Bildhauer W. Sturm jun.. Ob es ursprünglich

<sup>60</sup> Dieses Blatt ist der Jahresrechnung von 1886 (3757, ex 1886) beigelegt.

geplant war, den Torsturz wieder in der Form des „Sarkophags“ herzustellen, wie die Zeichnung vermuten lassen könnte, bleibt jedoch unklar.

Wilhelm Sturm, der Vater des Wilhelm Sturm jun. war bereits als Bildhauer und Restaurator in Wien tätig. Gemäß eines Eintrags im Handbuch des Allerhöchsten Hofes und des Hofstaates seiner k. Und k. Apostolischen Majestät des Jahres 1894 scheint ein Wilhelm Sturm als Museums-Aufseher und Beamter des X. Rangklasse, welcher mit der Leitung der Adjustierungswerkstätte und Gipsgießerei des Kunsthistorischen Museums betraut war, auf.<sup>61</sup> Wilhelm Sturm war offenbar Spezialist für die Restaurierung von Metall- und insbesondere Bleiplastiken. So soll er in den 1880-er Jahren mit der Restaurierung und Reinigung der beiden bleiernen Brunnenfiguren am Graben betraut worden sein.<sup>62</sup> Andere Quellen schreiben ihm weiters die Restaurierung des Donner- und Mosesbrunnens, sowie eine Mariensäule in Salzburg zu.<sup>63</sup> Beim Wiener Mosesbrunnen verhinderte 1884 die „pietätvolle Restaurierung (...) von dem in solchen Arbeiten erfahrenen Bildhauer Wilhelm Sturm“ den diskutierten Ersatz von J.M. Fischers Bleifigur durch eine Bronzekopie und beschränkte sich auf Reinigen, Verlöten von Rissen und Löchern und abschließendes Abreiben mit Öl und Wachs.<sup>64</sup>

Sogar Max Dvorak lobt Wilhelm Sturm jun. im Zusammenhang mit der Restaurierung eines Elfenbeinreliquars aus dem damaligen Museo Civico in Pola (heute Pula, Kroatien), indem er schreibt, dass es sich um „...ein wahres Meisterwerk der Restaurierkunst.“ handle.<sup>65</sup>

---

<sup>61</sup> Handbuch des Allerhöchsten Hofes und des Hofstaates seiner k. Und k. Apostolischen Majestät des Jahres 1894, S. 59.

<sup>62</sup> Bauer, A., Über die Reinigung der Monumente, gedruckter Vortrag, Wien 1885, S.2.

<sup>63</sup> Koller, M., Zur Geschichte und Gegenwart der Metallrestaurierung in Österreich, in: Griesser-Stermscheg(Hg.), M., Krist, G. (Hg.), Metallkonservierung, Metallrestaurierung. Geschichte, Methode, Praxis, Wien, Köln, Weimar 2009, S., 25-56. S. 45.

<sup>64</sup> Berichte des k.k. Konservators Prof. Alois Hauser in den Mitteilungen der k.k. Zentralkommission NF IX., 1883, S. LXXXV (Die kommissarische Besichtigung der bleiernen Brunnenfiguren am Graben und am Franziskanerplatz in Wien) und zur Durchführung ebenda, NF X, Wien 1884, S. CCXXVI. Beim Öffnen der Schadstellen hat man im Inneren kein Stützgerüst gefunden, sondern nur Verbindungen der Gussstücke durch Eisenbänder.) in: Koller, M., Zur Geschichte und Gegenwart der Metallrestaurierung in Österreich, in: Griesser-Stermscheg(Hg.), M., Krist, G. (Hg.), Metallkonservierung, Metallrestaurierung. Geschichte, Methode, Praxis, Wien, Köln, Weimar 2009, S. 25-56, S. 45.

<sup>65</sup> OESTA, AVA, BG Unterricht, Denkmalamt, Karton 46, Küstenland, Orte, Pola, Mappe Küstenland, Museo Civico und Elfenbeinreliquiar aus Valle Lunga, Zl. 2777/1909.

Beide Teile des Torsturzes wurden nach demselben Schema restauriert. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich jedoch nur auf die ursprünglich dem Hof des Heroons zugewandte Seite mit den Darstellungen des Gottes Bes (Abb.). Im Folgenden sollen die einzelnen Arbeitsschritte unter Einbeziehung der vorhandenen Quellen möglichst getreu dargelegt werden.

### Reinigung

Aufgrund der erhaltenen Reliefoberfläche kann darauf geschlossen werden, dass der Torsturz bereits im 19. Jhd. einer Reinigung unterzogen wurde, obwohl dies in den Quellen keine explizite Erwähnung findet. Zeitgenössische Fotografien und Schilderungen zeugen vom ehemaligen Vorhandensein biogenen Bewuchses (z.B. Moose und Flechten).<sup>66</sup> „Vielfach ist er [der Stein] mit kleinen Flechten überzogen“, beobachtet Otto Benndorf. Nach einem Brief Robert von Schneiders an den Oberstkämmerer Franz Graf Folliot de Crenneville aus Trysa waren die Reliefsteine mit „Moose[n] und Flechten“ überzogen, deren Entfernung günstig für das Erscheinungsbild derselben wäre.<sup>67</sup>

### Vorbereitungen zur Zusammensetzung

Die Bruchstücke des bereits ausgehöhlten Torsturzes waren bis zum Zeitpunkt der Restaurierung in 23 Kisten verpackt. Zu Beginn der Arbeiten mussten die Fragmente in die richtige Ordnung gebracht werden (Abb.4). Ein beträchtlicher Teil der Steinsubstanz wurde beim Bruch zerstört, sodass große Fehlstellen am Objekt vorlagen. Aufgrund der Fehlstellen, der unregelmäßigen Brüche sowie der starken Verwitterung des ohnehin flach gearbeiteten Reliefs wurde die Zusammensetzung erschwert.<sup>68</sup> Zur Verringerung des Gewichts und zur besseren Handhabung wurden die Rückseiten aller reliefierten Teile auf eine Stärke von etwa 22 cm abgestemmt.<sup>69</sup>

Vorbereitend zur Verklebung und Verstiftung der Fragmente mussten entsprechende Löcher zum Einbringen der Zapfen gearbeitet werden. Dieser Arbeitsschritt, welcher auch bei der Zusammensetzung der Reliefs im Jahr 1885 durchgeführt worden ist, bereitete sehr große

<sup>66</sup> Hier stellt Benndorf Beobachtungen zum verwendeten Gestein an: „Vielfach ist er mit kleinen Flechten überzogen...“, Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbashi-Trysa, Wien 1889, S.55.

<sup>67</sup> HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 90 Akten 1882, 1883 Cah. 1/IV, Erster Bericht Robert von Schneiders an den Oberstkämmerer Franz Graf Folliot de Crenneville aus Gjölbashi vom 12. Mai 1882, S.1.

<sup>68</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S.2.

<sup>69</sup> Ebenda S.2.

Schwierigkeiten, da der Stein „morsch“ und „ungleich in der Dichte“ gewesen ist.<sup>70</sup> Außerdem wurden sehr viele Eisen (Meißel) an „den harten Steinen“ verdorben.<sup>71</sup>

#### Einbringen der Zapfen und Verklebung der Fragmente

Anschließend wurden die teils weit auseinander klaffenden Bruchflächen mittels Zapfen aus Messing ( $\varnothing$  2 cm) mit „eingehackten“ Kanten verstiftet (Abb.16). Die Stäbe wurden beidseitig mit „Steinkitt“ in den dafür vorgesehenen Löchern verklebt. Dieser „Steinkitt“, dessen Zusammensetzung im Kapitel zum Bestand noch umfassend behandelt wird, wurde dünnflüssig angerührt und vollflächig auf die Bruchflächen aufgetragen, um die Fragmente zu verkleben.

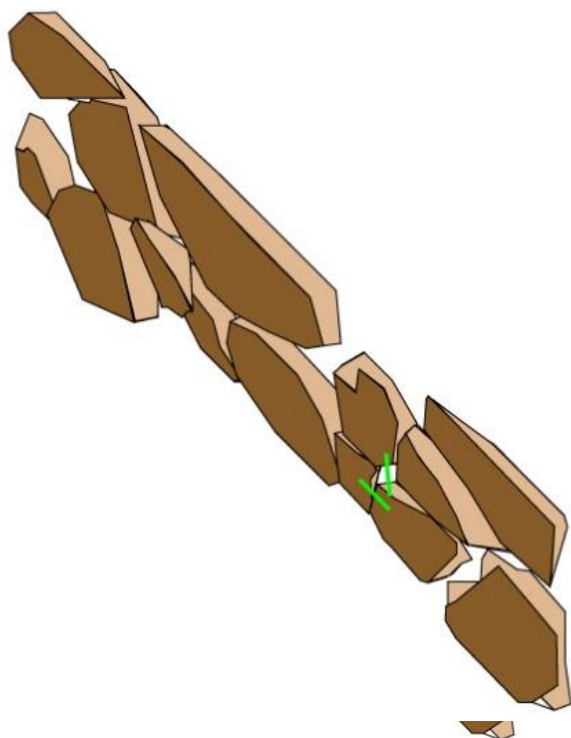


Abb.16: Schematische Darstellung der Fragmente und der bisher gefundenen Verstiftungen.

<sup>70</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3654, ex 1886, S. 2-3.

<sup>71</sup> Ebenda, S.4.

### Stabilisierung durch einen Eisenrahmen

Um der Gefahr neuer Brüche im Zuge einer eventuellen Aufstellung entgegenzuwirken, musste zur äußeren Stabilisierung ein massiver Eisenrahmen um die Steinteile gespannt werden.<sup>72</sup>

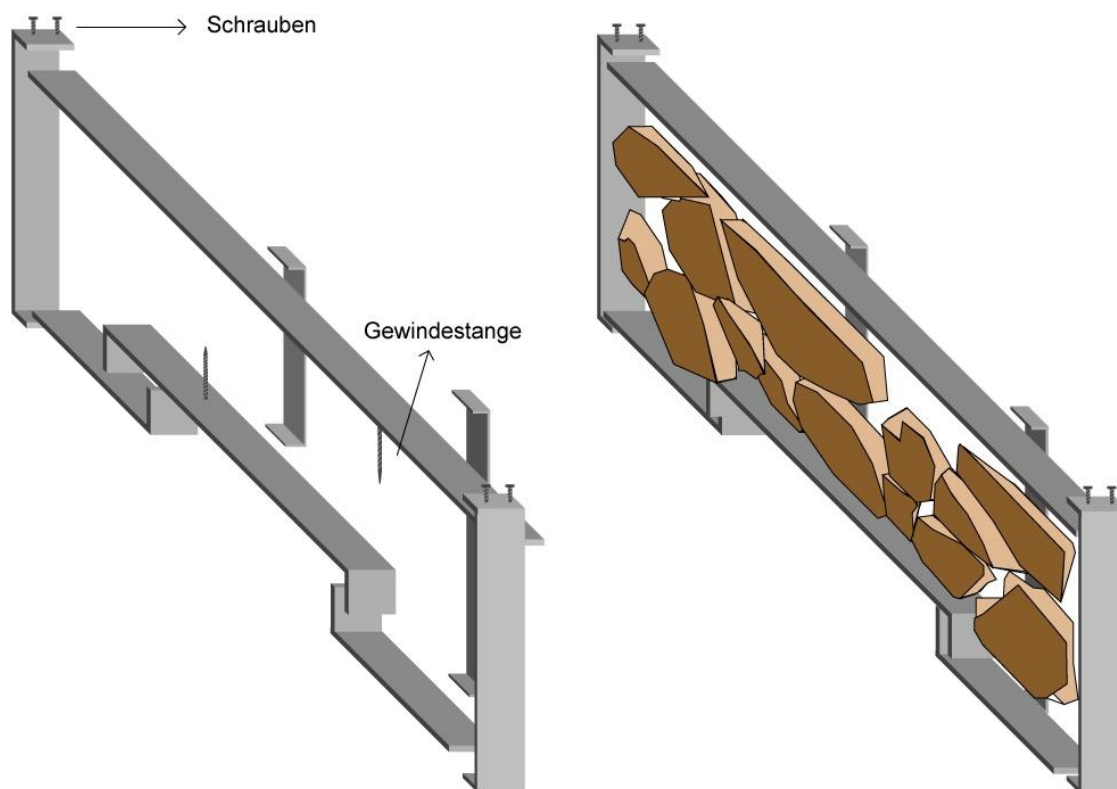


Abb.17: Darstellung des Eisenrahmens.

Auf Abbildung 17 erkennt man die einzelnen Eisenelemente, die durch zahlreiche Schrauben an den umgeschlagenen Ecken miteinander verbunden wurden. Außerdem wurden vom Rahmen ausgehende, konisch zulaufende Gewindestangen aus Eisen, in den Stein versenkt und mit demselben Klebemörtel verfüllt.

### Ergänzung der Fehlstellen

Nachdem die Fragmente durch die Messingzapfen und den Eisenrahmen gesichert wurden, konnte mit der Ergänzung der großflächigen Fehlstellen begonnen werden. „Die vielen auszufüllenden Zwischenräume, die zahllosen Flächen der durch Messingstäbe zu

<sup>72</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S. 4.

verbindenden Bruchstücke“ erforderten ein große Menge des von Sturm selbst hergestellten „vorzüglichen Kittes“.<sup>73</sup>

Dieser wurde farblich, durch die Wahl des Zuschlags, an den hellen Ocker/Grauton der Steinoberfläche angepasst. Einen wichtigen Anhaltspunkt für die Rekonstruktion des Torsturzes gaben die leider „in einem verhältnismäßig zu kleinem Maßstabe aufgenommenen Photographien W. Burgers“.<sup>74</sup> Wilhelm Burger war k.k. Hofphotograph und Photograph während der ersten lykischen Expedition im Jahr 1881.<sup>75</sup>

Die Ergänzungen an der Reliefseite haben ursprünglich die Formen des Reliefs rekonstruiert und eine geschlossene Oberfläche wiederhergestellt (Abb. 18).<sup>76</sup> Bei der Ausfüllung der Fehlstellen auf der Rückseite wurde weniger Wert auf das Erscheinungsbild gelegt, da diese durch den äußeren Eisenmantel ohnehin nicht sichtbar gewesen ist.

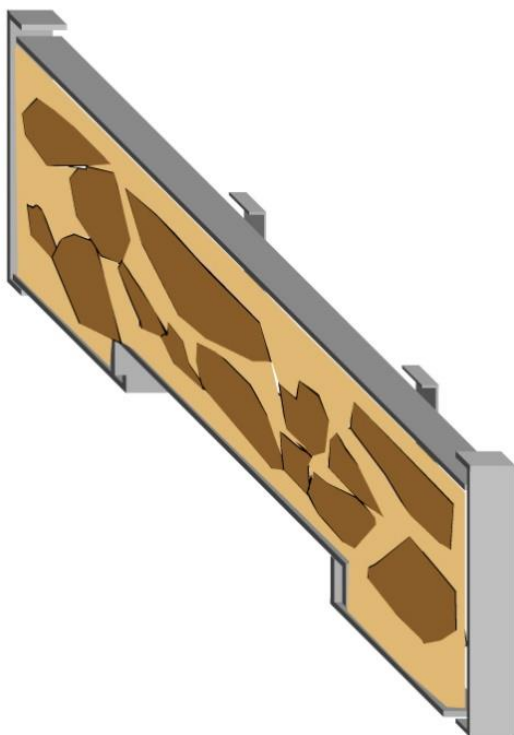


Abb. 18: Schematische Darstellung der großflächigen Kittungen an der Reliefseite.

<sup>73</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S. 3.

<sup>74</sup> Ebenda, S. 3.

<sup>75</sup> Szemethy, H.D., Die Erwerbungs geschichte des Heroons von Trysa. Ein Kapitel österreichisch-türkischer Kulturpolitik, Wien 2005, S. 322.

<sup>76</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien 1889, S.57.

Nachdem alle Fehlstellen ergänzt waren, wurde das Objekt, zusammen mit dem ihn umspannenden Rahmen, von einem äußeren Eisenmantel, welcher in etwa die ursprünglichen Maße des einst monolithischen Blockes aufwies, eingefasst (Abb.19). Dieser setzte sich aus großen, etwa 1 cm starken Eisenblechen zusammen, welche miteinander verschraubt und vernietet waren. In dieser Form war das Objekt zusammen mit den Torpfosten ab dem Jahr 1891 im zweiten Innenhof des Kunsthistorischen Museums ausgestellt (Abb. 20).

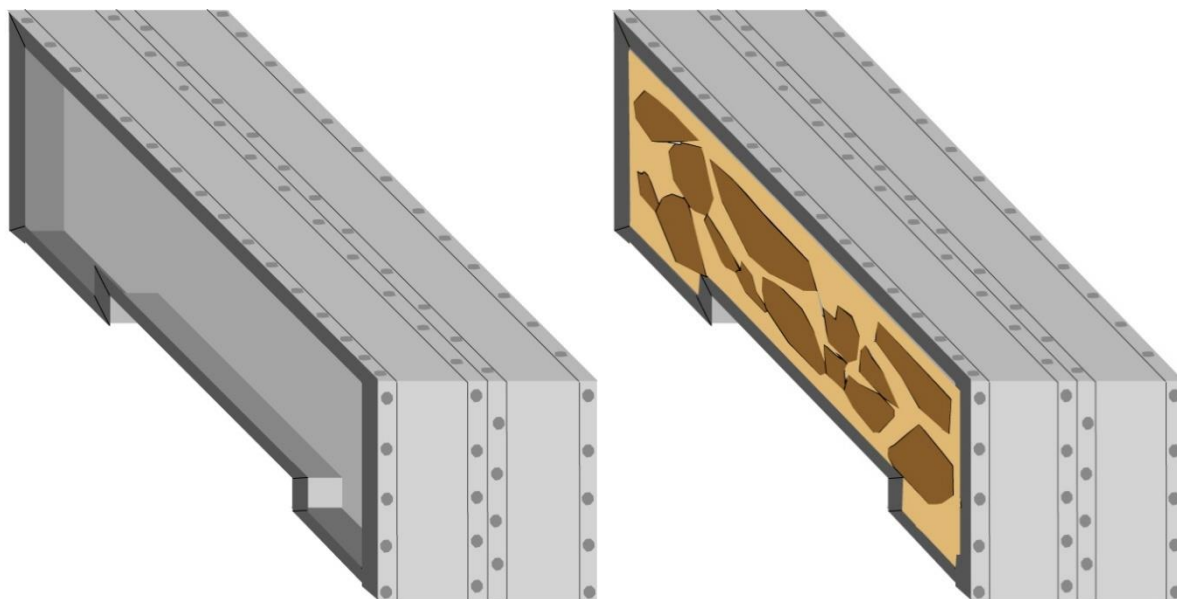


Abb.19: Links: Schematische Darstellung des äußeren Stahlmantels, rechts: das fertig restaurierte Objekt.



Abb.20: Fotografie der Aufstellung des Objekts im zweiten Innenhof des KHM, 1902.

Im Jahr 2010 wurde der äußere Stahlmantel, welcher beide Teile des Torsturzes umfasst hat, vom damaligen Restaurator der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums, Viktor Freiburger, entfernt.<sup>77</sup> Die durchgeführten Arbeitsschritte sind aufgrund einer sorgfältigen fotografischen Dokumentation gut nachvollziehbar. Nachdem die Reliefseiten mit angepassten Holzkonstruktionen gesichert worden sind (Abb. 21,22), wurde der äußere Stahlmantel mithilfe eines Winkelschleifers und eines Schweißbrenners aufgetrennt (Abb.



Abb.21: Anbringen der Holzkonstruktion



Abb.22: Holzkonstruktion

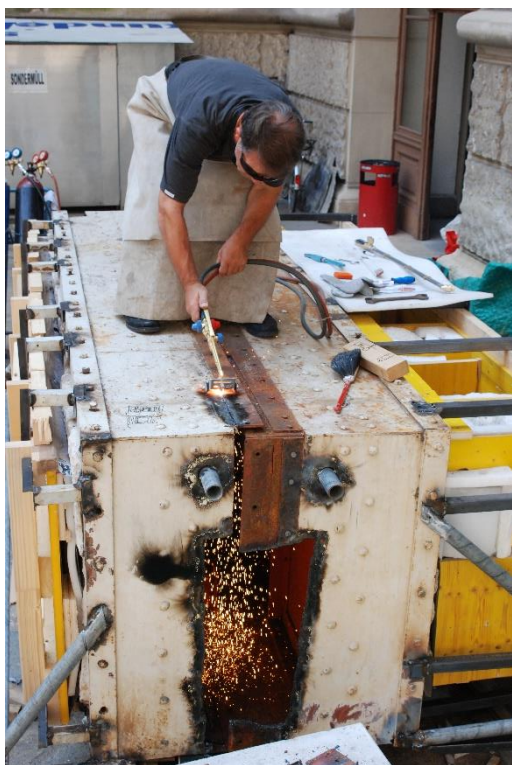


Abb.23: Auftrennen mit dem Schweißbrenner



Abb. 24: Auftrennen mit dem Winkelschleifer

23,24).

<sup>77</sup> Ein schriftliches Dokument zu den durchgeführten Arbeiten liegt nicht vor. Das umfassend vorhandene Bildmaterial wurde vom KHM für die Diplomarbeit zur Verfügung gestellt.



Abb. 25: Abheben des Stahlmantels mittels Kran.

Anschließend konnten die beiden Reliefplatten mit umgebendem Eisenrahmen freigelegt werden (Abb. 25). Der Teil des Torsturzes mit den Stierprotomen wurde im Zuge dieser Kampagne auch vom Stahlrahmen befreit, wobei die Verschraubungen mit einer Rohrzange gelöst und die vom Rahmen ausgehenden Gewindestangen, gekühlt durch einen Eisspray, mit einem Metallbohrer ausgebohrt wurden (Abb. 26). Beim zweiten Teil des Torsturzes wurde lediglich versucht, mit dem Winkelschleifer eben jene Gewindestangen zu durchtrennen, der Rahmen als Ganzes wurde jedoch nicht entfernt (Abb. 27). Eine Reinigung der Reliefs mit dem Wasserschlauch wurde ebenfalls durchgeführt (Abb. 28). Zur Zwischenlagerung wurde ein Betonfundament im zweiten Innenhof des KHM hergestellt, wo die Teile, umgeben von einer Holzeinhausung, bis 2019 gelagert wurden (Abb. 29). Im Sommer 2019 wurden die Leibungssteine und die Teile des Torsturzes ins Zentraldepot des KHM nach Himberg transportiert.



Abb. 26: Ausbohren der Gewindestangen mithilfe eines Khlsprays



Abb. 27: Bearbeitung mit dem Winkelschleifer



Abb. 28: Nassreinigung mit dem Wasserschlauch



Abb. 29: Errichtung der Holzeinhausung für die Teile des Torsturzes

### 3. Bestand

Aufgrund der Geschichte des Objektes ist es notwendig, das Kapitel zum Bestand in mehrere Abschnitte aufzuteilen. Zum einen geht es um die Charakterisierung des Steines, aus dem der Torsturz ursprünglich gearbeitet wurde, zum anderen um die bei seiner Restaurierung verwendeten Materialien. Dazu zählen der Ergänzungsmörtel und die Metallbestandteile, welche sich wiederum in Eisen- und Messingteile einteilen lassen.

#### 3.1. Stein

Der für die gesamte Anlage des Heroon verwendete Stein wurde direkt vor Ort abgebaut und zu Werkstücken verarbeitet.<sup>78</sup> Dass der am Bergrücken von Trysa vorhandene Stein, zumindest an frischen Bruch- oder Bearbeitungsstellen weißem Marmor sehr ähnlich sieht, bemerkt bereits Otto Benndorf im Jahr 1889.<sup>79</sup> Auch heute lässt sich dieser Eindruck anhand von frischen Bruchstellen nachvollziehen. Weiterhin wird das Gestein geprägt durch seine vielen rostroten Adern und Einschlüsse, welche von gesteinsimmanentem Eisenverbindungen stammen und im Falle der Adern natürliche Sollbruchstellen darstellen (Abb. 30-31). Aufgrund seiner relativ gleichmässigen Struktur und des geringen Vorhandenseins von Versteinerungen würde sich der Stein von Trysa recht gut zur Herstellung von bildhauerischen Werken eignen, jedoch ist er von vielen Hohlräumen und

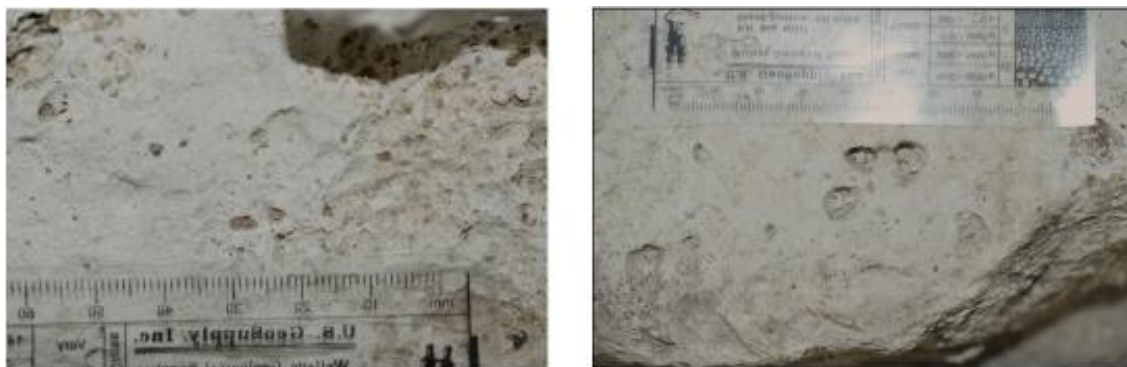


Abb. 30-31: makroskopisch erkennbare fossile Strukturen und Hohlräume.

Löchern durchsetzt („Drusen“, „Drusenräume“), was die Arbeit der Steinmetze und Bildhauer wiederum erschwert hat.<sup>80</sup>

Heute zeigt sich die Gesteinsoberfläche auf der Reliefseite in einem hellen Grauton, die Rückseite teilt sich in graue und rostbraune Bereiche. Auf die jeweiligen Oberflächenphänomene wird im Kapitel zum Zustand näher eingegangen.

<sup>78</sup> Tietze, E., Beiträge zur Geologie von Lykien, S. 306.

<sup>79</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbashi-Trysa, Wien 1889, S. 55.

<sup>80</sup> Tietze, E., Beiträge zur Geologie von Lykien, S. 306.

Beim vorliegenden Gestein handelt es sich um einen dichten Kalkstein mit einer mikritischen Matrix. Es wurde eine Probe des Gesteins entnommen und zu einem polierten Dünnschliff verarbeitet.<sup>81</sup> Die Untersuchungen erfolgten mittels Lichtmikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie.<sup>82</sup> Bei der Betrachtung des Dünnschliffs unter dem Lichtmikroskop lassen sich zahlreiche, mikroskopisch kleine fossile Relikte im Gefüge erkennen (Abb.32).

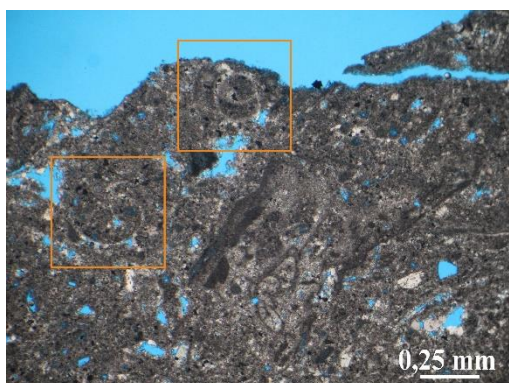


Abb.32: Probe, Stein, Dünnschliff; fossile Einschlüsse in den Markierungen

Durch Verwitterung eines Gesteins entstandene, transportierte und abgelagerte Körner werden als klastische Sedimente oder Sedimentgesteine bezeichnet.<sup>83</sup> Handelt es sich dabei um kalkige Bruchstücke, spricht man von Kalkstein.<sup>84</sup> Als Dichte Kalksteine bezeichnet man feinkristalline Gesteine, welche bei makroskopischer Betrachtung als homogene, dichte und meist matt wirkende Masse erscheinen.<sup>85</sup> Bei klastischen Sedimentgesteinen gibt es zwei Arten von kalzitischen Bindemitteln: die Matrix und der Zement. Sehr feine, aus Kalkschlamm kristallisierte Bestandteile werden als Matrix, gröberkristallines Bindemittel wird als Zement bezeichnet.<sup>86</sup> Die Matrix ist somit meist mikritisch<sup>87</sup> (Korngröße  $<63\mu\text{m}$ ;), der Zement sparitisch (Korngröße  $>63\mu\text{m}$ ; auch kleinere Kristalle können als Sparit bezeichnet werden).

<sup>81</sup> Dünnschliffherstellung durch Andreas Wagner, Herstellung geowissenschaftlicher mikroskopischer Präparate, A- 3730 Eggenburg.

<sup>82</sup> Probenuntersuchung mittels Auflichtmikroskopie durchgeführt von a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Abteilung Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

<sup>83</sup> Sebastian, U., Gesteinskunde. Ein Leitfaden für Einsteiger und Anwender, Berlin, Heidelberg 2014, S.26.

<sup>84</sup> Ebenda.

<sup>85</sup> Vinx, R., Gesteinsbestimmung im Gelände, Berlin, Heidelberg 2015, S.315.

<sup>86</sup> Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever. Allgemeine Geologie, Berlin, Heidelberg 2017, S.130.

<sup>87</sup> Mikrokristalliner Kalzit. Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever. Allgemeine Geologie, Berlin, Heidelberg 2017, S.138.

Beim Gestein des Torsturzes beträgt die Korngröße der Matrix durchschnittlich 2-5  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Im Zuge der Diagenese des Gesteins wurden entstehende Hohlräume mit Kalzitkristallen teilweise verfüllt.<sup>88</sup> Die Korngröße dieser als sparitisch anzusprechenden Kalzitkristalle beträgt etwa 30  $\mu\text{m}$ . Vereinzelt finden sich auch Kalzitkörner mit einem Durchmesser von bis zu 100  $\mu\text{m}$  in den Hohlräumen (Abb. 33).

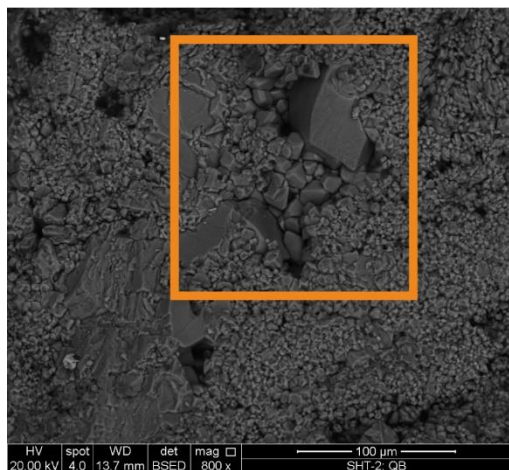


Abb.33: Probe, Stein, REM-EDX; mit Sparit verfüllter Hohlraum in der Markierung.

Bezüglich der Porenräume lassen sich zwei Größenordnungen unterscheiden. Einerseits gibt es sehr kleine Poren mit einem Durchmesser von etwa 250 nm, andererseits verhältnismäßig große mit bis zu 10 $\mu\text{m}$  Durchmesser. Bei den meisten vorhandenen Poren handelt es sich um isolierte Lösungsporen, das Porensystem ist wenig bis gar nicht kapillaraktiv.<sup>89</sup>

### 3.1.1. Bearbeitungsspuren



Abb. 34: Entstehungszeitliche Bearbeitung mit dem Zahneisen.

<sup>88</sup> Mündliche Mitteilung von Dr. phil. Johannes Weber, Institut für Konservierung und Restaurierung, Abteilung für Naturwissenschaften in der Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, am 02.03.2020.

<sup>89</sup> Mündliche Mitteilung von Dr. phil. Johannes Weber, Institut für Konservierung und Restaurierung, Abteilung für Naturwissenschaften in der Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, am 02.03.2020.

Eine eindeutige Beurteilung und Einordnung der vorliegenden Bearbeitungsspuren ist lediglich durch eine gründliche Recherche in der Literatur möglich. Zu diesen gehören die 1889 erschienene Publikation über das Heroon von Trysa von Otto Benndorf und George Niemann, sowie Akten aus dem Archiv der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums.<sup>90</sup>

Aufbauend darauf kann nun zwischen antiken- und Bearbeitungsspuren aus dem 19. Jahrhundert unterschieden werden. Auf den Resten des ehemaligen Auflagers des Sturzes sind deutlich die Spuren eines vermutlich antiken Zahneisens zu erkennen (Abb. 34). Diese sind vollständig mit einer rotbraunen Kruste überzogen.

Rezente Spuren eines Spitzeisens und Zweispitzes, eines Zahneisens und eines Beizeisens<sup>91</sup> finden sich auf der Oberfläche der dem Relief abgewandten Seite (Abb. 35-38). Auf Abbildung 6 erkennt man die Spuren eines Zweispitzes, welche bei der Aushöhlung des monolithischen Objektes an der Fundstelle entstanden sind.<sup>92</sup> Diese sind aufgrund von Witterungseinflüssen bereits von einem rostbraunen Schleier überzogen. Die Spuren eines



Abb. 35-38: Bearbeitungsspuren aus dem 19. Jhd.

Spitzeisens auf Abbildung 7 sind wenig verschmutzt und treten durch ihre weiße Farbe in den Vordergrund. Sie sind während der Restaurierung 1886 in Wien entstanden, als die

<sup>90</sup> Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbashi-Trysa, Wien 1889.

<sup>91</sup> Schmales Flacheisen zum Herstellen eines Randschlages. Rezent meint hier 19.Jhd.

<sup>92</sup> Siehe Kapitel Restauriergeschichte.

---

Rückseiten der mit Relief versehenen Teile nachweislich abgestemmt wurden.<sup>93</sup> Auch die Spuren eines Zahneisens auf Abbildung 8, welche auf beinahe sämtlichen Bruchflächen der Steinfragmente zu finden sind, sind auf jene Restaurierung zurückzuführen. Die Aufräuhung durch das Zahneisen sollte die Anbindung des Ergänzungsmörtels an den Stein verbessern. Auf Abbildung 9 erkennt man den mit einem Beizeisen (schmales Flacheisen) ausgeführten Randschlag. Dieser hat einerseits die Aufgabe, eine gleichmäßige, gerade Kante zu bilden, andererseits sollte er verhindern, dass es beim Abspitzen der Fragmente zu Aubrüchen entlang der Kante kommt.

---

<sup>93</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886.

### 3.2. Ergänzungsmörtel

Bei der Ergänzungsmasse, welche von der Restaurierung 1886 stammt, handelt es sich um einen magnesiumchloridhaltigen Mörtel, einem sogenannten Magnesiabinder oder Sorelzement.<sup>94</sup> Im weiteren Verlauf der Arbeit wird der Mörtel als Sorelzement bezeichnet.

Nicht zu verwechseln ist der „Magnesiabinder“ mit dem sogenannten Magnesia-Zement oder Magnesia-Kalk. Dabei handelt es sich um ein hydraulisches Bindemittel, das aus magnesiumkarbonatreichen Gesteinen, z.B. Dolomit, gewonnen wurde. Im Jahr 1870 wurde vom Pater Gottfried Hauenschild ein Patent darauf angemeldet. Für die Herstellung des Mörtels werden die Rohstoffe sehr niedrig, bei etwa 400° Celsius gebrannt. Hauenschild empfahl den Einsatz des Mörtels zum Verputzen von Mauern, Wasserleitungen, sowie für Trockenbauten.<sup>95</sup>

Zu Beginn dieses Kapitels wird eine möglichst genaue Klassifizierung des Mörtels aufgrund von naturwissenschaftlichen Untersuchungen sowie Beurteilungen mit freiem Auge angestellt. Im Anschluss daran folgt ein Abschnitt über die Geschichte dieses speziellen Mörtels, weiters zur Herstellung und der Verwendung in der Restaurierung.

Eine Probe des Mörtels wurde zu einem polierten Dünnschliff verarbeitet.<sup>96</sup> Untersuchungen des Dünnschliffes wurden mittels Lichtmikroskopie und Rasterelektronenmikroskop durchgeführt.<sup>97</sup> Bei Betrachtung des Dünnschliffes unter dem Lichtmikroskop bei gekreuzten Polarisatoren ist deutlich die bräunliche, nicht näher zu definierende Matrix des Sorelzementes zu erkennen (Abb. 39).<sup>98</sup> Des Weiteren zeigt sich, dass dem Mörtel ein vorwiegend karbonatischer Zuschlag bestehend aus Leithakalken und Dolomitgestein, sowie auch silikatische Bestandteile, hauptsächlich Quarz, zugesetzt wurden (Abb. 39). Die verschiedenen Arten von Zuschlägen können aufgrund der unterschiedlichen Intensität ihrer Doppelbrechung unterschieden werden. Die Charakterisierung des Mörtels als Sorelzement

---

<sup>94</sup> Freundliche Mitteilung von Dr. phil. Johannes Weber, Institut für Konservierung und Restaurierung, Abteilung für Naturwissenschaften in der Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, am 02.03.2020.

<sup>95</sup> Riepl, F., Die wirtschaftliche und technologische Entwicklung der Zementindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Verdienste von Hans Hauenschild, Diplomarbeit, Universität Wien, 2008, S. 97-98.

<sup>96</sup> Dünnschliffherstellung durch Andreas Wagner, Herstellung geowissenschaftlicher mikroskopischer Präparate, A- 3730 Eggenburg.

<sup>97</sup> Probenuntersuchung mittels Auflichtmikroskopie durchgeführt von a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien sowie Dr. Farkas Pinter, Referat Naturwissenschaftliches Labor, Bundesdenkmalamt.

<sup>98</sup> Weber, J., Bayer, K., Pintér, F., 19<sup>th</sup> century “novel” building materials. Examples of various historic mortars under the microscope, in: Preprints of 2<sup>nd</sup> historic mortars conference & Rilem TC 203-RHM repair mortars for historic masonry final workshop, Prague 2010, S.3.

mit den oben genannten Zuschlägen konnte zusätzlich durch REM-BSE Untersuchungen bestätigt werden.<sup>99</sup>

Das Gefüge des Mörtels kann als schlecht sortiert bezeichnet werden. Sortierung bezeichnet das Maß für die Homogenität der Korngröße in einem Sediment oder Mörtel.<sup>100</sup> Ist eine Korngröße vorwiegend, spricht man von guter Sortierung, sind jedoch zahlreiche Korngrößen vorhanden, spricht man von schlechter Sortierung. Im Falle eines Mörtels wirkt sich eine schlechte Sortierung positiv auf dessen physikalische Eigenschaften aus. Die meisten Zuschlagskörner liegen im Bereich von etwa 0,5 mm, es finden sich aber zahlreiche Korngrößen darunter und darüber. Die Elementanalyse unter dem



Abb. 39: SHT-P1, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte Polarisatoren; vorwiegend karbonatischer, kantiger Zuschlag

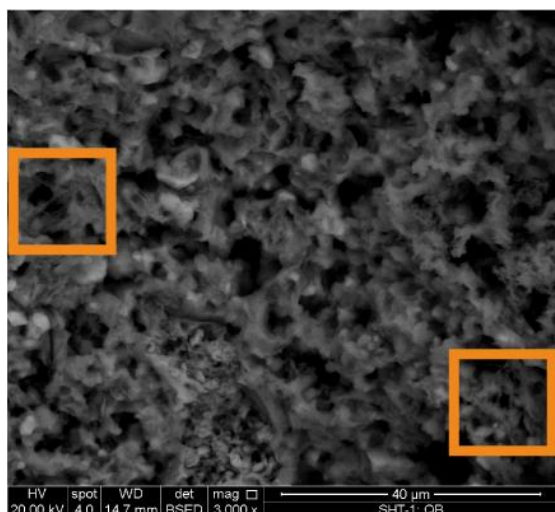


Abb. 40: SHT-P1, Bindemittel des Sorelzementmörtels an einer Bruchfläche der Probe, REM.BSE; In der Markierung ist die Nadelbildung zu erkennen.

<sup>99</sup> Probenuntersuchung mittels REM-BSE durchgeführt von a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien sowie Dr. Farkas Pinter, Referat Naturwissenschaftliches Labor, Bundesdenkmalamt.

<sup>100</sup> Grotzinger, J., Jordan, T., Press/Siever. Allgemeine Geologie, Berlin, Heidelberg 2017, S.744.

Rasterelektronenmikroskop (SEM-EDX) ergab für das Bindemittel die Anwesenheit von Magnesium und Chlor. Außerdem erkennt man die für Sorelzement typische Tendenz zur Nadelbildung der Salzkristalle (Abb. 40).

Mit freiem Auge kann die Beimengung von organischen Bestandteilen wie Borsten oder Haaren, Holzfasern und Stroh ausgemacht werden (Abb.41-42).<sup>101</sup>



Abb. 41: Organische Fasern im Ergänzungsmörtel.



Abb. 42: Wie Abb. 41.

Eine digitale Bildanalyse des Dünnschliffes mithilfe von Falschfarben zeigt eine Porosität des Mörtels von etwa 4 Vol.% an (Abb. 43).<sup>102</sup> Außerdem ergab diese ein Verhältnis von Bindemittel : Zuschlag von etwa 1:2 (RT).

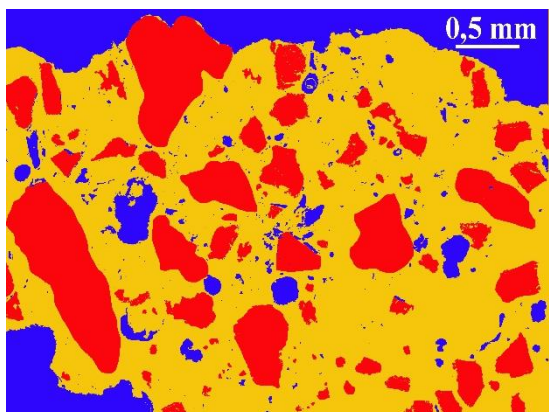


Abb. 43: Dünnschliff des Mörtels mit Falschfarben eingefärbt. Blau: Kunstharz (Porenraum); Gelb: Bindemittel; Rot: Zuschlag.

<sup>101</sup> Beurteilung mit freiem Auge, Fabian Sever.

<sup>102</sup> Durchgeführt von a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Bei der Betrachtung mit freiem Auge kann zwischen zwei Modifikationen des Mörtels unterschieden werden. Dem dünnflüssig aufgetragenen Klebmörtel wurde ein feinerer Zuschlag ( $<1$  mm) beige, diese zeigt sich in einer grauen Farbe. Der eigentliche Ergänzungsmörtel hat zusätzlich einen etwas gröberen Zuschlag ( $\leq 1,5$  mm) und ist farblich an den Stein angepasst. Organische Fasern finden sich nur im Ergänzungsmörtel. Auf Abbildung 44 ist ein bereits vollständig freigelegter Bereich zu erkennen. Dabei zeigt sich, dass dem Ergänzungsmörtel bis zu faustgroße Bruchstücke des Steines als Überkorn zugesetzt wurden. Es handelt sich dabei um die bei der Restaurierung 1886 abgearbeiteten Reste der Steinfragmente.

Die physikalischen Eigenschaften des Ergänzungsmörtels weisen beträchtliche Unterschiede auf. Sie reichen von spröde, bröselnd und entfestigt bis glasig, hart und zäh. Oberflächennahe Bereiche sind aufgrund fortgeschrittener Verwitterung meist bindemittelarm und dadurch bröselnd, in einigen Zentimetern Tiefe oft auffallend hart und zäh.



Abb. 44: Freigelegte Bruchstücke

### Entdeckung des Sorelzement

In den 1860-er Jahren entdeckte der französische Ingenieur Stanislas Sorel, dass sich aus der Mischung von Magnesiumoxid und konzentrierten Metallchloridlösungen (v.a. Magnesiumchlorid) eine besondere Art von Mörtel herstellen ließ.<sup>103</sup> In einer Mitteilung an die *Académie des Sciences* in Paris von 1867 beschreibt Sorel die von ihm beobachteten

<sup>103</sup> Stegemann, R. (Hg.), Das grosse Baustoff-Lexikon. Handwörterbuch der gesamten Baustoffkunde, Stuttgart/Berlin 1941, S.861.

Vorzüge des neuartigen *ciment magnésien*: er soll der weißeste und härteste aller Zemente sein, sich wie Gips bearbeiten und beliebig einfärben lassen. Er soll sich besonders für Imitationen von Marmor- und Elfenbeinobjekten, etwa auch zur Herstellung von Billardkugeln eignen.<sup>104</sup> Außerdem hebt Sorel die Wirtschaftlichkeit des Materials, im Hinblick auf eine industrielle Verarbeitung zu Kunststeinblöcken, hervor, bedingt durch die hohe Klebe- oder Bindekraft des Mörtels. Ein Raumteil dieses Mörtels soll in der Lage sein, 20 Raumteile (kostengünstigen) Sand zu binden.<sup>105</sup> Ein weiteres Einsatzgebiet des neuen Zementes sieht Sorel in der Anwendung als Tünche zur Festigung von bröselndem Mauerwerk.<sup>106</sup> Sorel vertritt die Meinung, dass sein Zement keine hygroskopischen Eigenschaften aufweist.<sup>107</sup> Der in weiterer Folge als Sorelzement bekannt gewordene Baustoff fand bis etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts seine hauptsächliche Verwendung in der Herstellung von sogenanntem „Steinholz“ (Abb 45.). Dieses wird vor allem in Form von fugenlosen Fußböden und Estrichen angewendet. Steinholz bezeichnet einen Mörtel, der als Bindemittel Magnesiumoxid und Magnesiumchlorid, als Zuschlag organische Stoffe wie Sägespäne oder

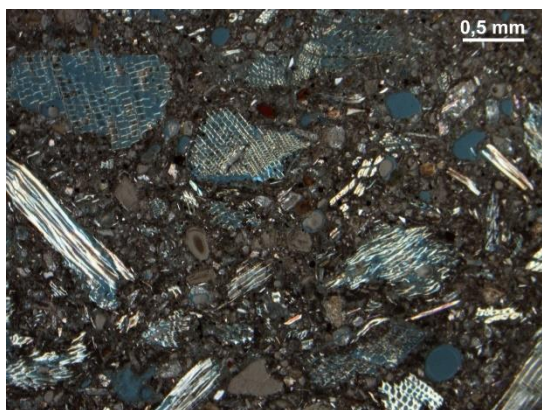


Abb. 45: SZA-D, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren; vorwiegend organische Zuschläge.

Korkmehl beinhaltet. Auf Abbildung 45, erkennt man den Dünnschliff einer Probe von Steinholz aus dem Arsenal im 3. Wiener Gemeindebezirk.<sup>108</sup> Die organischen Zuschläge sind dabei deutlich zu erkennen.<sup>109</sup>

Abgesehen von der Verarbeitung zu Steinholz wurde der Magnesiabinder für etliche weitere Zwecke, wie zur Herstellung von Bauplatten (vergleichbar mit den heutigen Rigipsplatten), Wetzsteinen (Mühl- und Schleifsteine), Elfenbeinersatz (z.B. Billardkugeln)<sup>110</sup>, Putzmörtel für

<sup>104</sup> Sorel, S., Sur un nouveau ciment magnésien, in: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 65, Paris 1867, S. 104. Eine vollständige deutsche Übersetzung der Mitteilung befindet sich im Anhang.

<sup>105</sup> Ebenda.

<sup>106</sup> Ebenda, S. 105.

<sup>107</sup> Ebenda.

<sup>108</sup> Freundliche Mitteilung von Dr. phil. Johannes Weber, Institut für Konservierung und Restaurierung, Abteilung für Naturwissenschaften in der Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, am 02.03.2020.

<sup>109</sup> Ebenda.

<sup>110</sup> Zusatz von Wolfram und Holzschliff, Stegemann, R. (Hg.), Das grosse Baustoff-Lexikon. Handwörterbuch der gesamten Baustoffkunde, Stuttgart/Berlin 1941, S.585.

Holzgründe<sup>111</sup>, sowie als Kittmasse für verschiedene Materialien, eingesetzt.<sup>112</sup> Der Magnesiabinder eignete sich besonders zum Kitten von gebrochenen Steinen (Buntmarmor, Granit), Porzellan, Glas, Horn und Eisenwaren.

#### Gewinnung und Herstellung

Bei den von Sorel beschriebenen Verfahren findet die Gewinnung der Magnesia (MgO) und des Magnesiumchlorid aus dem Meerwasser statt.<sup>113</sup> Für ihn stellt das insofern einen Vorteil dar, dass die Gewinnung von Baustoffen aus Steinbrüchen oder Minen erschöpflich ist, Meerwasser hingegen eine unerschöpfliche Quelle von Rohstoffen darstellt.

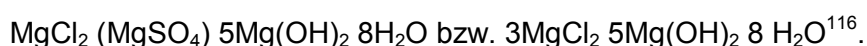
Herkömllicherweise sind die Ausgangsstoffe für die Herstellung von Sorelzement das Gestein Magnesit (MgCO<sub>3</sub>). Bedeutende Vorkommen desselben gibt es in Österreich in Oberdorf im Bezirk Bruck an der Mur in der Steiermark, welche seit dem Jahr 1870 bekannt sind. Etwa in derselben Zeit wurde auch mit der Herstellung von kaustisch gebrannter Magnesia begonnen. Die Firma STYROMAG, Styromagnesit Steirische Magnesitindustrie GmbH, fördert und verarbeitet den Magnesit heute zu Schleifsteinen für Marmor und Granit, Industriefußböden, Bremsbeläge, zur Bergbauverfüllung und –sicherung, als Dünge- und Futtermittel, in der Zellstoffverarbeitung, im Brandschutz, in Kläranlagen, als Magnesit-Rohstein und für Gesteinskörnungen im Bauwesen.<sup>114</sup>

Für die Herstellung wird Magnesit unterhalb der Sintergrenze bei 800 bis 900°C zu kaustischer (=ätzender) Magnesia (MgO) gebrannt.



Anschließend werden die Magnesia (MgO) und die Magnesiumchlorid- bzw. –sulfatlösung (MgCl<sub>2</sub>, bzw. MgSO<sub>4</sub>) im Verhältnis 1:2-3,5 (Massenanteile) zuzüglich Wasser gemischt.<sup>115</sup>

Das wasserlösliche Salz wirkt als Anreger und bildet mit dem entstehenden Magnesiumhydroxid im Verlauf von einigen Stunden Erhärtungsprodukte folgender Zusammensetzung:



<sup>111</sup> Stegemann, R. (Hg.), Das grosse Baustoff-Lexikon. Handwörterbuch der gesamten Baustoffkunde, Stuttgart/Berlin 1941, S.586.

<sup>112</sup> Müller, K., Kunststeinbau. Terrazzo, Mosaik, Marmor, Sandstein, Granit, Beton, Gommern 1905, S.269.

<sup>113</sup> Sorel, S., Sur un nouveau ciment magnésien, in: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 65, Paris 1867, S. 105.

<sup>114</sup> Alle Angaben zum Magnesit aus Oberdorf von der Homepage der Firma STYROMAG, aufgerufen am 22.02.2020. <https://www.styromag.at/de/produktion/anwendungsgebiete/>

<sup>115</sup> Knoblauch, H., Bauchemie, Düsseldorf 1995, S. 166.

<sup>116</sup> Ebenda.

Das oben beschriebene Mischungsverhältnis muss unbedingt eingehalten werden, da überschüssiges, nicht gebundenes  $\text{MgCl}_2$  hygroskopisch wirkt. Der Mörtel wird dann feucht und quillt auf. Wird zu wenig  $\text{MgCl}_2$  zugesetzt, wird der Mörtel staubig und erhärtet nicht korrekt. Die hygroskopischen Eigenschaften werden vermieden, wenn man den Estrich mit  $\text{MgSO}_4$ -Lösung herstellt. Er wird dann aber weniger hart.<sup>117</sup> Besondere Vorsicht ist bei Kontakt des Mörtels mit Eisen oder Stahl geboten. Diese sind nämlich durch Chloridkorrosion gefährdet.<sup>118</sup>

Folgende Quelle erwähnt ein zweites Verfahren zur Herstellung von Sorelzement.<sup>119</sup> Dabei wird gebranntes Magnesit mit einer bestimmten Menge an Salzsäure behandelt. Ein Teil des Magnesiumoxids verbindet sich dabei mit der Salzsäure zu Magnesiumchlorid, die folgenden Prozesse der Erhärtung gleichen der oben beschriebenen Weise. Ein weiteres Verfahren, basierend auf einem britischen Patent von 1894, besteht darin, dass ein Teil der benötigten Magnesiumchloridlösung durch eine Bariumchloridlösung ersetzt wird, ebenfalls kann ein Teil des Magnesiumoxids durch Bariumoxid ersetzt werden.

Die Bezeichnung des Sorelzement als „Zement“ ist irreführend, da sich der Erhärtungsprozess deutlich von dem eines „echten“ (Portland-)Zementes unterscheidet.<sup>120</sup> Dieser erhärtet durch komplexe Hydratationsprozesse, wohingegen jener zu einem (wasserlöslichen) Salz erstarrt.

---

<sup>117</sup> Ebenda.

<sup>118</sup> Ebenda.

<sup>119</sup> Artikel über „Sorelzement“, in: Architekten- und Baumeister-Zeitung, 14. Januar, Wien 1906, S. 1-12, S.1-2.

<sup>120</sup> Weber, J., Bayer, K., Pintér, F., 19<sup>th</sup> century “novel” building materials. Examples of various historic mortars under the microscope, in: Preprints of 2<sup>nd</sup> historic mortars conference & Rilem TC 203-RHM repair mortars for historic masonry final workshop, Prague 2010, S.3.

## Verwendung in der Restaurierung

Praktische Anweisungen zum Kitten von gebrochenen Gegenständen (Stein, etc) gibt Müller, wonach alle Stücke, die gekittet werden sollen, mit dünnbreiigem Magnesiabinder angefeuchtet werden, anschließend mit steiferem Mörtel nachgearbeitet werden sollen.<sup>121</sup>

Diese Technik, wie bereits im Kapitel zur Restauriergeschichte dargelegt wurde, kam auch beim Torsturz zum Einsatz. Die Fragmente wurden mit dünnflüssigem Mörtel bestrichen und gleichzeitig verklebt. Danach wurden die Fehlstellen mit steiferem Mörtel ergänzt.

Müller rät weiters davon ab, Sandstein mit Sorelzement zu kitten, da dieser zu stark sauge. Es können sich dabei neben den Kittstellen mit Chlormagnesium getränkte Ränder bilden, die „wie Fettflecke“ aussehen.<sup>122</sup> Dieses Phänomen konnte an mehreren Stellen des Objektes festgestellt werden. Vor allem alte Klebeflächen weisen eine „speckige“ Oberfläche auf (Abb. 46). Außerdem warnt bereits Müller vor der Hygroskopizität des Chlormagnesiums



Abb. 46: geöffnete, alte Klebung mit speckiger Oberfläche

( $MgCl_2$ ) und somit der Unbeständigkeit des Materials im bewittertem Außenbereich.<sup>123</sup> Wie oben bereits angeführt, war Sorel von der Resistenz des Mörtels gegen Wasser überzeugt. Derselbe Trugschluss war auch zum Zeitpunkt der Restaurierung des Torsturzes 1886 vorhanden.

Laut dem Eintrag in der Jahresrechnung der Kunsthistorischen Sammlungen des allerhöchsten Kaiserhauses wurden 1886 518 kg jenes „vorzüglichem...Mineralkitt“ für 310 Gulden und 40 Kronen erworben.<sup>124</sup>

<sup>121</sup> Müller, K., Kunststeinbau. Terrazzo, Mosaik, Marmor, Sandstein, Granit, Beton, Gommern 1905, S.269.

<sup>122</sup> Ebenda.

<sup>123</sup> Ebenda, S.270.

<sup>124</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886.

### Exkurs zum Thema „Steinkitt“

Die Bezeichnung „Mineralkitt“, „Steinkitt“ oder „Mineral-Steinkitt“ steht in der Zeit der Jahrhundertwende belegbar für einen magnesiumchloridhaltigen Mörtel mit verschiedenen Zuschlagstoffen. Dies wird durch zahlreiche Zeitungsausschnitte untermauert. Ein Artikel in der „Arbeiter-Zeitung“ vom 11. Juni 1901 über die Restaurierung des „Schabers“ von Ephesos, führt den Begriff „Steinkitt“ auf. Wie bereits dargelegt worden ist, handelt es sich dabei nachgewiesenermaßen um einen magnesiumchloridhaltigen Mörtel.<sup>125</sup> Weiters ist die Anzeige eines Herrn Johann Ratzenbeck in der „Drogisten-Zeitung“ vom 17. Februar 1903 anzuführen.<sup>126</sup> Darin bewirbt dieser sein Produkt, welches mit Zusatz von Steinstaub zu einer „Kunststeinmasse“, mit dem Zusatz von Holzsägespäne zu einer „Holzsteinmasse“ (=Steinholz?) verarbeiten lässt. Auf das Produkt mit dem Namen „Unicum“ wurde sogar ein Patent angemeldet. Es kann vermutlich von einem magnesiumchloridhaltigen Bindemittel ausgegangen werden.

Bei einem dritten Beispiel handelt es sich um eine Annonce der Steirischen Magnesitwerke in St. Lorenzen bei Knittelfeld (Steiermark) in der Zeitschrift „Der Bautechniker“ von 1909, deren Produktliste neben Steinholz, Mühlsteinen, etc. auch „Steinkitt“ beinhaltet.<sup>127</sup>

Ferner ergab die technische Analyse eines Klebemittels, dargestellt in der Österreichischen Zeitschrift für Pharmacie vom 31. März 1917, dass es sich dabei um „den bekannte[n] Steinkitt [handelt], bestehend aus Magnesiumchlorid, Magnesiumoxyd und Glaspulver.“<sup>128</sup>

Im Jahresbericht zur oben genannten Rechnung von 1886 wird außerdem erwähnt, dass W. Sturm jun., indem er den Mörtel selbst zusammenmischte, dem Museum eine nicht unbeträchtliche Summe Geld erpart haben soll.<sup>129</sup> Möglicherweise stammt der „Mineralkitt“ von der Firma Purkholzer oder dessen Nachfolger Johann Schmidt, Hofmühlgasse 17 in Wien.<sup>130</sup> Im ersten Jahrgang von „Der Sammler.“ 1905, einer Beilage zum „Schärdinger Wochenblatt“, befindet sich eine Zuschrift des Präsidiums der k.k. Zentral-Kommission für Kunst und historische Denkmäler in Wien (Verfasst vom Präsidenten Johann Alexander Helfert). Darin wird empfohlen, für das Ergänzen von Fehlstellen an Epitaphien aus Schieferstein den „Mineral-Steinkitt von Purkholzers Nachfolger Johann Schmidt, 4. Bezirk,

<sup>125</sup> Plattner, G.A., Gschwantler, K., The Bronze Athlete from Ephesos, in: Daehner, J.M. (Hg.), Lapatin, K. (Hg.), Spinelli, A. (Hg.), Artistry in Bronze (The J. Paul Getty Museum and Getty Conservation Institute), London 2017.

<sup>126</sup> Drogisten-Zeitung, 17. Februar 1903, S. 98.

<sup>127</sup> <http://anno.onb.ac.at/cgi-content/anno-plus?aid=bau&datum=1909&page=24&size=45&qid=ADRQT2JHFH93E1M4UNGTPC2VLE4LEI>

<sup>128</sup> Zeitschrift für Pharmacie, 31. März 1917, S. 108.

<sup>129</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886.

<sup>130</sup> „Rechnung von Purkholzer für Mineralkitt.“ Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts, Zn 4275, ex 1890, S.1.

Hofmühlgasse 17, Wien, zu beziehen.“<sup>131</sup> Konkret geht es dabei um die Übersiedelung von Epitaphien in das neubegründete Museum, welche an der Umfriedungsmauer der Pfarrkirche angebracht sind. Die Empfehlung galt also im Falle einer Lagerung oder Ausstellung im geschützten Innenbereich.

Weitere Beispiele von Restaurierungen, an denen Sorelzement nachgewiesen werden konnte, sind die Reliefplatten von Trysa, die Schönbrunner Gartenskulptur „Alexander und Olympias“ und der sogenannte „Schaber“ von Ephesos, einer antiken Bronzeskulptur.

Ein Jahr vor der Bearbeitung des Torsturzes, 1885, wurde Wilhelm Sturm jun. mit der Restaurierung sämtlicher Reliefplatten von Trysa beauftragt. Aus der Rechnung „über die Verwendung des für Adjustierungen der I Gruppe der Kunsthistorischen Sammlungen des ah. Kaiserhauses für das Jahr 1885...“ lässt sich der Erwerb von Messingstangen „zur Herstellung von Zapfen für die Reliefs von Gjölbaschi [=Trysa]“, sowie für „Mineralkittmasse und Mineralkittwasser“ nachweisen. Bei der Mineralkittmasse handelt es sich höchstwahrscheinlich um fertig gebrannte Magnesia (MgO), beim Mineralkittwasser um die erforderliche Magnesiumchloridlösung (MgCl<sub>2</sub>). Sturm jun. benützte also im Wesentlichen dieselben Materialien zur Restaurierung der Reliefs wie ein Jahr später zur Zusammensetzung des Torsturzes.

Beim sogenannten „Schaber“ von Ephesos handelt es sich um eine Bronzeskulptur eines jungen Athleten aus der Zeit der späten Klassik<sup>132</sup>.

Im Jahr 1896 wurde das in 234 Stücke zerbrochene Objekt von Prof. Otto Benndorf in Ephesos entdeckt. 1897 langten die Teile in Wien ein und wurden 1897-98 vom Bildhauer Wilhelm Sturm jun restauriert.<sup>133</sup> Er verwendete einen magnesiumchlorid-haltigen Mörtel (Sorelzement) zum Füllen und Stabilisieren der Bronzeskulptur.<sup>134</sup> Benndorf schreibt 1906: „...füllte Herr Sturm die innere Höhlung bis zum Halse mit einer Steinkittmasse von eigener Erfindung aus und benutzte dieselbe, um alle Fehlstücke auszumodellieren.“<sup>135</sup> Sturm war, im Jahre 1901, davon überzeugt, dass der „Steinkitt meiner eigenen Erfindung...mangels

<sup>131</sup> Zuschrift des Präsidiums der k.k. Zentralkommission für Kunst und historische Denkmäler in Wien, in: Der Sammler. Mitteilungen des Vereines zur Erhaltung des Stadtmuseums und zur Erhaltung des baulichen Charakters der Stadt Schärading, in: Schäradinger Wochenblatt, Februar 1905, S. 1-48, S. 18.

<sup>132</sup> Plattner, G.A., Gschwantler, K., The Bronze Athlete from Ephesos, in: Daehner, J.M. (Hg.), Lapatin, K. (Hg.), Spinelli, A. (Hg.), Artistry in Bronze (The J. Paul Getty Museum and Getty Conservation Institute), London 2017, S. 9

<sup>133</sup> Im Artikel von Plattner et al. 2017 ist die Rede von Wilhelm Sturm, jedoch wird an einer Stelle erwähnt, dass dessen Vater zu diesem Zeitpunkt Leiter der Restaurierwerkstatt der Antikensammlung war. Es handelt sich also hier um Wilhelm Sturm jun. S.11-12. Außerdem ist der Name Wilhelm Sturm jun. durch Otto Benndorf belegt. Benndorf, O., Erzstatue eines griechischen Athleten, Wien 1906, S.186.

Plattner, G.A., Gschwantler, K., The Bronze Athlete from Ephesos, in: Daehner, J.M. (Hg.), Lapatin, K. (Hg.), Spinelli, A. (Hg.), Artistry in Bronze (The J. Paul Getty Museum and Getty Conservation Institute), London 2017, S.11

<sup>135</sup> Benndorf, O., Erzstatue eines griechischen Athleten, Wien 1906, S.187.

hygroskopischer Eigenschaften sich von absoluter Beständigkeit erweist.“<sup>136</sup> Wie bereits erwähnt, warnt Müller schon 1905 vor den hygroskopischen Eigenschaften des Sorelzementes. Die Tatsache, dass der nachgewiesenermaßen zum Einsatz gekommene Sorelzement seit den 1860-er Jahren bekannt ist, lässt berechnete Zweifel am tatsächlichen Ausmaß der „eigenen Erfindung“ Sturm's aufkommen. Im Laufe der ersten Ausstellung des „Schabers“ im Theseustempel im heutigen Volksgarten kam es dann tatsächlich zu Salzausblühungen, bedingt durch die Verwendung des Sorelzement und aufgrund von Schwankungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit. Daraufhin wurde das Objekt in einen besser geschützten Innenbereich verlegt.<sup>137</sup>

Außerdem konnte an der Skulptur „Alexander und Olympias“, gefertigt aus grobkristallinem Sterzinger Marmor im Park von Schönbrunn, ein magnesiumchloridhaltiger Ergänzungsmörtel festgestellt werden.<sup>138</sup> Abbildungen 47 und 48 zeigen den Dünnschliff einer Probe des Marmors mit Ergänzungsmaße.

---

<sup>136</sup> Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts, AS 26, 1901, S. 2. Brief Robert von Schneiders, dem damaligen Direktor der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums, an den Kaiser, indem er einige Aussagen Wilhelm Sturm's (jun.) bezüglich der Restaurierung einer griechischen Bronzeskulptur zitiert. Eingesehen im Archiv der Antikensammlung.

<sup>137</sup> Plattner, G.A., Gschwantler, K., The Bronze Athlete from Ephesos, in: Daehner, J.M. (Hg.), Lapatin, K. (Hg.), Spinelli, A. (Hg.), Artistry in Bronze (The J. Paul Getty Museum and Getty Conservation Institute), London 2017, S.11-

<sup>138</sup> Bermoser, I., Entwicklung eines Ergänzungskonzeptes sowie eines entsprechenden Steinerergänzungsmörtel (SEM) für Sterzinger Marmor. Im Zuge der Proberestaurierung an der Skulptur „Alexander und Olympias“ aus dem Schlosspark Schönbrunn, unveröffentlichte Arbeit, Universität für angewandte Kunst, Institut für Konservierung und Restaurierung, Wien 2006, S.10.



Abb. 47: Sterzinger Marmor mit Ergänzungsmasse, polierter Dünnschliff.

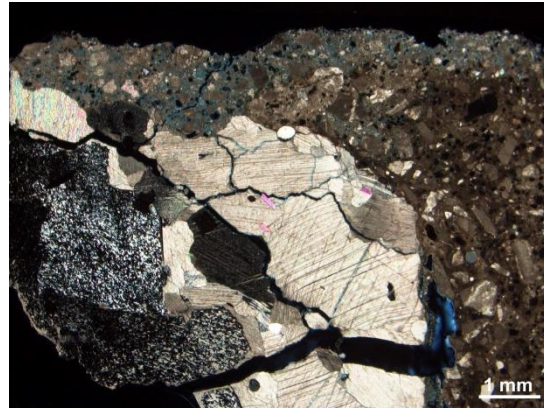


Abb. 48: Wie Abb. 47, gekreuzte Polarisatoren, braune Färbung der Doppelbrechung des Sorelzement.

### 3.3. Eisenkonstruktion

Die Eisenkonstruktion, welche das stark fragmentierte Objekt sichert, setzt sich aus sechs größeren Teilen, zwei kleiner dimensionierter Querstreben, 14 Schrauben und 17 Gewindestangen zusammen (Abb. 49-51). Die Hauptelemente bestehen aus 2 cm starken und 16 cm hohen Platten unterschiedlicher Länge. Alle Teile sind ehemals mit einem



Abb. 49: Eisenkonstruktion

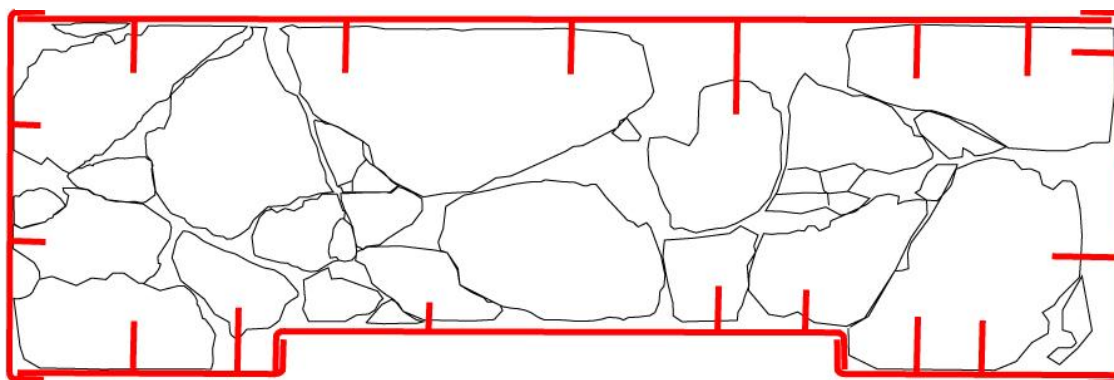


Abb. 50: Schematische Darstellung des Eisenrahmens von der Reliefseite

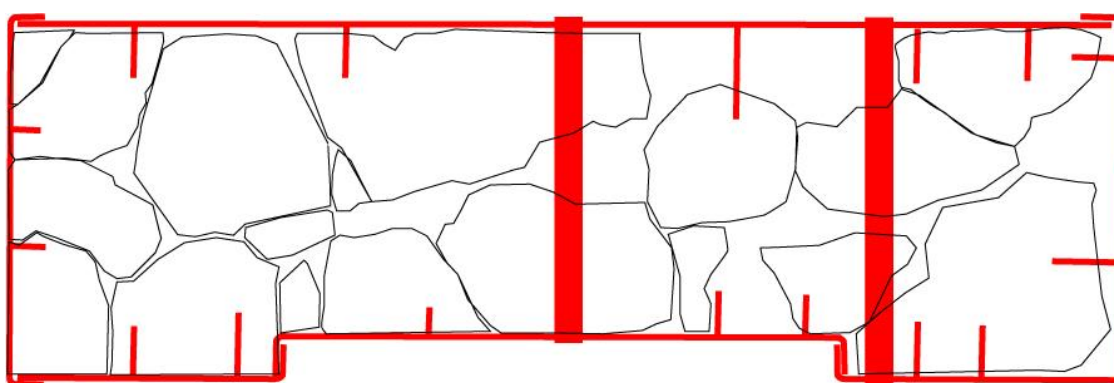


Abb. 51: Rückseite

Minium-haltigen Korrosionsschutz versehen worden, welcher heute jedoch größtenteils abgewittert ist. Die lotrecht vom Rahmen ausgehenden Gewindestangen sind in größere Steinfragmente versenkt und mittels Magnesiabinder verklebt. Aus einer Rechnung der „I. Gruppe der Kunsthistorischen Sammlungen des ah. Kaiserhauses“ des Jahres 1886 geht hervor, dass für zwei Eisenrahmen zur Sicherung der beiden Teile des Torsturzes 145

---

Gulden bezahlt wurden. Diese wurden als dringend notwendig empfunden, um das stark geschädigte Material zu sichern. Da „die Hantirung zum Zwecke der Aufstellung die Gefahr neuer Brüche nahe legt, welcher durch zwei Eisenrahmen vorgebeugt ist.“<sup>139</sup>

### 3.4. Messingzapfen

Größere Fragmente sind durch Messingzapfen verbunden. Es handelt sich dabei um Vierkantstäbe (Ø 2 cm) mit eingehackten Kanten, um die Haftung am umliegenden Ergänzungsmörtel zu erhöhen. Der Jahresrechnung der Kunsthistorischen Sammlungen von 1886 ist zu entnehmen, dass 35,9 kg Messingzapfen für 41 Gulden und 43 Kronen erworben worden sind, welche jedoch nicht gänzlich zur Restaurierung des Torsturzes verwendet wurden.<sup>140</sup>

---

<sup>139</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886, S.3, 4.

<sup>140</sup> Ebenda.

## 4. Zustand

Der Zustand des Objektes kann aus mehreren Blickwinkeln betrachtet als desaströs eingestuft werden. Setzt man das auf uns gekommene Objekt in Relation zu dem mehr oder minder intakten Architekturteil des massiven Torsturzes, offenbart sich das Ausmaß der Zerstörung. Von dem monolithischen Bauteil von 3,2 m Länge, 1 m Höhe und 1 m Tiefe sind heute 2 „Platten“ (Bruchstücke) von je 25 cm Stärke in stark fragmentiertem Zustand erhalten. Etwa die Hälfte des Gesamtvolumens wurde in Folge des Abtransports von Lykien nach Wien zerstört. Zuerst ausgehöhlt, dann in unzählige Teile zerbrochen und schließlich in der Werkstatt der heutigen Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums wieder zusammengesetzt, präsentieren sich beide mit Relief versehene Teile des Torsturzes zum jetzigen Zeitpunkt. Maßgeblich zeichnen die archäologische und konservatorische Praxis der damaligen Zeit, sowie die damals verwendeten Materialien zur Restaurierung für den heutigen Zustand des (der) Objekte(s) verantwortlich. Die meisten heute vorliegenden Schadensbilder können auf diese drei Ursachen – Transportvorbereitungen, Unfall, Restaurierung zurückgeführt werden. Sie werden im Folgenden erörtert.

## 4.1. Stein

### 4.1.1. Oberflächenverschmutzung

Zum Zeitpunkt der Übernahme des Objektes für die Bearbeitung im Zuge der vorliegenden Diplomarbeit (Herbst 2019) war dieses von einer mehrere Millimeter dicken Staubschicht bedeckt (Abb. 52). Diese bildete sich durch die Lagerung im Depot, verpackt in einer massiven Holzkiste. Aufgrund der starken Verschmutzung war eine genauere Beurteilung des Bestandes und Zustandes, sowie das Erstellen von Eingangsfotos vorerst nicht möglich.



Abb. 52: Zustand zum Zeitpunkt der Übernahme des Objektes.

### 4.1.2. Verwitterung der Oberfläche

Die folgende Abhandlung über die Verwitterung der Oberfläche der Reliefseite bezieht sich auf den Zeitraum, bevor das Objekt von seinem ursprünglichen Standort abtransportiert worden ist.

Der südliche Teil Lykiens und somit die Gegend um Trysa sind geprägt durch ein Mittelmeerklima mit heißen, trockenen Sommern und milden, niederschlagsreichen Wintern.<sup>141</sup> In Anbetracht der exponierten Lage Trysas auf einem Bergkamm und der mehr als zwei Jahrtausende anhaltenden, ungeschützten Bewitterung befinden sich die Reliefdarstellungen in einem relativ guten Zustand. Positiv dazu beigetragen hat mit Sicherheit die geringe Verschmutzung der Luft durch CO<sub>2</sub> und SO<sub>2</sub>, wie sie etwa in Städten vorherrscht.

In Anbetracht der klimatischen Bedingungen, sowie aufgrund von Beschreibungen aus der Zeit der österreichisch-lykischen Expeditionen, können die Hauptfaktoren, welche zur

<sup>141</sup> Kolb, F., Kupke, B., Lykien. Geschichte Lykiens im Altertum, Mainz am Rhein 1992, S.5.

Verwitterung der Oberfläche beigetragen haben, abgeleitet werden. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um Niederschlag (Regen), Wind und biogene Besiedelung durch Flechten.

Auf Abbildung 53 erkennt man ein Schadensbild am Objekt, welches als Mikrokarst bezeichnet werden kann. Aufgrund von Lösungsprozessen durch Niederschlagswasser am dichten Kalkstein kommt es im Laufe der Zeit zur Ausprägung von „karrenähnlichen“ Strukturen, wie man sie in größerem Maßstab von Karstlandschaften kennt.<sup>142</sup> Zum



Abb. 53: Mikrokarst am Stein des Torsturzes.



Abb. 54: Mikrokarst an istrischem Kalkstein, verbaut am Kunsthistorischen Museum in Wien.

Vergleich erkennt man auf Abbildung 54 ein ähnliches Phänomen an einem istrischen Kalkstein, welcher an der Fassade des Kunsthistorischen Museums in Wien verbaut ist.

Eine weitere Schadensursache wurde während der lykischen Expeditionen bereits von Otto Benndorf festgestellt. Er schreibt: „Die am stärksten verwitterten Reliefs sind diejenigen der Nordmauer und der Südmauer aussen, die den Sciroccostürmen vom Meer her ausgesetzt waren. Hier hat man es meist mit allseitig eingeschrumpften hageren Gerippen von figuren zu thun.“ Bei dieser Art von Winderosion trifft äolisch transportierter Sand wie bei einem Sandstrahlgebläse auf die Steinoberfläche. Die daraus resultierende abschleifende Wirkung wird als Korrasion oder Windschliff bezeichnet.<sup>143</sup> Der Scirocco<sup>144</sup> transportiert Sand von der Sahara bis in den Mittelmeerraum und trägt somit maßgeblich für die Oberflächenverwitterung von Steinbauten bei.

<sup>142</sup> Rohatsch, A., Hodits, B., Nimmrichter, J., Restaurierung und Konservierung an den Wiener Hofmuseen, in: OFI-Bauwerkssanierungs-Seminar. Instandsetzung historischer Fassaden (Unterlagen zu einem Vortrag an der Arch+Ing Akademie in Wien), Wien 2015, S.1-10, S. 4.

<sup>143</sup> Wihr, R., Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München 1986, S.40; Grotzinger, J., Jordan, T., Allgemeine Geologie (Press/Siever)m Berlin, Heidelberg 2017, S. 539.

<sup>144</sup> Oliver, J.E. (Hg.), Encyclopedia of World Climatology, Dordrecht 2005, S. 473.

### 4.1.3. Biogener Bewuchs

Ein ebenfalls bereits von Benndorf beobachtetes Schadensphänomen ist der Bewuchs aller Steinteile von Trysa mit Flechten. Er schildert: „Vielfach ist er [der Stein] mit kleinen Flechten überzogen...“. Für Bauer, damals Professor an der Technischen Hochschule in Wien, besteht die Zerstörungskraft von Flechten für Steinuntergründe darin, dass sie den Stein längerfristig feuchthalten, Kohlensäure ausscheiden und mechanische Schäden aufgrund der in den Stein eindringenden Haftorgane verursachen.<sup>145</sup> Zum Reinigen der Steinoberfläche (Marmor) empfiehlt er den Einsatz von Leitungswasser, eventuell mit einem Zusatz von Wasserglas oder Seife.<sup>146</sup> Leider fehlt eine explizite Anleitung zur Entfernung von Flechten auf Steinuntergründen. Neben der Erwähnung der von Bauer geschilderten Reinigungsmethode führt Snethlage et al. in dem Artikel „Historische Verfahren und Handelsmarken in der Steinkonservierung 1840 bis 1940“ weitere historische Methoden zur Reinigung von Steinoberflächen mit biozider Wirkung an, welche bis zum Jahr 1899 zum Einsatz gekommen sind. Darunter finden sich Chemikalien wie  $\text{HgCl}_2$ , Cyanide,  $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , Arsenik, Strychnin, Flusssäure und einer Mischung aus Ether, Chloroform, Ammoniak und Kölnisch Wasser.<sup>147</sup> Ob nun beim Torsturz säurehaltige oder weniger aggressive Reinigungsmittel zum Einsatz gekommen sind, ist aus heutiger Sicht schwer zu beantworten. Jedenfalls finden sich keine diesbezüglichen Vermerke in den Akten.

---

<sup>145</sup> Bauer, A., Über die Reinigung der Monumente. Gedruckter Vortrag, Wien 1885, S. 6.

<sup>146</sup> Ebenda, S. 10

<sup>147</sup> Herm, C., Pfefferkorn, S., Snethlage, R., Historische Verfahren und Handelsmarken in der Steinkonservierung 1840 bis 1940, in: Snethlage, R. (Hg.), Naturwissenschaft und Denkmalpflege. Natursteinkonservierung II, Stuttgart 1998, S.9-26, S. 22.

Bei Flechten handelt es sich um einen pflanzlichen Organismus, „der Millimeter bis Zentimeter große krustenartige oder buschige Flecken bildet. Die Flecken besitzen oft ein lederartiges Aussehen. Flechten wachsen generell an der Außenseite von Steindenkmälern. Sie sind gewöhnlich grau, gelb, orange, grün oder schwarz und zeigen keine Differenzierung in Stamm, Wurzel und Blatt“.<sup>148</sup> Flechten stellen eine Symbiose eines Pilzes mit einer Alge oder einem Cyanobakterium dar. Sie gedeihen am besten unter Reinluftbedingungen, können aber durch bestimmte Luftschadstoffe wie Stickoxide begünstigt werden.<sup>149</sup> Das Problem der Flechten ist, dass sie Säuren ausscheiden, welche den darunter liegenden Kalkstein auflösen.<sup>150</sup> Werden sie entfernt, zeigen sich oft schüsselartige Vertiefungen, das sogenannte „Pitting“.<sup>151</sup> Pitting beschreibt die „Bildung von punktförmigen, millimeter- bis

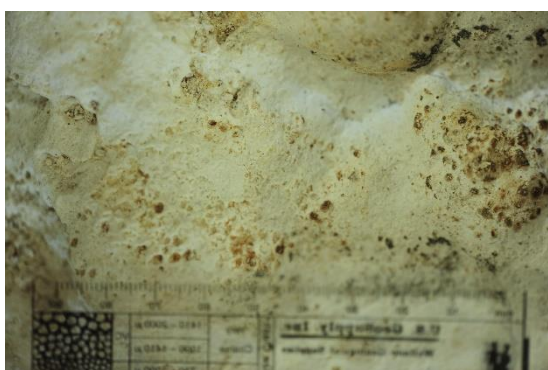


Abb. 55: Pitting



Abb. 56: Schwarze Auflagen

submillimetergroßen Gruben auf der Gesteinsoberfläche, die zumeist nicht miteinander verbunden sind“.<sup>152</sup> Auf Abbildung 55 erkennt man die auf der gesamten Reliefoberfläche zu findenden kleinen Löcher, welche auf das ehemalige Vorhandensein von Flechten hinweisen. Des weiteren treten bei der Entfernung von Flechten schwarze oder grüne Spuren auf, die durch Algen oder Cyanobakterien verursacht wurden.<sup>153</sup> Möglicherweise handelt es sich bei den, auf der gesamten Reliefoberfläche des Torsturzes zu findenden schwarzen Auflagen um eben jenes Phänomen (Abb. 56).

Die oben beschriebenen natürlichen Verwitterungserscheinungen sind in ihrem Schadensausmaß jedoch als weitaus geringer einzuschätzen als die von Menschen verursachten Zerstörungen an den Objekten von Trysa, besonders dem Torsturz.

<sup>148</sup> ICOMOS (Hg.), Illustriertes Glossar der Verwitterungsformen von Naturstein , 2010, S.68.

<sup>149</sup> Ebenda.

<sup>150</sup> Wihr, R., Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München 1986, S.40.

<sup>151</sup> Ebenda, S.50,

<sup>152</sup> ICOMOS (Hg.), Illustriertes Glossar der Verwitterungsformen von Naturstein , 2010, S. 28.

<sup>153</sup> Ebenda, S.50.

#### 4.1.4. Brüche, Fehlstellen

Das ehemals monolithisch gearbeitete Objekt mit den Maßen 320 x 100 x 100 cm liegt gegenwärtig in einem fragmentierten Zustand vor. Aufgrund eines fatalen Absturzes während der Transportarbeiten vom hochgelegenen Heroon ins Tal zerschellte das Objekt in unzählige Gesteinsbrocken. Anstatt die ursprüngliche Form des Torsturzes oder gar die Sarkophagform wieder herzustellen (siehe Kapitel Kunst- und Kulturgeschichte), wurden die bildhauerisch bearbeiteten Teile auf der Rückseite auf eine Stärke von etwa 25 cm grob abgearbeitet und in einem weiteren Arbeitsschritt als „Platten“ mittels eines massiven Eisenrahmens zusammengefügt. Folglich ergaben sich die zum heutigen Zeitpunkt vorliegenden zwei Teile des Torsturzes.

Einhergehend mit den Brüchen sind umfangreiche Fehlstellen am Stein zu verzeichnen (Abb. 57). Die Lesbarkeit der Reliefdarstellung wird dadurch massiv beeinträchtigt. Die dargestellten Figuren sind zum Großteil mehrfach durchbrochen, lediglich die mittlere Sitzfigur, sowie die Figur rechts außen sind relativ unbeschädigt geblieben (Abb.x). Aufgrund der großen Unregelmäßigkeit der Bruchflächen stellte es eine besondere Herausforderung dar, die Teile passend wieder zusammenzusetzen, zumal die starke Verwitterung der Oberfläche des flachen Reliefs eine genaue Zuordnung zusätzlich erschwerte.<sup>154</sup>



Abb. 57: Kartierung der Risse und Fehlstellen (Rot).

<sup>154</sup> OESTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex 1886.

#### 4.1.5. Risse/Abplatzungen

Der Stein ist vielfach von feinen Haarrissen durchzogen, welche mit Sicherheit auf den fatalen Unfall in den 1880er Jahren zurückzuführen sind (Abb. 58-59). Im Zuge der Entfernung der Kittungen traten vor allem im Bereich der Bruchflächen zahlreiche Risse sowie Abplatzungen von stark geschädigten Steinpartien zum Vorschein.



Abb. 58: Haarriss.



Abb. 59: Haarriss.

Außerdem kamen Sternrisse und Abplatzungen, die durch die vom Eisenrahmen ausgehenden rostenden Gewindestangen verursacht wurden, zum Vorschein (Abb. 60-61). Die Korrosion des Eisens und die damit einhergehende Ausdehnung der Korrosionsprodukte wurde durch die Anwesenheit des magnesiumchloridhaltigen Mörtels mit Sicherheit begünstigt.<sup>155</sup> Bei entsprechenden feuchten Bedingungen kann die Anwesenheit von Chloriden die Korrosion von Eisen beschleunigen.<sup>156</sup>



Abb. 60: Sternriss mit rostendem Eisen.



Abb. 61: rostendes Eisen mit Abplatzungen.

<sup>155</sup> Probenuntersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt von a.o. Prof.Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

<sup>156</sup> Torracca, G., Lectures on materials science for architectural conservation, Los Angeles 2009, S. 128-129.

#### 4.1.6. Lose Teile/Alte Klebungen

Auf dem Objekt verteilt befinden sich lose aufliegende, bis zu faustgroße Steinfragmente des Objektes, welche keine Originaloberfläche besitzen und auch keiner Bruchfläche mehr zugeordnet werden können (Abb. 62).



Abb. 62: Beispiel eines lose aufliegenden Steinfragmentes.

Im Bereich der Reliefdarstellung liegen einige alte, schadhafte Klebungen vor. Diese wurden vollflächig mit Sorelzement<sup>157</sup> ausgeführt. Die geöffneten Klebeflächen weisen eine „speckige“ Oberfläche auf, welche Fettflecken ähnelt. Auf dieses Phänomen im Zusammenhang mit Sorelzement weist bereits Müller 1905 hin.<sup>158</sup>

<sup>157</sup> Probenuntersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt von a.o. Prof.Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

<sup>158</sup> Müller, K., Kunststeinbau. Terrazzo, Mosaik, Marmor, Sandstein, Granit, Beton, Gommern 1905, S. 270.

#### 4.1.7. Verfärbungen der Oberfläche

Das Objekt weist großflächige Verfärbungen der Oberfläche auf. Grob unterschieden werden können eine rötliche sowie eine gräuliche Verfärbung. Vor allem auf der Rückseite kommt dies besonders stark zum Ausdruck. Wie bereits im Kapitel zur Restauriergeschichte dargestellt, wurde der massive Block des Torsturzes vor dem Abtransport ausgehöhlt. Die dabei entstandene „Wanne“ war offenbar einige Zeit der Witterung ausgesetzt, da sich aufgrund der vielfach vorkommenden Eiseneinschlüsse im Gestein ein rostbrauner Schleier über die gesamte Oberfläche gelegt hat (Abb.12, innerhalb der rotgestrichelten Linie).<sup>159</sup> Jene Bereiche, welche erst später in Wien abgearbeitet wurden, sind nicht mit dieser rotbraunen Schicht überzogen, sie weisen eine gräuliche Farbe auf (Abb. 63, außerhalb der rotgestrichelten Linie).



Abb. 63: Rückseite des Objektes, Unterschiedliche Verfärbungen der Oberfläche.

---

<sup>159</sup> Bereits Benndorf beobachtet das vermehrte Vorkommen von Eisenoxiden im Gestein. Benndorf, O., Niemann, G., Das Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien 1889, S. 55.

#### 4.1.8. Rostflecken/Eisenspritzer

Das Objekt ist allseitig mit rostroten Punkten, teilweise Millimeter großen Pusteln, übersät (Abb. 64-65). Diese sind vermutlich auf die ehemalige Bearbeitung des Objekts (Entfernung des äußeren Eisenmantels) mit dem Schweißbrenner und einem Winkelschleifer zurückzuführen. Bei Betrachtung im Rasterelektronenmikroskop ist deutlich zu sehen, dass die braunen „Pusteln“ aus einer Schmelze von Eisen hervorgegangen sind (Abb. 66).<sup>160</sup>



Abb. 64: Rostende Eisenspritzer.



Abb. 65: Rostende Eisenspritzer.

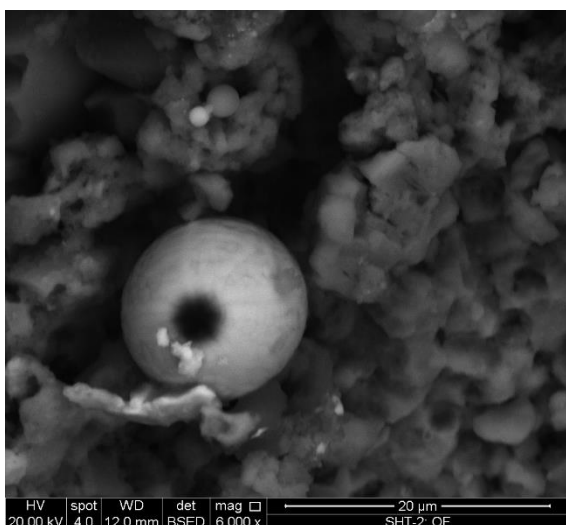


Abb. 66: SHT-P2, Eisenspritzer auf dem Stein, REM.BSE.

<sup>160</sup> Probenuntersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt von a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

#### 4.1.9. Desolate Ergänzungen

Die am Objekt vorhandenen Ergänzungen aus Magnesiabinder<sup>161</sup> befinden sich in einem desolaten Zustand. Bei der Betrachtung der Reliefseite fällt umgehend auf, dass die großflächigen Ergänzungen teilweise um mehrere Zentimeter unter das ehemalige Oberflächenniveau abgewittert sind. Die permanente Bewitterung durch Regenwasser führte zu einer stetigen Auswaschung des wasserlöslichen Bindemittels (Magnesiumchlorid) und somit zu einem Abtrag der Ergänzungsmasse. Parallel zum vollständigen Abtrag der Oberfläche bildeten sich auch bindemittelarme, poröse und bröselnde Bereiche (Abb. 67-70). Erst ab einer Tiefe von mehreren Zentimetern treten einigermaßen intakte Mörtelpartien zu Tage.

Es bildeten sich zusätzlich Flankenrisse entlang sämtlicher Bruchkanten, was die Abwitterung noch weiter vorantrieb.



Abb. 67-70: Desolate Kittungen; Auswaschung des Bindemittels, Abwitterung der Oberfläche, Flankenrisse.

<sup>161</sup> Probenuntersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt von a.o. Prof.Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Es kann außerdem davon ausgegangen werden, dass eine gewisse Versalzung des Steinmaterials aufgrund der Auswaschungen des Magnesiumchlorids vorliegt.<sup>162</sup>

---

<sup>162</sup> Probenuntersuchung mittels Rasterelektronenmikroskop durchgeführt von a.o. Prof.Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

#### 4.1.10. Weitere mechanische Beschädigungen

Im Bereich der Außenkante eines Steinfragmentes gibt es eine Beschädigung, welche durch den Schnitt mit einem Winkelschleifer verursacht wurde (Abb. 71).



Abb. 71: Schnitt mit dem Winkelschleifer.

### 4.2. Metalle

#### 4.2.1 Eisenrahmen und Messingzapfen

Der Eisenrahmen befindet sich in einem stabilen Zustand. Der ehemals vorhandene miniumhaltige Korrosionsschutzanstrich ist größtenteils abgewittert. Außerdem ist beinahe die gesamte Oberfläche des Eisens mit einer dicken Korrosionsschicht besetzt (Abb. 72). Vor allem auf der Innenseite, wo das Eisen in Kontakt mit dem Sorelzement gekommen ist, gibt es dicke Verkrustungen des Mörtels mit dem Rost. Auch die vom Rahmen ausgehenden eisernen Gewindestangen sind aufgrund des magnesiumchloridhaltigen Ergänzungsmörtels sehr stark verrostet.

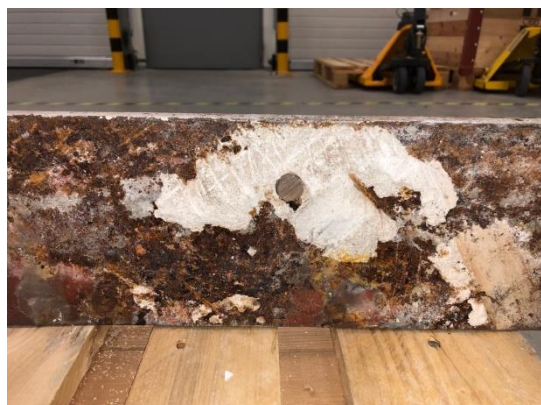


Abb. 72: Verkrustung des Sorelzementmörtels mit dem rostenden Eisen.

Die zahlreichen Messingzapfen, welche im Sorelzement eingebettet waren, weisen einen beinahe unbeschädigten Zustand auf. Sie sind lediglich von einer dünnen, in der Farbe zwischen braun, grün und blau changierender Korrosionsschicht bedeckt.

## 5. Ziel der Konservierung und Restaurierung

Das Ziel der Konservierung und Restaurierung besteht vorrangig in der Sicherung des primären Bestandes (Naturstein) sowie der Vorbereitung des Objekts für eine künftige Ausstellung in den Räumlichkeiten des Kunsthistorischen Museums in Wien. Die Lesbarkeit des Objektes und damit einhergehend, ein ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild, soll besonders durch Schließen der zahlreichen Fehlstellen erreicht werden.

## 6. Konzept der Konservierung und Restaurierung

Im folgenden Kapitel soll ein Maßnahmenkonzept zur Konservierung und Restaurierung des Torsturzes erstellt werden. Der Schwerpunkt liegt in der Sicherung des antiken Originalbestandes und umfasst die Entfernung der schädlichen/schadhaften Sekundärmaterialien, welche bei der Restaurierung 1886 eingebracht worden sind. Darauf folgt ein Kozeptdiskurs zur Zusammenfügung der Fragmente und deren Sicherung. Folgende Punkte umreißen den Inhalt dieses Kapitels und werden anschließend genauer behandelt:

- Trockenreinigung
- Entfernung des Sorelzementmörtels
- Entfernung des Eisenrahmens
- Freilegung der Fragmente
- Verklebung und Verstiftung
- Ergänzung der Fehlstellen
- Konzept einer Sicherungskonstruktion

## 6.1. Reinigung

Wie bereits im Kapitel zum Zustand geklärt, ist das Objekt aufgrund der jahrelangen Lagerung in einer Holzkiste mit einer dicken Staubschicht bedeckt. Um näheren Aufschluss über den Bestand und Zustand des Objektes zu erlangen und mit den weiteren Arbeiten beginnen zu können, muss diese Verunreinigung entfernt werden. Neben der Beeinträchtigung des ästhetischen Erscheinungsbildes des Objektes, birgt eine Verschmutzung durch Staubauflagen auch mögliche Schadenspotentiale. Aus konservatorischer Sicht stellen Staubauflagen eine Gefahr für das Objekt dar, wenn diese sich über längere Zeit verdichten und Feuchtigkeit und Luftschadstoffe aufnehmen.<sup>163</sup> Solche feuchte Kompressen führen zu einer festeren Verbindung der Verschmutzung mit der Objektoberfläche und können in weiterer Folge eine Reinigung deutlich erschweren.<sup>164</sup> Je nach Zusammensetzung der Staubkompressen kann sich der pH-Wert des gebundenen Wassers entweder ins saure oder basische Milieu verlagern.<sup>165</sup> Da der Kalkstein, aus dem der Torsturz gearbeitet ist, empfindlich auf Säuren reagiert, stellen Staubauflagen eine potentielle Gefahr für das Objekt dar und müssen entfernt werden. Zuerst soll eine Trockenreinigung mit feinen Pinseln und Staubsauger durchgeführt werden. Bringt Diese nicht das gewünschte Ergebnis, kann die Bearbeitung mit festeren Freilegepinseln und Bürsten in Verbindung mit einem Staubsauger angewandt werden.

## 6.2. Entfernung des Sorelzementmörtels und des Eisenrahmens

Der schadhafte Ergänzungsmörtel (siehe Kapitel Zustand) aus Sorelzement soll nach Absprache mit dem Restaurator der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums vollständig entfernt werden. Um möglichst kontrolliert freilegen zu können und Beschädigungen am Originalbestand zu minimieren, soll die Arbeit händisch mit Hammer und verschiedenen Meißeln erfolgen. Diese Arbeit ist mit einem hohen Zeit- und Kraftaufwand verbunden, ermöglicht aber auch eine kontrollierte Handhabung der Werkzeuge.

Die mit Sorelzement vollflächig geklebten Bruchflächen sollen anschließend mit einem Mikro-Meißel freigelegt werden.

---

<sup>163</sup> Höllinger, R., Wallmann, H, Konservatorische Bestandserfassung und Präsentationskonzept der Tapissereien und Polstermöbel des Boucher-Zimmers in der Hofburg Wien, in: Krist, G. (Hg.), *Collection Care/Sammlungspflege*, Wien 2015, S. 259-276, S. 268.

<sup>164</sup> Ebenda.

<sup>165</sup> Ebenda, S. 269.

In einem weiteren Schritt soll der Eisenrahmen vom Objekt abgenommen werden. Dazu muss er an zwei Stellen durchtrennt werden. Dies soll ohne den Einsatz von Werkzeugen, die eine Funkenbildung zur Folge haben (Winkelschleifer, Schweißbrenner) entfernt werden. Damit soll einer weiteren Verunreinigung der Steinteile durch Rostbildung vorgebeugt werden. Dafür eignet sich am besten eine Säbelsäge mit Metallsägeblatt.

### 6.3. Freilegung der Fragmente

Nach der Entfernung des Sorelzementmörtels müssen die Fragmente, welche mittels Messingzapfen untereinander verbunden sind, voneinander getrennt werden. Das ist einerseits notwendig um nicht einsehbare Brüche an den Fragmenten aufzuspüren, andererseits um im weiteren Verlauf der Restaurierung (siehe Punkt Klebung und Verstiftung) die Passgenauigkeit der Fragmente zueinander zu erhöhen.

Dazu müssen die Messingzapfen, die mit Sorelzement in den Fragmenten vergossen sind, freigelegt und entfernt werden. Auch dieser Arbeitsschritt soll händisch mit Hammer und Meißel durchgeführt werden.

### 6.4. Klebung und Verstiftung

Um den bei der Manipulation des Objektes auftretenden Kräften standhalten zu können, müssen die Fragmente verstiftet werden, da eine bloße Klebung dieser Aufgabe allein nicht gewachsen ist.<sup>166</sup> Zu Beginn wird ein kurzer Überblick über historische sowie gängige Materialien zur Klebung und Verstiftung von stark fragmentierten und schweren Steinobjekten geschaffen. Im Anschluss daran werden verschiedene Methoden zur Verklebung und Verstiftung diskutiert. Diese werden mit Beispielen aus der Praxis und den jeweiligen Literaturstellen näher beleuchtet. Daraufhin sollen die für den Torsturz des Heroon von Trysa maßgeblichen Anforderungen an Material und Methode gestellt und abschließend die passende Methode eruiert werden.

#### 6.4.1. Überblick über historische und rezente Materialien zur Verklebung und Verstiftung

Die Praxis, zwei oder mehr Bestandteile einer Steinskulptur miteinander zu verbinden, ist schon seit Jahrtausenden Teil des bildhauerischen Arbeitsprozesses und ist nicht nur auf Reparaturen oder Restaurierungen an bereits bestehenden Skulpturen beschränkt.

---

<sup>166</sup> Podany, J., Risser, E., Sanchez, E., Never before. Assembly of sculpture guided by the demands of disassembly, in: Ambers, J., Higgitt, C. (Hg.), Harrison, L. (Hg.), Saunders, D. (Hg.), Holding it all together. Ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation, London 2006, S.134-141, S.137.

Seit der griechischen und römischen Antike wurden Steinskulpturen nicht nur aus monolithischen Blöcken gearbeitet, sondern oft aus mehreren Teilen zusammengesetzt. Marmorskulpturen aus archaischer Zeit (700-500 v.Chr.), welche aus mehreren separaten Steinblöcken gearbeitet wurden, weisen dabei überwiegend Steinverbindungen auf.<sup>167</sup> Diese sind in Form von Zapfenverbindungen ausgeführt und erinnern in ihrer Ausführung an Holzarbeiten.<sup>168</sup> Um die Passgenauigkeit der steinernen Zapfenverbindung zu erhöhen, konnten mit Kalkmörtel oder Blei Unebenheiten, die bei der Ausarbeitung entstanden sind, ausgeglichen werden.<sup>169</sup> Zur zusätzlichen Sicherung der Steinverbindung wurden Metallstifte aus Eisen oder Bronze in eingebohrte Löcher gesteckt und mit Mörtel oder Blei fixiert.<sup>170</sup> Neben Kalkmörtel und Blei sind weitere Klebemittel aus antiker Zeit nachgewiesen worden. Dazu gehört ein Gemisch aus Kalk, Bienenwachs und Bleioxid, welches nachweislich zum Verkleben von Marmorteilen gedient hat.<sup>171</sup> Eine Mischung aus Baumharz und Kalk konnte auf ägyptischen Steinartefakten gefunden werden.<sup>172</sup> Ein Kleber aus Kalk und Kasein wurde an der Statue des Laokoon im Vatikan gefunden. Es wird davon ausgegangen, dass es sich dabei um Rückstände eines antiken Klebers handelt.<sup>173</sup> Kalk-Kasein wurde in weiterer Folge nachweislich vom 17. Jahrhundert bis in die heutige Zeit zum Kleben von Stein verwendet.<sup>174</sup> Erkenntnisse über die in der Antike verwendeten Materialien und Techniken werden größtenteils durch eine Bestandsanalyse im Zuge der Konservierung und Restaurierung von Objekten gewonnen, da kaum schriftliche Aufzeichnungen aus dieser Zeit vorhanden sind. Ab dem 17. Jahrhundert gibt es Literaturquellen, die explizit die Restaurierung von (antiken) Marmorskulpturen zum Thema haben. Dazu gehört Orfeo Bosellis unveröffentlichtes Manuskript *Osservazioni della Scoltura Antica* aus den 1650er Jahren.<sup>175</sup> Zur Verklebung und Verstiftung von Marmorfragmenten wird die Verwendung von Eisendübeln und -klammern beschrieben, welche eingebleit, mit Gips oder einer Rezeptur aus Harz, Bienenwachs und Marmormehl eingeklebt werden.<sup>176</sup> Die schädigende Wirkung rostenden Eisens wird bereits im selben Jahrhundert in den schriftlichen Quellen erwähnt und alternative Materialien wie

<sup>167</sup> Claridge, A., Ancient techniques of making joins in marble statuary, in: *Marble. Art historical and scientific perspectives on ancient sculpture*, California 1990, S. 135-162, S. 137.

<sup>168</sup> Ebenda.

<sup>169</sup> Ebenda, S. 138.

<sup>170</sup> Ebenda.

<sup>171</sup> Ebenda, S. 153.

<sup>172</sup> Ebenda, S. 154.

<sup>173</sup> Ebenda.

<sup>174</sup> Ebenda.

<sup>175</sup> Dent Weil, P., Contributions toward a history of sculpture techniques. 1. Orfeo Boselli on the restoration of antique sculpture, in: *Studies in Conservation*, Vol. 12, Nr. 3, 1967, S. 81-101.

<sup>176</sup> Dent Weil, P., Contributions toward a history of sculpture techniques. 1. Orfeo Boselli on the restoration of antique sculpture, in: *Studies in Conservation*, Vol. 12, Nr. 3, 1967, S. 81-101, S. 88-90.

Kupfer, Messing, verkupfertes- und verzinnertes Eisen werden von zahlreichen Autoren bis ins 19. Jahrhundert vorgeschlagen.<sup>177</sup>

Es lässt sich feststellen, dass die Materialauswahl zur Verklebung und Verstiftung von Steinfragmenten von der Antike bis ins 19. Jahrhundert relativ beschränkt gewesen ist. Erst im Laufe des 20. Jahrhunderts finden vor allem mit der Entwicklung von Kunststoffen und korrosionsfreien Werkstoffen neue Materialien Eingang in die Restaurierpraxis. In der derzeitigen Restaurierpraxis werden verschiedene metallische, polymere und keramische Werkstoffe verwendet.<sup>178</sup> Die häufigsten metallischen Werkstoffe zur Armierung (Verstiftung) in der Restaurierung in der heutigen Zeit sind rostfreier Stahl (Niro-Stahl) und Titan. Verstiftungen aus Titan wurden bei der Restaurierung von Architekturteilen auf der Akropolis in Athen eingesetzt, wo sie rostende Eisenklammern früherer Rekonstruktionen ersetzt haben.<sup>179</sup>

Beispiele polymerer Werkstoffe für Verstiftungen sind die Thermoplasten Nylon (Polyamid) und Teflon (Polytetrafluorethylen).<sup>180</sup> Durch Zugabe von Glas- und Karbonfasern zu den Kunststoffen erhält man Glasfaser- und Karbonfaserstifte, welche in der Restaurierung ebenfalls weit verbreitet sind.<sup>181</sup>

Unter den keramischen Werkstoffen werden Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Siliziumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) erwähnt.<sup>182</sup>

Gängige Klebemittel in der Steinrestaurierung sind Epoxid-, Polyester- und Acrylharze (meist Paraloid B-72) sowie mineralisch gebundene Mörtel auf Basis von Portlandzement (z.B. Weißzement), Kalk, natürlich hydraulischen Kalk und Trasszement.

---

<sup>177</sup> Eine detaillierte Auswertung der historischen Literaturquellen findet sich in der Diplomarbeit von Sophie Haake. Haake, S., Ein Beitrag zur Restaurierungsgeschichte. Historische Restaurierungsmaterialien in der Antikenrestaurierung anhand von ausgewählten Marmorskulpturen der Antikensammlung der Staatlichen Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz, Diplomarbeit, Fachhochschule Hildesheim/Holzwinden/Göttingen, Institut für Restaurierung, Hildesheim 2002.

<sup>178</sup> Eine ausführliche Beschäftigung mit rezenten Materialien und Techniken zur Verklebung und Verstiftung bietet die Diplomarbeit von John R. Glavan. Glavan, J.R., An evaluation of mechanical pinning treatments for the repair of marble at the Second Bank of the United States, Theses, University of Pennsylvania, 2004, S. 33.

<sup>179</sup> Papanikolaou, A., Zambas, C., The restoration of the Erechtheion, Athen 1987.

<sup>180</sup> Glavan, J.R., An evaluation of mechanical pinning treatments for the repair of marble at the Second Bank of the United States, Theses, University of Pennsylvania, 2004, S. 37-40.

<sup>181</sup> Ebenda, S. 38.

<sup>182</sup> Ebenda, S. 43-44.

#### 6.4.2. Methoden zur Verklebung und Verstiftung

Bei der am Objekt vorgefundenen Klebung und Verstiftung aus dem Jahr 1886 wurden Vierkantstäbe aus Messing in überdimensionierte Löcher mit Sorelzement vergossen und die Fragmente vollflächig mit Sorelzementmörtel verklebt (Abb. 73). Diese Art der Zusammenfügung von Fragmenten kann als Vollverbund bezeichnet werden, was im Folgenden genauer beleuchtet wird.

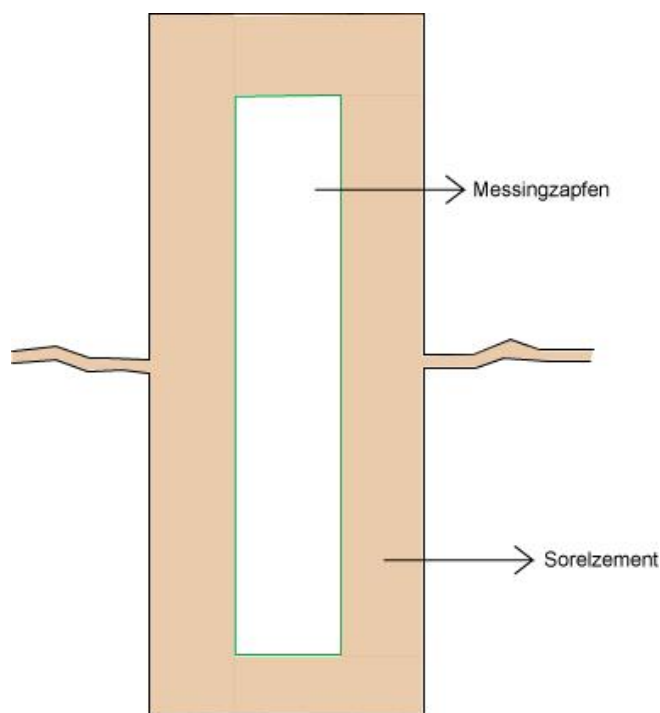


Abb. 73: Schematische Darstellung der am Objekt vorgefundenen Verklebung und Verstiftung.

Die am häufigsten angewendete Art der Verbindung von zwei Steinfragmenten wird in dieser Arbeit als Vollverbund bezeichnet (Abb. 74). Es findet dabei keine Trennung der klebenden und mechanischen Bestandteile (Zapfen, Stifte, etc.). Das heißt, dass die eingebrachte Armierung in beiden zu verbindenden Teile verklebt wird. Halbverbund bedeutet, dass ein Stift zur Armierung lediglich auf einer der beiden zu verklebenden Fragmente eingeklebt wird.<sup>183</sup>

Die Vollverbundmontage ist in der Beschaffung der Materialien und der Art ihrer Durchführung relativ unkompliziert. Die Klebung der Bruchfläche erfolgt entweder vollflächig oder punktuell. Bei der Verstiftung wird ein Rund- oder Vierkantstab in die vorgebohrten

<sup>183</sup> Die Begriffe „Vollverbund“ und „Halbverbund“ sind freie Übersetzungen der Bezeichnungen „fully bonded“ und „semi-bonded...joint“ für verschiedene Methoden zur Verklebung und Verstiftung von Steinfragmenten, wie sie im Artikel von Podany et al. 2006, S. 137. verwendet werden.

Löchern beider Fragmente eingeklebt, entweder mit einer mineralisch gebundener Klebemasse (Weißzementmörtel, Kalk-Trass-Sand) oder einem Kunstharzkleber (Epoxidharz, Polyester, Paraloid B-72) fixiert. Beim Einsatz von Epoxid- oder Polyesterharzklebern wird gelegentlich die Klebefläche vorab mit Paraloid B-72 isoliert, was das zukünftige Öffnen der Klebung erleichtern soll.

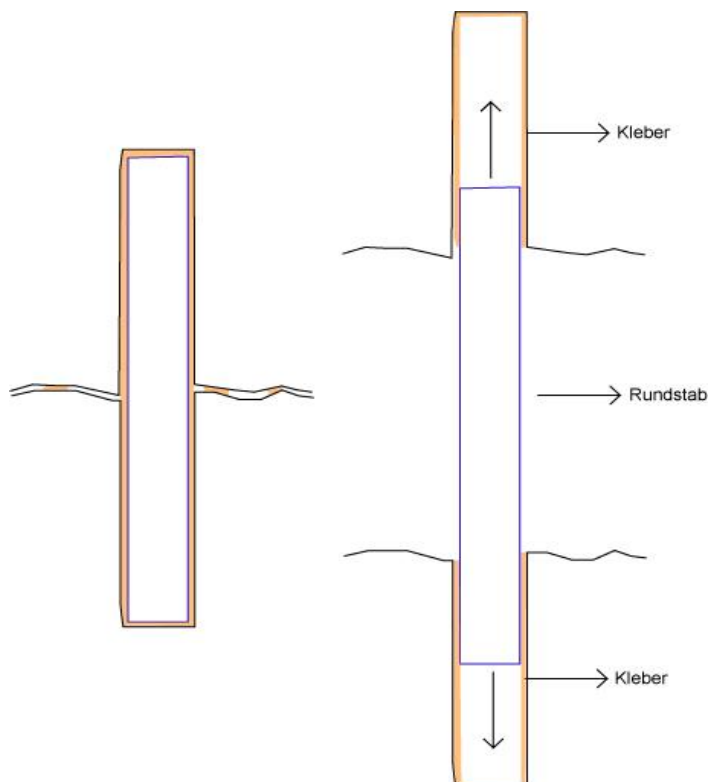


Abb. 74: Schematische Darstellung einer Vollverbundmontage.

In einer „Werkstätten-Mitteilung“ des österreichische Bundesdenkmalamt (BDA) aus dem Jahr 1986 wird für die Montage von Steindenkmälern im Außenbereich der Einsatz von Nirostahl-Dübeln in Epoxidharzverklebung vorgeschlagen.<sup>184</sup>

Zum Verbinden zweier Steinteile beim Versetzen von Denkmälern im Außenbereich beschreibt Wihr ebenfalls den Einsatz von Niro-Stahlstiften. Jedoch sollen diese nur in einem der beiden Teile mit Kunstharzmörtel verklebt, im anderen mit Trasszement-Kalk-Sand-Mörtel. Dadurch soll ein höheres Maß an Reversibilität gewährleistet werden.<sup>185</sup>

<sup>184</sup> BDA, Bundesdenkmalamt Österreich (Hg.), Steinkonservierung. Montage von Steindenkmälern, 1986. S.1-1, S.1. Leider liegt zum momentanen Zeitpunkt keine aktualisierte Version einer Empfehlung zum Versetzen von Steindenkmälern vor.

<sup>185</sup> Wihr, R., Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München 1986, S.134-135.

---

Bei der Restaurierung gebrochener Architekturteile aus Marmor an zahlreichen Denkmälern der Akropolis in Athen wurden Gewindestangen aus Titan als Armierung in die Fragmente eingebracht und anschließend mittels Weißzementmörtel verklebt.<sup>186</sup> Die Klebung der Bruchflächen erfolgte beidseitig mit Weißzementmörtel. Im Artikel wird betont, dass die Methode kaum reversibel ist und eine Ausweitung der Marmorteile um ca. 1 mm aufgrund der notwendigen Schichtdicke des Mörtels auf den Bruchflächen stattfindet.<sup>187</sup>

Der Artikel von K. M. Garland et al. behandelt die Zusammensetzung einer stark fragmentierten, lebensgroßen ägyptischen Kalksteinskulptur aus dem Bestand des Nelson-Atkins Museum of Art in Kansas City, Missouri. Dabei wurden Niro-Stahlstifte mittels Polyesterharz eingeklebt. Sämtliche Klebeflächen wurden vor der Klebung mit Paraloid B-72 isoliert.<sup>188</sup>

---

<sup>186</sup> Zambas, C., Ioannidou, M., Papanikolaou, A., The use of titanium reinforcement for the restoration of marble architectural members of the Acropolis monuments, in: *Studies in Conservation*, 31:sup1, 1986, S. 138-141.

<sup>187</sup> Ebenda, S.139.

<sup>188</sup> Garland, K.M., Rogers, J.C., The disassembly and reassembly of an Egyptian limestone sculpture, in: *Studies in Conservation*, 40, Nr. 1, 1995, S. 1-9, S.5-6

Beim Halbverbund findet eine teilweise Trennung des Klebmediums und der Armierung statt. Dabei wird der eingebrachte Stift, Zapfen, etc. nur in einem der zu klebenden Fragmenten verklebt, vorzüglich mit einem Klebstoff, welcher durch Lösemittel wieder gelöst werden kann (Paraloid B-72). Eine weitere Möglichkeit der Sicherung besteht darin, dass an einem Ende des Stiftes ein Gewinde angebracht wird, welches im dazu passenden Gegenstück in das Bohrloch eingedreht wird (Abb. 75). Auf der nicht verklebten Seite muss

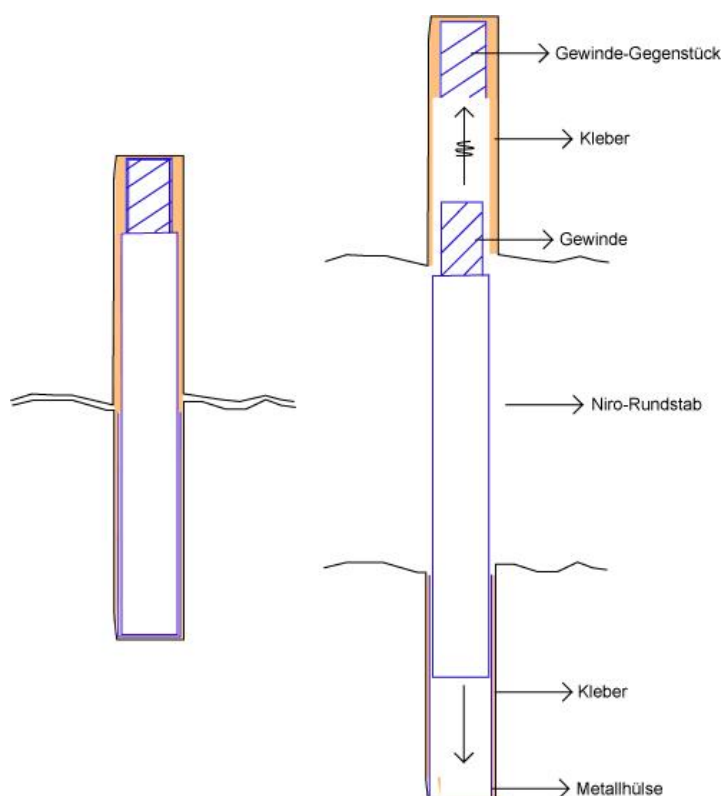


Abb. 75: Schematische Darstellung eines Halbverbundes.

der Stift entweder exakt in das Bohrloch oder in eine zuvor eingeführte Hülse passen, sodass es beim Auftreten von Scher- und Biegekräften nicht zum Versagen der Verbindung kommt.<sup>189</sup> Diese Methode weist im Vergleich zum Vollverbund eine sehr gute Reversibilität auf, ist jedoch weitaus aufwendiger in der Herstellung.

<sup>189</sup> Podany, J., Risser, E., Sanchez, E., Never before. Assembly of sculpture guided by the demands of disassembly, in: Ambers, J., Higgitt, C. (Hg.), Harrison, L. (Hg.), Saunders, D. (Hg.), Holding it all together. Ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation, London 2006, S.134-141, S.137.

Im Artikel von Podany et al. wird die Restaurierung einer fragmentierten, lebensgroßen Marmorskulptur des Kaisers Marc Aurel im Pergamon Museum in Berlin behandelt.<sup>190</sup> Bei der Zusammensetzung der Fragmente kam eine leicht veränderte Form der oben geschilderten Halbverbund-Methode zum Einsatz (Abb. 76). Die Statue war ursprünglich in zwei Teilen gearbeitet, dem unteren und oberen Teil des Torso. Beide Teile waren mittels eines Maromorzapfens miteinander verbunden, welcher in Aussparungen am unteren und oberen Teil eingepasst wurde. Da dieser im Laufe der Zeit verloren ging, entschied man sich, eine neue Sicherungskonstruktion anzubringen. Es wurden rechteckige Aluminiumboxen in den Aussparungen, eine am unteren Teil, eine am oberen, fixiert. Die obere Box wurde in die untere Box hineingeschoben. Die Oberseiten beider Boxen wurden dann mittels Epoxidharz (an der jeweiligen Bruchfläche) verklebt. Die Bruchfläche wurde vorab mit Paraloid B-72 isoliert. Die übereinandergeschobenen Boxen wurden zusätzlich mit Schrauben fixiert.<sup>191</sup>

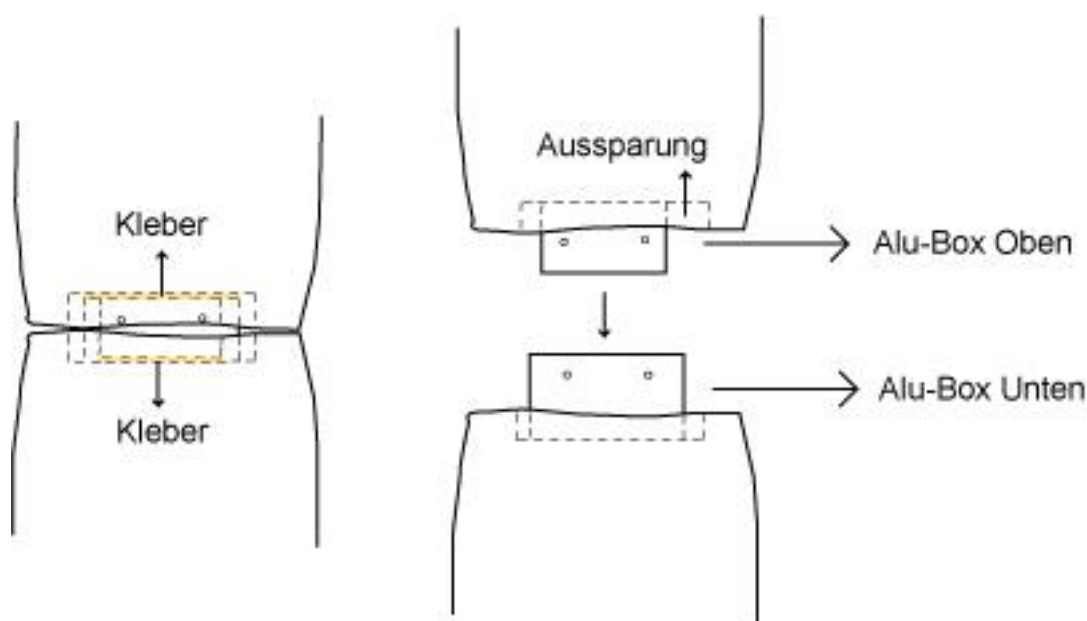


Abb. 76: Schematische Darstellung einer Halbverbundmontage.

<sup>190</sup> Podany, J., Risser, E., Sanchez, E., Never before. Assembly of sculpture guided by the demands of disassembly, in: Ambers, J., Higgitt, C. (Hg.), Harrison, L. (Hg.), Saunders, D. (Hg.), Holding it all together. Ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation, London 2006, S.134-141.

<sup>191</sup> Ebenda, S 138-139. Video der Montage auf Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=xyhaEvNdwRQ>. Zugriff 10.08.2020.

Die Vatikanischen Museen haben 2013 neue Methoden zur Zusammenfügung von gebrochenen Steinobjekten vorgestellt, mit dem Ziel, eine höchstmögliche Reversibilität durch die Trennung von Kleber und Armierung zu erreichen.<sup>192</sup> Eine Klebung findet prinzipiell nur an den Bruchflächen der Steinfragmente statt, die Stifte hingegen werden, im Gegensatz zu den bisher geschilderten Methoden, gar nicht verklebt.<sup>193</sup>

Auf Abbildung 77 ist eine Methode dargestellt, die vorallem bei Brüchen mit vertikalem Verlauf anzuwenden ist. Das Verankerungssystem besteht aus zwei Hülse, die in die Bohrlöcher eingeklebt werden. Die Hülse sind außen mit einem Gewinde versehen. Im hinteren Bereich der Hülse findet sich auch ein Innengewinde. Beide Gewinde dienen dazu,

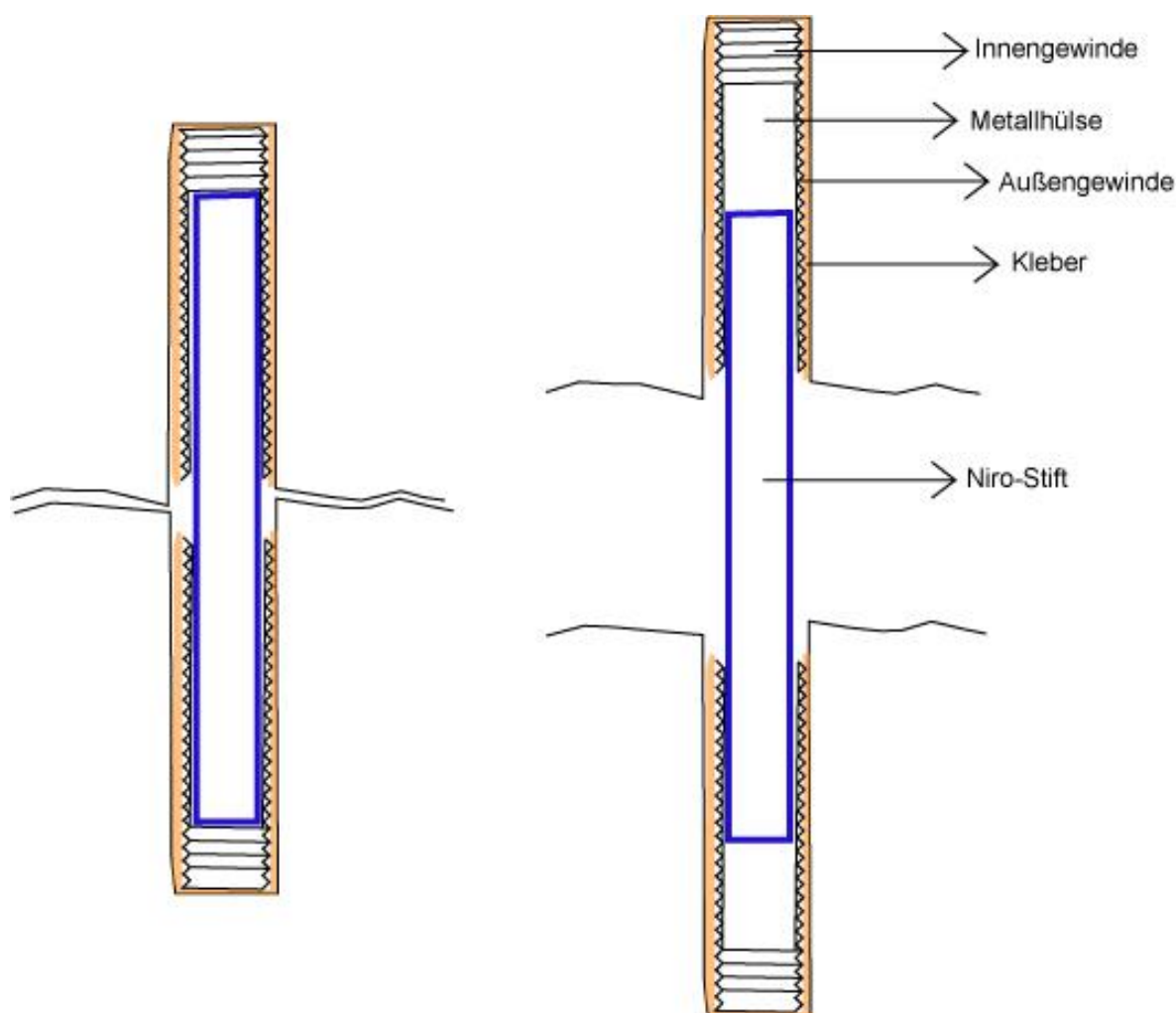


Abb. 77: Schematische Darstellung einer besonderen Form der Verstiftung.

<sup>192</sup> Devreux, G., Spada, S., Experiences in anchoring systems in the restoration of stone artefacts, in: IIC, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (Hg.), News in Conservation, 37, 2013, S. 11-16.

<sup>193</sup> Ebenda.

dass die Hülzen zu einem gegebenen Zeitpunkt mittels eines Spezialwerkzeuges wieder aus dem Loch herausgedreht werden können. Der Rundstab muss lediglich eingeschoben werden, bevor die Bruchflächen verklebt werden.<sup>194</sup>

Folgende Methode ist für Fragmente, die nach unten abhängen, vorgesehen (Abb. 78).<sup>195</sup> Es handelt sich dabei um eine Art „Anti-Fall“ System, welches auch dann noch hält, wenn die Klebung auf der Bruchfläche versagt.

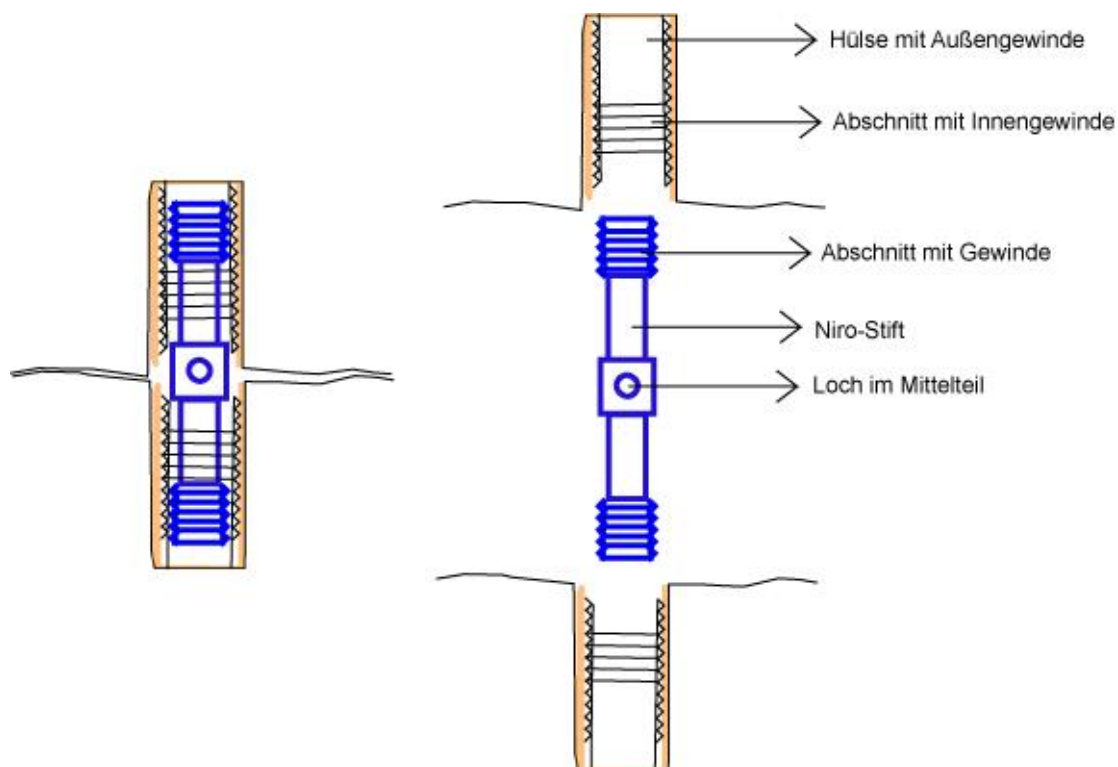


Abb. 78: Schematische Darstellung des vatikanischen Anti-Fall Systems.

<sup>194</sup> Devreux, G., Spada, S., Experiences in anchoring systems in the restoration of stone artefacts, in: IIC, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (Hg.), News in Conservation, 37, 2013, S. 11-16, S.13.

<sup>195</sup> Ebenda.

### 6.4.3. Adaption für die Fragmente des Torsturzes

Verschiedene Methoden zur Verklebung und Verstiftung von Steinfragmenten wurden vorgestellt. Wie oben dargelegt, unterscheidet man dabei zwischen Vollverbund und Halbverbund. Beim Vollverbund wird die eingebrachte Armierung beidseitig, beim Halbverbund nur einseitig verklebt. Beim Kleben schwerer Steinfragmente kommt meist ein Reaktionsharzkleber (Epoxid, Polyesther) zum Einsatz. Aufgrund der Beständigkeit gegen Lösemittel gelten diese als irreversibel. Um trotzdem ein gewisses Maß an Reversibilität gewährleisten zu können, wird zwischen Steinbruchfläche und Reaktionsharz oft ein lösliches Kunstharz, z.B. Paraloid B-72, aufgebracht.<sup>196</sup> Diese Art der Verklebung wird in der Literatur als Sandwichmethode bezeichnet.<sup>197</sup>

Die Methode zur Verklebung und Verstiftung der Fragmente des Torsturzes soll vor allem möglichst unkompliziert in der Durchführung und der Beschaffung der Materialien sein und ein gewisses Maß an Reversibilität bei gleichzeitiger Stabilität aufweisen.

Zahlreiche Gespräche zwischen dem Institut für Konservierung und Restaurierung, Fachbereich Stein, und dem Restaurator der Antikensammlung des Kunsthistorischen Museums führten zu einer Einigung, welche im folgenden Absatz vorgestellt wird.

Es soll eine Form des Vollverbunds zur Ausführung gebracht werden (Abb. 79). Die verschiedenen Möglichkeiten zur Verklebung und Verstiftung von Steinfragmenten sind im Text weiter oben beschrieben. Zur Verbindung der Steinfragmente sollen Gewindestangen ( $\varnothing$  20 mm, teilweise geringer) aus Niro-Stahl verwendet werden, welche beidseitig mittels Epoxidharz in die vorbereiteten Löcher eingeklebt werden. In diesem Fall bietet die Verwendung von Epoxidharz einige Vorteile bei der praktischen Umsetzung der Arbeiten. Dazu gehören die, im Vergleich zu mineralisch gebundenen Klebemörteln, relativ geringe Aushärtungszeit von wenigen Stunden sowie eine höhere Stabilität der Klebung.

---

<sup>196</sup> Podany, J., Garland, K.M., Freeman, W.R., Rogers, J., Paraloid B-72 as a structural adhesive and a barrier within structural adhesive bonds. Evaluations of strength and reversibility, in: *Journal of the American Institute for Conservation*, Vol.40, Nr. 1, 2001, S. 15-33.

<sup>197</sup> Bucher-Fiuza, S., *Klebstoffe in der Keramikrestaurierung*, in: TU-München (Hg.), *Museum of the Terracotta Army, Annual Report 2007-2009*, München 2010, S. 19-23.

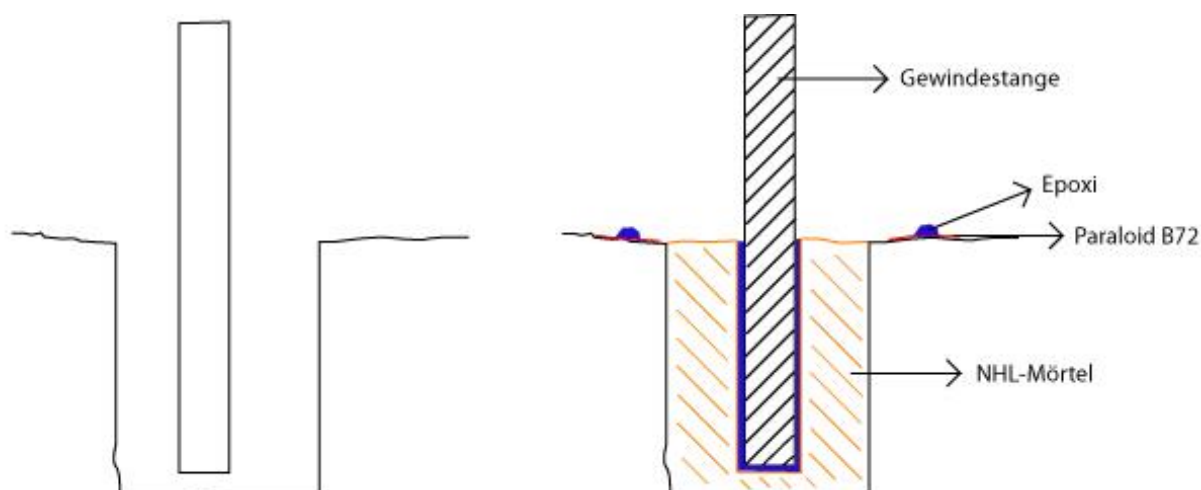


Abb. 79: Schematische Darstellung der Verklebung und Verstiftung.

Es sollen möglichst keine zusätzlichen Löcher gebohrt werden, da dies die Gefahr weiterer Ausbrüche am Stein bergen würde. Vorzuziehen wäre die Nutzung der bereits in ausreichender Zahl vorhandenen, ausgestemmtten Löcher. Von Fall zu Fall wird es jedoch notwendig sein, die vorhandenen Löcher tiefer zu bohren. Da die bereits vorhandenen Löcher in ihrer Breite deutlich überdimensioniert sind, sollen diese mittels eines mineralisch gebundenen Mörtels ausgefüllt werden. Für das Bindemittel des Mörtels soll auf einen natürlich hydraulischen Kalk (NHL 5) mit Zuschlag aus einem Kalksteinsand zurückgegriffen werden. Im Vergleich zu einem Weißzement- oder Trasszementmörtel fallen bei einem NHL-Mörtel (NHL 5) die Härte und Festigkeiten deutlich geringer aus. Dadurch ist es möglich, den Mörtel bei Bedarf leichter wieder zu entfernen. Ist der Mörtel ausgehärtet, sollen passende Löcher für die Gewindestangen gebohrt werden. Diese sollen dann mittels Epoxidharz verklebt werden. Die Gewindestangen werden so nicht direkt mit dem Stein verklebt, sondern mit der Mörtelschicht. Diese stellt somit auch die gewünschte Schwachstelle („Sollbruchstelle“) der Klebung dar.

Die Verklebung der Bruchflächen soll punktuell mittels Epoxidharzkleber durchgeführt werden. Vorab sollen sämtliche Klebeflächen mit Paraloid B72 isoliert werden. Dabei handelt es sich um die sogenannte Sandwichmethode<sup>198</sup> welche das zukünftige Öffnen der Klebung erleichtern soll, da das zwischen Stein und Epoxidharz befindliche Paraloid mit organischen Lösemitteln gelöst werden kann.

Die Verwendung von Kunstharzkleber erhöht die Passgenauigkeit im Vergleich zur ehemaligen Verklebung mit Sorelzementmörtel deutlich. Die bei mineralisch gebundenen

<sup>198</sup> Bucher-Fiuza, S., Klebstoffe in der Keramikrestaurierung, in: TU-München (Hg.), Museum of the Terracotta Army, Annual Report 2007-2009, München 2010, S. 19-23.

Klebemörteln notwendige Schichtdicke von bis zu einigen Millimetern entfällt bei der Klebung mit Kunstharz.

Aufgrund der Ausmaße des Objekts (über 3 m Länge, 1 m Höhe, Tiefe von etwa 25 cm) muss eine geeignete Vorgangsweise zur Zusammensetzung der Fragmente gefunden werden. Angelehnt an eine Methode aus dem Artikel von Podany et al. ergab sich folgende Überlegung für den Torsturz.<sup>199</sup> Anstatt auf einer Seite zu beginnen, die Fragmente eins nach dem anderen aneinanderzukleben, sollen größere Verbände geschaffen werden welche schlussendlich das fertige Objekt bilden (Abb.80). Abbildung 81 zeigt die Kartierung der geplanten Verstärkungen.

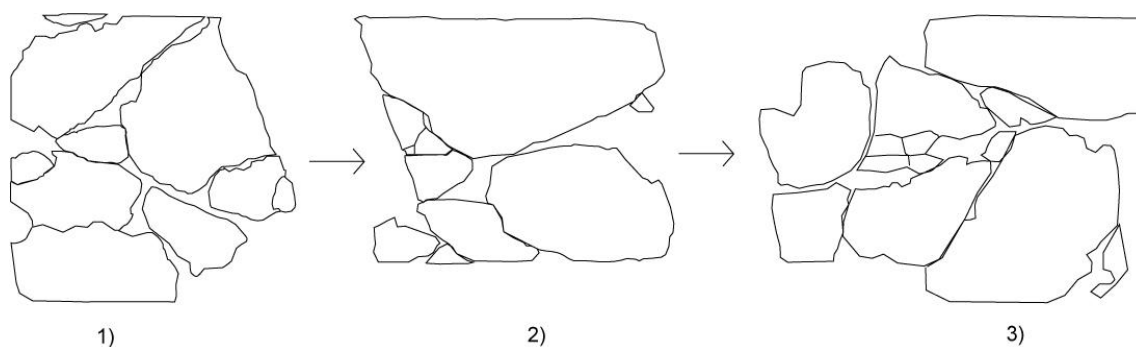


Abb. 80: Schematische Darstellung der geplanten Zusammensetzung der Fragmente.

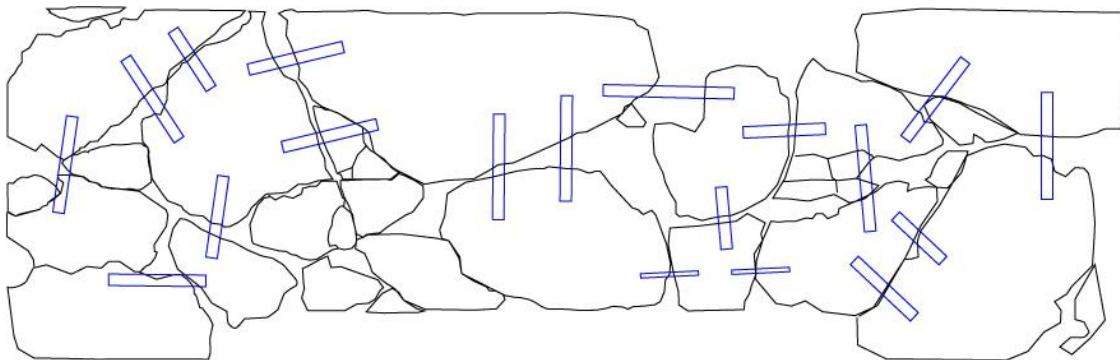


Abb. 81: Kartierung der geplanten Niro-Gewindestangen.

<sup>199</sup> Podany, J., Risser, E., Sanchez, E., Never before. Assembly of sculpture guided by the demands of disassembly, in: Ambers, J., Higgitt, C. (Hg.), Harrison, L. (Hg.), Saunders, D. (Hg.), Holding it all together. Ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation, London 2006, S.134-141, S. 141.

## 6.5. Ergänzung der Fehlstellen

Die Ergänzung von Fehlstellen an fragmentierten Steinobjekte kann sehr vielfältig ausgeführt werden. Zum einen sollen konservatorische Aufgaben, i.e. das Schließen von Fehlstellen, zum anderen ästhetische Ansprüche, z.B. durch Rekonstruktion fehlender Teilen am Objekt, erfüllt werden.

An eine Steinerfüllungsmasse für Objekte aus dichtem Kalkstein im Innenbereich sind verschiedene Anforderungen gestellt. Die wichtigsten konservatorischen Ansprüche an die Ergänzungsmasse werden im Folgenden aufgeführt.

Um die Haftung des Ergänzungsmörtels auf dem Naturstein zu garantieren, darf keine Originalsubstanz entfernt werden, wie dies z.B. beim Aufrauen mit einem Zahneisen, Stockhammer o.ä. der Fall ist.<sup>200</sup> Mit der Ergänzungsmasse darf kein Eintrag von leichtlöslichen Schadsalzen stattfinden, wie es zum Beispiel beim Sorelzement zu erwarten wäre (Chloride). Um einen möglichst hohen Grad an Reversibilität erreichen zu können, soll der Ergänzungsmörtel nicht härter als der umliegende Stein sein, damit er relativ leicht und ohne weitere Schäden am Stein zu verursachen wieder entfernt werden kann.<sup>201</sup>

Die ästhetischen Ansprüche betreffen im Wesentlichen die Farbe und Struktur des Mörtels, welche maßgeblich durch die Art des Bindemittels und Zuschlags gesteuert werden können. Kennwerte eines Mörtels, wie sie unter den Bedingungen im bewitterten Außenbereich relevant sind, wie etwa Porosität, Wasserdampfdiffusion und thermische- und hygri sche Dilatation sind für Objekte im Innenbereich eher als zweitrangig zu betrachten. Außerdem sollten möglichst gesundheitsschonende Materialien zum Einsatz kommen, welche keine Gefährdung für den/die Bearbeiter/in darstellen.<sup>202</sup>

### 6.5.1. Methoden zur Ergänzung von Fehlstellen

Im Artikel von Griswold et al. werden zwei grundlegende Techniken zum Ergänzen von Fehlstellen an Steinobjekten vorgeschlagen, „Replacement“ und „Plastic Repair“.<sup>203</sup> Unter „Replacement“ versteht man Ergänzungen, die in Form von Steinvierungen oder der Fehlstelle angepassten, vorgefertigten Ergänzungen aus Kunststein durchgeführt werden.

---

<sup>200</sup> Griswold, J., Uricheck, S., Loss compensation methods for stone, in: Journal of the American Institute for Conservation, Vol.37, Nr.1, 1998, S. 89-110, S.90.

<sup>201</sup> Wihr, R., Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München 1986, S.120.

<sup>202</sup> Griswold, J., Uricheck, S., Loss compensation methods for stone, in: Journal of the American Institute for Conservation, Vol.37, Nr.1, 1998, S. 89-110, S.91.

<sup>203</sup> Griswold, J., Uricheck, S., Loss compensation methods for stone, in: Journal of the American Institute for Conservation, Vol.37, Nr.1, 1998, S. 89-110.

„Plastic Repair“ meint das Ergänzen der Fehlstelle mit einer plastisch formbaren Masse (Mörtel), welche direkt in der Fehlstelle aushärtet.<sup>204</sup>

Die Wahl der Methode wird von verschiedenen Faktoren abhängig gemacht. Ausschlaggebend ist vor allem die Größe der Fehlstelle. Große und auskragende, sowie statisch belastete Fehlstellen werden eher in Form von Vierungen geschlossen, wohingegen kleinere Fehlstellen oft mit Ergänzungsmassen gefüllt werden. Wichtig zu beachten sind auch mögliche Kräfte, die auf die Ergänzung wirken, z.B. statische Belastungen. Außerdem ist die Wahl der Methode von vorhandenen Ressourcen (Material und Budget) abhängig.<sup>205</sup>

Fällt die Entscheidung auf das Anfertigen von Natursteinvierungen, ist zu beachten, dass ein möglichst ähnlicher Stein zum Einsatz kommt. Außerdem ist es oft schwierig, die gealterte Oberfläche auf den Vierungen zu imitieren. Bei Vierungen aus Kunststein ist es leichter möglich die Oberfläche des Objektes nachzustellen.<sup>206</sup>

Bei plastischen Ergänzungen größeren Volumens und Gewichts ist das Einbringen von Armierungen meist unerlässlich. Die Materialvielfalt ähnelt dabei der im Kapitel zur Verstiftung vorgestellten Auswahl. Die verschiedenen metallischen, polymeren und keramischen Materialien werden dabei in Form von Drähten, Nadeln und Dübeln verarbeitet.<sup>207</sup> Möglich ist auch der Einsatz gewebter Materialien.

---

<sup>204</sup> Griswold, J., Uricheck, S., Loss compensation methods for stone, in: Journal of the American Institute for Conservation, Vol.37, Nr.1, 1998, S. 89-110, S.90-91.

<sup>205</sup> Ebenda, S.92.

<sup>206</sup> Ebenda, S.93.

<sup>207</sup> Ebenda, S.93.

### 6.5.2. Materialien für die Ergänzungsmasse

Steinergänzungsmassen bestehen aus Bindemittel, Zuschlag und weiteren Zusätzen zur Vergütung des Mörtels. Von Nimmrichter empfohlene Ergänzungsmassen für dichte Kalksteine enthalten als Bindemittel Weißzement unter Zugabe von Acrylharzdispersionen im Anmachwasser (10%).<sup>208</sup> Nach Wihr genügt aber bereits eine 1% Acrylharzdispersion im Anmachwasser.<sup>209</sup> Der Acrylatanteil dient vor allem einer besseren Haftung des Ergänzungsmörtel am dichten Kalkstein.<sup>210</sup>

Den meisten Steinrestauratoren ist die Tatsache leidlich bekannt, dass es bei der Entfernung von zementgebundenen Ergänzungsmassen häufig zu massiven Folgeschäden am darunter liegenden Naturstein kommt. Nach einem Zitat aus Wihrs „Restaurierung von Steindenkmälern“, demgemäß man „es nicht bei einem vor Jahren oder gar Jahrzehnten einmal gefundenen Rezept für Steinergänzungsmassen belassen“ sollte, wird eine Testreihe zur Findung einer neuen Steinergänzungsmasse für den dichten Kalkstein aus Trysa angelegt.

---

<sup>208</sup> Nimmrichter, J., Ergänzungsmassen in der Steinkonservierung, in: IIC Österreich (Hg.), 20 Jahre Steinkonservierung 1976-1996. Bilanz und Perspektiven (Restauratorenblätter 17), 1996, 135-141, S.141.

<sup>209</sup> Wihr, R., Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München 1986, S.117.

<sup>210</sup> Nimmrichter, J., Ergänzungsmassen in der Steinkonservierung, in: IIC Österreich (Hg.), 20 Jahre Steinkonservierung 1976-1996. Bilanz und Perspektiven (Restauratorenblätter 17), 1996, 135-141, S.137.

### 6.5.3. Testreihe

Der Testreihe vorausgehend sollen die notwendigen Anforderungen an die Ergänzungsmasse definiert werden. Durch die Aufstellung des Objektes im geschützten Innenbereich ergeben sich eine relativ geringe Anforderungspalette an die Ergänzungsmasse. Diese soll sich aus einem mineralischen Bindemittel und kalkhaltigen Zuschlägen zusammensetzen. Dem Anmachwasser soll möglichst keine Acrylharzdispersion zugesetzt werden. Die Farbe und Struktur des Mörtels soll sich gut an die Originaloberfläche des Steines anpassen. Außerdem sollen die Härte und Festigkeiten der Ergänzungsmasse geringer als die des Steines sein.

Als Bindemittel der Ergänzungsmasse für den Torsturz von Trysa soll ein natürlich-hydraulischer Kalk (NHL 5, Fa. Otterbein) verwendet werden. Ein NHL 5 Normmörtel weist nach 29 Tagen eine Druckfestigkeit von  $\geq 5 \text{ N/mm}^2$  (EN 459-1)<sup>211</sup> auf. Im Vergleich dazu liegt die Druckfestigkeit von dichten Kalksteinen zwischen 75 bis 240  $\text{N/mm}^2$ .<sup>212</sup> Die Festigkeit des NHL-Mörtels liegt also auf jeden Fall unter der des Kalksteins. Nachdem die Härte und Festigkeit des Mörtels durch die Wahl des Bindemittels eingegrenzt worden ist, liegt das Hauptaugenmerk im weiteren Verlauf der Testreihe auf der Farbe und Struktur, also der ästhetischen Eigenschaften, des Mörtels.

Als Zuschlag werden drei verschiedene Sande mit einer Korngröße von 0-1 mm ausgewählt. Der Marmorsand (Cararra) weist einen kühlen Weißton, der Sand aus St. Margaretener Kalkarenit einen warmen Weißton und der Sand einer italienischen Brekzie einen leicht beige und rosafarbenen Farbton auf. Das Verhältnis von Bindemittel zu Zuschlag (Raumteile) beträgt 1:3.

Es wurden vier Mörtelproben angefertigt (Abb. 81). 1) zeigt die Probe mit Marmorsand aus Cararra, 2) mit weißem Sand aus St. Margaretener, 3) mit dem beige-rosa Brekziensand und 4) eine Mischung von St. Margaretener Sand und Brekziensand im Verhältnis 1:1.

Mörtel 2), die Mischung aus St. Margaretener weiß und NHL 5 konnte durch seine Farbe und Struktur überzeugen und wird für die Ergänzung der Fehlstellen am Torsturz angewendet werden.

---

<sup>211</sup> Technisches Merkblatt, Rofix NHL 5.

<sup>212</sup> Hugues, T., Steiger, L., Weber, J., Naturwerkstein. Gesteinsarten, Details, Vorkommen, München 2002, S.94-95.



Abb. 81: Abbildung Mörtelestreihe.

#### 6.5.4. Ergänzungsmasse für den Torsturz

Die ausgewählte Ergänzungsmasse wird bei kleineren Fehlstellen entweder direkt, bei entsprechend größeren Fehlstellen auf einem davor angetragenen, gröberen Mörtel aufgebracht werden. Der gröbere Mörtel besteht aus einem Zuschlag aus grobem Kalksteinsand (0-5mm) und dem Bindemittel NHL 5. Dabei handelt es sich um dieselbe Mischung wie der eigentliche Ergänzungsmörtel, jedoch wurde ein Teil des feinen Sandes (0-1 mm) durch gröberen Sand (0-5 mm) ersetzt. Das Verhältnis von Bindemittel zu Zuschlag beträgt 1:3. Da die Optik des groben Mörtels nicht relevant für das Erscheinungsbild des Objekts ist, war es nicht notwendig, diesen in die Testreihe aufzunehmen. Der Mörtel wird durch Zugabe von Wasser auf eine plastische Konsistenz gebracht und mit einer Kelle oder Spachtel aufgetragen. Lässt sich der Mörtel nicht mehr plastisch verformen, wird die oberste Schicht (Sinterschicht) durch Abkratzen abgenommen. Außerdem muss der Mörtel regelmäßig über Tage befeuchtet werden, um ein frühzeitiges Austrocknen zu verhindern.

### 6.5.5. Fragment oder Rekonstruktion

Dem Diskurs vorangestellt sei Artikel 9 aus der Charta von Venedig:

Die Restaurierung ist eine Maßnahme, die Ausnahmecharakter behalten sollte. Ihr Ziel ist es, die ästhetischen und historischen Werte des Denkmals zu bewahren und zu erschließen. Sie gründet sich auf die Respektierung des überlieferten Bestandes und auf authentische Dokumente. Sie findet dort ihre Grenze, wo die Hypothese beginnt. Wenn es aus ästhetischen oder technischen Gründen notwendig ist, etwas wiederherzustellen, von dem man nicht weiß, wie es ausgesehen hat, wird sich das ergänzende Werk von der bestehenden Kopie abheben und den Stempel unserer Zeit tragen. Zu einer Restaurierung gehören vorbereitende und begleitende archäologische, kunst- und geschichtswissenschaftliche Untersuchungen.<sup>213</sup>

Aufgrund der Lagerung und Ausstellung des Objektes im Innenbereich besteht keine direkte konservatorische Notwendigkeit in der Ergänzung der Fehlstellen am Objekt. Es eröffnet sich jedoch ein geisteswissenschaftlicher Diskurs im Umgang mit den Fehlstellen am Relief des Torsturzes von Trysa.

Eine Option besteht darin, den fragmentarischen Charakter des Objektes beizubehalten. Die Fehlstellen werden entweder gar nicht oder unter das Niveau der Objektoberfläche geschlossen. Diese Praxis ist bei archäologischen Funden nicht unüblich. Das Fragment birgt einen potentiellen Erkenntnisgewinn, welcher durch die formale Schließung der Fehlstelle blockiert werden könnte. Das gilt vor allem, wenn dabei nicht auf authentische Dokumente zurückgegriffen werden kann. Wird das „Fragmentarische“ des Objekts in den Vordergrund gestellt, wirkt dies jedoch eher gegen die oben zitierte „ästhetische Erschließung“ des Objekts.

Eine weitere Möglichkeit ist die formale Rekonstruktion fehlender Oberflächenbereiche unter Berücksichtigung der historischen Bildquellen, welche in diesem Fall *authentische Dokumente* darstellen. Photographien von Wilhelm Burger, sowie Radierungen von George Niemann zeigen das Objekt vor dem Transportschaden am Fundort Trysa. Mithilfe dieser Abbildungen ist es prinzipiell möglich, Fehlstellen am Relief des Torsturzes annähernd zu rekonstruieren. Es sei jedoch angemerkt, dass jegliche Abbildung bereits eine Form der Interpretation darstellt, die einer kritischen Betrachtung unterzogen werden muss.

---

<sup>213</sup> Charta von Venedig 1964.

Die Ikonografie der Reliefdarstellungen ist in zahlreichen Publikationen, beginnend mit der Arbeit von Otto Benndorf 1889, geklärt worden. Sämtliche darauffolgende Arbeiten beziehen sich auf die Erläuterungen Benndorfs sowie auf die oben erwähnten Photographien und Radierungen. Diese wurden, aufgrund des desaströsen Zustands des Objektes, stets als *authentische Dokumente* und somit als Forschungsgrundlage herangezogen.

Bei der Rekonstruktion der Fehlstellen unter Zuhilfenahme dieses Bildmaterials läge also weniger Gefahr in der Verfälschung der Darstellung, als in der ästhetischen Aufwertung der fragmentierten und unleserlichen Oberfläche.

Fehlstellen sollen also soweit rekonstruiert werden, wie dies zum Erreichen eines ästhetisch ansprechenden Erscheinungsbildes und der Wiederherstellung der Lesbarkeit der Reliefdarstellung notwendig ist.

## 6.6. Sicherungskonstruktion

Aufgrund der Ausmaße des Objekts ist es notwendig, erneut eine äußere Sicherungskonstruktion anzubringen. Aus den Akten der Antikensammlung des Jahres 1886 geht bereits hervor, dass zur zusätzlichen Sicherung des stark fragmentierten Objektes ein Eisenrahmen, welcher das Objekt umspannt, als notwendig empfunden wurde.<sup>214</sup> Anstatt des alten klobigen und schweren Eisenrahmens soll jedoch eine leichtere und elegantere Alternative dazu gefunden werden.

Bei der Literaturrecherche ergab sich, dass überaus wenige Vergleichsbeispiele zu der Sicherungskonstruktion, wie sie im Jahr 1886 beim Torsturz von Trysa angewandt wurde, existieren. Jedoch fanden und finden vergleichbare Eisenmanschetten, Eisengurte oder Eisenbänder Einsatz in der Sicherung von Säulen – hier selbstverständlich in runder Ausführung. Ein Beispiel stellt die Säule zu Ehren Kaiser Markians, eines oströmischen Kaisers des 5. Jahrhunderts, in Istanbul dar.<sup>215</sup> Zur Sicherung der bei einem Erdbeben im Jahr 1894 beschädigten Säule wurden Eisenmanschetten sowohl um den Schaft als auch um die rechteckige Plinthe gespannt.<sup>216</sup>

Bei der von Boselli beschriebenen Methode zur Restaurierung antiker Reliefplatten aus Marmor werden die Fragmente des Reliefs mit Gips auf eine Marmorplatte geklebt. Die

<sup>214</sup> Österreichisches Staatsarchiv, Haus-, Hof- und Staatsarchiv, Hofarchive, Privat- und Familienfonde (12.Jh.-1922), Oberstkämmereramt, Schatzverzeichnisse, Inventare, Bücherverzeichnisse und Generalinventur, Kunst- und Naturhistorische Sammlungen Serie D (1773-1929), Karton 94, (1885-1886), 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. 3757, ex **1886**.

<sup>215</sup> Erdem, A., Ozakin, R., The column of Marcian/Kıztaşı in Istanbul and an evaluation of its restorations, in: D'Ayala, D. (Hg.), Fodde, E. (Hg.), Structural analysis of historic construction, London 2008, S.1167-1173, S.1167.

<sup>216</sup> Erdem, A., Ozakin, R., The column of Marcian/Kıztaşı in Istanbul and an evaluation of its restorations, in: D'Ayala, D. (Hg.), Fodde, E. (Hg.), Structural analysis of historic construction, London 2008, S.1167-1173, S.1170.

Marmorplatte dient dabei einerseits als Arbeitsbehelf während der Ergänzungsarbeiten, andererseits als stabilisierende Rückenplatte des fertig restaurierten Reliefs.

Die Idee einer massiven Grundplatte zur Sicherung stark fragmentierter Objekte wurde auch bei der Restaurierung eines Objekts durch das Institut für Konservierung und Restaurierung umgesetzt.<sup>217</sup> Dabei handelt es sich um einen römischen Steinsarkophag (Fundort Leithaprodersdorf), welcher in 250 Bruchstücken vorlag. Diese wurden mit Epoxidharz verklebt und mit Armierungen aus Niro-Stahl versehen. Trotzdem war das Objekt nach der Restaurierung nicht stabil genug, sein eigenes Gewicht zu tragen. Aus diesem Grund wurde eine Grundplatte aus bewehrtem Beton angefertigt, welche an die Unterseite des Sarkophags angepasst wurde.

#### 6.6.1. Anforderungen an die Sicherungskonstruktion für den Torsturz

Die wichtigsten Anforderungen an die neue Sicherungskonstruktion für den Torsturz werden im Folgenden aufgelistet:

- Reversibilität, nur mechanische Verbindung mit dem Objekt
- So wenig wie möglich invasiv – möglichst keine neuen Bohrlöcher
- Korrosionsbeständiges Material – Niro-Stahl
- Möglichst geringer Materialaufwand, möglichst geringes Gewicht
- Möglichst geringe Kosten
- Möglichst wenig sichtbar von der Reliefseite

Die Konstruktion soll nicht mit dem Objekt verklebt, sondern rein mechanisch mit demselben verbunden werden. Es soll darauf Rücksicht genommen werden, bereits bestehende Löcher an der Unterseite der „Platte“ in die Planung miteinzubeziehen, damit so wenig wie möglich neue Löcher gebohrt werden müssen. Ein wichtiger Faktor ist die Verwendung von korrosionsfreiem Material wie Niro-Stahl, um Folgeschäden, wie sie in der Vergangenheit entstanden sind, zu vermeiden. Um das Handling und den Transport, sowie die geplante Ausstellung des Objekts zu erleichtern, soll die Konstruktion ein möglichst geringes Gewicht aufweisen. Ein geringer Materialaufwand bedeutet auch gleichzeitig geringere Kosten. Betreffend das ästhetische Erscheinungsbild des Objektes soll die Sicherungskonstruktion von der Schauseite (Relief) möglichst wenig sichtbar sein.

---

<sup>217</sup> Weidinger, T., Geschichte in Trümmern. Die Konservierung eines römischen Sarkophags. Ein archäologischer Bodenfund aus Leithaprodersdorf, Vordiplom, Wien 2016.

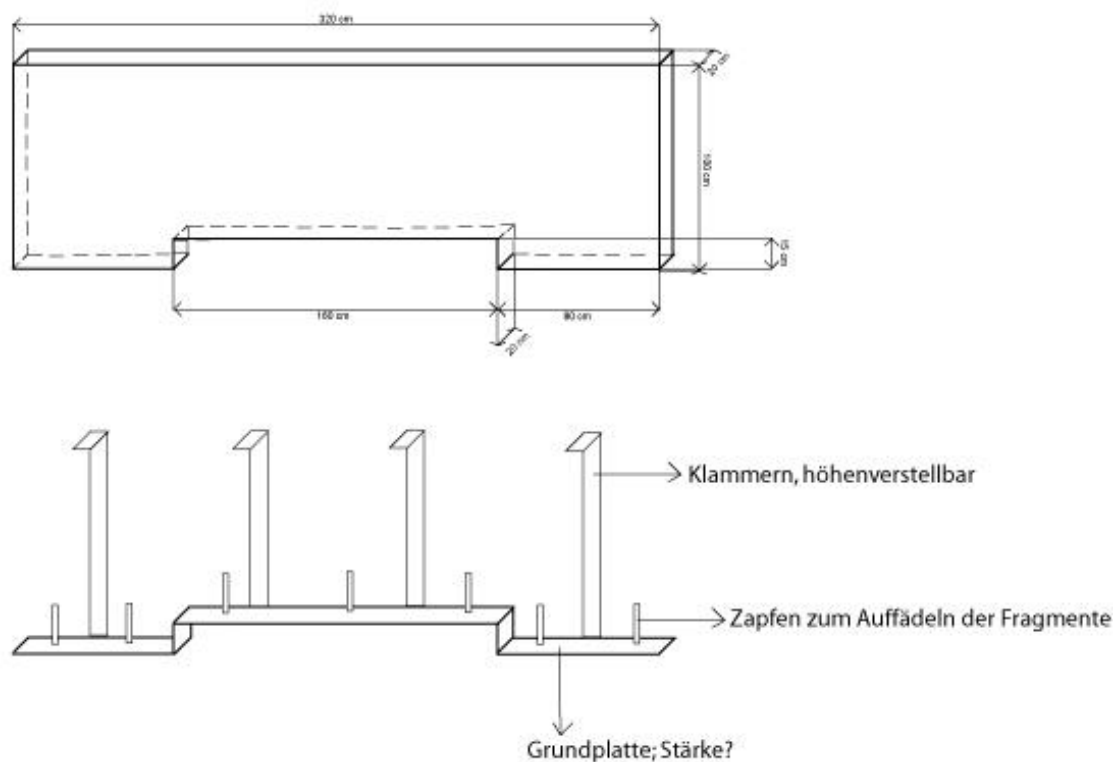


Abb. 82: Schematische Darstellung des Objekts mit Bemaßung (oben); schematische Darstellung der neuen Sicherungskonstruktion bestehend aus Grundplatte, senkrechten Zapfen und Klammern (unten)

In Absprache mit Günther Fleischer<sup>218</sup>, konnte das Konzept zu einer Sicherungskonstruktion, welche den oben gestellten Anforderungen genügt, erstellt werden (Abb. 82). Das Hauptstück der neuen Sicherungskonstruktion soll aus einer etwa 20 cm breiten und etwa 3 cm starken Grundplatte aus Niro-Stahl bestehen, welche an die Form des fertig zusammengesetzten Objekts angepasst wird. Dazu muss vorab ein genaues Holzmodell angefertigt werden, welches dem Schlosser als Leitfaden zur Anfertigung der Platte dienen soll. Auf der Grundplatte werden senkrecht stehende Zapfen aufgeschweißt, auf denen das Objekt „aufgefädelt“ wird. Zur zusätzlichen Sicherung sollen auf der Rückseite der Grundplatte höhenverstellbare Klammer angebracht werden, mithilfe derer das Objekt festgespannt werden soll. Außerdem soll die Konstruktion zugleich für die Aufstellung des Objekts dienlich sein.

<sup>218</sup> DI Dr. Günther Fleischer, OFI – Österreichisches Institut für Chemie und Technik.

## 7. Durchgeführte Maßnahmen

Im folgenden Kapitel wird die Durchführung der im Konzept zur Konservierung und Restaurierung diskutierten Maßnahmen am Objekt beschrieben.

### 7.1. Trockenreinigung

Zunächst musste das Objekt von einer dicken Staubschicht befreit werden (Abb. 83). Dazu wurde es mit Pinsel, Bürsten und Staubsauger gereinigt. Erst nach dieser anfänglichen Reinigung konnte überhaupt ein näherer Aufschluss über den Bestand und Zustand des Objektes gewonnen werden.



Abb. 83: Aufnahme während der Trockenreinigung. Linke Hälfte: ungereinigt, rechte Hälfte: gereinigt.

## 7.2. Freilegung der Steinfragmente

Zunächst musste der Sorelzementmörtel, welcher als Ergänzungsmasse für die zahlreichen Fehlstellen benutzt wurde, mit Hammer und Meißel entfernt werden (Abb. 84). Die Steinfragmente, die dem Mörtel zugefügt wurden, sollten möglichst unbeschädigt freigelegt werden, um den Verlust von etwaigen Informationen über das Objekt gering zu halten (Abb. 85).<sup>219</sup> Diese Arbeit erwies sich als besonders anstrengend und langwierig. Zuerst wurde der Mörtel auf der Rückseite des Objekts bis etwa zur halben Tiefe abgearbeitet. In einem weiteren Schritt musste das Objekt mit dem Kettenzug gewendet werden, damit auch die mit Relief versehene Vorderseite freigelegt werden konnte (Abb. 86).



Abb. 84-85: Freigelegte Steinfragmente.

---

<sup>219</sup> Siehe Kapitel Bestand.



Abb. 86: Vorderseite des Objekts. Rechte Hälfte freigelegt.

### 7.3. Entfernung des Eisenrahmens

Nachdem ein Großteil des Mörtels entfernt worden war, konnte der massive Eisenrahmen abgenommen werden. Vorab mussten die in die Steinfragmente versenkten angespitzten Gewindestangen, welche den Rahmen mit dem Objekt verbanden, durchtrennt werden (Abb. 87-88). Die Spitzen der meisten Gewindestange verblieben vorerst im Stein, gehalten durch Sorelzementmörtel. Es wurde mit einer Säbelsäge gearbeitet. Auf diese Weise wurde der



Abb. 87: Freigelegte Gewindestange.



Abb. 88: Durchtrennte Gewindestange.

Bildung von Eisenspritzern, wie sie bei der Bearbeitung durch einen Winkelschleifer oder einen Schweißbrenner entstehen, entgegengewirkt. Da der Rahmen teilweise sehr eng an den Stein angelegt worden war, konnte er nicht ohne weiteres als ganzes vom Objekt gehoben werden. Beim Heben mittels Gurten und Kettenzug verkeilte er stets auf einer Seite. Schlussendlich musste der Rahmen etwa in der Hälfte durchtrennt werden, ebenfalls mit der Säbelsäge (Abb. 89). In dieser Form konnte er problemlos abgenommen werden (Abb. 90).



Abb. 89: Abnahme des Eisenrahmens mit Hilfe eines Kettenzugs und Rundschlingen.



Abb. 90: Vollständig abgenommener Eisenrahmen. Rot markiert die Durchtrennung.

#### 7.4. Zerlegung in Fragmente

Nachdem der Eisenrahmen entfernt worden war, konnte damit begonnen werden, die Fragmente voneinander zu lösen. Während der Freilegung zeigte sich, dass die Bruchstücke untereinander mit Messingzapfen verbunden waren (Abb. 91-93).



Abb. 91: Messingzapfen während der Freilegung.



Abb. 92: Vollständig freigelegter Messingzapfen.



Abb. 93: Messingzapfen, mit Sorelzement vergossen.



Abb. 94: Vollständig freigelegtes Loch.

Um sie entfernen zu können, mussten diese teilweise mit der Säbelsäge durchtrennt werden und anschließend aus den mit Sorelzementmörtel vergossenen Löchern ausgestemmt werden (Abb. 94-95). Insgesamt waren etwa dreieinhalb Meter Messingzapfen verbaut (Abb. 96).



Abb. 95: Durchtrennte Messingzapfen.

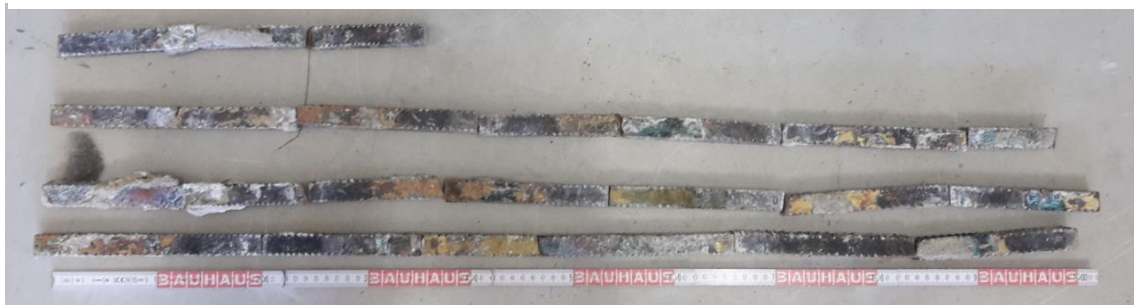


Abb. 96: Sämtliche freigelegte Messingzapfen.

Nachdem sämtliche Messingzapfen entfernt und alle zugehörigen Löcher freigelegt waren, konnte mit der Freilegung der Bruchflächen begonnen werden. Diese wurden sorgfältig mittels eines pneumatischen Mikro-Meißels<sup>220</sup> freigelegt.

Im Anschluss daran mussten die im Stein verbliebenen Reste der Gewindestangen des Eisenrahmens mittels eines Kernbohrgerätes ausgebohrt werden (Abb. 97). Beim Ausklopfen mit Hammer und Meißel oder beim Ausbohren mit einem Schlagbohrer wären massive Folgeschäden am Gestein entstanden.

<sup>220</sup> Deffner und Johann, Mikro-Meißel.



Abb. 97: Ausbohren der korrodierten Eisenzapfen mit dem Kernbohrgerät.

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zerbrach das Gestein im Bereich der eisernen Gewindestangen meist in etliche Bruchstücke. Der Verlauf der Brüche folgte dabei im Wesentlichen den sternförmigen Rissen, welche durch die vorangegangene Rostsprengung verursacht worden war.

Besonders leichte und kleine Teile wurden mittels Paraloid B72 in Aceton verklebt. Bei schwereren und größeren Teilen wurde die Klebefläche vorab mit Paraloid B72 abisoliert und anschließend mit Epoxidharz punktuell verklebt (Abb. 98-101).



Abb. 98-101: Abfolge von kleineren Bruchstücken, welche nach und nach verklebt werden.

## 7.5. Verklebung und Verstiftung der Fragmente

Nach der vollständigen Freilegung der Fragmente wurden die für die Verstiftung vorgesehenen Löcher mit Mörtel ausgestopft. Der Mörtel besteht zu drei Teilen aus Kalksteinsand (0-1mm) und einem Teil aus natürlich-hydraulischem Kalk (NHL 5, Fa. Otterbein). Nachdem der Mörtel einige Tage aushärten konnte, wurden neue Bohrungen für die Gewindestangen aus Niro-Stahl angefertigt (Abb. 103). Die Vorgangsweise bei der Verklebung von zwei großen und schweren Fragmenten wird im folgenden geschildert. Das Teil, meist das schwere, wurde hochkant auf einer Palette aufgestellt. Anschließend wurden die Löcher mit Epoxidharz ausgefüllt und die Gewindestangen in die Löcher des stehenden Teil gesteckt. Darauffolgend wurde das zweite Teil mittels Kettenzug und Gurt auf das stehende Teil gehievt.



Abb. 103: Loch mit passender Gewindestange aus Niro-Stahl.



Abb. 104: Mit Epoxidharz verklebte Gewindestange.

## Schlusswort

Im Zuge dieser Diplomarbeit ist es gelungen, die Restauriergeschichte des Torsturzes von Trysa anhand von bisher unveröffentlichten Dokumenten aus dem Archiv der Antikensammlung des KHM und des Österreichischen Staatsarchives weitestgehend aufzuarbeiten. Zusätzlich konnten bisher unbestätigte Details rund um den Transport des Objektes von Trysa nach Wien durch die Quellen belegt werden. Um das Gewicht des kolossalen Torsturzes für den Transport zu verringern, wurde er, ähnlich einem Sarkophag, ausgehöhlt. Dazu lässt sich ein Eintrag in der Jahresrechnung des KHM aus dem Jahr 1886 sowie eine Zeichnung des Objektes vom ausführenden Restaurators Wilhelm Sturm jr finden. Das in weiterer Folge durch einen Transportschaden stark fragmentierte Objekt wurde mit dem im späten 19. Jahrhundert üblichen „Steinkitt“ aus Sorelzementmörtel verklebt, mit Messingzapfen armiert und mittels eines massiven Eisenrahmens gesichert. In dieser Form konnte das Torenssemble (Torsturz und Leibungssteine) im zweiten Innenhof des KHM aufgestellt werden. Grafiken wurden angefertigt, um die einzelnen Arbeitsschritte dieser historischen Restaurierung anschaulich und verständlich zu machen. Dadurch konnte ein Beitrag zur Dokumentation von Restauriertechniken und -materialien des 19. Jahrhunderts geliefert werden.

Nach einer umfassenden Bestand- und Zustandsanalyse, sowie der Erstellung eines Maßnahmenkonzepts konnte mit der Durchführung der praktischen Arbeiten begonnen werden. Die Fragmente wurden vollständig von den alten, schadhafte Restauriermaterialien freigelegt und daraufhin neu zusammengesetzt. Dafür wurden mehrere hundert, schweißtreibende Arbeitsstunden investiert. Fehlstellen wurden mittels eines NHL-Mörtels geschlossen und ein ästhetisch ansprechendes Erscheinungsbild wiederhergestellt. Ausstehend ist die praktische Umsetzung der Stützkonstruktion, deren Entwurf Teil des Konzeptes dieser Diplomarbeit war.

Das in dieser Diplomarbeit entwickelte Maßnahmenkonzept ist für die Konservierung und Restaurierung des zweiten Teils des Torsturzes maßgeblich und kann bis auf kleinere Abweichungen übernommen werden. Der eiserne Rahmen wurde beim zweiten Teil bereits abgenommen, was eine große Erleichterung für die weiterführenden Arbeiten bedeutet.

## Literaturverzeichnis

---

**Bauer, A.**, Über die Reinigung der Monumente. Gedruckter Vortrag, Wien **1885**.

**BDA**, Bundesdenkmalamt Österreich (Hg.), Steinkonservierung. Montage von Steindenkmälern, **1986**. S.1-1.

**BDA**, Bundesdenkmalamt Österreich (Hg.), Mitteilungen zur Konservierung und Restaurierung. Stein, **2002**.

**Benndorf, O.**, Vorläufiger Bericht über zwei Österreichische Archäologische Expeditionen nach Kleinasien, Wien **1883**.

**Benndorf, O., Niemann, G.**, Das Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien **1889**.

**Benndorf, O.**, Erzstatue eines griechischen Athleten, Wien **1906**.

**Bermoser, I.**, Entwicklung eines Ergänzungskonzeptes sowie eines entsprechenden Steinerfüllungsmörtel (SEM) für Sterzinger Marmor. Im Zuge der Proberestaurierung an der Skulptur „Alexander und Olympias“ aus dem Schlosspark Schönbrunn, unveröffentlichte Arbeit, Universität für angewandte Kunst, Institut für Konservierung und Restaurierung, Wien **2006**.

**Bucher-Fiuza, S.**, Klebstoffe in der Keramikrestaurierung, in: TU-München (Hg.), Museum of the Terracotta Army, Annual Report 2007-2009, München **2010**, S. 19-23.

**Devreux, G., Spada, S.**, Experiences in anchoring systems in the restoration of stone artefacts, in: IIC, International Institute for Conservation of Historic and Artistic Works (Hg.), News in Conservation, 37, **2013**, S. 11-16.

**Eichler, F.**, Die Reliefs des Heroon von Gjölbaschi-Trysa, Wien **1950**.

**Erdem, A., Ozakin, R.**, The column of Marcian/Kıztaşı in Istanbul and an evaluation of its restorations, in: D'Ayala, D. (Hg.), Fodde, E. (Hg.), Structural analysis of historic construction, London **2008**, S.1167-1173, S.1170.

**Garland, K.M., Rogers, J.C.**, The disassembly and reassembly of an Egyptian limestone sculpture, in: Studies in Conservation, 40, Nr. 1, **1995**, S. 1-9.

**Glavan, J.R.**, An evaluation of mechanical pinning treatments for the repair of marble at the second bank of the United States, University of Pennsylvania, Master Thesis (Historic Preservation), **2004**.

**Griswold, J., Uricheck, S.**, Loss compensation methods for stone, in: Journal of the American Institute for Conservation, Vol.37, Nr.1, **1998**, S. 89-110.

**Grotzinger, J., Jordan, T.**, Allgemeine Geologie (Press/Siever)m Berlin, Heidelberg **2017**.

**Handbuch des Allerhöchsten Hofes** und des Hofstaates seiner k. Und k. Apostolischen Majestät des Jahres **1894**.

**Herm, C., Pfefferkorn, S., Snethlage, R.**, Historische Verfahren und Handelsmarken in der Steinkonservierung 1840 bis 1940, in: Snethlage, R. (Hg.), Naturwissenschaft und Denkmalpflege. Natursteinkonservierung II, Stuttgart **1998**, S.9-26.

**Hugues, T., Steiger, L., Weber, J.**, Naturwerkstein. Gesteinsarten, Details, Vorkommen, München **2002**, S.94-95.

**Höllinger, R., Wallmann, H.**, Konservatorische Bestandserfassung und Präsentationskonzept der Tapisserien und Polstermöbel des Boucher-Zimmers in der Hofburg Wien, in: Krist, G. (Hg.), Collection Care/Sammlungspflege, Wien **2015**, S. 259-276

**ICOMOS** (Hg.), Illustriertes Glossar der Verwitterungsformen von Naturstein , **2010**.

**Knoblauch, H.**, Bauchemie, Düsseldorf **1995**.

**Kolb, F., Kupke, B.**, Lykien. Geschichte Lykiens im Altertum, Mainz am Rhein **1992**.

**Koller, M.**, Zur Geschichte und Gegenwart der Metallrestaurierung in Österreich, in: Griesser-Stermscheg(Hg.), M., Krist, G. (Hg.), Metallkonservierung, Metallrestaurierung. Geschichte, Methode, Praxis, Wien, Köln, Weimar **2009**,S., 25-56. S. 45.

**Kourkoulis, S.-K., Mentzini, M., Ganniari-Papageogiou, E.**, Experimental and numerical study of a fractured marble epistyle restored with layers of titanium bars, in: EPJ, Web of Conferences, Vol. 6, **2010**, S. 1-8.

---

**Landskron, A.**, Das Heroon von Trysa. Ein Denkmal in Lykien zwischen Ost und West. Untersuchungen zu Bildschmuck Bauform und Grabinhaber, Wien **2015**.

**Marksteiner, T.**, Trysa. Eine Zentrallykische Niederlassung im Wandel der Zeit. Siedlungs-, architektur- und kunstgeschichtliche Studien zur Kulturlandschaft Lykien, Wien **2002**.

**Müller, K.**, Kunststeinbau. Terrazzo, Mosaik, Marmor, Sandstein, Granit, Beton, Gommern **1905**.

**Nimmrichter, J.**, Ergänzungsmassen in der Steinkonservierung, in: IIC Österreich (Hg.), 20 Jahre Steinkonservierung 1976-1996. Bilanz und Perspektiven (Restauratorenblätter 17), **1996**, 135-141.

**Oberleitner, W.**, Das Heroon von Trysa. Ein lykisches Fürstengrab des 4. Jahrhunderts v. Chr., Mainz am Rhein **1994**.

**Oliver, J.E.** (Hg.), Encyclopedia of World Climatology, Dordrecht **2005**.

**Papanikolaou, A., Zambas, C.**, The restoration of the Erechtheion, Entry for Europa Nostra Awards, Athens **1987**, S. 1-20.

**Plattner, G.A., Gschwantler, K.**, The Bronze Athlete from Ephesos, in: Daehner, J.M. (Hg.), Lapatin, K. (Hg.), Spinelli, A. (Hg.), Artistry in Bronze (The J. Paul Getty Museum and Getty Conservation Institute), London **2017**.

**Plattner, G.A., Gschwantler, K., Vak, B.**, The Bronze Athlete from Ephesos, in: J. Paul Getty Museum and the Getty Conservation Institute (Hg.), Artistry in Bronze. The Greeks and their Legacy. XIXth International Congress on Ancient Bronzes, Los Angeles **2017**, S. 6-20.

**Podany, J., Risser, E., Sanchez, E.**, Never before. Assembly of sculpture guided by the demands of disassembly, in: Ambers, J., Higgitt, C. (Hg.), Harrison, L. (Hg.), Saunders, D. (Hg.), Holding it all together. Ancient and modern approaches to joining, repair and consolidation, London **2006**, S.134-141.

**Riccardelli, C., Wheeler, G., Muir, C., Scherer, G., Vocaturo, J.**, An examination of pinning materials for marble sculpture, in: AIC, American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works (Hg.), Objects specialty group postprints, 17, **2010**, S. 95-112.

**Riepl**, F., Die wirtschaftliche und technologische Entwicklung der Zementindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Verdienste von Hans Hauenschild, Diplomarbeit, Universität Wien, **2008**.

**Rohatsch**, A., **Hodits**, B., **Nimmrichter**, J., Restaurierung und Konservierung an den Wiener Hofmuseen, in: OFI-Bauwerkssanierungs-Seminar. Instandsetzung historischer Fassaden (Unterlagen zu einem Vortrag an der Arch+Ing Akademie in Wien), Wien **2015**, S.1-10.

**Sebastian**, U., Gesteinskunde. Ein Leitfaden für Einsteiger und Anwender, Berlin, Heidelberg **2014**.

**Sorel**, S., Sur un nouveau ciment magnésien, in: Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Vol. 65, Paris **1867**.

**Stegemann**, R. (Hg.), Das grosse Baustoff-Lexikon. Handwörterbuch der gesamten Baustoffkunde, Stuttgart/Berlin **1941**.

**Szemethy**, H.D., Die Erwerbungs geschichte des Heroons von Trysa. Ein Kapitel österreichisch-türkischer Kulturpolitik, Wien **2005**.

**Tietze**, E., Beiträge zur Geologie von Lykien, **1880-er** Jahre.

**Torracca**, G., Lectures on materials science for architectural conservation, Los Angeles **2009**.

**Vinx**, R., Gesteinsbestimmung im Gelände, Berlin, Heidelberg **2015**.

**Weber**, J., **Bayer**, K., **Pintér**, F., 19<sup>th</sup> century "novel" building materials. Examples of various historic mortars under the microscope, in: Preprints of 2<sup>nd</sup> historic mortars conference & Rilem TC 203-RHM repair mortars for historic masonry final workshop, Prague **2010**.

**Weidinger**, T., Geschichte in Trümmern. Die Konservierung eines römischen Sarkophags. Ein archäologischer Bodenfund aus Leithaprodersdorf, Vordiplom, Wien **2016**.

**Wihr, R.**, Restaurierung von Steindenkmälern. Ein Handbuch für Restauratoren, Architekten, Steinbildhauer und Denkmalpfleger, München **1986**.

**Zambas, C., Ioannidou, M., Papanikolaou, A.**, The use of titanium reinforcement for the restoration of marble architectural members of the Acropolis monuments, in: Studies in Conservation, 31:sup1, **1986**, S. 138-141.

ÖSTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. **3757**, ex **1886**.

Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts, Zn **4275**, ex **1890**.

## Abbildungsverzeichnis

Abb.1: **Benndorf 1889**, S. 1.

Abb.2: Screenshot Google Maps.

Abb.3: **Benndorf 1889**, S. 55.

Abb.4-6: © KHM, Kunsthistorisches Museum, Wien, Wilhelm Burger.

Abb.7: **Benndorf 1889** (Tafeln), S.7.

Abb.8: Olaf Tausch [CC BY 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendera\\_Bes\\_01a.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dendera_Bes_01a.JPG); Zugriff am 05.01.2020.

Abb.9: **Benndorf 1889** (Tafeln), S.7.

Abb.10: **Marksteiner 2002**, Abb.3 (ÖAW 1882-01).

Abb.11: © KHM, Kunsthistorisches Museum, Wien, Wilhelm Burger.

Abb.12: **Marksteiner 2002**, Tafel 38.

Abb.13: **Marksteiner 2002**, Tafel 30.

Abb. 14: ©Fabian Sever, Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, Wien.

Abb. 15: © KHM, Kunsthistorisches Museum, Wien.

Abb. 16-19: ©Fabian Sever, Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, Wien.

Abb. 20-29: © KHM, Kunsthistorisches Museum, Wien.

Abb. 30-31: ©Fabian Sever, Institut für Konservierung und Restaurierung, Universität für angewandte Kunst, Wien.

---

Abb.32-33: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Abb.34-38: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 39-40: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Abb.41-42: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 43: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Abb. 44: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 45: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Abb. 46: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 47-48: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

Abb. 49-51: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 52-53: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 54: Mikrokarst an istrischem Kalkstein. ©a.o. Univ. Prof. Mag. Dr. Andreas Rohatsch, in: **Rohatsch, A., Hodits, B., Nimmrichter, J.**, Restaurierung und Konservierung an den Wiener Hofmuseen, in: OFI-Bauwerkssanierungs-Seminar. Instandsetzung historischer

Fassaden (Unterlagen zu einem Vortrag an der Arch+Ing Akademie in Wien), Wien **2015**, S.5.

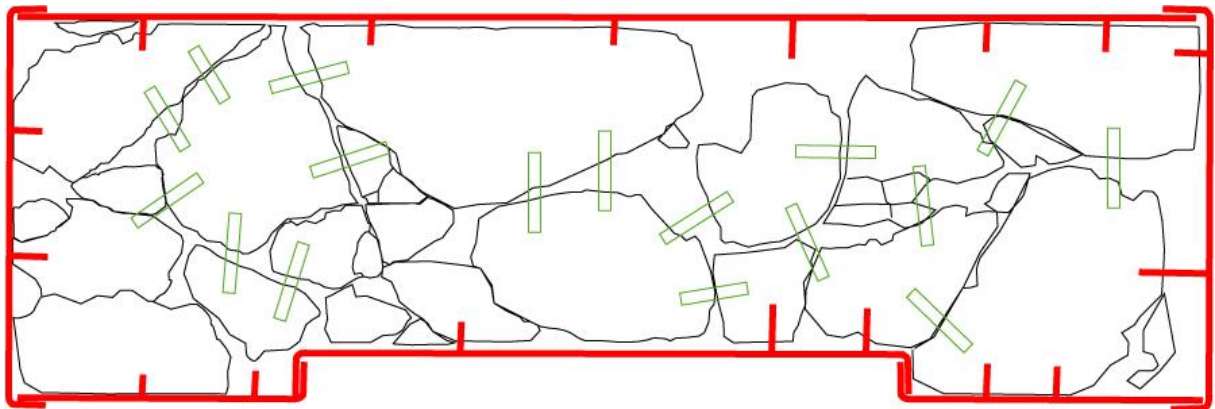
Abb. 55-65: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 66: ©a.o. Prof. Dr. Johannes Weber, Naturwissenschaften in der Restaurierung, Institut für Kunst und Technologie, Universität für angewandte Kunst Wien.

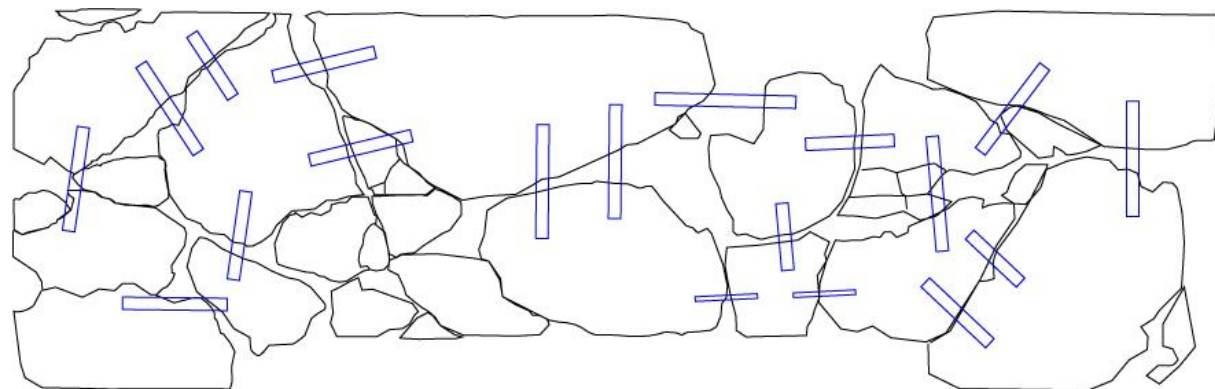
Abb. 67-72: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

Abb. 73-104: ©Fabian Sever, Universität für angewandte Kunst Wien, Institut für Konservierung und Restaurierung.

# I. Kartierungen



Kartierung der Messingzapfen (Grün) und des Eisenrahmens (Rot).



Kartierung der Niro-Gewindestangen (Blau).

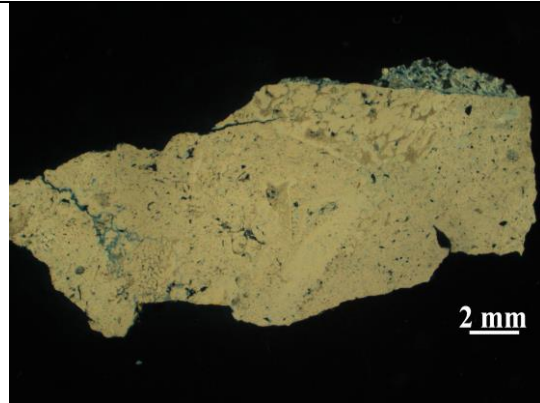
# I. Naturwissenschaftliche Untersuchungen

## UNTERSUCHUNGSPROTOKOLL

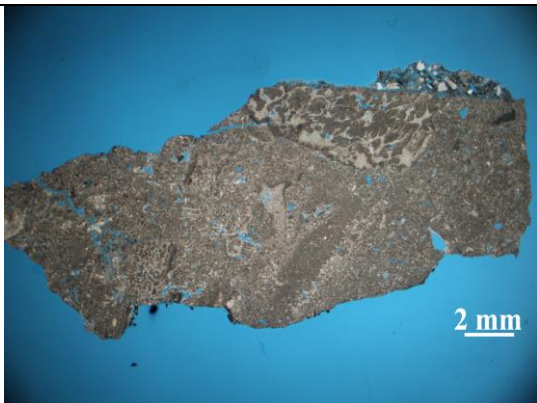
|  |   |
|--|---|
| <p>Ort:<br/>Himberg bei Wien</p>   | <p>Probeentnahmestelle:<br/><br/>Die Probe wurde von einem losen Bruchstück genommen.</p> |
| <p>Objekt:<br/>Torsturz des Heroon von Trysa</p>   |   |
| <p>Inv-Nr:<br/>ANSA_I_693_a<br/>Probenbezeichnung: SHT-P2</p>  |   |
| <p>Probenahme am:<br/>16.10.2019</p>   |   |
| <p>Probenahme durch:<br/>Fabian Sever</p>  |   |
| <p>Probenzahl:<br/>1</p>   |   |
| <p>Probenbeschreibung:<br/>Steinbruchstück mit hellgrauem bis weißem Ergänzungsmörtel</p>  |   |
| <p>Fragestellung:<br/>- Charakterisierung des Steines (Vermutung: dichter Kalkstein)<br/>- Mörteltyp (Vermutung: Sorelzement)</p>  |   |
| <p>Untersuchungsmethoden:<br/>- Stereomikroskopie (SM) an Bruchflächen der Probe (Nikon SMZ 1500)<br/>- Polarisationsmikroskopie (PLM) im Auflicht/Durchlicht (Olympus BX40)<br/>- Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) an Bruchflächen (FEI Quanta FEG 250)<br/>- REM-EDX an poliertem Dünnschliff (Zeiss EVO15)</p> |   |
| <p>Bearbeitung:<br/>Fabian Sever; Ao. Univ.-Prof. Dr. Johannes Weber; Dr. Farkas Pintér</p>  |   |
| <p>Datum:<br/>November 2019 und Februar-März 2020</p>  |   |

## Untersuchungsergebnisse

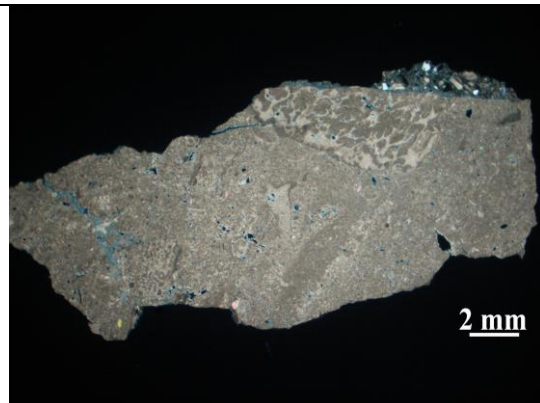
### 1. Mikroskopische Untersuchungen



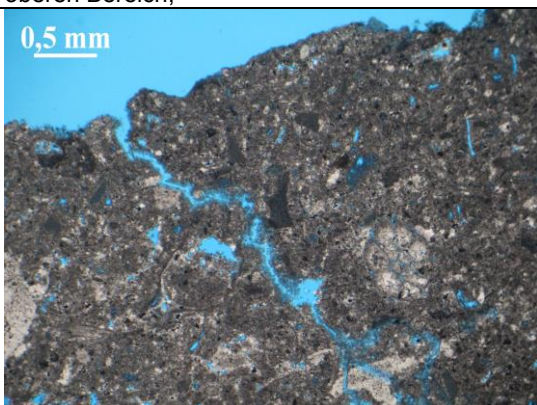
SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, Dunkelfeld;  
dichter, mikritischer Kalkstein; rechts oben  
anhaltender Sorelzementmörtel



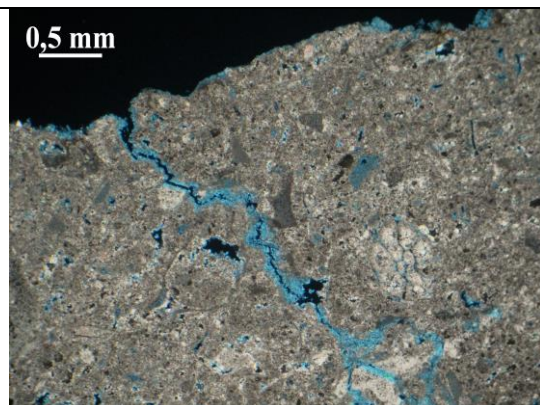
SHT-P2, Detail, Dünnschliff im Durchlicht, parallele  
Polarisatoren; gut erkennbare fossile Struktur im  
oberen Bereich;



SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte  
Polarisatoren;

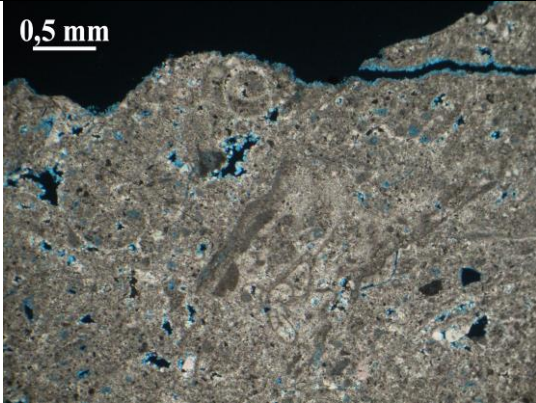


SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, parallele  
Polarisatoren; Haarriss mit flankierenden  
Lösungsporen;



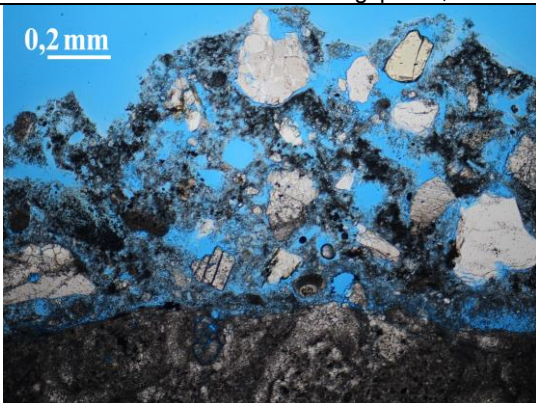
SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte  
Polarisatoren; Haarriss mit flankierenden  
Lösungsporen;

0,5 mm



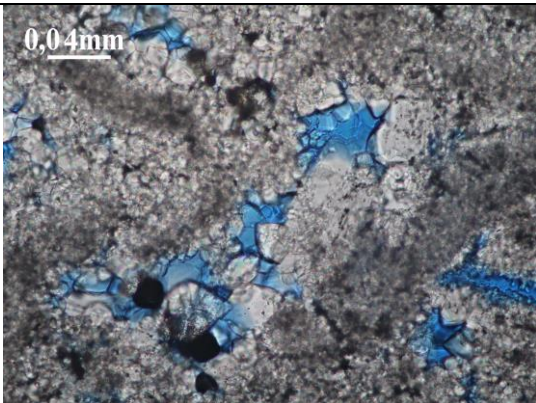
SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte Polarisatoren; deutlich erkennbare fossile Strukturen; Haarriss mit flankierenden Lösungsporen;

0,2 mm



SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren; Sorelzementmörtel auf Stein; karbonatischer- und dolomitischer Zuschlag, sowie Quarz; gute Anhaftung am Stein;

0,04mm




SHT-P2, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren; feinsparitische Auskleidung von Porenraum;

### **Interpretation und Zusammenfassung der Ergebnisse**

Es handelt sich um denselben Sorelzementmörtel wie bei Probe SHT-P1.

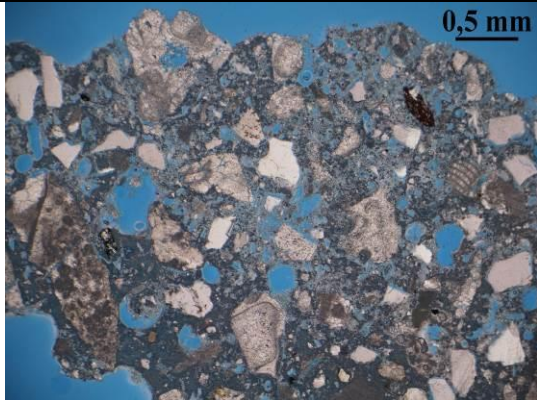
Beim Stein handelt es sich um einen dichten Kalkstein mit mikritischer Matrix. Es ist eine teilweise Verfüllung von Hohlräumen mit sparitischen Kalzitkristallen erkennbar. Es liegen mikroskopisch kleine fossile Rückstände vor.

## UNTERSUCHUNGSPROTOKOLL

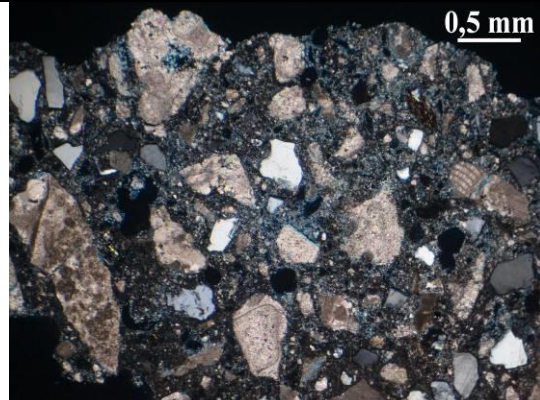
|   |   |
|---|---|
| Ort:<br>Himberg bei Wien  | <p>Probeentnahmestelle:</p>  |
| Objekt:<br>Torsturz des Heroon von Trysa  |   |
| Inv-Nr:<br>ANSA_I_693_a<br>Probenbezeichnung: SHT-P1  |   |
| Probenahme am:<br>16.10.2019  |   |
| Probenahme durch:<br>Fabian Sever   |   |
| Probenzahl:<br>1  |   |
| Probenbeschreibung:<br>Hellgrauer bis weißer Ergänzungsmörtel   |   |
| Fragestellung:<br>- Mörteltyp (Vermutung: Sorelzement)  |   |
| Untersuchungsmethoden:<br>- Stereomikroskopie (SM) an Bruchflächen der Probe (Nikon SMZ 1500)<br>- Polarisationsmikroskopie (PLM) im Auflicht/Durchlicht (Olympus BX40)<br>- Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) an Bruchflächen (FEI Quanta FEG 250)<br>- REM-EDX an poliertem Dünnschliff (Zeiss EVO15) |   |
| Bearbeitung:<br>Fabian Sever; Ao. Univ.-Prof. Dr. Johannes Weber; Dr. Farkas Pintér   |   |
| Datum:<br>November 2019 und Februar-März 2020   |   |

## Untersuchungsergebnisse

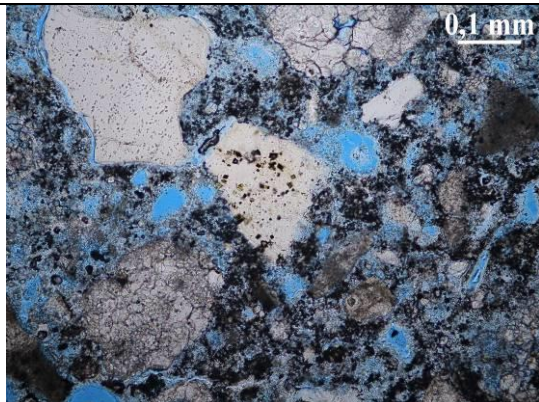
### 1. Mikroskopische Untersuchungen



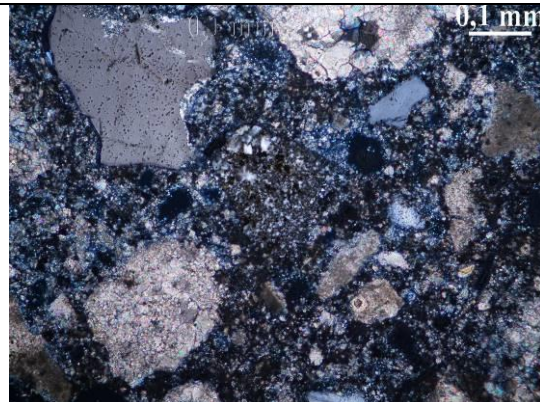
SHT-P1, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren; vorwiegend karbonatischer, kantiger Zuschlag



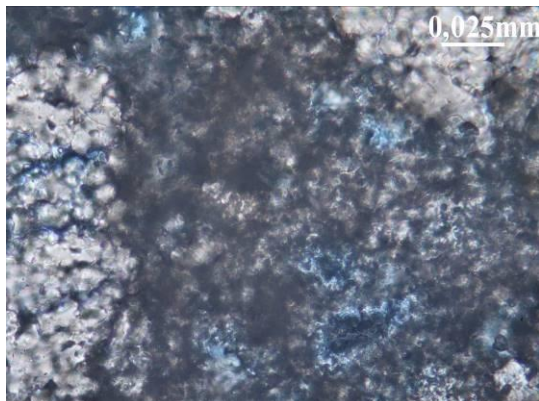
SHT-P1, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte Polarisatoren; vorwiegend karbonatischer, kantiger Zuschlag



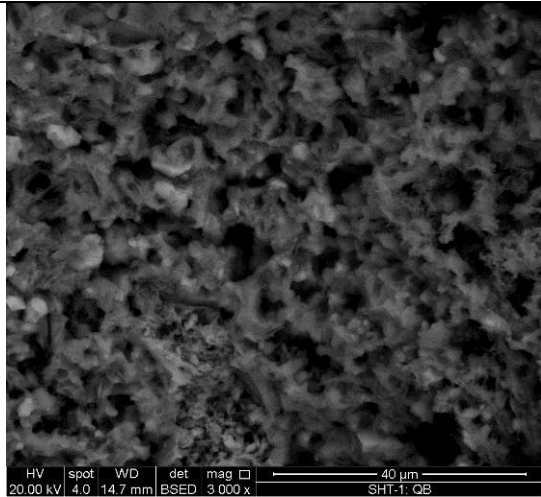
SHT-P1, Detail, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren



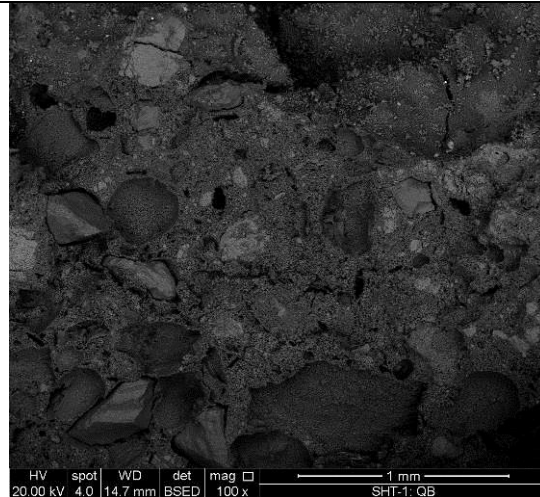
SHT-P1, Detail, Dünnschliff im Durchlicht, gekreuzte Polarisatoren



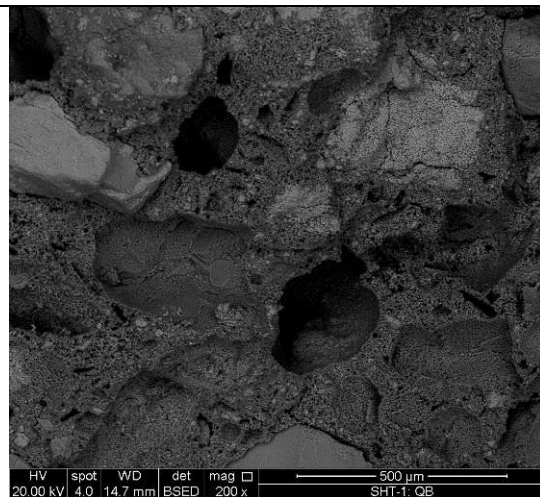
SHT-P1, Bindemittel, Dünnschliff im Durchlicht, parallele Polarisatoren



SHT-1, Bindemittel des Sorelzementmörtels an einer Bruchfläche der Probe, REM.BSE; mittels EDX ist Mg-Chlorid im Bildausschnitt vorherrschend



SHT-1, Gefüge des Sorelzementmörtels an einer Bruchfläche der Probe, REM.BSE



SHT-1, Detail der oben abgebildeten Fläche

### Interpretation und Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Vermutung bezüglich Sorelzement wurde bestätigt.

Der Mörtel, der vermutl. am gesamten Heroon von Trysa eingesetzt wurde, ist ein mit reichlich gemagerter chloridischer Sorelzement. Hauptbestandteile des Bindemittels – Chloridsalze des Magnesiums – sind mittels REM-EDX anhand der Elementzusammensetzung eindeutig nachweisbar. Die für Sorelzement typische Nadelstruktur ist zumindest in Ansätzen erkennbar.

Der Zuschlag mit einer max. Korngröße von ca. 2 mm (Überkorn bis mehrere cm!) ist im PLM und im REM als vorwiegend kantiger Brechsand aus einem Kalkstein, vmtl. ein dichter Leithakalk, zu erkennen. Daneben treten noch Dolomitkörner und Quarz auf.

Das Mörtelgefüge wirkt intakt, es sind keine sekundären Veränderungen erkennbar

# I. Abschrift Dokumente

ÖSTA, HHStA, OKäA D (Generalinventur Kunsthistorische Sammlungen) Karton 94 Akten 1885, 1886 Cah. 1/I 3757, ex 1886. Das Konzept des Schreibens inkl. Jahresrechnung wird im Archiv der Antikensammlung verwahrt, Kunsthistorisches Museum, Akten des Münz- und Antikenkabinetts Nr. **3757**, ex **1886**.

Eure Excellenz!

Die Verrechnung des Vor-  
Schußes für die Adiustirungsarbeiten

Der I Gruppe der kunsthistorischen  
Sammlungen des Allerhöchsten  
Kaiserhauses im J. 1885, welche  
der ehrfürchtigst Unterzeichnete  
in der Beilage überweist, läßt  
als die Hauptarbeit des abgelaufe-  
nen Jahres die Bearbeitung der  
Reliefs von Gjölbaschi erkennen,  
die im letzten Sommer durchge-  
führt wurde. Dieselben waren vordem  
in Kisten eingelagert, um die ein-  
zelnen Theile der blöcke, - eine  
größere Anzahl derselben war  
durch Sprünge in solche auseinan-  
der gefallen – in der richtigen  
Lage zu erhalten und für die  
schon herausgefallenen, aber noch

vorhandenen fragmente die Stellen der richtigen Ansetzung deutlich erkennbar zu bewahren. Zur Anfertigung der Zeichnungen für die geplante Publication im Jahrbuche mußten wiederholt dieselben blöcke senkrecht in ein paßendes Licht gestellt,

Seite 2

die fragmente immer von Neuem aneinandergepaßt, dann wieder auseinander genommen werden, was wegen des großen Gewichtes und der schwerfälligen hantierung viel Zeit und Geld kostet und weiteren beschädigungen der ohnehin hart mitgenommenen Reliefs befürchten ließ. Dieser Umstand legte es nahe, sämtliche Reliefs -mit Ausnahme des noch in geschlossenen Kisten verpackten Thürsturzes- sowol für die Abzeichnung, als auch für die eventuelle Aufstellung in Zusammenhangender Arbeit fertig zu stellen.

Sie wurden von den Kisten befreit, die einzelnen Bruchstücke mittelst Messingzapfen, die mit Steinkitt in die Ausgestemmtten Löcher verhackt und befestigt wurden, dauernd mit einander verbunden und die fertigen Blöcke in die Reihen gelegt, in welche sie gehören.

Die größte Schwierigkeit verursachte das Ausstemmen der

Seite 3

Löcher, da der Stein stellenweise morsch, ungleich in der Dichte und mit sogenannten **Lassen (?)** vielfach durchzogen ist. Es darf hervorgehoben werden, daß der Hilfsarbeiter, ein geschickter, eben damals unbeschäftigter Steinmetz, der zur beschleunigung der Arbeit mit drei Gulden Taglohn aufgenommen wurde, ungeachtet seiner Noth-

lage schon nach acht Tagen  
wegblieb, weil ihn die Entlohnung im Verhältnis zur Aufgewendeten Mühe und Verantwortung zu gering schien.

Bildhauer Sturm, der den gleichen Lohn per Tag bezieht mußte daher die Arbeit alleine durchführen, was ihn bei angestrengtem Fleiße in der Zeit von Mai bis Ende August gelang. Es ist seiner Geschicklichkeit und Aufmerksamkeit zuzuschreiben, daß die Reliefs bei dieser schwierigen Procedur keinerlei Schaden genommen haben; kein Sachverständiger,

Seite 4

welcher die Reliefs früher sah und sie in ihrem jetzigen Zustande greift, wird der geleisteten Arbeit die volle Annerkennung versagen können.

Die Kosten der Fertigstellung belaufen sich auf 580 f 29 kr, wovon 311 f 29 kr auf die Entlohnung Sturm's und den Ersatz der vielen an dem harten Steinen verdorbenen Eisen, ferner 24 f für den Hilfsarbeiter, 99 f 21 kr für Messingstangen und Steinkitt, endlich 145 f 79 kr für die Tagelöhner, welche zum Heben und Wenden der Blöcke benötigt wurden, entfallen.-

Andere Arbeiten betreffen die Zusammensetzung der zahlreichen Fragmente der Steindenkmale von Samothrake, jenen von Tunis, dann die Adjustierung kleinerer Sculpturen und Bronzen <sup>römischer Zeit</sup> von Miramar, sowie der Terracotten der ersten Gruppe, endlich der

Seite 5

Neuen Erwerbungen, Aufträgen von Inventar-Nummern usw.

Auch wurde im abgelaufenen Jahr eine erste Serie antiker, noch ungefaßter Intaglio's in bewegliche Ringfaßungen gebracht, die für ihre Aufstellung im neuen Museum nothwendig ist.

Endlich hat die Beziehung der Gipsgießerei im neuen Museum Auslagen von rund 40f verursacht, welche auf die Überführung von Formen und Steinen, die nöthigsten Geräthe zur Reinigung und ein Sicherheitsschloß, da das angebrachte einfache Schloß durchaus keine Beruhigung gewährte, ausgegeben wurde.

Die nothwendige Fortsetzung der Adjustirungen veranlaßt den ehrfürchtigst Unterzeichneten, zu Euere Excellenz die Bitte zu stellen auch für das Jahr 1886 einen

Betrag von Zwölfhundert Gulden

Als einmaligen Vorschuß gegen

Interimsquittung und nach-

träglicher Verrechnung beim

kk. Hofzahlamte gnädigst

anweisen zu laßen.

Wien, 4. Januar 1886

Fr. Kenner

Director

3757. ex 1886

Eure Excellenz!

Wie im Vorjahre die Zusammen-  
setzung der Reliefs von Gjölbaschi,  
so hat m J. 1886 die Zusammen-  
setzung des dazugehörigen Thür-  
sturzes die wichtigste der Adiusti-  
rungsarbeiten gebildet, aber auf  
den größten Theil der Jahresquote  
von 1200f, nämlich (nämlich) auch den Beila-  
gen 13 bis 14: 1121f 43Kr, in An-  
spruch genommen.

Jener Bauteil des Heroons

-ein massiver Block von 3.2  
M. Länge und 1 M. in Höhe und  
Dicke, dabei nur in der Mitte  
sarkophagähnlich ausgehöhlt – war  
ursprünglich ganz erhalten, machte  
aber alle Vorkehrungen, die zu  
seinem Transporte von der Ge-  
birgshöhe zum Meeresstrande  
mit den dort vorhandenen Mitteln  
getroffen werden konnten, zu  
Schanden und stürzte in un-  
zählige Fragmente zerbrechend

über die Steilhänge zu Thal.

Der Grad seiner Beschädigung läßt

Der Umstand erkennen, daß seine

Reste 23 Kisten füllten, in welche

verpackt sie Anfangs März 1884

Seite 2

in Wien anlangten und bis auf

weitere Anordnung verpackt blei-

ben mußten.

Zu Beginn des laufenden Jahres

genehmigten Euere Excellenz die

Zusammenstellung der Frag-

mente zum Zwecke der Abzeich-

nung für die bevorstehende Publi-

cation im „Jahrbuch“. Diese Ar-

beit hat nun Bildhauer W. Sturm

jun. in der Zeit eines halben Jah-

res (von Anfang Februar bis Ende

Juli) mit der gleichen Geschicklich-

keit und Sorgfalt durchgeführt,

welche er im Jahr 1885 bei Zusam-

menfügung der Friesreliefs be-

wiesen hat.

Die Schwierigkeiten waren

diesmal weit größer. Es mußte

zunächst, um das schwerfällige Denkmal handsamer zu machen, die Dicke des Steines durch Abnahme der nicht sculptirten Theile auf 22 cm. vermindert und dann aus diesen hundert Bruchstücken das Zusammengehörige mit großer Mühe ausgesucht werden. Hiebei hat die weit vorgeschrittene Verwitterung der flachreliefirten Theile große Hindernisse bereitet. Nicht minder war die Arbeit er-

Seite 3

schwert durch den Mangel ausreichender Behelfe. Lediglich die in einem verhältnismäßig zu kleinem Maßstabe aufgenommenen Photographien W. Burgers haben die Anhaltspuncte der Zusammenstellung geboten. Von allen Arbeiten die Sturm jun. bisher ausgeführt hat, ist die heuer geleistete zwar äußerlich unscheinbar, aber in der That die Glänzendste zu nennen.

Die Kosten wurden nicht

durch das Honorar für ihn, welches daßselbe blieb, wie im Vorjahr, sondern durch Nebenauslagen gesteigert.

Die eine betrifft das Bindemittel.

Die vielen auszufüllenden Zwischenräume, die zahllosen Flächen der durch Messingstäbe zu verbindenden Bruchstücke.

endlich das große Gerüst der letzteren selbst erheischten [etwas nötig haben] eine sehr beträchtliche Menge jenes vorzüglichen Kittes, dessen Bereitung Sturm kennen gelernt hat. Indem er selbst den Kitt anfertigte, wurde bei einem Verbrauchsquantum zu 518 Kilo (Kittmehl und Kittwasser) eine Ersparung von 104 Gulden erzielt, indem ein Kilo, das in der Fabrik um 80 kr bezahlt wird, nur auf 59 ½ Kr zu stehen kam.

Statt 310f40kr, die seiner dafür ausgelegt wurden, wären in der Fabrik

S.4

414f40kr zu bezahlen gewesen.-

Die zweite Nebenauslage betrifft

Die eisernen Rahmen für Vorder- und Rückseite des Thürsturzes.

Zu ihrer jetzigen Gestalt bilden diese nunmehr Platten von 3 M. Länge und 22 Cm. Dicke eines stellenweise vermorschten und nicht mehr homogenen Materials, so daß die Hantierung mit denselben zum Zwecke der Aufstellung die Gefahr neuer Brüche nahelegte, der durch jene eisernen Rahmen vorgebeugt ist.

Eine der schwierigsten Aufgaben, die bei Adjustirung von Objecten der I Gruppe zu lösen waren, ist damit zu Stande gebracht und daher nunmehr sämtliche aus Gjölbaschi überbrachten Steindenkmale für die Abzeichnung und für die projectirte Aufstellung bereit. Die gesammten Kosten dieser Adjustierung, - räumlich wol der größten und technisch der schwierigsten- betragen 1701f72kr, wovon 580f29kr auf Das Jahr 1885, 1121f43kr auf das Jahr 1886 entfallen.

Die übrigen Kosten der Rechnung betreffen kleine Auslagen. Zu erwähnen ist darunter der Transport von 11 schweren Inschriftsteinen römischer Zeit, die meist in zwei Theile gebrochen waren und deren Entfernung aus dem unteren kk. Belvedere schon heuer veranlaßt wurde, weil ihre Zusammensetzung unter Einem mit den Arbeiten am Thürsturze vorgenommen und Reste von Steinkitt und Messingzapfen, die von letzterem erübrigten, verwendet werden konnten. Die Herstellung dieser inschriftlichen Denkmale hat daher auch keine anderen als die Transport-Auslagen veranlaßt.

Zu Beginn des nächsten Jahres wird der ehrfürchtigst Unterzeichnete bitten, die mit Erschöpfung des Betrages von 1200f sistirten Adiustirungen wieder Aufnehmen zu dürfen.

Wien, 14. August 1886

Fr.Kenner, (unterhalb) Director



Übersetzung von Fabian Sever

Über einen neuen Magnesium-Zement (ciment magnésien). Mitteilung von M. Sorel (Monsieur?) präsentiert von M. Dumas S.1-1202. S.104-105., in: Académie des Sciences (Hg.), Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Band 65, Paris 1867.

„Ich habe die Ehre, der Beurteilung der Akademie einen neuartigen Zement zu unterbreiten, welcher auf dem Prinzip des Zinkchlorid-Zementes basiert, den ich ihnen bereits im Jahr 1855 vorgestellt habe. Es handelt sich um basisches und hydratisiertes Magnesiumchlorid.

Man bereitet den Zement zu, indem man Magnesia mit einer mehr oder weniger konzentrierten Lösung von Magnesiumchlorid verrührt. Der Zement ist umso härter, je dichter die Lösung ist. In den meisten Fällen habe ich das Chlorid mit 20-30 Grad Baumé verwendet.

Bei diesem neuartigen Zement kann man das Magnesiumchlorid gänzlich oder teilweise mit vielen Chloriden oder Salzen, welche als Grundlage Metalle der ersten drei Abschnitte nach der Klassifikation von Thenard haben.

Der Magnesia-Zement ist der weißeste und härteste aller Zemente.

Er lässt sich wie Gips formen. Man erhält Objekte, welche die Härte und Farbe von Marmor haben, indem man dem Zement passende Stoffe beimischt. Dieser Zement kann alle Farben annehmen, ich wende es an, um Mosaiken mit sehr schönem Effekt zu machen, für Elfenbeinimitationen, Billardkugeln, etc. Nach Testversuchen, welche ich der Akademie zu unterbreiten die Ehre hatte, kann sie die industrielle Bedeutung des neuen Produktes erkennen.

Der neuartige Zement besitzt eine hochgradige Klebekraft, welche es ihm erlaubt, feste Massen zu einem kleinen Preis zu formen, indem er in großem Ausmaß minderwertige Materialien bindet. Ein Teil Magnesia kann, im Falle der Herstellung von harten Blöcken (Werksteinen), mehr als zwanzig Teile Sand, Kalkstein und andere inerte Materialien binden.  
S.2.

Während Kalk und herkömmlicher Zement nicht mehr als das 2- oder 3-fache ihres Gewichts an Fremdstoffen binden können. Mit solch agglomerierten Materialien können wir dort bauen, wo Baumaterialien fehlen. Dafür genügt es, Magnesia und Magnesiumchlorid zu besorgen, wenn sich diese nicht vor Ort befinden, und mit diesen Sand, Kieselsteine, und andere mehr

oder weniger harte Materialien, welche sich vor Ort oder in der Nähe finden lassen. Man wird daraus hervorragende Baumaterialien formen, welche geschnittene Steine ersetzen. Hier eine weitere Anwendung des neuen Zementes, welche sehr wichtig ist und die die Folge von fast zwei Jahren Arbeit ist: seine Anwendung zur Festigung von mürben Mauern aus Kalk oder Gips. Dafür wendet man den Zement äußerst flüssig, und speziell für diesen Zweck zusammengesetzt an, und man appliziert diesen mithilfe einer Bürste, wie wenn es eine gewöhnliche Tünche wäre.

Der Magnesia-Zement, welcher dem Wirken des Wassers widersteht, kann zu einem sehr niedrigen Preis beschafft werden, insbesondere wenn man die aus Mutterlauge von Salinen gewonnene Magnesia verwendet, entweder nach dem genialen Verfahren von M. Balard, mithilfe dessen man zur gleichen Zeit Magnesia und Salzsäure gewinnt, oder man zersetzt Mutterlauge in seine Bestandteile, wodurch ein großer Teil Magnesiumchlorid gebildet wird, mittels Brandkalk. Von da ergibt sich eine doppelte Zersetzung die Magnesia und Kalziumchlorid erzeugt. Ich wende die Mutterlauge mit 20° an, und ich gebe weniger als einen Teil Kalk zu einem Teil Magnesiumchlorid, damit kein Kalk unzersetzt bleibt und dass Magnesiumchlorid in der Mutterlauge verbleibt. Ich habe, durch dieses Prozedere, außer der Magnesia, (Kalk)Hydrat erhalten, welches kalzinieren muss, das Kalziumchlorid enthält eine gewisse Menge an Magnesiumchlorid. Diese Mischung oder Doppelchlorid, welches in großer Menge vorliegt, habe ich versucht diese zu trennen, und ich habe herausgefunden, wenn man dort ein wenig Magnesia und andere puderförmige Materialien hinzufügt, wie etwa Kreide oder Kalk, man eine hervorragende, sehr haftende Tünche herstellt, welche die Oberfläche der Mauer festigt, auf die sie appliziert wird. Man kann außerdem diese Flüssigkeit mit Magnesia anwenden, um einen Zement zu erhalten. Man sieht, dass durch mein Verfahren, man Dingen einen Wert verleiht, den sie nicht haben. Diese Verfahren verschaffen der Industrie ein neues ausgezeichnetes Material und Elemente, derer ein großer Teil nicht von der festen Erdkruste stammen, sondern vom unerschöpflichen Wasser des Meeres. Das ausgezeichnete Material des neuen Zementes wird also nie Mangel leiden. Dasselbe gilt nicht für die Steinbrüche und Minen, die jeden Tag geringer werden und endigen mit Sicherheit dadurch, dass sie sich komplett erschöpfen.

# I. Produktdatenblätter

## Technisches Merkblatt

Seite 1 von 5

**Charakteristik:** AKEPOX® 5010 ist ein gelartiger, lösungsmittelfreier Zweikomponentenkleber auf Epoxidharzbasis mit einem cycloaliphatischen Polyaminhärter. Das Produkt zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- sehr geringe Eigenfarbe
- sehr geringe Neigung zur Vergilbung
- leichte Dosierung und Mischung mit Kartuschensystem
- sehr gute Standfestigkeit durch gelartige Konsistenz
- äußerst geringe Schrumpfung bei der Aushärtung und daher minimale Spannungen in der Klebeschicht
- sehr gut witterungsbeständige Verklebungen
- gute Temperaturstabilität: von -20°C bis 60 - 70°C bei belasteten Verklebungen, ca. 100 - 110°C bei unbelasteten Verklebungen
- sehr gute Einfärbbarkeit mit AKEPOX® Farbpasten oder Farbkonzentraten
- gute Formbeständigkeit der Klebeschicht
- geringe Tendenz zur Ermüdung
- sehr gute Alkalistabilität, deshalb sehr gut für Verklebungen mit Beton geeignet
- hervorragende Eignung zum Verkleben von gasundurchlässigen Materialien, da lösungsmittelfreies Produkt
- gute Haftung auf leicht feuchtem Stein
- Eignung zur Verklebung von lösungsmittlempfindlichen Werkstoffen (z.B. Styropor, ABS)
- Einstufung gemäß Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft:

**GISCODE: RE 30**

**Einsatzgebiet:** AKEPOX® 5010 wird hauptsächlich in der steinverarbeitenden Industrie zur witterungsbeständigen Verklebung und Ver kittung von Naturstein (Marmor, Granit), technischer Keramik sowie von Kunststein oder Baustoffen (Terrazzo, Beton) angewandt. Durch Einsatz hochwertiger Rohstoffe ist es gelungen, ein System mit sehr geringer Vergilbungsneigung zu entwickeln. Somit ist es möglich, sehr hellen bzw. auch weißen Naturstein zu behandeln, ohne die üblicherweise starke Vergilbung von herkömmlichen Epoxidharzsystemen. Durch seine gelartige geschmeidige Konsistenz hat das Produkt im vertikalen Bereich eine gute Standfestigkeit, bietet aber auch die Möglichkeit, dünne Klebefugen zu erreichen. Mit AKEPOX® 5010 können auch andere Materialien, z.B. Kunststoffe (Hart PVC, Polyester, Polystyrol, ABS, PC), Papier, Holz, Glas und viele andere Stoffe verklebt werden. Nicht geeignet für die Verklebung mit AKEPOX® 5010 sind Polyolefine (PE, PP), Silikone, FKW (Teflon), Weich PVC, Weich PU und Butylkautschuk und Metalle.

**Gebrauchsanweisung:** A: Dosenware

1. Klebeflächen gründlich säubern und leicht anrauen.
2. Zwei Gewichts- oder Volumenteile AKEPOX® 5010 Komponente A werden mit einem Gewichts- oder Volumenteil AKEPOX® 5010 Komponente B vollkommen homogen vermischt.
3. Eine Einfärbung ist durch Zugabe von AKEPOX® Farbpasten oder Farbkonzentrate bis max. 5 % möglich.

TMB 08.20

## Technisches Merkblatt

Seite 2 von 5

- Die Mischung bleibt ca. 20 - 30 Minuten (20°C) verarbeitungsfähig. Nach ca. 6 - 8 Stunden (20°C) sind die verklebten Teile transportfähig, nach 12 - 16 Stunden (20°C) belast- und bearbeitbar. Maximale Festigkeit nach 7 Tagen (20°C).
- Arbeitsgeräte können mit AKEMI® Nitro-Verdünnung gereinigt werden.
- Wärme beschleunigt, Kälte verzögert die Aushärtung.

### B: Kartuschenware

- Klebeflächen gründlich säubern und leicht anrauen.
- Kartuschenverschluss entfernen, Kartusche in Pistole einlegen, Griff solange betätigen, bis aus beiden Öffnungen Material austritt, dann ggf. Mischdüse aufstecken
- Eine Einfärbung ist durch Zugabe von AKEPOX® Farbpasten oder Farbkonzentraten bis max. 5 % möglich.
- Bei Verwendung ohne Mischdüse müssen beide Komponenten gut vermischt werden.
- Die Mischung bleibt ca. 20 - 30 Minuten (20°C) verarbeitungsfähig. Nach ca. 6 - 8 Stunden (20°C) sind die verklebten Teile transportfähig, nach 12 - 16 Stunden (20°C) belast- und bearbeitbar. Maximale Festigkeit nach 7 Tagen (20°C).
- Arbeitsgeräte können mit AKEMI® Nitro-Verdünnung gereinigt werden.
- Wärme beschleunigt, Kälte verzögert die Aushärtung.

### **Besondere Hinweise:**

- Zur Verklebung von tragenden Konstruktionsteilen geeignet, jedoch müssen bei der Anwendung die einschlägigen Normen wie DIN 18516 Teil 1 und Teil 3 oder DIN 2304 beachtet werden.
- Nur bei genauer Einhaltung des Mischungsverhältnisses und vollkommener Vermischung erreicht man die optimalen mechanischen und chemischen Eigenschaften; überschüssige Komponente A oder Komponente B wirken als Weichmacher bzw. können zu Randzonenverfärbungen führen.
- Single-Mix Kartuschen sind nicht für Druckluftpistolen ohne mechanische Kolbenführung geeignet.
- Komponente A und Komponente B sollten nur mit separaten Spachteln entnommen werden.
- Bereits eingedickter oder beim Gelieren befindlicher Kleber darf nicht mehr verarbeitet werden.
- Bei Temperaturen unter 10°C darf das Produkt nicht mehr angewandt werden, da keine genügende Aushärtung stattfindet.
- Der ausgehärtete Kleber neigt bei permanenter Temperatureinwirkung über 50°C zur Vergilbung.
- Bereits ausgehärteter Kleber kann nicht mehr durch Lösungsmittel entfernt werden, sondern nur mechanisch oder durch Behandeln mit höheren Temperaturen (> 200°C).
- Die A-Komponente neigt in geringem Maße zur Kristallisation (Honigeffekt). Durch Erwärmen kann das Produkt wieder verarbeitbar gemacht werden.
- Die Beständigkeit der Verklebung hängt stark vom zu verklebenden Naturstein ab: silikatisch gebundener Naturstein verhält sich besser als karbonatisch gebundener Naturstein.

TMB 08.20

### Technisches Merkblatt

Seite 3 von 5

|  |                                 |                            |               |               |                |               |
|--|---------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| <b>Technische Daten:</b>                                 | 1. Farbe (Komponente A + B):    | transparent CC 2200        |               |               |                |               |
|  | 2. Dichte (Komponente A + B):   | ca. 1,16 g/cm <sup>3</sup> |               |               |                |               |
|  | 3. Verarbeitungszeit:           | bei 10°C: 60 - 70 Minuten  |               |               |                |               |
|  | Mischung aus 100 g Komponente A | bei 20°C: 20 - 30 Minuten  |               |               |                |               |
|  | + 50 g Komponente B:            | bei 30°C: 15 - 20 Minuten  |               |               |                |               |
|  |                                 | bei 40°C: 5 - 10 Minuten   |               |               |                |               |
| 4. Mechanische Eigenschaften:                            | Biegefestigkeit DIN EN ISO 178: | 60 - 70 N/mm <sup>2</sup>  |               |               |                |               |
|  | Zugfestigkeit DIN EN ISO 527:   | 30 - 40 N/mm <sup>2</sup>  |               |               |                |               |
|  | 5. Chemikalienbeständigkeit:    |                            |               |               |                |               |
| Wasseraufnahme DIN 53495                                 | < 0,5 %                         |                            |               |               |                |               |
| Kochsalzlösung 10 %                                      | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Seewasser  | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Ammoniak 10 %ig  | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Natronlauge 10 %ig                                       | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Salzsäure 10 %ig   | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Essigsäure 10 %ig  | bedingt beständig               |                            |               |               |                |               |
| Ameisensäure 10 %ig                                      | bedingt beständig               |                            |               |               |                |               |
| Benzin   | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Heizöl   | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| Schmieröl  | beständig                       |                            |               |               |                |               |
| 6. Härungsverlauf (Shore D) einer 2 mm Schicht bei 20°C: |                                 |                            |               |               |                |               |
| <u>4 Std.</u>  | <u>5 Std.</u>                   | <u>6 Std.</u>              | <u>7 Std.</u> | <u>8 Std.</u> | <u>24 Std.</u> | <u>7 Tage</u> |
| --   | 44                              | 67                         | 74            | 76            | 82             | 83            |

**Lagerung:** Bei trockener und kühler Lagerung (5-25°C) im ungeöffneten Originalgebinde mindestens 24 Monate ab Herstellung.

**Sicherheitshinweise:** Beachten Sie bitte das Sicherheitsdatenblatt.

- Sowohl die reaktiven Einzelkomponenten als auch das gebrauchsfertige Gemisch kann bis zur Aushärtung ätzend, reizend oder sensibilisierend sein.
- Epoxidharze sind potentielle Allergene. Sie können Hautallergien hervorrufen.

#### **Kennzeichnung**

Harzkomponente: GHS07 Achtung, GHS09 Umwelt; **Achtung**

- H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
- H315 Verursacht Hautreizungen
- H319 Verursacht schwere Augenreizung
- H317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen

TMB 08.20

---

## Technisches Merkblatt

Seite 4 von 5

Härterkomponente: GHS05 Ätzwirkung, GHS07 Ausrufezeichen;

**Gefahr**

- H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
  - H 317 Kann allergische Hautreaktionen verursachen
- Direkter Hautkontakt muss unbedingt vermieden werden, weshalb die persönliche Schutzausrüstung ganz besonders wichtig ist.- Beim Arbeiten mit Epoxidharzen sind Schutzhandschuhe und Schutzbrille zu tragen und Hautschutzmittel und Hautpflegemittel zu verwenden.
- Schutzhandschuhempfehlung ( laut Labormessungen der Firma KCL nach EN 374)
- Butoject ( KCL, Art.No.897, 898)
  - Camatril ( KCL, Art.No.730, 731, 732, 733)
  - Dermatril (KCL, Art.No.740, 741, 742)
- Augen- und Gesichtsschutz:
- Schutzbrille (Gefahr von Spritzern)
  - Gesichtsschutzschild bei Arbeiten über Kopf, Spritzverarbeitung oder Rissverpressung
- Atemschutz:
- Die Anwendung sollte in gut belüfteten Bereichen erfolgen.
  - Filtergeräte: Typ A2/P2
- Hautschutz: ( Firma Stockhausen)
- Schutz unbedeckter Körperteile ( Gesicht, Halsbereich) ohne Hautkontakt mit Epoxidharz-Produkten: ARRETIL
  - Präventiver Hautschutz unter Einsatz von Schutzhandschuhen: STOKO EMULSION
  - Nachsorgende Hautreinigung: SLIG SPEZIAL
  - Nachsorgende Hautpflege: STOKO VITAN
  - Keine aggressive Reinigungsmittel, Reibe- oder Lösemittel
  - Nach Verunreinigungen so schnell wie möglich mit sauberen Tuch oder Papierhandtuch entfernen und mit Wasser und Seife reinigen
- Arbeitsmedizinische Vorsorge
- Vor Aufnahme einer Tätigkeit mit Epoxidharzen und in regelmäßigen Abständen zu wiederholen
- Prinzipielle Einhaltung Allgemeiner Schutz- und Hygienemaßnahmen
- Berührung mit den Augen und Haut vermeiden
  - Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen, schnupfen
  - Vorbeugender Hautschutz durch Hautschutzsalbe
  - Gründliche Hautreinigung sofort nach Handhabung des Produktes
  - Getränke und beschmutzte Kleidung sofort ausziehen
  - Gase / Dämpfe / Aerosole nicht einatmen
  - Reinigung der Arbeitsgeräte nach Benutzung unter Verwendung von Schutzhandschuhen bzw. Verwendung von Einweg-Arbeitsgeräten

TMB 08.20

---

## Technisches Merkblatt

Seite 5 von 5

- Erste Hilfe
  - Augenkontakt:
    - 15 Minuten unter fließendem Wasser spülen
    - anschließend unbedingt Arzt aufsuchen
  - Hautkontakt:
    - getränkte Kleidung sofort ausziehen
    - betroffene Stellen mit viel Wasser und milder Seife waschen oder Duschen
    - bei großflächigen Hautkontakt, Hautrötungen, Reizungen oder Juckreiz Arzt aufsuchen
  - Einatmen:
    - Frischluftzufuhr und Arzt aufsuchen
- Bitte beachten Sie
  - die **Gefahrenhinweise und Sicherheitsratschläge auf dem Gebinde** und dem **Sicherheitsdatenblatt**
  - **den Praxisleitfaden für den Umgang mit Epoxidharzen** ( Herausgeber: BG Bauwirtschaft)
  - die **BGR 227: Tätigkeiten mit Epoxidharzen** ( Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften)

### Zur Beachtung:

Vorstehende Angaben wurden nach dem neuesten Stand der Entwicklung und Anwendungstechnik unserer Firma erstellt. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Einflussfaktoren können diese Angaben sowie sonstige mündliche oder schriftliche anwendungstechnische Hinweise nur unverbindlichen Charakter aufweisen. Der Verwender ist im Einzelfall verpflichtet, eigene Versuche und Prüfungen durchzuführen; hierzu zählt insbesondere das Ausprobieren des Produktes an unauffälliger Stelle oder die Anfertigung eines Musters.

TMB 08.20

# 1.4301

X5CrNi18-10

Preise im Stauber-  
Onlineshop checken

Mit Sofortanfrage  
Sondergröße anfragen



## 1.4301 X5CrNi18-10 - Werkstoff 1.4301 Datenblatt

### Gruppe:

Austenitischer Chrom-Nickel-Stahl

### Chemische Zusammensetzung:

C 0,07 / Si 1,0 / Mn 2,0 / S 0,03 / Cr 18,0 / Ni 9,5

### Verwendung:

Lebensmittelindustrie, Rohre- und Fassadenverkleidung, chemische Industrie, Haushaltsgeräte, dekorative Elemente, Automobilindustrie, Apparatebau.

### Eigenschaften:

Arbeitshärte 215 HB

hohe Korrosionsbeständigkeit,

gut geeignet für den Tieftemperaturbereich,

bis 550 °C verwendbar,

gut schmiedbar, sehr gut schweißbar

### Physikalische Eigenschaften:

Dichte 7,90 kg/dm<sup>3</sup>

Elektrischer Widerstand 0,73 Ω×mm<sup>2</sup>/m

Wärmeleitfähigkeit 44 W/(m·K)

Spezifische Wärmekapazität 500 J/(kg·K)

### Behandlungsmöglichkeiten:

Lösungsglühen 1.000 – 1.100 °C Luft-, Wasserabkühlung

Warmformgebung 1.150 – 850 °C Luft

härten nicht möglich

**Haftungsausschluss:** Da die Werte je nach Verarbeitung variieren können, sind die genannten Werte lediglich Richtwerte und ohne Garantie.

[www.stauberstahl.com](http://www.stauberstahl.com)



## Technisches Merkblatt

### HYDRADUR® NHL 5

### Natürlich hydraulischer Kalk EN 459-1 NHL 5

Mischungsverhältnisse für Normalmörtel in Raumteilen:

| Mörtelgruppe | Mauermörtel     |         |
|--------------|-----------------|---------|
|              | HYDRADUR® NHL 5 | Sand    |
| I            | 1               | 4,5     |
| II           | 1               | 3       |
| Plla         | Putzmörtel      |         |
|              | 1               | 3 bis 4 |

#### Zusammensetzung

HYDRADUR® NHL 5 ist ein natürlich hydraulischer Kalk nach EN 459-1. Er wird durch Brennen und Löschen eines besonders ausgewählten Muschelkalks hergestellt. Die Festigkeitsentwicklung von HYDRADUR® NHL 5 erfolgt durch Carbonatisierung und durch hydraulische Erhärtung. HYDRADUR® NHL 5 ist zementfrei!

#### Eigenschaften

- historisches, zement- und gipsfreies, natürlich hydraulisches Bindemittel
- hoher Sulfatwiderstand
- spannungsarmer Erhärtungsverlauf
- sehr gute Nacherhärtung
- kein Eintrag schädlicher Salze in das Mauerwerk
- hohe Geschmeidigkeit und Wasserrückhaltevermögen im hergestellten Mörtel
- sehr gute Flankenhaftung am Stein
- niedriges Elastizitätsmodul

#### Anwendung

Zur Herstellung von Putz- und Mauermörtel besonders im ökologisch-, biologischen Haus- und Wohnungsbau, in der Sanierung und Denkmalpflege.

#### Lieferung

- In 25 kg-Sack
- In Big-Bag
- In Silo-Fahrzeugen

#### Lagerung

Trocken, möglichst auf Holzrosten und vor Zugluft geschützt. Die Lagerzeit soll 6 Monate nicht überschreiten.

#### Technische Daten

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Schüttdichte:     | ca. 0,55 kg/dm <sup>3</sup> |
| freies CaO:       | ca. 30 %                    |
| SO <sub>3</sub> : | ca. 0,5 %                   |

#### Druckfestigkeit (nach EN 459-2):

|            |                            |
|------------|----------------------------|
| 28 Tage:   | ca. 6,5 N/mm <sup>2</sup>  |
| 6 Monate:  | ca. 11,0 N/mm <sup>2</sup> |
| 12 Monate: | ca. 14,0 N/mm <sup>2</sup> |

#### Sicherheitshinweise

HYDRADUR® NHL 5 reagiert mit Wasser stark alkalisch, deshalb: Haut und Augen schützen, bei Berührung gründlich mit Wasser spülen, bei Augenkontakt unverzüglich Arzt aufsuchen.

#### Güteüberwachte Herstellung

HYDRADUR® NHL 5 wird in unserem Werkslabor sowie in einem anerkannten Prüfinstitut im Rahmen der Eigenüberwachung fortlaufend auf die Einhaltung seiner Zusammensetzung und Eigenschaften geprüft. Damit ist eine gleichbleibende Qualität des Produktes gesichert. HYDRADUR® NHL 5 trägt das Gütezeichen „Baukalk“ und ist zertifiziert nach EN 459-1.

# Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), geändert mit 2015/830/EU



## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: **9639**  
Version: **2.0 de**  
Ersetzt Fassung vom: 03.06.2016  
Version: (1)

Datum der Erstellung: 03.06.2016  
Überarbeitet am: 24.10.2019

## ABSCHNITT 1: Bezeichnung des Stoffs beziehungsweise des Gemischs und des Unternehmens

### 1.1 Produktidentifikator

Bezeichnung des Stoffs **Acrylpolymer**  
Artikelnummer 9639  
Registrierungsnummer (REACH) nicht relevant (Gemisch)

### 1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird

**Identifizierte Verwendungen:** Laborchemikalie  
Labor- und Analysezwecke

### 1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt

Carl Roth GmbH + Co KG  
Schoemperlenstr. 3-5  
D-76185 Karlsruhe  
Deutschland

**Telefon:** +49 (0) 721 - 56 06 0  
**Telefax:** +49 (0) 721 - 56 06 149  
**e-Mail:** [sicherheit@carlroth.de](mailto:sicherheit@carlroth.de)  
**Webseite:** [www.carlroth.de](http://www.carlroth.de)

Sachkundige Person, die für das Sicherheitsdatenblatt zuständig ist : Abteilung Arbeitssicherheit

**e-Mail (sachkundige Person)** : [sicherheit@carlroth.de](mailto:sicherheit@carlroth.de)

### 1.4 Notrufnummer

| Name                 | Straße             | Postleitzahl/Ort | Telefon         | Webseite  |
|----------------------|--------------------|------------------|-----------------|---|
| Giftzentrale München | Ismaninger Str. 22 | 81675 München    | +49/(0)89 19240 | <a href="http://www.toxinfo.med.tum.de/inhalt/giftnotruf-muenchen">http://www.toxinfo.med.tum.de/inhalt/giftnotruf-muenchen</a> |

## ABSCHNITT 2: Mögliche Gefahren

### 2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs

#### Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)

Dieses Gemisch erfüllt nicht die Kriterien für die Einstufung gemäß der Verordnung Nr. 1272/2008/EG.

### 2.2 Kennzeichnungselemente

#### Kennzeichnung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)

nicht erforderlich

**Signalwort** nicht erforderlich

### 2.3 Sonstige Gefahren

Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### ABSCHNITT 3: Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen

#### 3.2 Gemische

##### Beschreibung des Gemischs

Dieses Gemisch erfüllt nicht die Kriterien für die Einstufung.

### ABSCHNITT 4: Erste-Hilfe-Maßnahmen

#### 4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen



##### Allgemeine Anmerkungen

Kontaminierte Kleidung ausziehen.

##### Nach Inhalation

Für Frischluft sorgen. Bei Auftreten von Beschwerden oder in Zweifelsfällen ärztlichen Rat einholen.

##### Nach Kontakt mit der Haut

Haut mit Wasser abwaschen/duschen. Bei Auftreten von Beschwerden oder in Zweifelsfällen ärztlichen Rat einholen.

##### Nach Berührung mit den Augen

Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen. Bei Auftreten von Beschwerden oder in Zweifelsfällen ärztlichen Rat einholen.

##### Nach Aufnahme durch Verschlucken

Mund ausspülen. Bei Unwohlsein Arzt anrufen.

#### 4.2 Wichtigste akute und verzögert auftretende Symptome und Wirkungen

Reizende Wirkungen

#### 4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung

keine

### ABSCHNITT 5: Maßnahmen zur Brandbekämpfung

#### 5.1 Löschmittel



##### Geeignete Löschmittel

Löschmaßnahmen auf die Umgebung abstimmen  
Sprühwasser, Schaum, Trockenlöschpulver, Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

##### Ungeeignete Löschmittel

Wasser im Vollstrahl

#### 5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren

Brennbar.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### **Gefährliche Verbrennungsprodukte**

Explosions- und Brandgase nicht einatmen

### **5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung**

Brandbekämpfung mit üblichen Vorsichtsmaßnahmen aus angemessener Entfernung. Umgebungs-luftunabhängiges Atemschutzgerät tragen.

## **ABSCHNITT 6: Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung**

### **6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren**



#### **Nicht für Notfälle geschultes Personal**

Staub nicht einatmen. Berührung mit den Augen und der Haut vermeiden.

### **6.2 Umweltschutzmaßnahmen**

Das Eindringen in die Kanalisation oder in Oberflächen- und Grundwasser verhindern.

### **6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung**

#### **Hinweise wie verschüttete Materialien an der Ausbreitung gehindert werden können**

Abdecken der Kanalisationen.

#### **Hinweise wie die Reinigung im Fall von Verschütten erfolgen kann**

Mechanisch aufnehmen.

#### **Weitere Angaben betreffend Verschütten und Freisetzung**

In geeigneten Behältern zur Entsorgung bringen. Den betroffenen Bereich belüften.

### **6.4 Verweis auf andere Abschnitte**

Gefährliche Verbrennungsprodukte: siehe Abschnitt 5. Persönliche Schutzausrüstung: siehe Abschnitt 8. Unverträgliche Materialien: siehe Abschnitt 10. Angaben zur Entsorgung: siehe Abschnitt 13.

## **ABSCHNITT 7: Handhabung und Lagerung**

### **7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung**

Staubbildung vermeiden. Für ausreichende Lüftung sorgen.

#### **Hinweise zur allgemeinen Hygiene am Arbeitsplatz**

Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten.

### **7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten**

Behälter dicht verschlossen halten. An einem trockenen Ort aufbewahren.

#### **Unverträgliche Stoffe oder Gemische**

Zusammenlagerungshinweise beachten.

#### **Beachtung von sonstigen Informationen**

##### **• Anforderungen an die Belüftung**

Verwendung einer örtlichen und generellen Lüftung.

##### **• Spezielle Anforderungen an Lagerräume oder -behälter**

Empfohlene Lagerungstemperatur: 15 – 25 °C.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### 7.3 Spezifische Endanwendungen

Es liegen keine Informationen vor.

## ABSCHNITT 8: Begrenzung und Überwachung der Exposition/persönliche Schutzausrüstungen

### 8.1 Zu überwachende Parameter

#### Nationale Grenzwerte

Grenzwerte für die berufsbedingte Exposition (Arbeitsplatzgrenzwerte)

### 8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition

Individuelle Schutzmaßnahmen (persönliche Schutzausrüstung)

#### Augen-/Gesichtsschutz



Schutzbrille mit Seitenschutz verwenden.

#### Hautschutz



##### • Handschutz

Geeignete Schutzhandschuhe tragen. Geeignet ist ein nach EN 374 geprüfter Chemikalienschutzhandschuh.

##### • Art des Materials

NBR (Nitrilkautschuk)

##### • Materialstärke

>0,11 mm

##### • Durchbruchzeit des Handschuhmaterials

>480 Minuten (Permeationslevel: 6)

##### • sonstige Schutzmaßnahmen

Erholungsphasen zur Regeneration der Haut einlegen. Vorbeugender Hautschutz (Schutzcremes/Salben) wird empfohlen.

#### Atemschutz



Atemschutz ist erforderlich bei: Staubentwicklung. Partikelfiltergerät (EN 143). P1 (filtert mindestens 80 % der Luftpartikel, Kennfarbe: Weiß).

#### Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition

Das Eindringen in die Kanalisation oder in Oberflächen- und Grundwasser verhindern.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### ABSCHNITT 9: Physikalische und chemische Eigenschaften

#### 9.1 Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften

##### Aussehen

|                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| Aggregatzustand | fest (Granulat)           |
| Farbe           | farblos                   |
| Geruch          | charakteristisch          |
| Geruchsschwelle | Es liegen keine Daten vor |

##### Sonstige physikalische und chemische Kenngrößen

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| pH-Wert                          | Keine Information verfügbar.                          |
| Schmelzpunkt/Gefrierpunkt        | Zu dieser Eigenschaft liegen keine Informationen vor. |
| Siedebeginn und Siedebereich     | Keine Information verfügbar.                          |
| Flammpunkt                       | nicht anwendbar                                       |
| Verdampfungsgeschwindigkeit      | es liegen keine Daten vor                             |
| Entzündbarkeit (fest, gasförmig) | Keine Informationen verfügbar                         |

##### Explosionsgrenzen

|  |   |
|--|---|
| • untere Explosionsgrenze (UEG)            | keine Information verfügbar                           |
| • obere Explosionsgrenze (OEG)             | keine Information verfügbar                           |
| Explosionsgrenzen von Staub/Luft-Gemischen | keine Informationen verfügbar                         |
| Dampfdruck                                 | Keine Information verfügbar.                          |
| Dichte                                     | Keine Information verfügbar.                          |
| Dampfdichte                                | Keine Information verfügbar.                          |
| Relative Dichte                            | Zu dieser Eigenschaft liegen keine Informationen vor. |

##### Löslichkeit(en)

|                            |                     |
|----------------------------|---------------------|
| Wasserlöslichkeit          | praktisch unlöslich |
| Löslichkeit in Ethylacetat | löslich             |
| Löslichkeit in Toluol      | löslich             |

##### Verteilungskoeffizient

|                             |                                    |
|-----------------------------|------------------------------------|
| n-Octanol/Wasser (log KOW)  | Keine Information verfügbar.       |
| Selbstentzündungstemperatur | 393 °C                             |
| Zersetzungstemperatur       | es liegen keine Daten vor          |
| Viskosität                  | nicht relevant (Feststoff)         |
| Explosive Eigenschaften     | Ist nicht als explosiv einzustufen |
| Oxidierende Eigenschaften   | keine                              |

#### 9.2 Sonstige Angaben

Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### ABSCHNITT 10: Stabilität und Reaktivität

#### 10.1 Reaktivität

Dieses Material ist unter normalen Umgebungsbedingungen nicht reaktiv.

#### 10.2 Chemische Stabilität

Das Material ist unter normalen Umgebungsbedingungen und unter den bei Lagerung und Handhabung zu erwartenden Temperatur- und Druckbedingungen stabil.

#### 10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen

Es sind keine gefährlichen Reaktionen bekannt

#### 10.4 Zu vermeidende Bedingungen

Es sind keine speziell zu vermeidenden Bedingungen bekannt.

#### 10.5 Unverträgliche Materialien

Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor.

#### 10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte

Gefährliche Verbrennungsprodukte: siehe Abschnitt 5.

### ABSCHNITT 11: Toxikologische Angaben

#### 11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen

##### Akute Toxizität

Ist nicht als akut toxisch einzustufen.

| Expositionsweg | Endpunkt | Wert         | Spezies   |
|----------------|----------|--------------|-----------|
| oral           | LD50     | >5.000 mg/kg | Ratte     |
| dermal         | LD50     | >3.000 mg/kg | Kaninchen |

##### Ätz-/Reizwirkung auf die Haut

Ist nicht als hautätzend/-reizend einzustufen.

##### Schwere Augenschädigung/Augenreizung

Ist nicht als schwer augenschädigend oder augenreizend einzustufen.

##### Sensibilisierung der Atemwege oder der Haut

Ist nicht als Inhalations- oder Hautallergen einzustufen.

##### Zusammenfassung der Bewertung der CMR-Eigenschaften

Ist weder als keimzellmutagen (mutagen), karzinogen noch als reproduktionstoxisch einzustufen

##### • Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition

Ist nicht als spezifisch zielorgantoxisch (einmalige Exposition) einzustufen.

##### • Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition

Ist nicht als spezifisch zielorgantoxisch (wiederholte Exposition) einzustufen.

##### Aspirationsgefahr

Ist nicht als aspirationsgefährlich einzustufen.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### Symptome im Zusammenhang mit den physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften

- **Bei Verschlucken**

es sind keine Daten verfügbar

- **Bei Kontakt mit den Augen**

verursacht leichte bis mäßige Reizwirkung

- **Bei Einatmen**

Nach Einatmen von Staub kann es zu Reizungen der Atemwege kommen

- **Bei Berührung mit der Haut**

verursacht leichte bis mäßige Reizwirkung

### Sonstige Angaben

Keine

## ABSCHNITT 12: Umweltbezogene Angaben

### 12.1 Toxizität

gemäß 1272/2008/EG: Ist nicht als gewässergefährdend einzustufen.

### 12.2 Prozess der Abbaubarkeit

Es sind keine Daten verfügbar.

### 12.3 Bioakkumulationspotenzial

Es sind keine Daten verfügbar.

### 12.4 Mobilität im Boden

Es sind keine Daten verfügbar.

### 12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung

Es sind keine Daten verfügbar.

### 12.6 Andere schädliche Wirkungen

Schwach wassergefährdend. (AwSV)

## ABSCHNITT 13: Hinweise zur Entsorgung

### 13.1 Verfahren der Abfallbehandlung



Wegen einer Abfallentsorgung den zuständigen zugelassenen Entsorger ansprechen.

#### Für die Entsorgung über Abwasser relevante Angaben

Nicht in die Kanalisation gelangen lassen.

### 13.2 Einschlägige Rechtsvorschriften über Abfall

Die Zuordnung der Abfallschlüsselnummern/Abfallbezeichnungen ist entsprechend EAKV branchen- und prozessspezifisch durchzuführen.

## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### 13.3 Anmerkungen

Abfall ist so zu trennen, dass er von den kommunalen oder nationalen Abfallentsorgungseinrichtungen getrennt behandelt werden kann. Bitte beachten Sie die einschlägigen nationalen oder regionalen Bestimmungen.

## ABSCHNITT 14: Angaben zum Transport

- |      |                                      |  |
|------|--------------------------------------|--|
| 14.1 | UN-Nummer                            | (unterliegt nicht den Transportvorschriften)                   |
| 14.2 | Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung | nicht relevant   |
| 14.3 | Transportgefahrenklassen             | nicht relevant   |
|      | Klasse                               | -  |
| 14.4 | Verpackungsgruppe                    | nicht relevant keiner Verpackungsgruppe zugeordnet             |
| 14.5 | Umweltgefahren                       | keine (nicht umweltgefährdend gemäß den Gefahrgutvorschriften) |
- 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender**  
Es liegen keine zusätzlichen Angaben vor.
- 14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens und gemäß IBC-Code**  
Die Fracht wird nicht als Massengut befördert.
- 14.8 Angaben nach den einzelnen UN-Modellvorschriften**
- **Beförderung gefährlicher Güter auf Straße, Schiene oder Binnenwasserstraßen (ADR/RID/ADN)**  
Unterliegt nicht den Vorschriften des ADR, RID und ADN.
  - **Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (IMDG)**  
Unterliegt nicht den Vorschriften des IMDG.
  - **Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO-IATA/DGR)**  
Unterliegt nicht den Vorschriften der ICAO-IATA.

## ABSCHNITT 15: Rechtsvorschriften

- 15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch**
- Einschlägige Bestimmungen der Europäischen Union (EU)**
- **Verordnung 649/2012/EU über die Aus- und Einfuhr gefährlicher Chemikalien (PIC)**  
Kein Bestandteil ist gelistet.
  - **Verordnung 1005/2009/EG über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (ODS)**  
Kein Bestandteil ist gelistet.
  - **Verordnung 850/2004/EG über persistente organische Schadstoffe (POP)**  
Kein Bestandteil ist gelistet.
  - **Beschränkungen gemäß REACH, Anhang XVII**  
Kein Bestandteil ist gelistet.
  - **Beschränkungen gemäß REACH, Titel VIII**  
Keine.

# Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), geändert mit 2015/830/EU



## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

- **Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe (REACH, Anhang XIV)/SVHC - Kandidatenliste**  
kein Bestandteil ist gelistet

- **Seveso Richtlinie**

| 2012/18/EU (Seveso III) |                                       |   |      |
|-------------------------|---------------------------------------|---|------|
| Nr.                     | Gefährlicher Stoff/Gefahrenkategorien | Mengenschwelle (in Tonnen) für die Anwendung in Betrieben der unteren und oberen Klasse | Anm. |
|                         | nicht zugeordnet                      |   |      |

- **Richtlinie 75/324/EWG über Aerosolpackungen**

### Abfüll-Los

#### Decopaint-Richtlinie (2004/42/EG)

|            |       |
|------------|-------|
| VOC-Gehalt | 100 % |
|------------|-------|

#### Richtlinie über Industrieemissionen (VOCs, 2010/75/EU)

|            |       |
|------------|-------|
| VOC-Gehalt | 100 % |
|------------|-------|

#### Richtlinie 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (RoHS) - Anhang II

Kein Bestandteil ist gelistet.

#### Verordnung 166/2006/EG über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregisters (PRTR)

Kein Bestandteil ist gelistet.

#### Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (WRR)

Kein Bestandteil ist gelistet.

#### Verordnung 98/2013/EU über die Vermarktung und Verwendung von Ausgangsstoffen für Explosivstoffe

kein Bestandteil ist gelistet

#### Verordnung 111/2005/EG zur Festlegung von Vorschriften für die Überwachung des Handels mit Drogenaustauschstoffen zwischen der Gemeinschaft und Drittländern

kein Bestandteil ist gelistet

### Nationale Vorschriften (Deutschland)

- **Wassergefährdende Stoffe (AwSV)**

Wassergefährdungsklasse (WGK): 1 (schwach wassergefährdend) - Einstufung nach Anhang 1 (AwSV)

- **Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (Deutschland)**

| Nummer | Stoffgruppe                           | Klasse | Konz.       | Massenstrom | Massenkonzentration  | Hinweis |
|--------|---------------------------------------|--------|-------------|-------------|----------------------|---------|
| 5.2.1  | Gesamtstaub, einschließlich Feinstaub |        | ≥ 25 Gew.-% | 0,2 kg/h    | 20 mg/m <sup>3</sup> | 2)      |
| 5.2.5  | organische Stoffe                     |        | ≥ 25 Gew.-% | 0,5 kg/h    | 50 mg/m <sup>3</sup> | 3)      |

#### Hinweis

2) Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstroms von 0,20 kg/h darf im Abgas die Massenkonzentration 0,15 g/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden

# Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), geändert mit 2015/830/EU



## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

### Hinweis

- 3) Der Massenstrom 0,50 kg/h oder die Massenkonzentration 50 mg/m<sup>3</sup> darf, jeweils angegeben als Gesamtkohlenstoff, insgesamt nicht überschritten werden (ausgenommen staubförmige organische Stoffe)

### • Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern (TRGS 510) (Deutschland)

Lagerklasse (LGK): 11 (brennbare Feststoffe)

### Regelungen der Versicherungsträger

Beschäftigungsbeschränkungen nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz (94/33/EG) beachten. Die nationalen Rechtsvorschriften sind zusätzlich zu beachten!

## 15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung

Stoffsicherheitsbeurteilungen für Stoffe in dieser Mischung wurden nicht durchgeführt.

## ABSCHNITT 16: Sonstige Angaben

### 16.1 Vorgenommene Änderungen (überarbeitetes Sicherheitsdatenblatt)

| Abschnitt | Ehemaliger Eintrag (Text/Wert)       | Aktueller Eintrag (Text/Wert)   | Sicherheitsrelevant |
|-----------|--------------------------------------|---|---------------------|
| 14.4      | Verpackungsgruppe:<br>nicht relevant | Verpackungsgruppe:<br>nicht relevant keiner Verpackungsgruppe zugeordnet  | ja                  |
| 14.8      |                                      | • Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO-IATA/DGR):<br>Unterliegt nicht den Vorschriften der ICAO-IATA. | ja                  |

### Abkürzungen und Akronyme

| Abk.     | Beschreibungen der verwendeten Abkürzungen  |
|----------|---|
| ADN      | Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par voies de navigation intérieures (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen) |
| ADR      | Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße)                                    |
| AwSV     | Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen   |
| CLP      | Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung (Classification, Labeling and Packaging) von Stoffen und Gemischen  |
| CMR      | Carcinogenic, Mutagenic or toxic for Reproduction (krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend)  |
| DGR      | Dangerous Goods Regulations (Gefahrgutvorschriften) Regelwerk für den Transport gefährlicher Güter, siehe IATA/DGR  |
| GHS      | "Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals" "Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien", das die Vereinten Nationen entwickelt haben                          |
| IATA     | International Air Transport Association (Internationale Flug-Transport-Vereinigung)   |
| IATA/DGR | Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Regelwerk für den Transport gefährlicher Güter im Luftverkehr)  |
| ICAO     | International Civil Aviation Organization (internationale Zivilluftfahrt-Organisation)  |
| IMDG     | International Maritime Dangerous Goods Code (internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen)   |
| LD50     | Lethal Dose 50 % (Letale Dosis 50 %): LD50 ist die Dosis eines geprüften Stoffes, die in einem vorgegebenen Zeitraum zu einer Letalität von 50 % führt  |
| LGK      | Lagerklasse gemäß TRGS 510, Deutschland   |

# Sicherheitsdatenblatt

gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), geändert mit 2015/830/EU



## Paraloid™ B-72

Artikelnummer: 9639

| Abk.   | Beschreibungen der verwendeten Abkürzungen  |
|--------|---|
| MARPOL | Internationales Übereinkommen zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch Schiffe (Abk. von "Marine Pollutant")   |
| PBT    | Persistent, Bioakkumulierbar und Toxisch  |
| REACH  | Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe)                     |
| RID    | Règlement concernant le transport International ferroviaire des marchandises Dangereuses (Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter) |
| SVHC   | Substance of Very High Concern (besonders besorgniserregender Stoff)  |
| TRGS   | Technische Regeln für Gefahrstoffe (Deutschland)  |
| VOC    | Volatile Organic Compounds (flüchtige organische Verbindungen)  |
| vPvB   | very Persistent and very Bioaccumulative (sehr persistent und sehr bioakkumulierbar)  |

### Wichtige Literatur und Datenquellen

- Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH), geändert mit 2015/830/EU
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP, EU-GHS)
- Dangerous Goods Regulations (DGR) for the air transport (IATA) (Regelwerk für den Transport gefährlicher Güter im Luftverkehr)
- Internationaler Code für die Beförderung gefährlicher Güter mit Seeschiffen (IMDG)

### Liste der einschlägigen Sätze (Code und Wortlaut wie in Kapitel 2 und 3 angegeben)

nicht relevant.

### Haftungsausschluss

Die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt entsprechen nach bestem Wissen unseren Erkenntnissen bei Drucklegung. Die Informationen sollen Ihnen Anhaltspunkte für den sicheren Umgang mit dem in diesem Sicherheitsdatenblatt genannten Produkt bei Lagerung, Verarbeitung, Transport und Entsorgung geben. Die Angaben sind nicht übertragbar auf andere Produkte. Soweit das Produkt mit anderen Materialien vermengt, vermischt oder verarbeitet wird, oder einer Bearbeitung unterzogen wird, können die Angaben in diesem Sicherheitsdatenblatt, soweit sich hieraus nicht ausdrücklich etwas anderes ergibt, nicht auf das so gefertigte neue Material übertragen werden.