

## Die Konservierung des Kindergrabmals La Roche in Basel<sup>1</sup>

### Der Friedhof und das Grabmal

Der Wolfgottesacker wurde in den Jahren 1870 bis 1872 angelegt.<sup>2</sup> Wie in vielen europäischen Städten, führte auch in Basel das rasante Bevölkerungswachstum des 19. Jahrhunderts zur Schaffung eines neuen „Gottesackers“ weit außerhalb des Stadtzentrums auf dem freien Lande (Abb. 1). Schon 1932 war der Friedhof wieder zu klein geworden und wurde durch den Zentralfriedhof abgelöst. Heutzutage liegt der Wolfgottesacker, umgeben von einer hohen Mauer, innerhalb der Stadt. Neben einer Bahntrasse und inmitten eines Gewerbegebietes ist er eine idyllische Insel der Ruhe. Der Friedhof wurde nie ganz aufgegeben. Er ist gut gepflegt, und es finden jedes Jahr noch Bestattungen statt. Schon früh wurde er von den Behörden als bedeutender historischer Bestattungsort erkannt und gewürdigt. In jüngster Zeit bemühen sich das Baudepartement und die Denkmalpflege des Kantons Basel-Stadt besonders um die Rettung und Erhaltung gefährdeter Grabmale. In diesem Zuge wurde im Jahre 2004 auch die Konservierung des Grabmals La Roche durchgeführt.

Auf dem Friedhof finden sich viele schöne und aufwendige Grabdenkmäler. Sie bestehen oftmals aus lokalem Stein und sind in bravouröser Steinmetz- und Bildhauertechnik gefertigt. Trotzdem fällt auf, dass die Grabmale eine gewisse Konvention beibehalten: Kaum ein Grabmal übertrumpft das andere durch die Größe oder aufgrund seines besonderen Schmuckreichtums. Die Denkmäler, so unterschiedlich und abwechslungsreich sie im Einzelnen auch sind, bieten insgesamt einen ausgewogenen Gesamteindruck. Die Basler Bürger, fast alle ausnahmslos protestantischer Konfession, achteten offenbar sehr genau auf das „rechte Maß“. In anderen Städten und auf anderen Friedhöfen kann dies bisweilen ganz anders aussehen.

Ein Grabmal aber übertrifft die meisten bei weitem, zwar nicht in seinen Dimensionen oder in seiner Größe, jedoch in seiner Qualität und in seinem Material. Es handelt sich um ein Marmor-Grabmal für ein Mädchen (Abb. 3). Die kleine Helene Rosine La Roche lebte von 1876 bis 1879 und wurde nur drei Jahre und acht Monate alt. Auf dem Schriftfeld am Sockel sind ihre Lebensdaten eingraviert: „Helene Rosine La Roche geb: 23. März 1876 – gest: 8. Dezember 1879“. Darüber steht geschrieben: „Lasset die Kindlein zu mir kommen und wehret ihnen nicht denn solcher ist das Reich Gottes. Marcus X–XIV.“ Es mag sein, dass bei früh verstorbenen Kindern oder bei jung verstorbenen Ehepartnern der Schmerz besonders groß ist. Jedenfalls lässt sich in diesen Fällen oftmals beobachten, dass die Hinterbliebenen besonders aufwendige Denkmäler in Auftrag geben. So auch in unserem Fall. Den Auftrag für das Grabmal erhielt der bekannte Bildhauer Enrico Butti (1847–1932) aus Mailand.<sup>3</sup> Die Signatur befindet sich auf der linken Nebenseite, unten am Block IV (vgl. Abb. 2), und lautet: „Fece E. Butti Milano 1880“, also: Gemacht hat es E. Butti, Mailand 1880. Enrico Butti hatte eine fundierte Ausbildung als Marmor-Bildhauer absolviert und schon damals respektable Kunstpreise für seine Bildhauerarbeiten erhalten. Auf zahlreichen italienischen Friedhöfen, vor allem in Mailand, finden sich seine Arbeiten.

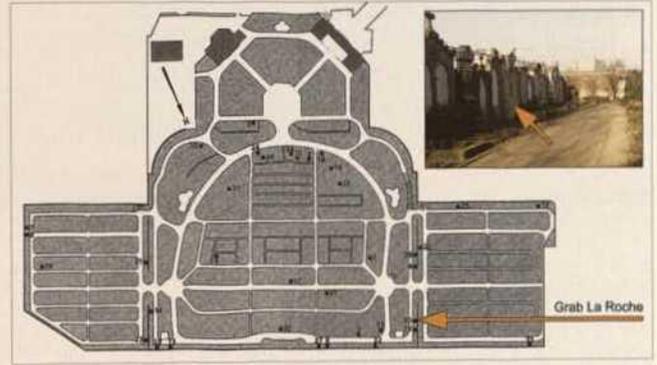


Abb. 1 Basel, Wolfgottesacker, Lageplan mit Markierung des Grabes La Roche

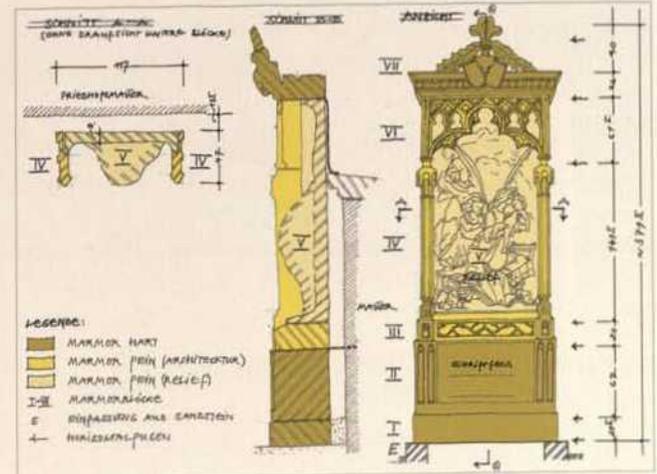
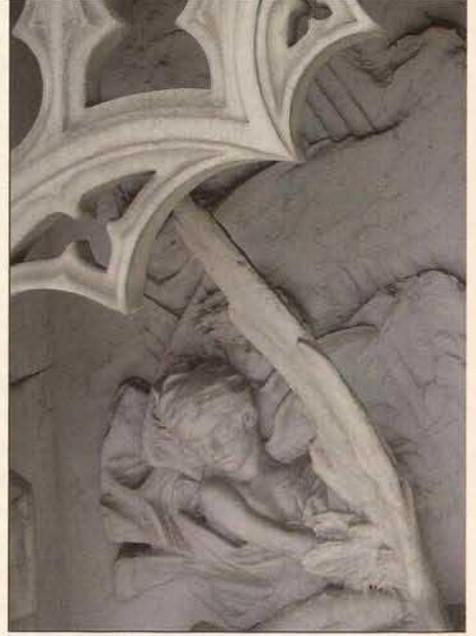


Abb. 2 Grab La Roche, Bauaufnahme mit Darstellung der unterschiedlichen Marmorsorten

Auf dem La Roche-Grabmal ist im Vollrelief dargestellt, wie mehrere Engel das kleine Mädchen Helene liebevoll aus dem Kinderbett heben und in den Himmel, der mit Wolken angedeutet ist, entführen. Die Bildhauerarbeit im Marmor ist nahezu perfekt und besitzt eine Qualität, wie sie fast ausschließlich nur italienische Werkstätten des 19. Jahrhunderts mit ihren „marmisti“ (Marmor-Steinmetzen) liefern konnten. Man beachte nur, wie frei und dünn die Flügel und Arme abstehen, wie einzelne Teile unter- und hinterschnitten sind, wie stofflich und echt Haar, Gewand und Brokatdecken, die ihrerseits wieder vielfach durchbrochen und aufgelöst sind, wirken. Das schaffen nur Bildhauer und Steinmetzen, die sowohl auf eine exzellente Ausbildung wie auch auf eine sehr lange Tradition verweisen können und ferner gelernt haben, das richtige Steinmaterial zu wählen, um aus ihm das Äußerste herauszuholen. Man kann sich gut ausmalen, wie die einheimischen Steinmetzen und Bildhauer wieder und immer wieder kopschüttelnd vor dem Grabmal standen und sich fragten, welche Art von Wunderwerkzeugen ihre italienischen Kollegen wohl verwendeten.



## Befund und Zustand

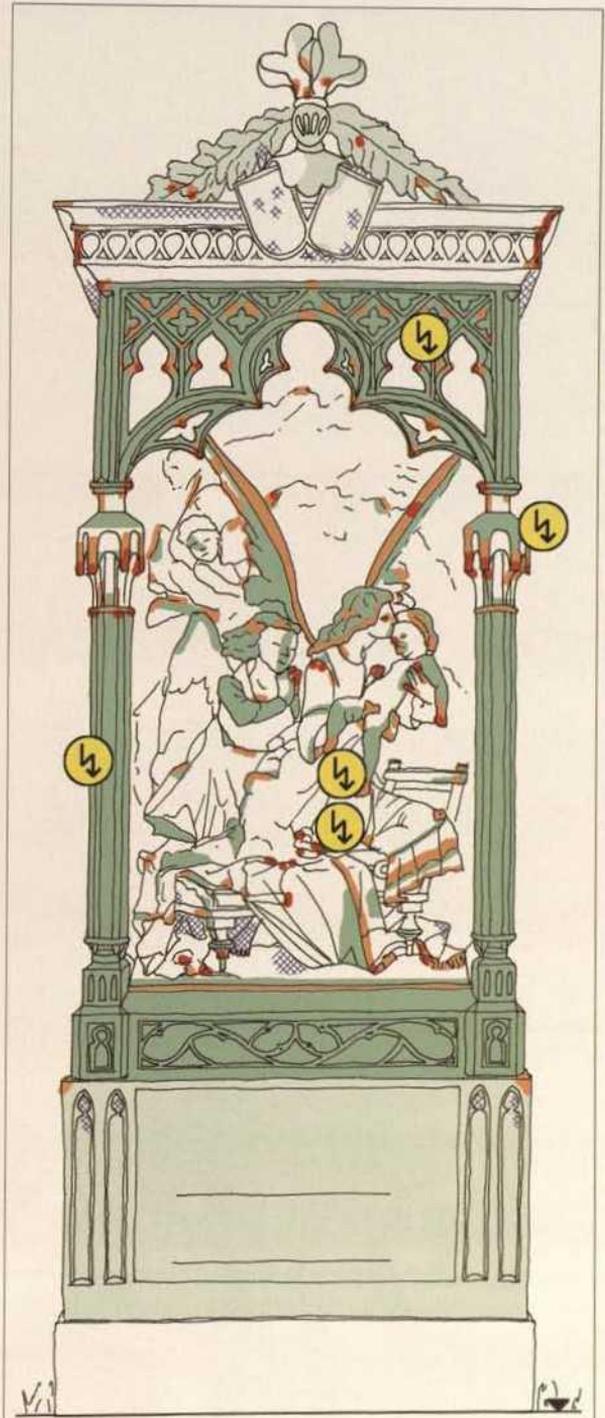
Das Monument ist ca. 3,70 m hoch und aus sieben Teilen zusammengesetzt (Abb. 2). Es lehnt sich rückwärtig an die Friedhofsmauer an und ist dort mit einem Zinkblech abgedeckt. Für die Dübelverbindungen der Steine untereinander wurde wahrscheinlich Messing oder ein anderes nicht rostendes Material verwendet, denn es lassen sich nirgendwo Rostfahnen oder Rostspengungen beobachten. Das Material ist Carraramarmor in nahezu reinweißer Varietät. Die Blöcke mit den bildhauerisch besonders anspruchsvollen Partien, nämlich dem Relief sowie den Säulen, Kapitellen und dem filigranen Maßwerk, sind raffiniert miteinander verzahnt und bestehen aus einem besonderen Marmor. Dieser Marmor ist feinkörniger und „weicher“ und wurde offenbar bewusst für die Bildhauerarbeiten ausgewählt.

Das Marmoraterial des Sockels, des Unterbaus und der bekronenden Abdeckung mit dem Wappenemblem ist fester und „härter“, es ist in einem guten Zustand und scheint verwitterungs-resistenter zu sein. Einzelne Marmorkörner sanden hier zwar leicht ab, es ist jedoch kaum Substanzverlust zu beobachten. Am gesamten Grabmal findet sich zudem eine leichte Verschmutzung sowie biogener Befall, die aber keine schädigende Wirkung haben. Nur kleinere Partien sind mit einer dickeren Kruste überzogen.

Das wahre Problem stellen unglücklicherweise gerade die künstlerisch wertvollsten Bereiche dar, nämlich die Ornament- und Bildhauerarbeiten, die aus dem feinkörnigen, sehr verwitterungsanfälligen Marmor gehauen wurden (Abb. 4 und 5). Die Schäden bestehen in absandenden, abgrusenden und zuckernenden Stellen, die bis zum Totalverlust reichen. Dies betrifft die Kapitelle und die Maßwerke der Architektur ebenso wie die frei stehenden Flügel, Arme und Beine der Personen. Schon jetzt fehlen Teile wie Finger und ganze Hände. Es fällt auf, dass die Schädigung nur die vorderen, der Witterung besonders ausgesetzten Partien betrifft (siehe dazu auch die Abb. 12). Ein Vergleich von Fotos aus dem Jahre 1989 mit denen aus dem Jahre 2004 (Abb. 6) lässt keinen Zweifel daran, wie die Zerstörung Jahr für Jahr fortschreitet und was – wenn keine Gegenmaßnahmen ergriffen werden – in den nächsten Jahren passieren wird.

## Konservierung

Die Art der Schäden legte eine behutsame und zurückhaltende Konservierung nahe. Dazu waren folgende Vorarbeiten notwendig: Die Schadenskartierung (Abb. 4), die nur per Augenschein und manuell durch Abtasten und Abklopfen erfolgt war, wurde durch umfangreiche Ultraschallmessungen ergänzt und verifiziert (Abb. 13). Daraufhin wurden an ausgewählten Stellen Musterflächen einer partiellen Verfestigung angelegt. Die Wahl fiel deswegen auf diese Konservierungsmethode, weil sie sich erstens bei ähnlich gelagerten Fällen, wie z. B. den Marmorreliefs des Siegestors in München, schon bewährt hatte, und weil es sich zweitens eben nur um Teilflächen handelt. Ferner wurden verschiedene Festigungsmittel getestet (Abb. 14). Wichtig ist dabei, die applizierte Menge genau zu dokumentieren. Die Applikation geschieht – besser als mit dem Pinsel – am einfachsten mit Spritze und Kanüle (Abb. 7). Diese Applikationsart hat mehrere Vorteile. Die Lösungsmittel verflüchtigen sich nicht vorzeitig, das Verfestigungsmittel lässt sich lokal sehr gezielt



### SCHÄDEN:

#### • RÜCKVERMITTLUNG

- TOTALVERLUST
- ZUCKERND (SCHADENSGRAD: GROSS)
- ABSANDEND/ABSGRUSEND (SCHADENSGRAD: LEICHT/MITTEL)

#### • VERSCHMUTZUNG

- KRUSTEN/VERCRIPSIUNG
- Algemeine Verschmutzungen sind nicht eigens dargestellt.

#### • h GEFAHR / HANDLUNGSBEDARF

Abb. 3 Grab La Roche vor der Konservierung. Gesamtansicht und Details, Zustand 2004

Abb. 4 Grab La Roche, Schadenskartierung



Abb. 5 Grab La Roche, Hand und Gesicht des linken Engels, typisches Schadensbild mit zuckernder Oberfläche bis hin zum Totalverlust, Zustand 2004



Abb. 6 Grab La Roche, zunehmender Substanzverlust, Fotovergleich von 1989 (oben) und 2004 (unten)

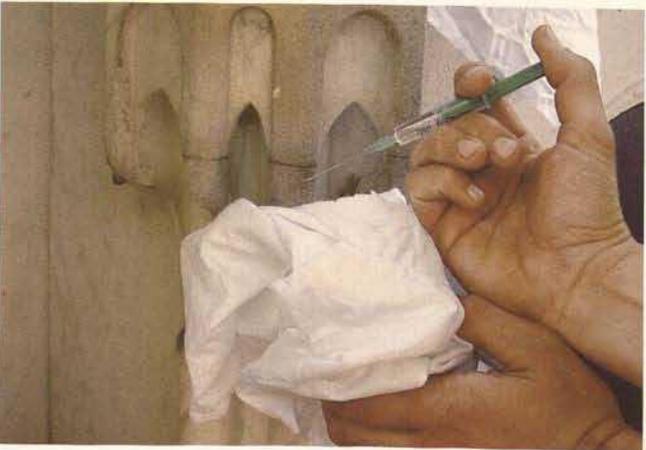


Abb. 7 Grab La Roche, Applikation des Festigungsmittels (Motema Finish)

einsetzen, die eingebrachte Menge ist genau zu bestimmen. Nach einer genügend langen Aushärtezeit von etwa zwei Monaten erfolgen die Nachmessungen mit Ultraschall. Erst dann entscheidet sich das weitere Vorgehen. Welches Mittel soll zum Einsatz kommen? Wird die gewünschte Festigung erreicht? Ist sie ausreichend? Kommt es zu keiner Überfestigung? War die applizierte Menge passend, oder muss sie modifiziert werden?

Die Nachmessungen legten nahe (Abb. 14), als Festigungsmittel ein Acrylat zu verwenden. Zum Einsatz kam das Produkt Motema Finish X 20 der Firma Interacryl. Es wurde nass in nass in zwei Arbeitsgängen mit Spritze und Kanüle aufgebracht, zuerst verdünnt mit Xylol als X 10 (10%ige Lösung), dann in Anlieferungsform als X 20 (20%ige Lösung). Abschließend wurde die Oberfläche leicht mit Lösungsmittel abgetupft, um eine Glanzbildung zu verhindern. Wichtig ist es, das applizierte Mittel in der Maßnahmenkartierung sowohl mengenmäßig wie auch lokal möglichst exakt zu dokumentieren (Abb. 8), denn dadurch ergeben sich für spätere Konservierungen und Messungen wertvolle Anhaltspunkte. Bei der Applikation des Acrylats kann eine leichte Verdunklung des Steinmaterials und eine Farbintensivierung auftreten. Dieses Phänomen legt sich normalerweise nach einer gewissen Zeit wieder. Trotzdem empfiehlt es sich, die Musterflächen vor der endgültigen Konservierung genügend lange zu beobachten.

Nach der Konservierung hat das Grabmal sein Aussehen kaum verändert (Abb. 9). Die Hauptmaßnahme war nämlich die Festigung in situ, die ihrerseits nur ein kleiner Eingriff war. Daneben fanden lediglich kleinere Maßnahmen mehr oder minder optischer Natur statt. Es erfolgte eine leichte Reinigung inklusive Entfernung des biogenen Bewuchses und der Krusten mit Hilfe von Absaugen, Mikrodampfstrahler und punktuell Mikrostrahlgerät. Die obere Abdeckplatte, einschließlich der Wappenbekrönung, wurde mit einem Antigrffiti-Schutz-System (PSS 20 der Firma PSS Interservice) behandelt, um einer allzu schnell einsetzenden

Abb. 8 Grab La Roche, Maßnahmenkartierung, Darstellung der in situ gefestigten Bereiche mit Mengenangabe des eingebrachten Mittels

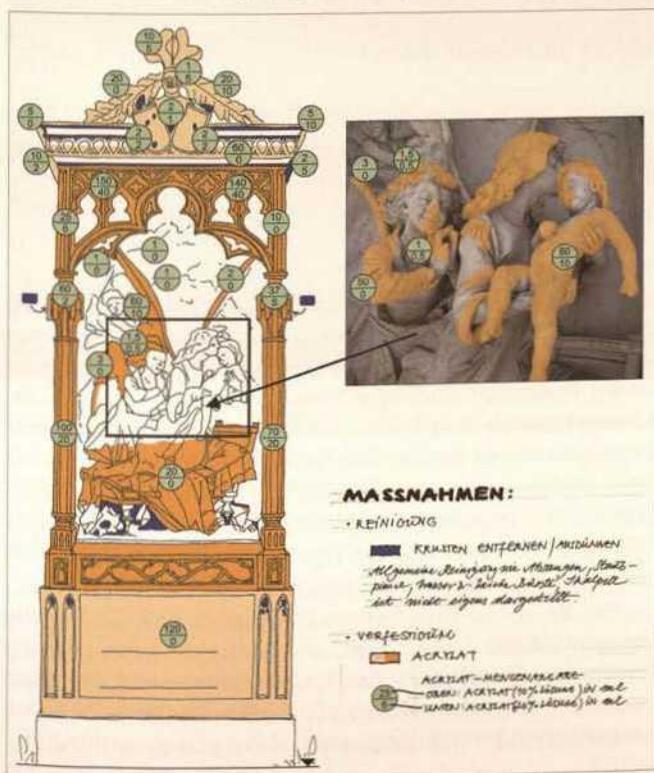


Abb. 9 Grab La Roche vor (oben) und nach der Konservierung (unten), Zustand Mai und Juli 2004

biologischen Verschmutzung vorzubeugen. Das Blech der Rückseite, das mit rostenden Schrauben befestigt war, konnte durch ein Bleiblech und durch Edelstahlschrauben ersetzt werden.

Es dürfen keine falschen Erwartungen geweckt werden. Die Verwitterung des Grabmals La Roche kann nicht gestoppt, wohl aber verzögert werden. Die Hauptaufgabe für die Zukunft wird es sein, den Marmor zu beobachten und regelmäßige Nachmessungen vorzunehmen. Dazu ist es notwendig, die Mechanismen der Marmorverwitterung zu verstehen und die Messmethoden zu kennen. Im Folgenden wird deshalb näher darauf eingegangen.

### Zur Verwitterung von Marmor

Die Verwitterung von Marmor wird seit vielen Jahren naturwissenschaftlich untersucht. Wesentliche Faktoren für die Verwitterungsanfälligkeit sind die Gefügeeigenschaften des Gesteins wie Größe, Orientierung und Verzahnung der Kristallite. Auch führt das anisotrope Verhalten der Calcitkristalle in unserer Klimazone mit starken Temperaturunterschieden zur Lockerung des Gefüges. Dadurch dringen Feuchtigkeit und darin gelöste Schadstoffe in den oberflächennahen Bereich und tragen zur Zerstörung der bearbeiteten Oberfläche bei. So zeigt die Oberfläche eines Akroterion am Münchner Siegestor eine Rückwitterung von etwa 1–2 mm (Abb. 10).<sup>4</sup> Bei einer Standzeit von ca. 150 Jahren bedeutet das einen durchschnittlichen Oberflächenabtrag von ca. 0,01 mm pro Jahr.



Abb. 10 München, Siegestor, Schulter einer Viktoria (Siegessäule) mit Rückwitterung der Marmoroberflächen. In der Mitte: ehemalige bildhauerische Oberfläche an großem Einzelkristall sichtbar, der weniger verwitterungsanfällig ist. Gesamtabwitterung von ca. 1–2 mm, somit jährlicher Abtrag von etwa 0,01 mm bei einer Standzeit von 150 Jahren.

Abb. 11 Grab La Roche, Voruntersuchung mit Festigungsmustern und Ultraschallmessungen



## Ultraschallmessung

Ultraschallmessungen sind mittlerweile allgemein anerkannter Stand der Untersuchungstechnik,<sup>5</sup> um den Zustand von Marmor zu beurteilen (Abb. 11). Neben der „einfachen“ Durchschallung besteht die Möglichkeit, geometrisch geeignete, möglichst kugelförmige Gesteinskörper (Köpfe, Schultern etc.) mit dem Verfahren der Ultraschall-Tomographie zu vermessen. Dazu wird das zu prüfende Objekt fächerförmig durchschallt. Anhand sich ändernder Geschwindigkeiten lassen sich Zonen unterschiedlicher Festigkeit differenzieren (Abb. 13). Mit einem Auswerteverfahren kann die Dicke der Verwitterungsschale bzw. des unverwitterten Kerns bestimmt werden. So konnte z. B. an einem weiteren Objekt in Basel, dem St. Jakob-Denkmal, an einer Kriegerfigur unter Anwendung dieser fächerförmigen Messung eine „Verhärtung“ der Oberfläche festgestellt werden. Dies spricht für eine frühere, festigende Behandlung der gesamten Oberfläche.

Die Ultraschall(US)-Geschwindigkeiten wurden vor Ort mittels Durchschallung bestimmt. Abb. 12 zeigt die Lage der Messstrecken (linkes Bild) und die daraus gewonnene Einstufung des Erhaltungszustandes (rechtes Bild). Die Auswertung der Messungen ergibt, dass stark verwitterte Partien mit Ultraschall(US)-Geschwindigkeiten von  $< 1,5$  km/s akut gefährdet sind. Aber auch äußerlich relativ intakt wirkende Bereiche wie z. B. das Maßwerk weisen mit Werten um  $1,5$  km/s stark entfestigtes Gesteinsgefüge auf. Augenscheinlich unverwitterte Abschnitte liegen auch hinsichtlich der US-Geschwindigkeiten von  $3,3$  bis  $4,0$  km/s im unbedenklichen Bereich. Die hohe US-Geschwindigkeit von  $5,5$  km/s der Bodenplatte (Block I, s. Abb. 2) weist auf eine Marmorvarietät hin, die deutlich härter und verwitterungsresistenter ist als der für die Bildhauerarbeiten verwendete Marmor. Der überwiegende Teil der Messungen ergibt, dass insbesondere im figürlichen Bereich und im Maßwerk eine prinzipielle bis akute Gefährdung des Marmors besteht. Eine konservierende Behandlung dieser Bereiche ist daher dringend erforderlich.

## Messen und Konservieren

Für die Konservierung von Marmor bieten sich grundsätzlich zwei Möglichkeiten an: Die seit Jahrzehnten eingeführte Methode der Acrylharz-Volltränkung (AVT) und das relativ junge Verfahren der in-situ-Tränkung. Die Entscheidung für das jeweilige Verfahren erfolgt nach Abwägung der spezifischen Vor- und Nachteile.

Die Acrylharz-Volltränkung bietet die Vorteile der vollständigen Verfüllung des Porenraums und der dadurch entstandenen Witterungsbeständigkeit, da Gase und Flüssigkeiten nicht mehr in den Porenraum eindringen können. Gerade im Bereich der Marmorkonservierung konnten damit in den letzten Jahren gute Ergebnisse erzielt werden. Die Nachteile liegen im hohen Aufwand bezüglich Aus- bzw. Abbau, in der erforderlichen Vorsicherung, im Transport und Wiedereinbau, in einer meist notwendigen Nachsicherung der Oberfläche sowie in den relativ hohen Kosten und der Irreversibilität der Methode.

Mit der in-situ-Konservierung verbinden sich die Vorteile des Verbleibens am Standort, der vergleichsweise geringen Kosten, der Regulierung des Festigerauftrags und der gegebenenfalls möglichen Reversibilität. Die Nachteile bestehen im geringeren Porenfüllungsgrad und der geringeren Eindringtiefe.<sup>6</sup>

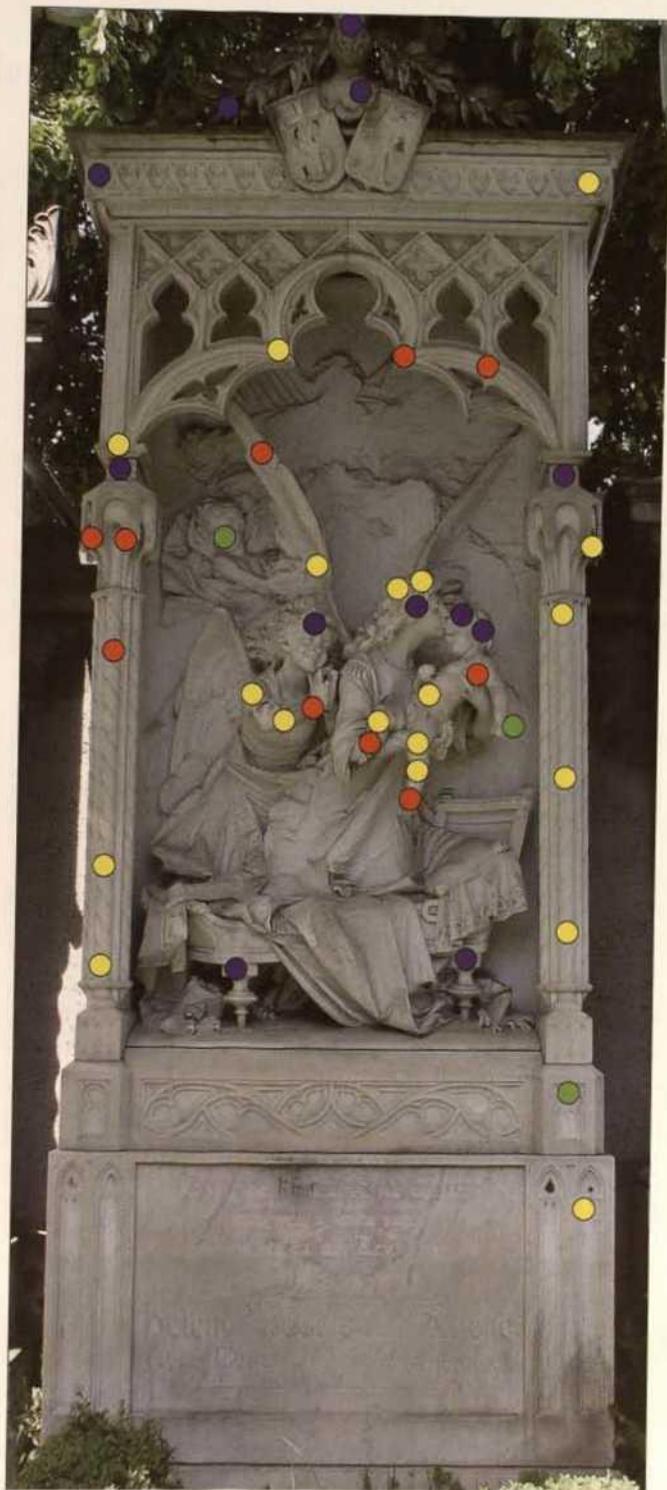
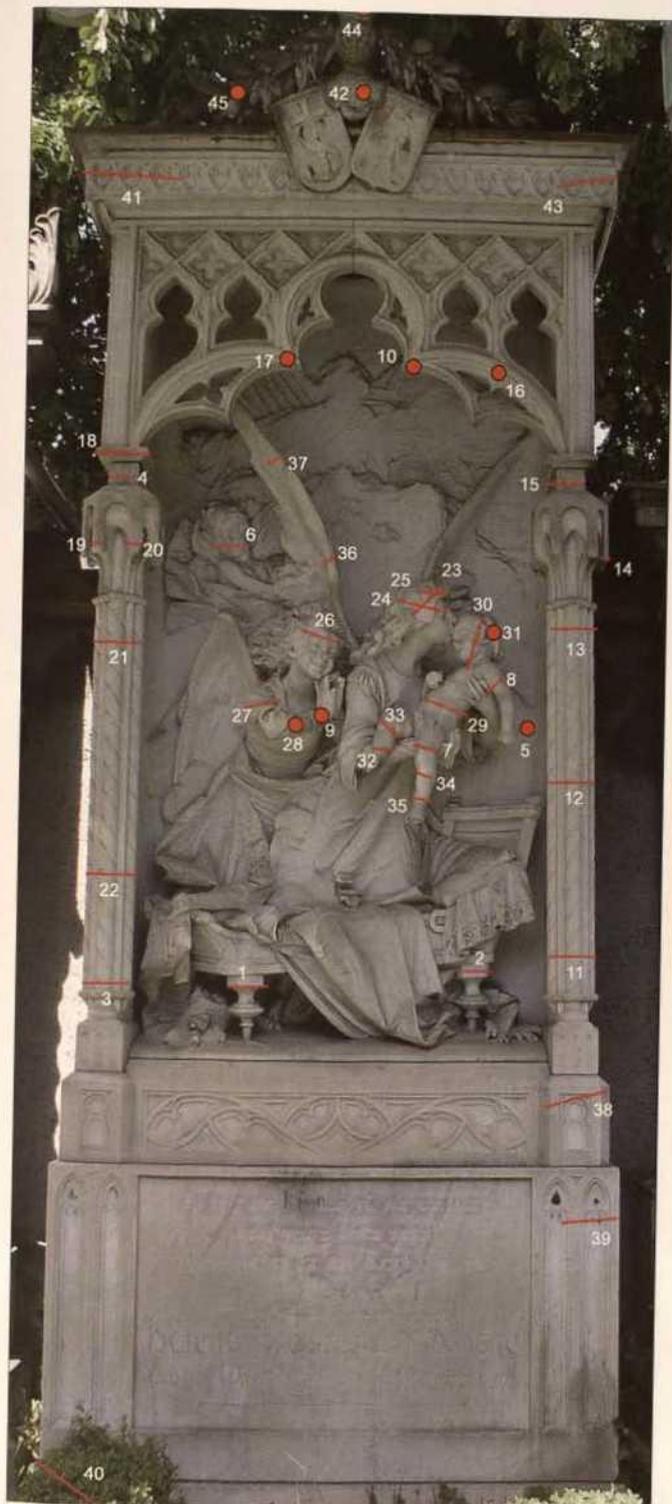


Abb. 12 Grab La Roche. Links: Lage der Messstrecken für die US-Geschwindigkeitsmessungen. Rechts: Klassifizierung der Schäden anhand der Ultraschallmessungen.

- rote Punkte: akute Gefährdung
- gelbe Punkte: prinzipiell gefährdet, aber keine akute Gefährdung (z. B. in Form sich ablösender Teile)
- blaue Punkte: wenig gefährdet; geringe Verwitterung beschränkt sich zurzeit noch auf oberflächennahen Bereich, weitere Oberflächenverluste sind zu erwarten
- grüne Punkte: im Augenblick ungefährdet

Aufgrund des Umfangs und der Art der Schädigung entschied man sich im Fall des Grabmals La Roche für eine in-situ-Behandlung. Um die Wirkung von den dafür in Frage kommenden Konservierungsmitteln zu überprüfen, wurden mehrere Musterflächen mit zwei verschiedenen Festigern angelegt:

- Spezialmischung Kieselsäureester 300-HV1 (mit Haftvermittler). Damit wurde das linke Bein des Kindes behandelt (Messungen Nr. 7, 34 und 35).

- Motema Finish X 20 (in Lösung polymerisiertes, modifiziertes Polymethacrylat). Konservierungsmuster am rechten Bein des Kindes (Messungen Nr. 32 und 33) und am Baldachin (Messungen Nr. 19 und 20).

Die Ultraschall-Nachmessungen sind ca. zwei Monate nach Applizierung der Festiger durchgeführt worden. Die Messungen am linken Bein des Kindes, behandelt mit dem modifizierten Kieselsäureester, zeigen mit einer ca. 10%igen Erhöhung der

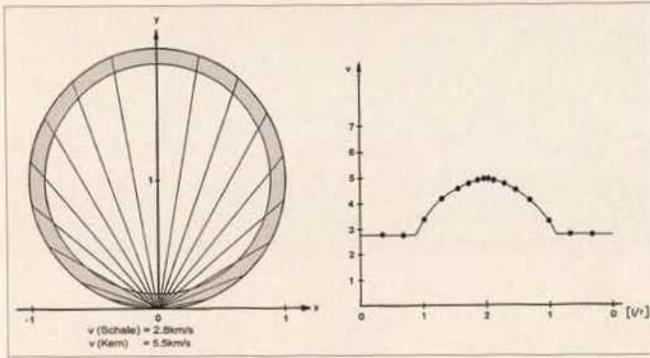


Abb. 13 Ultraschalltomographie zur Differenzierung der Zonen unterschiedlicher Festigkeit an kugelförmigen Gesteinskörpern

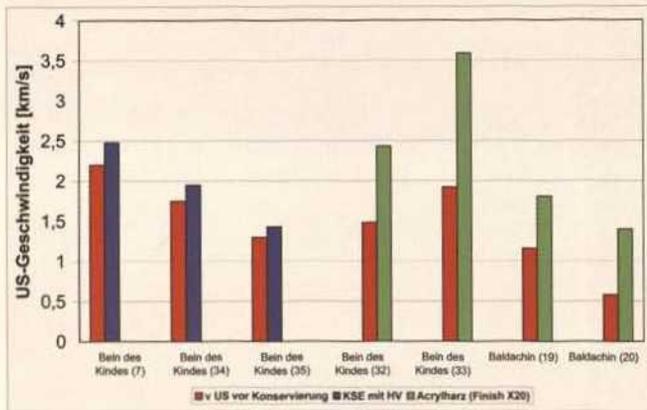


Abb. 14 Grab La Roche, Ultraschallgeschwindigkeit bei Anwendung zweier Festiger, geringe Erhöhung bei Applikation von Kieselsäureester mit Haftvermittler, dagegen deutliche Festigkeitssteigerung (Erhöhung der US-Geschwindigkeit) bei Einsatz von Acrylharz

US-Laufzeit eine nur geringe Verbesserung der Gefügesteifigkeit (Abb. 14). Dagegen führt die Anwendung des Acrylat-Festigers zu Werten, die 60%–141% über der Ausgangsgeschwindigkeit liegen und damit eine deutliche Anhebung der Geschwindigkeit (und damit der Festigkeit) anzeigen.

## Abstract

### The Conservation of the La Roche Tomb at the Wolfgottesacker in Basle (Switzerland)

The Wolfgottesacker in Basle, which was laid out in 1872, contains a number of splendid monuments. Among these the tomb of Helene La Roche, who died in 1879, is of extraordinary beauty. Manufactured in a Milanese workshop, the monument was entirely made of fine-grained Carrara marble. The stone has suffered severe damage caused by the central European climate, against which this type of marble is not resistant. The surface roughens and becomes cracked, heavily weathered parts begin to crumble into a sugar-like sand and protruding sections fall off completely.

## Literaturverzeichnis

- Hans Ettl u. Michael Pfanner, Die Marmorreliefs des Münchner Siegestors. Konstruktion und Konservierung, in: *Restaura* 2004, Heft 7, S. 454–460.
- Hans Ettl u. Robert Sobott, Ultraschallmessungen an in-situ konservierten Marmorreliefs des Siegestors in München, in: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 1 (1999), S. 92–102.
- Anne Nagel, *Der Wolfgottesacker in Basel* (Schweizerische Kunstführer GSK), Bern 1993, S. 5ff. und S. 20f.
- Günther Meissner (Hrsg.), *Allgemeines Künstlerlexikon*, Band 15, Leipzig 1997.
- Rolf Snehilage, Hans Ettl u. Ludwig Sattler, Ultraschallmessungen an PMMA-getränkten Marmorskulpturen, in: *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 150 (1999), S. 387–396.

- Für Hilfe und Unterstützung danken wir T. Hotz, S. Langer, E. la Roche, M. Lopez, A. Nagel, L. Reichenbach, A. Schlatter, M. Spörri, R. Stojan, besonders aber H. Kühnen, ferner dem Baudepartement des Kantons Basel Stadt/Abteilung Stadtgärtnerei und Friedhöfe und Abteilung Hochbau- und Planungsamt, ferner der Basler Denkmalpflege und der Basler Kommission für Denkmalsubmissionen. Die Spezialmischung Kieselsäureester mit Haftvermittler wurde vom Labor Dr. Wendler zur Verfügung gestellt. Die Messungen und Konservierungen fanden von Mai bis Juli 2004 statt. Messungen und Auswertungen: Labor Dr. Ettl-Dr. Schuh (H. Ettl). Konservierung: Dr. Pfanner GmbH (H. Clauß, D. Ossig, M. Pfanner).
- Zum Wolfgottesacker und zum Grabmal La Roche s. Nagel, S. 5ff. und S. 20f.
- Zu Enrico Butti siehe Meissner, *Künstlerlexikon*, Band 15, S. 388 mit weiterer Literatur.
- Zu den in-situ-Festigungen am Siegestor: Ettl u. Pfanner, *Siegestor*, 2004, S. 454ff.
- Zur Ultraschallmessung: Ettl u. Sobott, *Ultraschallmessungen am Siegestor*, 1999, S. 92–102; Snehilage, Ettl u. Sattler, *Ultraschallmessungen an PMMA-getränkten Marmorskulpturen*, 1999, S. 387–396.
- In Österreich wird seit einiger Zeit die Vakuum-unterstützte-Tränkung von Sandsteinobjekten mit Kieselsäureestern in situ angewendet. Bisher fehlen dazu aussagekräftige Messergebnisse. Es wäre zu prüfen, ob dieses Verfahren auf die in-situ-Marmortränkung übertragbar ist.

## Abbildungsnachweise

Abb. 1 aus: A. Nagel, *Der Wolfgottesacker in Basel*, Bern 1993; Abb. 3, 5, 6 unten, 7, 9, 11 Dr. Pfanner GmbH, H. Clauß; Abb. 6 oben Denkmalpflege Basel-Stadt (Inventarisierung 1989); Abb. 2, 4, 8 L. Reichenbach, M. Pfanner; Abb. 10, 12, 14 Labor Dr. Ettl/Dr. Schuh, H. Ettl; Abb. 13 aus: Hans Ettl, Robert Sobott, *Ultraschallmessungen an in situ konservierten Marmorreliefs des Siegestors in München*, in: *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 1 (1999), S. 97, Abb. 9.

The 2004 conservation was carried out in several steps. To ascertain the degree of damage the speed of ultrasound waves was measured within the marble. High speed indicates undamaged parts; lower speed marks the weathered sections. Loose parts of the monument were treated with an acrylate solution in situ. Further measurements indicated that the ultrasound speed (and thus the strength of the material) increased considerably. The ensuing renovation of the monument took into account the results of the tests and led to an adequate consolidation of the marble. This was confirmed by the final measurements carried out on the monument.

As other examples show (e.g. the marble reliefs of the Siegestor in Munich), the partial strengthening may be an effective method to delay or even stop the ever present decay of marble. However, this will always require comprehensive testing of the material as well as experimental surfaces.