

Bericht HAL 48/2014

---

## DBU-Projekt

### Halle, Giebichensteinbrücke

**Abschlussbericht zur Reparatur von Hochwasserschäden an den Skulpturen -  
Nachtrag zum Förderprojekt „Denkmalgerechte Betoninstandsetzung an den  
umweltgeschädigten Skulpturen Kuh und Pferd des bedeutenden Bildhauers  
Gerhard Marks“**

Bearbeiter: Dr. Jeannine Meinhardt, Matthias Zötzl, Christoph Reichenbach  
Anzahl der Seiten: 23

---

Halle, 29.08.2014

---

#### Arbeitsstellen in den Ländern:

##### Sachsen:

Schloßplatz 1  
01067 Dresden

Tel.: 0351-48430-408/09/10/27  
Fax.: 0351-48430-468

Internet: [www.idk-info.de](http://www.idk-info.de)

##### Sachsen-Anhalt:

Domplatz 3  
06108 Halle

Tel.: 0345-472257-21/22/23  
Fax.: 0345-472257-29

e-mail: [info@idk-info.de](mailto:info@idk-info.de)

#### Vorstand:

Prof. Stephan Pfefferkorn  
Boje E. Hans Schmuhl  
Ellen Schmid-Kamke

#### Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Uwe Kalisch

Registergericht Dresden: VR 2891

#### Bankverbindung:

Ostsächsische Sparkasse Dresden  
Konto-Nr.: 3120 115 524  
BLZ: 850 503 00

Steuer-Nr. 203 140 15097

Ust-ID: DE234216408

## **Inhalt**

1.	Einleitung.....	3
2.	Reparatur.....	5
3.	Methodik und Analytik.....	7
4.	Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Untersuchungen .....	8
5.	Restaurierungsarbeiten .....	18
6.	Ausblick.....	23
7.	Literatur .....	23

## 1. Einleitung

Anfang Juni 2013 konnte das Förderprojekt zur umfassenden Restaurierung der Stampfbetonfiguren des berühmten Bildhauers Gerhard Marcks mit einem Fachkolloquium erfolgreich abgeschlossen werden. Wesentliches Ziel des Projektes war es, mit Hinblick auf die im Material detektierte, schadensauslösende Alkali-Kieselsäure-Reaktion geeignete Restaurierungsmaterialien zu entwickeln und zu applizieren, um nachhaltig die Skulpturen vor dem Eintrag von Feuchtigkeit zu schützen. Schon während des Kolloquiums standen die Skulpturen tief im Hochwasser, das in der ersten Junihälfte 2013 viele Regionen im Einflussbereich von Saale und Elbe betroffen hat. In dem Zeitraum zwischen der Aushausung der Skulpturen, Ende März 2013, bis zum Abschlusskolloquium wurden Pferd und Kuh regelmäßig photographisch dokumentiert. Bis zum Zeitpunkt des Hochwassers waren die im Nachgang geschilderten optischen Beeinträchtigungen nicht zu erkennen. Bei früheren Hochwassern stieg die Flut nur bis in den Bereich der Plinthe. Daher wurde das Restaurierungskonzept auch nicht auf eine derartige Durchfeuchtung ausgelegt. Durch den massiven Wasserkontakt stand eine Gefährdung des Projekterfolges zu befürchten.

### Im Forschungsprojekt durchgeführte Restaurierungsarbeiten

#### Reinigung

Zunächst erfolgte die Nassreinigung beider Skulpturen (Kärcher), um den groben, aufliegenden Schmutz und den Bewuchs von Moos und Flechten zu beseitigen. Der verbliebene Schmutz in der Oberfläche, der hartnäckig in den Tiefen des abgewitterten Materials verblieb, konnte anschließend nur mit einem Sandstahlgerät entfernt werden. Dabei wurden auch die weißen Sinterschichten entfernt.

#### Festigung

Im Anschluss erfolgten die Festigung von gestörten Rissflanken und stark entfestigten flächigen Bereichen (Steinfestiger Funcosil 300 der Firma Remmers).

#### Rissverfüllung

Innerhalb des Rissystems gab es unterschiedliche Ausprägungen, die ineinander übergehen. Die nachfolgende Abbildung (1) zeigt die kartierten Risse der verschiedenen Kategorien auf der Südseite des Pferdes.

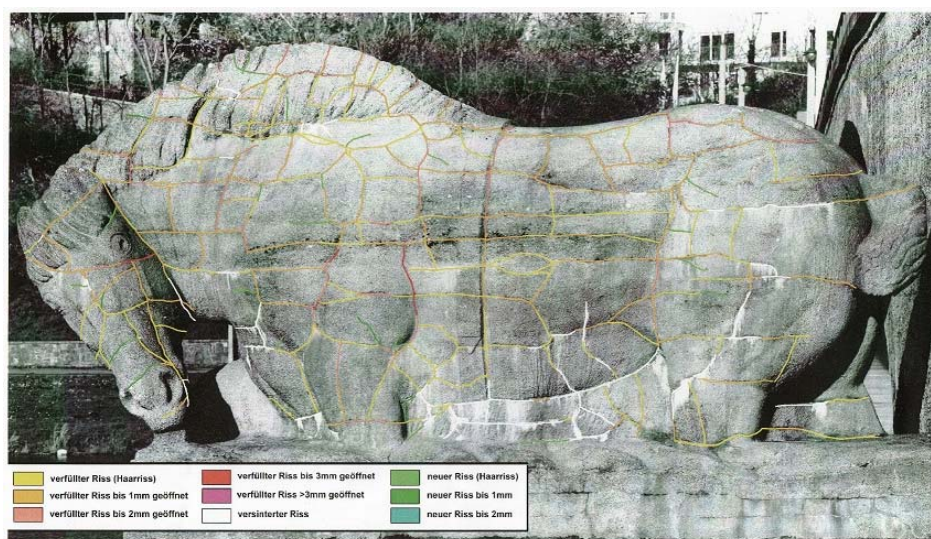


Abb. 1: Risskartierung Pferd, Südseite, 2011 vor der Restaurierung

Relevanz hinsichtlich des Hochwassereinflusses haben die versinterten Risse (weiße Signatur). Aus ihnen löst sich aufgrund des langanhaltenden Wasserkontakts Calciumkarbonat und bildet helle Fahnen auf der Oberfläche. In diesen Rissen konnte das stehende Wasser, ein Zustand, der unter normalen Umständen nicht gegeben ist, vermutlich auch kapillar nach oben gezogen werden. Daher waren vereinzelt auch über dem Wasserhöchststand Sinter zu erkennen (siehe Abb. 2a und b).



Abb. 2a: Maximaler Wasserstand der Flut und die Lage neuer Sinter, auch oberhalb des Wasserniveaus, Kuh (Süd)

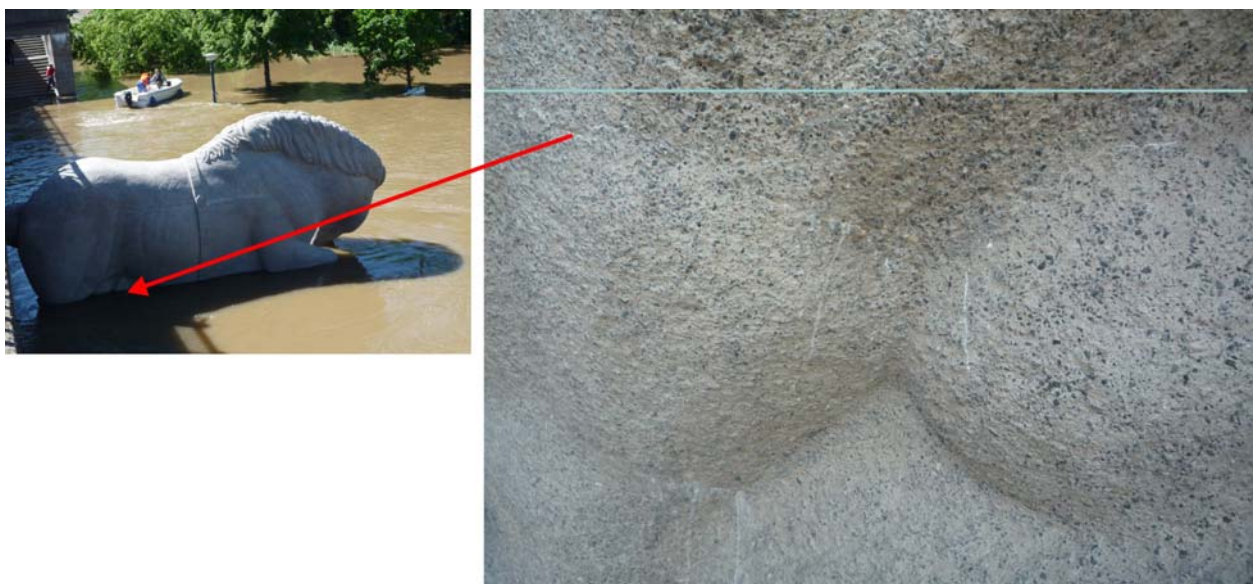


Abb. 2b: Maximaler Wasserstand der Flut und die Lage neuer Sinter (Beispiel), Pferd (Nord)

Die versinterten Haarrisse wurden aufgrund der dichten Flankenhaftung und der minimalen Breite im Rahmen der Restaurierungsmaßnahme nahezu unverändert belassen. Immerhin waren die Skulpturen vor der Restaurierung nahezu 1,5 Jahre eingehaust und von einer tiefgreifenden Trocknung war auszugehen. Ein fortwährender Feuchtetransport aus der Tiefe konnte während dieser Zeit nicht beobachtet werden. Die anderen Risse wurden mit einem rissüberbrückendem Polymer-Zementgemisch von MC Bauchemie Bottrop, Zentrifix F 92 verdämmt und gleichsam verschlossen, um dem Verfüllmaterial eine flexible Abdeckung zu geben (besandet mit dem Trockenmaterial der Schlämme 99). Das Verfüllen der Risse erfolgte mit einem acrylatvergütetem (Mowilith D 778, Farbmühle Kremer, Aichstedten) Feinstzement



(Tricodur, Firma Sika Deutschland GmbH). Beim Pferd wurden 1850 ml und in die Kuh 1600 ml Verpressmörtel eingefüllt.

### Mörtelantragungen

Nach dem Verfüllen der Risse folgten die Antragungen mit den in den Versuchsreihen entwickelten Restauriermörteln (Schlämme 99, 101 und 103, Bindemittel AALBORG WHITE®-Zement, HS/NA-Zement). Es erfolgten Antragungen sowohl an Fehlstellen, als auch über die gesamte Oberfläche, um die freistehenden Zuschläge wieder einzubinden. So werden eigentlich alle Risse zusätzlich zur Oberfläche noch durch den Antragsmörtel abgedeckt. Nach dem Aushärten des Materials wurde die Oberfläche soweit mit dem Sandstahlgerät zurück gearbeitet, dass die im neuen Mörtel eingebetteten Zuschlagstoffe wieder wie beim Original zu sehen waren.

### Schlämmauftrag

Zum Abschluss wurden auf beide Skulpturen eine wasserabweisende Schlämme aufgebracht (Historic-Schlämmlasur von Remmers, pigmentiert). Auch diese bietet einen zusätzlichen Schutz der Risse. Die Schlämme zeigt sich nach dem Hochwasser, das doch rechts schmutzlastig war, optisch nahezu unverändert. Der Übergang des Hochwasserniveaus zum trocken verbliebenen Material kann im Nachhinein nicht ausgemacht werden. Allerdings haben die Wasseraufnahmetest (Karstenröhrchen) zwischen den längere Zeit unter Wasser befindlichen restaurierten Bereichen 9 Tage und den nur 3 Tage gewässerten Zonen bzw. trocken verbliebenen Bereichen Unterschiede gezeigt. Demnach scheint es, dass die Schlämme im Bereich der länger bewässerten Plinthe gedünnt wurde und dadurch mehr Wasser aufgenommen werden kann. Dieses Phänomen geht allerdings nicht mit einer starken optischen Beeinträchtigung einher.

## **2. Reparatur**

### Schadensbilder bzw. optische Beeinträchtigung im Nachgang der Flut 2013

Im Zusammenhang mit dem Abtrocknen nach dem Hochwasser konnten mit zunehmender Deutlichkeit kleinere Sinterfahnen identifiziert werden (siehe Abb. 3), die sich trotz relativer Regenfreiheit progressiv entwickelten.



Abb. 3: Sinterfahnen in verschiedenen Bereichen am Pferd

Im Vorfeld des Hochwassers, nachdem der Mai in Halle durch starke Regenereignisse geprägt war, konnte Entsprechendes nicht beobachtet werden. Eine Verweildauer von Regenwasser auf den versinterten Rissen würde mit Hinblick auf deren kleinen Querschnitt und die aufgetragene wasserabweisende

Schlämme auch nicht zu einer hinreichenden Lösung führen. Mit dem extremen Hochstand des Saalewassers ergaben sich jedoch bisher nicht berücksichtigte, lang anhaltende Wasserkontakte. Wie sich bei der weiteren Beobachtung der Entwicklung der Sinter an den Skulpturen zeigte, ist auch über die Fläche bzw. die ursprünglich als Kiesnester beschriebenen Bereiche eingedrungen (siehe Abb. 4).



Abb. 4: links: gelbe Pfeile markieren offenporigen Bereich; rechts: dunkle Linie markiert Übergang zwischen dichtem und offenporigem Bereich am Pferd

Dieser Umstand führt vor allem zur fortwährenden Lösung des karbonatischen Bindemittels und in der Konsequenz zu den Sintern. Demnach konnten diese Bereiche im Zuge der Restaurierung der Skulpturen nicht befriedigend verschlossen werden. Neben den Sinteraustritten fielen weiterhin an der Oberseite der Plinthe der Kuh Ablösungen der Schlämme auf der horizontalen Fläche auf, was wiederum einen fleckigen Eindruck erzeugte (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Ablösung der oberflächlichen Schlämme und daraus resultierendes fleckiges Erscheinungsbild

Während die Gegenfinanzierung (Flutmittel des Landes Sachsen-Anhalt) zu der bewilligten DBU-Förderung erwartet wurde, standen beide Skulpturen noch längere Zeit in unverändertem Zustand. In dieser Zeit konnten im Zusammenhang mit stärkeren Regengüssen Bereiche ausgemacht werden, in denen Wasser über die Oberfläche in die Skulpturen eindringt und in Folge zu Sinterbildungen führt.

Im Laufe der Zeit wurden Kuh und Pferd auch Opfer stumpfsinniger Übergriffe. An dem Pferd wurde in diesem Zusammenhang ein Graffiti angebracht und die Kuh wurde mit Zahnpasta bekleckert (siehe Abb. 6). Beides konnte durch Herrn Reichenbach wieder entfernt werden.



Abb. 6: Zahnpasta auf dem Rücken der Kuh

## 2.1 Ziele der Reparatur

Folgende Ziele sollten im Rahmen der Reparatur erreicht werden:

- a) Reinigung der ausgesinterten Bereiche
- b) Anlage von Musterflächen zur Abkopplung der mit Sinter gefüllten Risse (nach Abtrocknung)
- c) Übertragung der Erkenntnisse aus den Musterflächen auf die gesamten Skulpturen
- d) Wie oben bereits erwähnt, hat sich im Rahmen der Reparaturphase gezeigt, dass nicht allein der extreme Wasserhochstand zu erheblichen Wassereinträgen in die Skulpturen geführt hat, sondern auch ein nicht zureichender Verschluss der sogenannten Kiesnester hat im Zuge von langanhaltenden Regenereignissen einen erheblichen Feuchteintrag zur Folge. Entsprechende Wegsamkeiten wurden durch zahlreiche Wasseraufnahmeprüfungen aufgespürt und sollten in einem abgewandelten Konzept möglichst dicht verschlossen werden.
- e) Aufgrund der Einhausung der Figuren, waren einige Bereiche an den Plinthen der Skulpturen nicht optimal zugänglich. Hier gab es einige kleiner Fehlstellen im Mörtelauftrag. Diese Stellen wurden ausgebessert.
- f) erneuter Auftrag der wasserabweisenden Oberflächenbeschichtung über die gesamte Oberfläche beider Skulpturen (mit Plinthe)

## 3. Methodik und Analytik

### 3.1 Röntgenanalytik

Zur qualitativen Materialanalyse wurde eine Sinterprobe röntgendiffraktometrisch untersucht. Die Röntgenanalyse wurde mit einem Pulverdiffraktometer 1 X'Pert Pro System PANalytical am Institut für Geowissenschaften der MLU Halle-Wittenberg durchgeführt.

### 3.2 Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme nach Karsten

Die Kenntnis der kapillaren Wasseraufnahme ist für die Zustandsbeurteilung vieler Objekte von großem Interesse. Unter anderem hilft sie bei der Beurteilung der Notwendigkeit und des Nutzens einer Hydrophobierung. Im speziellen Fall diente es, die Effektivität der aufgetragenen Silikonharzschlämme zu

überprüfen und darüber hinaus jene Bereiche ausfindig zu machen, in denen auch nach der Restaurierung noch erhebliche Mengen Wasser in die Skulpturen gelangen und dort zur Lösung des karbonatischen Bindemittels führen. Für die Messung nach Karsten werden das entsprechende Prüfröhrchen, Kittmasse, Stoppuhr und eine Spritzflasche mit entmineralisiertem Wasser benötigt. Das Prüfröhrchen nach Karsten besteht aus einem nach einer Seite offenem und mit einem flachen Rand versehenen Glaszylinder (Glocke), der an der Objektoberfläche aufgeklebt wird, und einem gradierten Rohr, an dessen Skala im Verlauf der Messung die aufgenommene Flüssigkeitsmenge in ml abgelesen wird. Nach dem Aufkleben wird die Vorrichtung über das gradierte Messrohr zügig mit einer Spritzflasche bis zur Linie von 0 ml mit entmineralisiertem Wasser befüllt und die Stoppuhr gestartet. Nachfolgend werden die aufgenommenen Wassermengen in ml und die dazugehörigen Eindringzeiten in Minuten und Sekunden dokumentiert. Die Messdauer beträgt 60 Minuten. Bei Materialien mit sehr hoher Saugfähigkeit können auch kürzere Messzeiten ausreichen.

Auch an Sinterbruchstücken wurde die Wasseraufnahme bestimmt, um generell zu sehen, ob Sinter in den Rissen im Zusammenhang mit dem Hochwasser überhaupt ausreichend kapillar aktiv wären. Die Bestimmung der kapillaren Wasseraufnahme erfolgte in Anlehnung an DIN EN 1925 bzw. DIN EN 480.

### **Auswertung der Messdaten**

Für die Auswertung der Messdaten stehen zwei Programme zur Verfügung, die beide auf der Tabellenkalkulation Microsoft Excel® aufsetzen. Zum einen das bereits seit vielen Jahren bewährte Calkarow in der aktuellen Version 3.2 von Wendler und Pfefferkorn, die für die Auswertung der aktuellen Daten verwendet wurde, und der neuere Auswertalgorithmus von Niemeyer. Beide Programme basieren auf der Annahme einer gleichmäßigen, richtungsunabhängigen Flüssigkeitsausbreitung im porösen Gefüge gemäß Kapillargesetzmäßigkeit.

### **3.3 Erfassung der Risse**

Zur Grundlage für ein weiterführendes Monitoring wurden all jene Risse an beiden Skulpturen kartiert, aus denen im Nachgang der Restaurierung wieder Sinter ausgetreten sind.

## **4. Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Untersuchungen**

### **4.1 Röntgenanalytik**

Die Sinter sind häufig in den Bereichen besonders massiv aufgetreten bzw. haben sich dort besonders schnell wieder entwickelt, wo sie auch über die gesamte Standzeit der Skulpturen immer wieder zu beobachten waren.

An der rechten Schulter des Pferdes wurde eine Sinterprobe entnommen, um sie der Röntgenanalyse zuzuführen. Diese ergab erwartungsgemäß, dass sie hauptsächlich aus Calcium-, untergeordnet auch aus etwas Magnesiumkarbonat besteht. Ettringit wurde nicht mit detektiert (siehe Abb. 7).



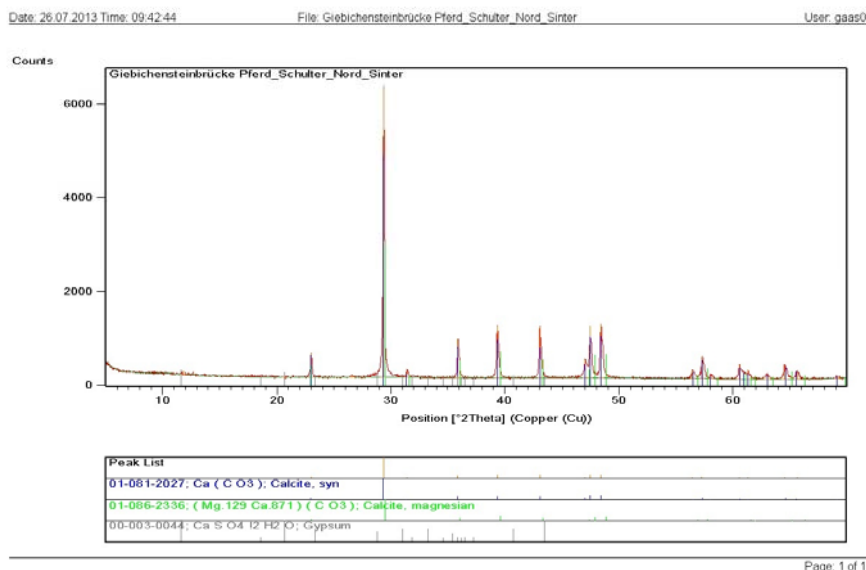


Abb. 7: Röntgendiagramm der Sinterprobe, Schulter Pferd Nord

Insbesondere auf der Plinthe des Pferdes, aber auch bei der Kuh sind kleine helle Pünktchen aufgefallen. Deren Analyse ergab für die Zusammensetzung ebenfalls Calciumkarbonat (siehe Abb. 8)

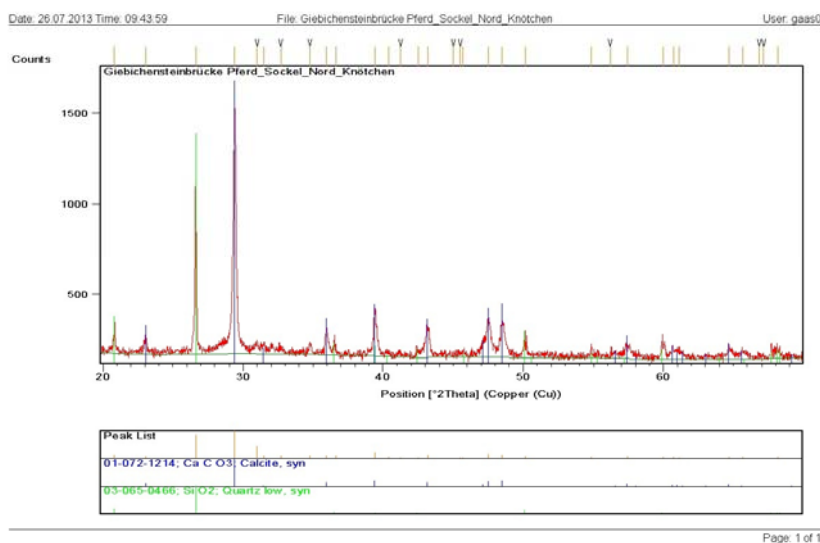
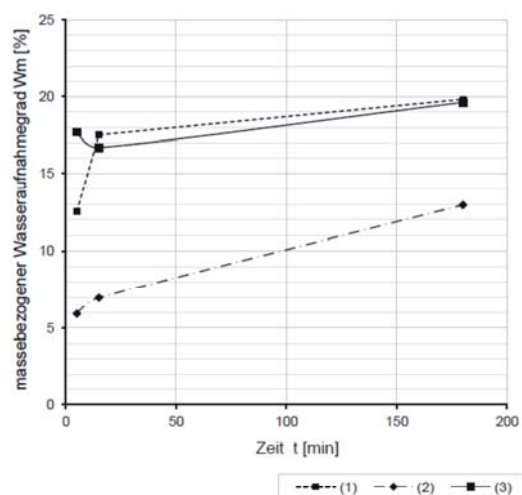


Abb. 8: Röntgendiagramm der krümeligen Probe, Plinthe Pferd, Nord

#### 4.2 Ergebnisse der Wasseraufnahmetests

An den Sinterproben wurden im Labor Wasseraufnahmetests durchgeführt. Nachfolgend ist das Protokoll dargestellt (siehe Abb. 9). Daraus wird ersichtlich, dass die Sinter durchaus relevante Mengen an Wasser aufnehmen können.



	Gewicht nach trocken	Gewicht nach 5 min	Gewicht nach 15 min	Gewicht nach 180 min	Wm [%]
1	2,5959	2,92117	3,0503	3,1101	19,808159
2	3,5139	3,7225	3,7588	3,969	12,9514215
3	2,266	2,6666	2,6445	2,7104	19,6116505

Abb. 9: Protokoll der Wasseraufnahmeprüfung an den Sinterproben (1-3), Wasseraufnahme [%]

Die Struktur der Proben innerhalb der Risse kann im Experiment nicht original getreu nachgestellt werden. Daher sind Krusten der Oberflächen (vor der Restaurierung 2012 abgenommen) verwendet worden (siehe Abb. 10).



Abb. 10: Sinterproben zur Wasseraufnahmeprüfung

### Wasseraufnahmetests an den Skulpturen


Mit Hilfe zahlreicher Karstenmessungen an den Skulpturen konnten Bereiche ausfindig gemacht werden, in die trotz Restaurierung noch erhebliche Mengen Wasser in die Skulpturen eindringt (siehe Abb. 11). Das ist auch nicht nur einer Reduzierung der aufgetragenen Silikonharzschlämme zurückzuführen, sondern ist sicherlich auch mit einer unzureichenden Verdichtung des Porenraums mit Ergänzungsmörtel (Schlämme 101) in Verbindung zu bringen. Die Feuchteaufnahme, die dadurch ermöglicht wurde, hat neben dem Hochwasser im Juni 2013 zu den neuen Sinterbildungen geführt. Inwieweit durch eine nachträgliche Bearbeitung tatsächlich alle Bereiche erreicht worden sind, kann nicht gesagt werden.



Abb. 11: Durch Regen markierte saugfähige Bereiche am Pferd (links). Die Kuh zeigt deutlich weniger entsprechende Zonen. Allerdings treten auch hier neue Sinter aus.

Die Skulpturenoberflächen sind viel zu groß, als dass man in einem engen Messnetz alle Bereiche hinsichtlich ihrer Wasseraufnahme untersuchen könnte. Aber in den bereits makroskopisch sichtbaren, offenporigen Zonen wurden zunächst Vormessungen durchgeführt und nach der Applikation der Silikonharzfarbe LA (siehe Kapitel 4.4) an eben diesen Stellen wiederholt (Ergebnisse siehe Tab. 2). Dadurch konnte eine wesentliche Reduzierung der Wasseraufnahme festgestellt werden. In Tabelle 1 sind die Messbereiche verzeichnet. Darüber hinaus wurden noch mehr Karstenmessungen durchgeführt. Allerdings ergab sich hieraus keine Notwendigkeit für eine Nachbehandlung. Die Ergebnisse werden hier daher nicht aufgeführt.

Tab. 1: Veranschaulichung der Messstellen zur Wasseraufnahme im Bereich der ehemaligen Kiesnester

Messpunkt	Messstelle	
I		auf porösem Bereich („Kiesnest“)

II



auf verfülltem Riss, of-  
fen

III



mit sichtbarem Mörtelverschluss  
ehemals poröser Bereich

IV



(„Kiesnest“)  
auf porösem Bereich



V



mit Mörtelauftrag

ehemals poröser Bereich

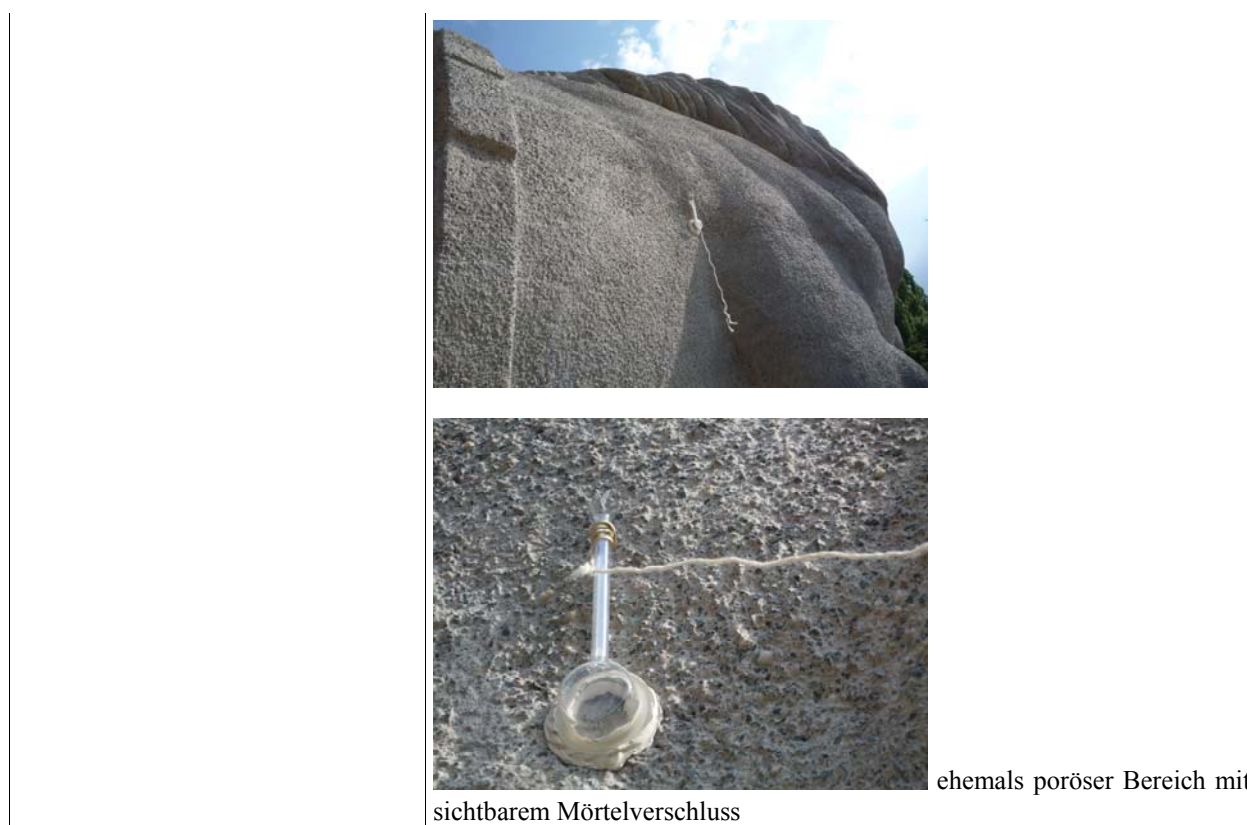
VI



sichtbarem Mörtelverschluss

ehemals poröser Bereich mit

VII



Tab. 2: Gegenüberstellung der Ergebnisse der Wasseraufnahme vor und nach dem erneuten Verschluss der offenen Bereiche

Messpunkt	vor der Maßnahme w-Wert [kg/m <sup>2</sup> √h]	nach der Maßnahme w-Wert [kg/m <sup>2</sup> √h]
I	5,2	0,8
II	15,8	1,8
III	0,2	0,3
IV	11,7	1,4
V	0,4	-
VI	0,1	-
VII	0,34	-

### 4.3 Ergebnisse der Rissuntersuchungen

#### Risskartierungen

Zur Verdeutlichung der Bereiche, an denen zugesinterte Risse vorliegen, die aufgrund ihrer guten Flankenhaftung und ihrer geringen Breite im Zuge der Restaurierung 2012 nicht geöffnet worden sind bzw. der Abschnitte aus denen nach der Restaurierung wieder neue Sinter vermehrt ausgetreten sind wurden die Skulpturen mit dem Fokus darauf erneut kartiert. Das Ergebnis ist in den Abbildungen 12-15 dargestellt. Diese Erfassung dient darüber hinaus auch als Monitoringgrundlage für die zukünftige Betrachtung.



Abb. 12: Kuh, Nordseite; Kartierung der wenigen Risse, die mit Kalksinter gefüllt sind und aus denen z.T. wieder neue Sinter ausgetreten sind.



Abb. 13: Kuh, Südseite; Kartierung der Risse, die mit Kalksinter gefüllt sind und aus denen z.T. wieder neu rechts massiv Sinter ausgetreten sind.



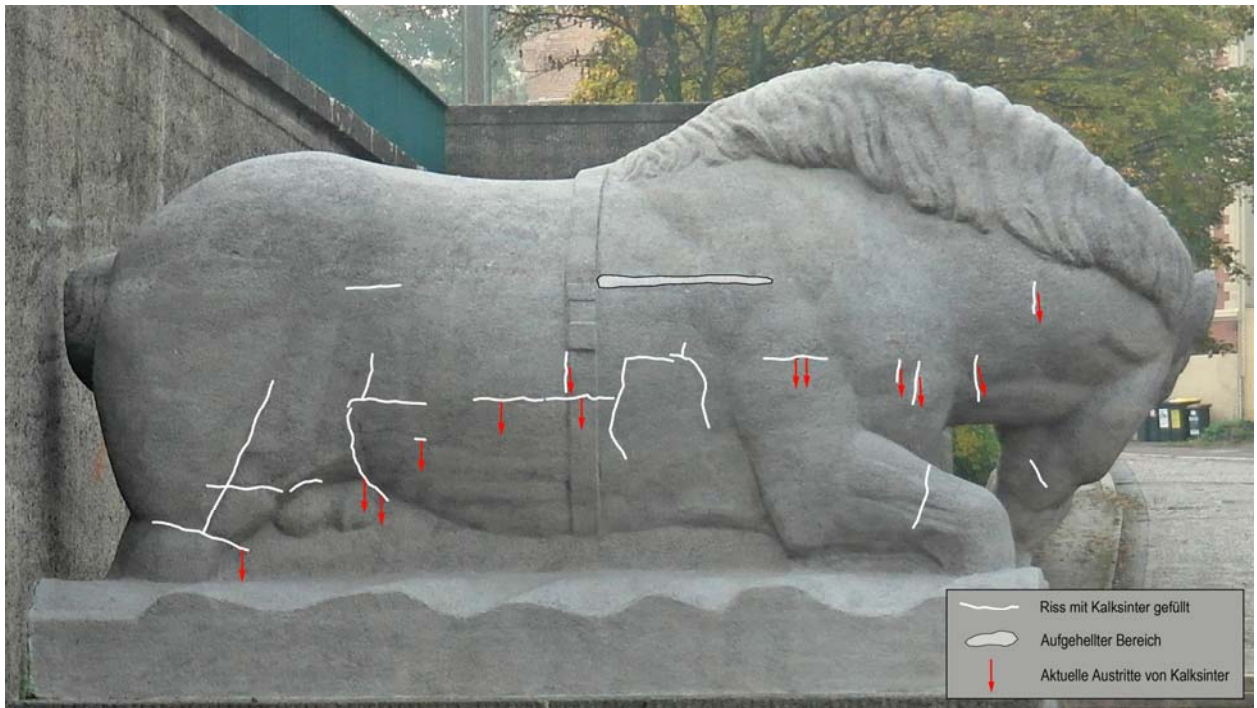


Abb. 14: Pferd, Nordseite: Kartierung der Risse, die mit Kalksinter gefüllt sind und aus denen in vielen Bereichen wieder neue Sinter ausgetreten sind. Stellenweise konnten helle Bereiche beobachtet werden, die auch auf eine nachträgliche farbliche Veränderungen schließen lassen. Auch diese sind verzeichnet. Es handelt sich mit großer Wahrscheinlichkeit um Bereiche, an denen Ansammlung von überschüssigem Kalk aufgewachsen sind. Röntgenographisch wurde geprüft, ob es sich nicht eventuell doch um Gips handelt. (Calciumkarbonat)

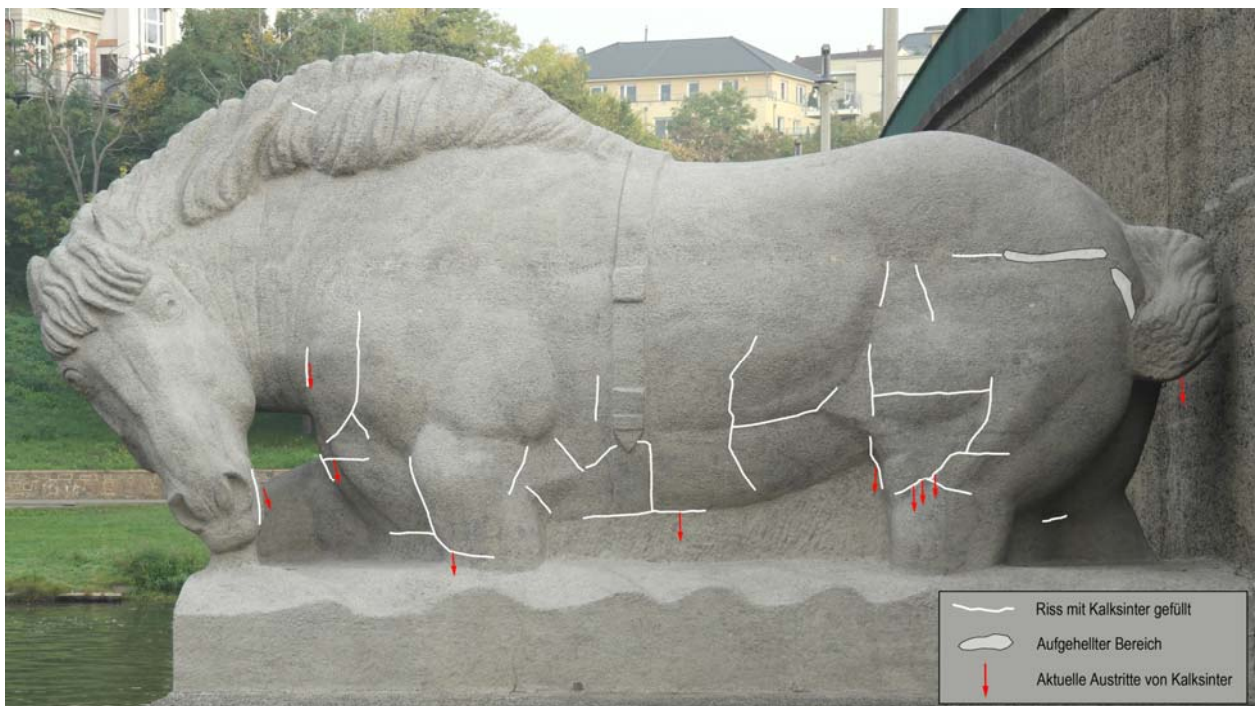


Abb. 15: Pferd, Südseite: Kartierung der Risse, die mit Kalksinter gefüllt sind und aus denen in einigen Bereichen wieder neue Sinter ausgetreten sind. Stellenweise konnten helle Bereiche beobachtet werden, die auch auf eine nachträgliche farbliche Veränderungen schließen lassen. Auch diese sind verzeichnet.



#### 4.4 Laboruntersuchungen

Um die geeigneten Materialien für einen neuerlichen Rissverschluss zu finden, sollten auch nochmal positive Erfahrungen der Fachhochschule Potsdam zu Epoxidharzmörteln Berücksichtigung finden. Schon in den Laborversuchen hat sich allerdings gezeigt, dass das Material für den vorliegenden Fall nicht geeignet ist. In den Probekörpern sind sehr schnell Risse entstanden (siehe Abb. 16).



Abb. 16: Proben der Epoxidharzmörtel, die im Abbindeprozess gerissen sind und daher nicht für die Anwendung an den Skulpturen in Frage gekommen sind. Es sollte damit eine bessere Abkopplung der Sinterrisse gegen eindringendes Wasser erreicht werden.

Nach intensiver Absprache des IDK mit dem Restaurator Herrn Reichenbach und dem Landesamt für Denkmalpflege hat man sich entschieden, sowohl die zu öffnenden Risse als auch bereits wieder entstandene kleine Fehlstellen in verschlossenen Rissen und für den Verschluss kleiner Löcher (siehe Abb. 17), die sich u.a. durch das Einreiben des Mörtels ergeben haben (herausgeriebene Zuschläge) mit dem bereits im Vorprojekt eingesetzten Zentrifix zu verschließen.



Abb. 17: Löcher in der Oberfläche, die vermutlich auch stellenweise weiterreichende Wegsamkeiten für Wasser ermöglichen.

Als Ergänzungsmörtel wurde die Mischung 101 aus dem Vorprojekt verwendet.

Nachdem sich herausgestellt hatte, dass auch noch nach der Restaurierung im Bereich der Kiesnester Zonen mit hoher Wasseraufnahmefähigkeit bestehen, musste dafür eine neue Herangehensweise gefunden werden. Offensichtlich hatte sich das zuvor vorgegebene Konzept nicht für alle Bereiche bewährt bzw. ist es nicht in ausreichendem Maße umgesetzt worden.

Folgende Herangehensweise wurde für diese Zonen empfohlen (abgesprochen mit dem Landesamt für Denkmalpflege):

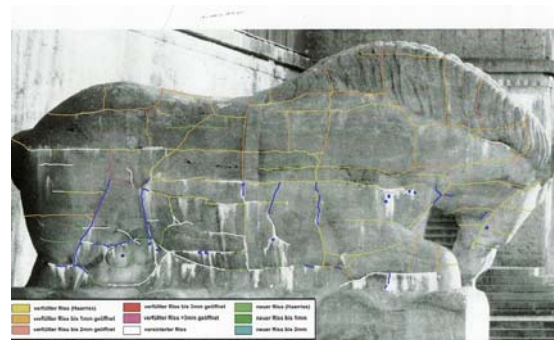
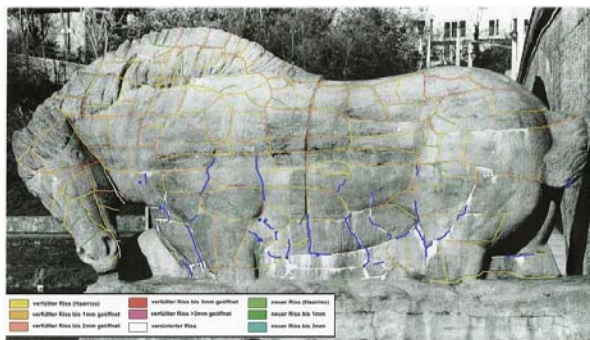
Einsatz der Remmers Silikonharzfarbe LA farblos als Bindemittel. Die Füllung des „Verdünnungsmediums“ sollte mit etwas Quarzsand und Pigment erfolgen. Mit dieser Masse sollten die Oberflächen geschlossen werden, die sich im Bereich der Kiesnester weiterhin als offenporig darstellten. Empfohlen wurde auch, diese Bereiche eventuell im Nachgang noch etwas mit Pigment einzuretuschieren. Abschließend sollte hier noch ein dünner Auftrag der farblosen Silikonharzfarbe LA (Remmers) erfolgen (ggf. verdünnt). Dann wären keine Farbveränderungen mehr zu erwarten gewesen (Glanz vermeiden). Die Dampfdiffusion wäre bei diesem Vorgehen eingeschränkt. Allerdings hat sich das Umfeld doch als ausreichend offenporig erwiesen, dass daraus keine Probleme zu erwarten gewesen wären.

Herr Reichenbach hat letztlich die Silikonharzfarbe ungefüllt eingesetzt, auch wenn das nach Beschreibung mit sehr hellen Schleiern einhergehen würde. Nach seiner Aussage war das gefüllte Material nicht fließfähig genug, um in die bestehenden Wegsamkeiten einzudringen.

## 5. Reparaturmaßnahmen

Für folgende Aufgaben mussten z.T. neue Überlegungen hinsichtlich der zu verwendenden Materialien gefunden werden

1. Abnahme der sich neu gebildeten Sinter (Feinststrahlgerät). An zwei Stellen sind auch bräunliche Sinter aufgetreten, die allerdings in entsprechender Weise wie die weißen abgenommen worden sind. Es sollte geprüft werden, inwieweit die Abnahme der Schleier auch mit Zitronensäurekompressen erfolgen kann.
2. Öffnung ausgewählter, besonders von einer neuerlichen Versinterung betroffenen Risse, um möglichst viel des zur Verfügung stehenden Calciumkarbonats für die weitere Bildung von Sinterfahnen zu entnehmen (siehe Kartierung dieser Bereiche in Abb. 18). Dieses Vorgehen wurde nur an wenigen Rissen umgesetzt. Da sich im Prozess gezeigt hat, dass nach starken Regenereignissen auch aus den bereits geöffneten Rissen wieder ganz dünne Sinterschleier austreten.



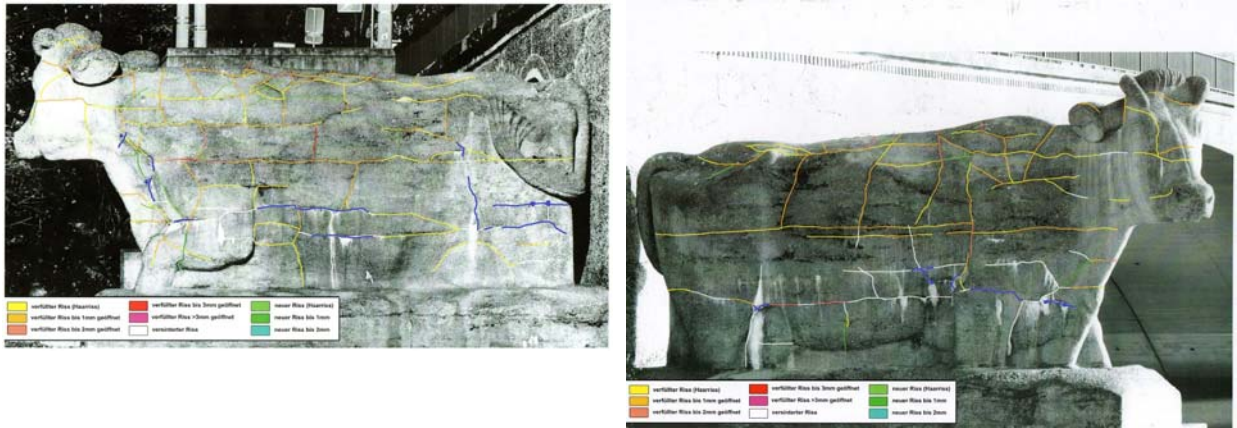


Abb. 18: Kartierung der Skulpturen. Die blauen Linien markieren die Bereiche, die aktuell geöffnet und neu verschlossen worden sind.

Die Öffnung der gekennzeichneten Risse erfolgte mit einer Diamantscheibe ca. 8mm tief und 1mm breit (siehe Abb. 19).



Abb. 19: Eindruck eines mit der Diamantscheibe geöffneten Risses und der aufgebohrten Löcher (links)

Nach dem Aufschneiden wurden die Risse und ihre betroffene Umgebung durch das Feinststrahlgerät mit einem mittleren Strahlgut gereinigt. Versuche mit einer einfachen Bürste oder einer Zitronensäurekompressen führten zu keinem akzeptablen Ergebnis.

3. Verschluss dieser Risse mit eingefärbtem Zentrifix

4. Verschluss bereits 2012 restaurierter Risse, die sich zwischenzeitlich etwas geöffnet haben, mit Zentrifix

5. Öffnen einiger weniger Löcher (aufbohren), aus denen deutliche Sinterfahnen austreten (siehe Abb. 19 und 20).





Abb. 20: Sinterfahnen, die aus kleinen Löchern in der Fläche austreten

6. Verschluss dieser Löcher und der meisten sichtbaren Löcher mit Zentrifix. Die Vermutung besteht, dass auch durch diese Öffnungen, zumindest in einigen Bereichen, relevante Mengen an Feuchtigkeit in die Skulpturen eingetragen werden können.

7. Prüfung des restauratorischen Umgangs mit den vereinzelt auftretenden hellen Flecken. Es wurde geprüft ob die Reduktion des Kalküberschuss mit Kompressen möglich ist. Letztlich wurde dieser Kalkschleier mechanisch entfernt.

8. Antragungen in Bereichen, die zuvor durch die Einhausungen nicht optimal zugänglich waren (hauptsächlich an den Plinthen) (Mörtel 101, abgedeckt mit Zellulose, um das schnelle Abtrocknen der sehr kleinen Bereiche zu vermeiden.)

9. Durch erneute umfangreiche Messungen der Wasseraufnahme an Kuh und Pferd (siehe Kapitel 4.2), ist einerseits aufgefallen, dass die Silikonharzschlämme mittlerweile an Effektivität verloren hat. Vor allem wurde aber deutlich, dass die ursprünglich als Kiesnester definierten Bereiche im Rahmen der Restaurierung 2011/12 nicht überall optimal abgedichtet werden konnten. Auch diesem Umstand sind manche neue Sinterfahnen vor allem am Pferd zuzuschreiben. Insgesamt verfügt die Kuh über weniger optisch wahrnehmbare poröse, bindemittelarme Bereiche (Kiesnester). Herr Reichenbach formulierte die Idee, dass die oberen Abschnitte beider Tiere (siehe Abb. 21) möglicherweise deutlich poröser sind als die unteren Teile, da hier fertigungsbedingt nicht mehr entsprechend gestampft und verdichtet werden konnte.



Abb. 21: Ein Farbwechsel markiert den vermuteten Übergang zwischen dichterem (unten) und offenporigem Bereich am Pferd.



Die Bereiche, von denen nachweislich auch nach der Restaurierung erhebliche Mengen Wassers aufgenommen werden konnten, sind noch einmal überarbeitet worden. In dem Zusammenhang wurde die Silikonharzfarbe LA (Remmers) aufgebracht, bis der Porenraum kein weiteres Material aufgenommen hat. Dadurch haben sich helle Rückstände auf der Oberfläche ergeben (siehe Abb. 22), die allerdings nach einiger Zeit aufhellen und schließlich nicht mehr sichtbar sind. Zudem wurden diese Bereiche, so wie alle anderen auch, mit einer neuen Lage der schon im Vorprojekt verwendeten Silikonharzschlämme (pigmentiert) versehen. Dadurch konnten solche Farbunterschiede ausgeglichen werden.

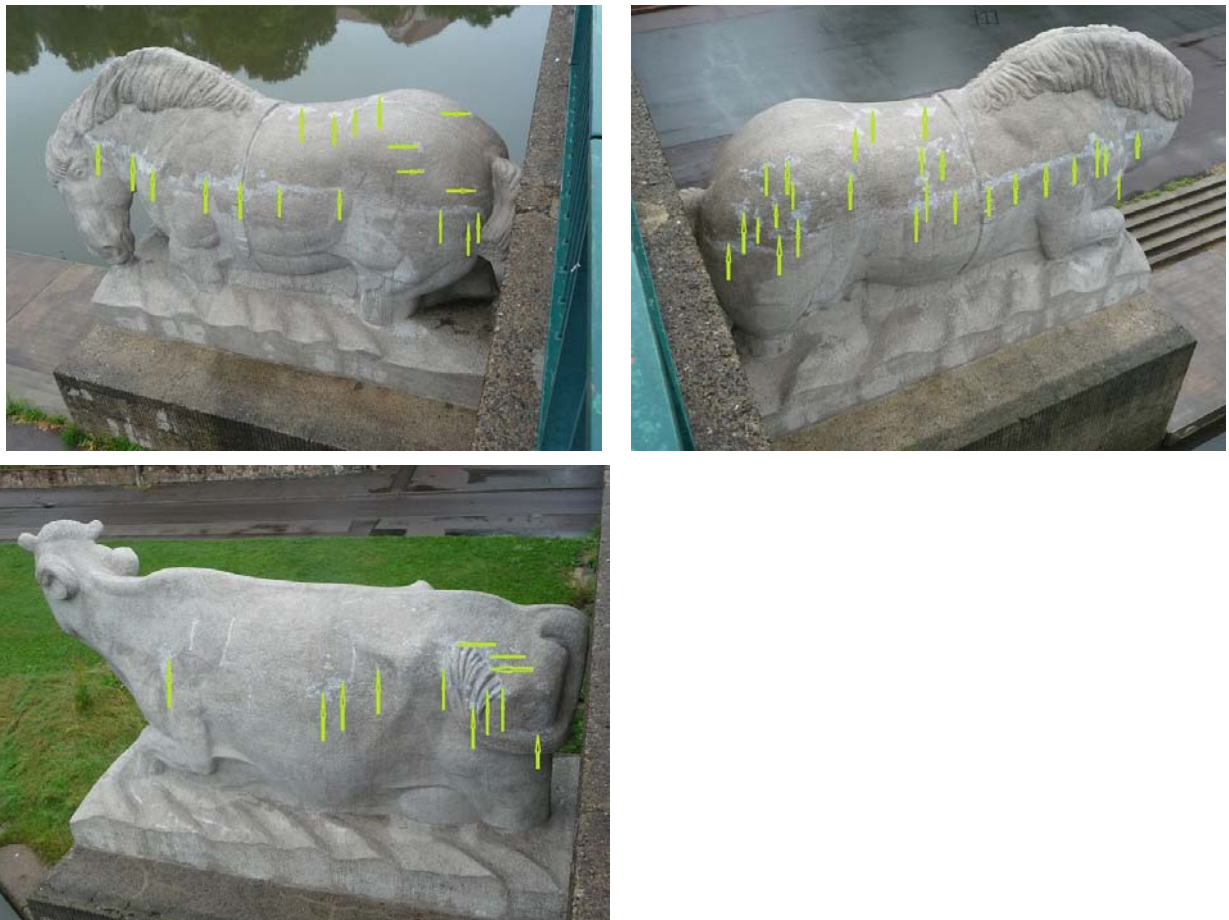


Abb. 22: Die hellgrünen Pfeile markieren die aufgetragene Silikonharzfarbe

10. Erneuerung der Silikonharzschlämme (Remmers) (pigmentiert) mit der Bürste über die gesamte Oberfläche beider Skulpturen.

Während der Reparaturmaßnahmen kam es am Pferd auch durch eine Beschädigung durch die Aufbringung eines Graffitis. Dieses wurde durch Herrn Reichenbach mit dem Feinststrahlgerät abgenommen. Mittlerweile ist der südlichen Brückenbogen, unmittelbar neben dem Pferd und auch die westliche Wand der Brücke, auf der Stadtseite massiv mit Graffitis beschmiert. Die Gefahr ist sehr groß, dass es auch zu einer erneuten Beschädigung der frisch instandgesetzten Skulpturen kommt.

Der wieder hergestellte Zustand beider restaurierter Skulpturen ist wieder sehr ansehnlich geworden (siehe Abb. 23-26).



Abb. 23: Pferd Südseite, nach den abgeschlossenen Reparaturarbeiten im Juli 2014



Abb. 24: Pferd Nordseite, nach den abgeschlossenen Reparaturarbeiten im Juli 2014



Abb. 25: Kuh Südseite, nach den abgeschlossenen Reparaturarbeiten im Juli 2014



Abb. 26: Kuh Nordseite, nach den abgeschlossenen Reparaturarbeiten im Juli 2014

## 6. Ausblick

Im Zuge der einjährigen intensiven Beobachtung beider Skulpturen in Folge des Hochwassers im Juni 2013 wurde die Schadensdynamik an den Stampfbetonfiguren deutlich. Nach Abschluss der Restaurierungsarbeiten 2012 hatte man gehofft, die Wegsamkeiten für flüssiges Wasser in die Skulpturen umfassend unterbunden zu haben. Es hat sich gezeigt, dass insbesondere in den ursprünglich als Kiesnester beschriebenen Bereichen doch noch erheblich Mengen an Wasser aufgenommen werden können. Somit konnte bislang sowohl über die Oberfläche, als auch über die mit Kalksinter gefüllten Risse noch Feuchtigkeit aufgenommen und Bindemittel angelöst werden. Eine Folge dessen waren neue Sinter. Die extreme Exposition der Skulpturen, die neben den Niederschlägen vor allem auch mit einer starken thermischen Beanspruchung einhergeht, wird auch zukünftig mit einer zwar deutlich eingeschränkten, aber doch wesentlichen Wasseraufnahme einhergehen. Dass sich auch zukünftig Sinter bilden werden, ist zu erwarten. Wenn man in einer Folge von zwei Jahren allerdings ein Monitoring durchführt und neue Sinterschleier abnimmt und ggf. an Rissen oder den offenporigen Bereichen kleinere Reparaturen durchführt, ist der aktuell sehr schöne Zustand der Skulpturen, der fortwährend von den Bewohnern der Stadt freudig gelobt wird, für einen langen Zeitraum zu erhalten. Es war bei den Arbeiten an den Objekten öfter zu vernehmen, dass das ungeübte Auge gar nicht gesehen hat, was den Fachleuten als problematisch aufgefallen ist. Möglicherweise liegt das Konzept zum zukünftigen Umgang mit den Skulpturen der Giebichensteinbrücke vernünftigerweise irgendwo zwischen diesen Ansprüchen.

Wir danken der Deutschen Bundesstiftung Umwelt für die Möglichkeit der Reparatur der Hochwasserschäden an den Skulpturen und darüber hinaus die Ausbesserung diverser Schwachstellen aus der vorhergehenden Restaurierungskampagne.

## 7. Literatur

HAL 29/2013 Halle, Giebichensteinbrücke, Denkmalgerechte Betoninstandsetzung an den umweltgeschädigten Skulpturen Kuh und Pferd des bedeutenden Bildhauers Gerhard Marks, Abschlussbericht des DBU-Projektes hinsichtlich naturwissenschaftlicher Untersuchungen und der Restaurierung  
Die Restaurierungsgeschichte der Skulpturen Kuh und Pferd des Bildhauers Gerhard Marcks an der Giebichensteinbrücke in Halle. Denkmalpflege in Sachsen-Anhalt, 2, 2013, S. 52-53.