

Schlussbericht

Kugelwasserturm IIsede

**„Modellhafte Anwendung von Lasertechnik zur Entschichtung
und Abreinigung eines bedeutenden Industriedenkmals“**



HIG - Hempel Ingenieure GmbH
Ingenieure für Bauwesen, Tragwerksplanung
Sicherung und Sanierung historischer Bauten



HIG - Hempel Ingenieure GmbH
Ingenieure für Bauwesen, Tragwerksplanung
Sicherung und Sanierung historischer Bauten



DEUTSCHE STIFTUNG
DENKMALSCHUTZ



Bauherr:

Gemeinde Ilsede
vertreten durch Bürgermeister Wilfried Brandes
Eichstr. 3, 3126 Ilsede

Fördermittelgeber:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt
An der Bornau 2, 49090 Osnabrück

Deutsche Stiftung Denkmalschutz
Schlegelstr. 1, 53113 Bonn

Landkreis Peine
Woltorfer Str. 74, 31224 Peine

Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege
Scharnhorststr. 1, 30175 Hannover

Wissenschaftliche Begleitung:

Dipl.-Ing. Cordula Reulecke, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege
Husarenstr. 75, 38102 Braunschweig

Prof.-Dr. Erwin Stadlbauer, Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege
Scharnhorststr. 1, 30175 Hannover

Prof. Dipl.-Rest. Jörg Freitag, Fachhochschule Potsdam
Otto-Nagel-Str. 10, 14467 Potsdam

Fachtechnische Begleitung der Lasertechnik:

Jan Sommer, Clean-Lasersysteme GmbH
Dornkaulstr. 6, 52134 Herzogenrath

Planung und Durchführung:

Prof. Dr.-Ing. Rainer Hempel, HIG – Hempel Ingenieure GmbH
Agrippinawerft 30, 50678 Köln
Hamburger Str. 267, 38114 Braunschweig

B.A. Sabine Berger, HIG – Hempel Ingenieure GmbH
Agrippinawerft 30, 50678 Köln



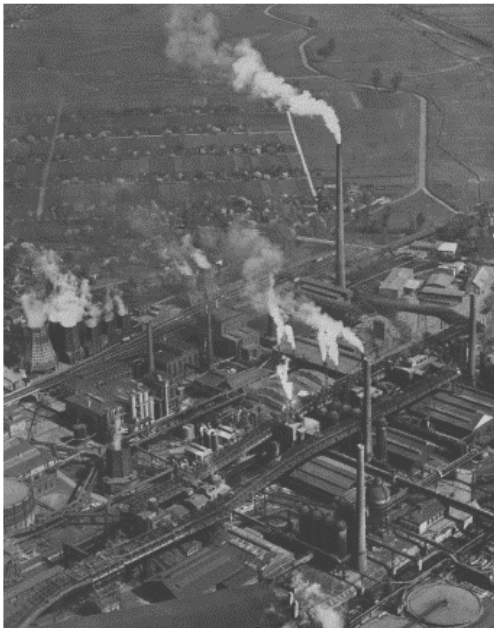
Inhalt	Seite
1. Allgemeines	4
2. Veranlassung	6
3. Laser-Technologie	6
4. Lasereinsatz vor Ort	7
4.1 Lasereinsatz durch Firma Opus Denkmalpflege GmbH	8
4.2 Lasereinsatz durch Firma Achermann AG	11
5. Resumée	12
Anlage 1 – Schadstoffanalyse Firma Opus Denkmalpflege GmbH	15
Anlage 2 – Schadstoffanalyse Firma Achermann AG	17

Kugelwasserturm Ilsede

Modellhafte Anwendung von Lasertechnik zur Entschichtung und Abreinigung eines bedeutenden Industriedenkmals

1. Allgemeines

Die Ilseder Hütte bildete mit dem Peiner Walzwerk und dem Bergbau der Eisenerzgruben im Raum Peine-Salzgitter einen der bedeutendsten Orte der Montan- und Schwerindustrie in Niedersachsen, an dem sich der Bergbau, die Hütten- und Stahlbranche und zahlreiche Folgebetriebe sprunghaft entwickelten. Die qualitätvolle Roheisenproduktion in Ilsede und die daraus resultierenden hochwertigen Erzeugnisse wie z.B. der „Peiner Träger“ erlangten weltweite Bekanntheit. Die Ilseder Hütte expandierte von ihrer Gründung 1858 bis zur Stilllegung der Hochöfen 1978 bis 1983 ständig. Nach dem Ende der Roheisenproduktion und der Demontage der Hochöfen wurde die Ilseder Hütte am 28.08.1995 jedoch als Industriebetrieb stillgelegt.

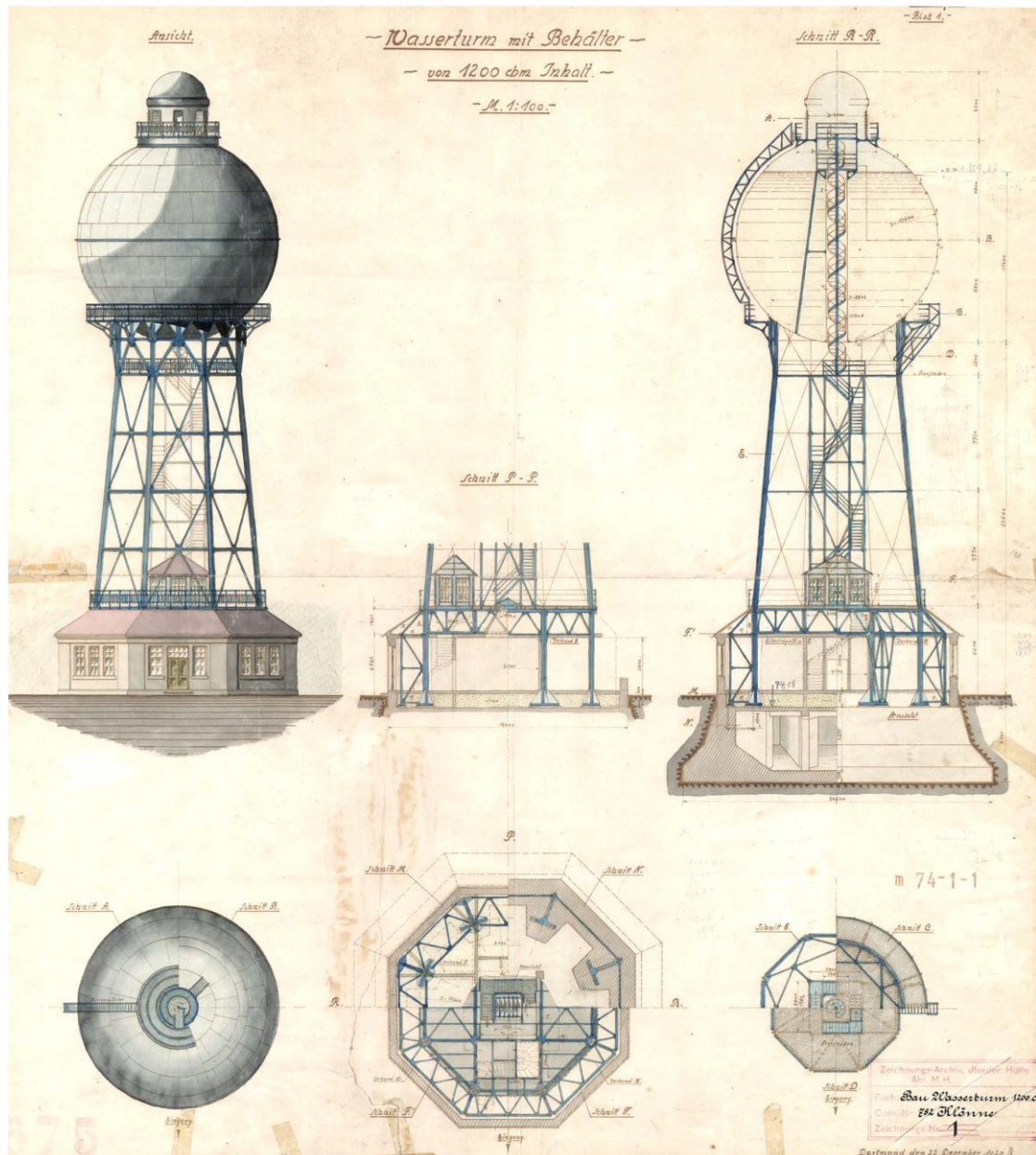


Ilseder Hütte, 1958



Ilseder Hütte, 1975

Der 1920/1921 erbaute Kugelwasserturm ist ein Baudenkmal nach dem Niedersächsischen Denkmalschutzgesetz und gehört zu den eindrucksvollsten erhaltenen Bauten auf dem Gelände der ehemaligen Ilseder Hütte. Er ist als Hochbehälter, in Stahlkonstruktion, in der Bauart „Klönne“ mit der spezifischen Kugelform und dem außen liegenden Stützring aus Dreiecksblechen errichtet worden. Ursprünglich diente der Kugelwasserturm als Wasserreservoir und Druckbehälter für die Kokerei.



Historische Planzeichnungen des Kugelwasserturms

In der Technikgeschichte stellt der Kugelwasserturm einen Höhepunkt in der Entwicklung von genieteten Stahlblechbehältern dar. Wasserbehälter wurden seit Beginn der Industrialisierung in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunächst aus Gusseisen, später aus genieteten Stahlkonstruktionen konstruiert und errichtet. Bei den ersten Konstruktionen wurden, in Anlehnung an die bis dahin üblichen Holzbehälter, kastenförmige Gusseisenbehälter gebaut.

Erst allmählich wurde die äußere Form entsprechend der Beanspruchungen aus dem Flüssigkeitsdruck optimiert. Endpunkt dieser Entwicklung waren kugelförmige Behälter mit doppelt gewölbten Stahlplatten, die das Verhältnis zwischen Materialeinsatz und Speicherkapazität am besten ausnutzten.

Der heutige Kugelwasserturm Ilsede ist als Zeugnis der Industriearchitektur stark sanierungsbedürftig. Die historischen Korrosionsschutzschichten sind, durch darunter liegenden Rost, abgängig. Viele Teile der Konstruktion sind weit aufgerostet, sodass die Standsicherheit einzelner Bauteile des Kugelwasserturms

gefährdet ist. Aus diesem Grunde musste beispielsweise die Revisionsleiter, mit der die Kugeloberfläche befahren werden konnte, bereits entfernt werden.



Aufrostung und abgängige Altbeschichtung, Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

2. Veranlassung

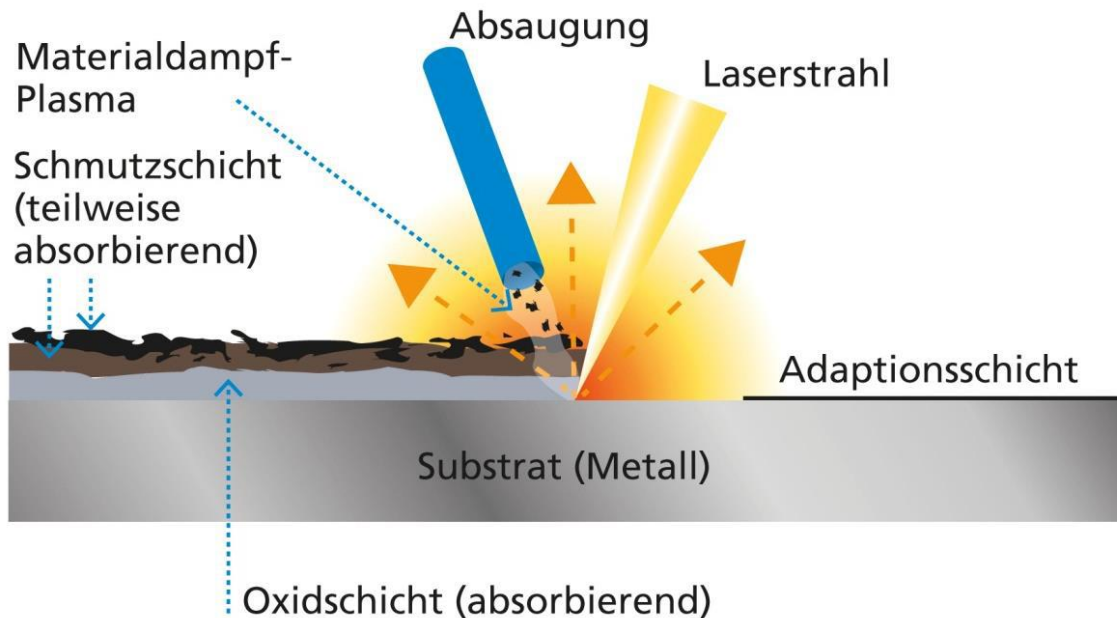
Die bisher üblichen Entschichtungsverfahren von Stahloberflächen basieren auf der Strahltechnologie mit festen Strahlgütern wie Sand, Glas- beziehungsweise Kunststoffgranulat, Stahl und anderen. Diese Verfahren sind unter Umweltaspekten als äußerst bedenklich zu bezeichnen. Es entstehen große Mengen an kontaminiertem Strahlgut, das fachgerecht entsorgt werden muss. Des Weiteren ist die extreme Feinstaubbelastung für die Mitarbeiter und auch für die nähere Umgebung, selbst bei Einhaltung aller vorgeschriebenen Arbeitsschutz- und Umweltmaßnahmen wie zum Beispiel dem Einsatz von Filtermasken für die Arbeiter und der Einhausung der zu strahlenden Bereiche, sehr negativ bis nahezu unzumutbar.

Um hier mit neuen Technologien neue Wege zu beschreiben, wurde ein Feldversuch mit dem Einsatz der Laser-Technologie gestartet. Gefördert wurde diese Maßnahme von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU), der Deutschen Stiftung Denkmalschutz (DSD), dem Landkreis Peine und dem Niedersächsischen Landesamt für Denkmalpflege.

3. Laser-Technologie

Die innovative Laser-Oberflächentechnologie wurde hier modellhaft erstmals bei einem Großprojekt zur Entschichtung und Entrostung eingesetzt. Das Verfahren nutzt den fokussierten Laserstrahl, um die Deck- und Rostschichten durch Verdampfung zu entfernen. Sehr leistungsstarke, aber sehr kurze Laserpulse (100 ns) verursachen geringe thermische Einwirkungen auf das Basismaterial. Das

metallische Substrat reflektiert die Laserstrahlung und stoppt, nach Entfernen der Altbeschichtung und der Korrosionsprodukte, den Abtragprozess.



Funktionsweise der Lasertechnologie, Abbildung: Clean-Lasersysteme GmbH

Durch die direkte Absaugung entsteht keine Schadstoffbelastung für die nähere Umgebung. Die Dampfbelastungen sind anhand der bisherigen Erfahrungen als äußerst gering einzustufen. Es sind keinerlei Strahlmittel, Chemikalien oder Ähnliches notwendig. Außer den entfernten Schichten entsteht kein Abfall und sogar die Geräuschbelastung ist sehr gering. Das Laserstrahlverfahren schont bei sachgemäßer Anwendung die Stahloberfläche, es findet kein zusätzlicher Stahlabtrag statt.

4. Lasereinsatz vor Ort

Der Einsatzbereich an einer größeren Stahlstruktur bedeutete Neuland für die Lasertechnologie, sodass Restaurierungsfirmen bisher diese Erfahrungen fehlten. Zwei Firmen – die Opus Denkmalpflege GmbH, Berlin und die Achermann AG, Kloten, Schweiz – wurden im Rahmen des Feldversuches beauftragt, Entschichtungs- und Entrostungsarbeiten durchzuführen, um Erfahrungen mit der Lasertechnologie zu sammeln. Verschiedene Laser mit einem Leistungsspektrum von 20 bis 1000 Watt kamen zum Einsatz. Durch die verstellbaren Scanparameter der Laser hatten beide Firmen die Möglichkeit, ihre unterschiedlichen Herangehensweisen zu testen.

4.1 Lasereinsatz durch Firma Opus Denkmalpflege GmbH

Die Opus Denkmalpflege GmbH setzte den CL20, den CL100 und den CL300 ein. Ziel der Firma war es, nur Farb- und Korrosionsschichten zu entfernen, die nicht mehr fest auf der Stahloberfläche haften, um so möglichst viel der historischen Korrosionsanstriche zu erhalten, beziehungsweise um nur so viel Farbabtrag wie unbedingt erforderlich vorzunehmen. Nach einer Vorreinigung mit Spachteln und



Unbehandelte Oberfläche
Foto: HIG – Hempel
Ingenieure GmbH



Oberfläche nach der mechanischen Vorreinigung
Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

einem elektrisch betriebenen Nadler erwiesen sich die Laser als gut geeignete Werkzeuge hierfür. Die mehrschichtigen Anstriche und Korrosionsprodukte konnten mit dem Laser entweder vollständig oder schichtweise entfernt werden. Nach der Anwendung der Lasertechnik waren die Oberflächen für eine Neubeschichtung vorbereitet.



Oberfläche nach der Reinigung mit dem Laser, Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

Ein neues Grundierungssystem auf Polyurethan-Basis wurde aufgebracht, bestehend aus EK-PUR Kriechgrund Farblos, EK-PUR Haftgrund Rotbraun, und EK-PUR Zwischengrund Gelbsilber der Firma Conrads Lacke GmbH & Co. KG. Das System von Conrads Lacke schafft es, den Korrosionsschutz sowohl auf dem Stahl und der Altbeschichtung als auch auf den Übergängen zwischen Stahl und Altbeschichtung zu gewährleisten, obwohl die historischen Korrosionsbeschichtungen Öl gebunden sind.

Die vorsichtige Entschichtung der Opus Denkmalpflege GmbH wurde besonders an den bearbeiteten Flächen deutlich, die nicht unmittelbar zur Primärkonstruktion des Kugelwasserturms gehören. Oberflächen von Schiebern und Ventilen wurden entschichtet und mit Wachs vor Korrosion geschützt, um „Zeitfenster“ zu erhalten. Dies ist aus denkmalpflegerischer Sicht eine nachvollziehbare Herangehensweise



und zeigt, dass die Lasertechnologie es ermöglicht, Oberflächen sehr schonend zu reinigen, ohne dass nennenswerter Substanzabtrag erfolgt.

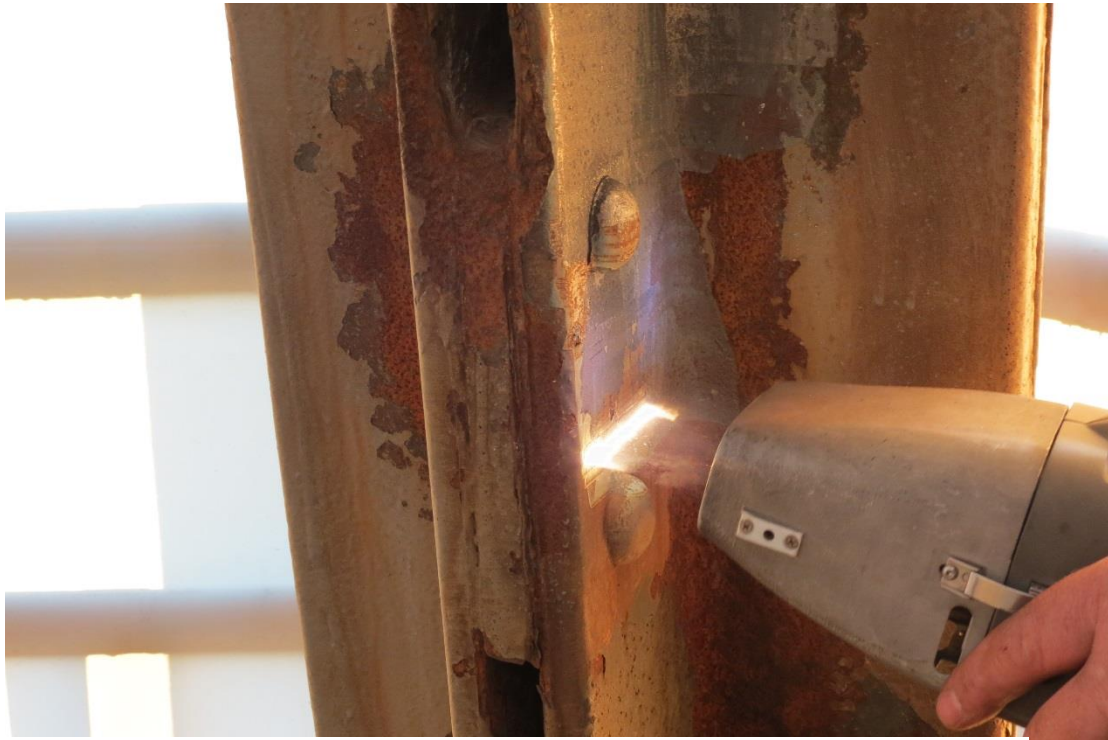


Gereinigte Oberfläche mit Wachs versiegelt, Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

Die abgereinigten Farbschollen und auch die Laserstäube wurden stichprobenartig auf Schadstoffe untersucht. Erhöhte Blei- und Zinkwerte wurden festgestellt (siehe Anlage 1, Seite 15).

4.2 Lasereinsatz durch Firma Achermann

Die Firma Achermann AG setzte einen leistungsstärkeren Laser, den CL1000, ein.



Verdampfung der Korrosion mit dem CL1000, Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

Die höhere Leistung ermöglichte es, die Altbeschichtungen und die Korrosionsprodukte, nach einer Vorreinigung mit einer rotierenden Drahtbürste, sehr effizient zu entfernen. Die so behandelten Oberflächen wiesen einen in der Regel höheren Reinheitsgrad auf als die von Firma Opus. Die historischen Korrosionsanstriche waren nicht mehr vorhanden und die Oberflächen waren somit für eine Neubeschichtung sehr gut vorbereitet.

Auch nach der Entschichtung und Abreinigung durch die Firma Achermann AG wurde das gleiche dreischichtige Grundierungssystem der Firma Conrads Lacke aufgebracht, um die gereinigten Oberflächen vor Korrosion zu schützen.



Oberfläche nach einmaligem Lasern
Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH



Oberfläche nach zweimaligem Lasern
Foto: HIG – Hempel Ingenieure GmbH

Die Untersuchungsergebnisse der Abreinigungsprodukte ergaben PCB- und Bleibelastungen (siehe Anlage 2, Seite 17).

5. Resumée

Der Feldversuch erbrachte aufschlussreiche Erkenntnisse hinsichtlich des Einsatzes der Lasertechnik zur Sanierung des Industriedenkmals Kugelwasserturm und hinsichtlich der Herangehensweisen der beiden beauftragten Firmen. Der Laser stellt sich eindeutig als umweltschonende Variante zu herkömmlichen Entschichtungsverfahren dar. Das Nichtauftreten von Feinstäuben, die extrem reduzierte Schadstoffmenge und die deutlich geringere Lärmbelastung sprechen für den Einsatz der Lasertechnik. Des Weiteren zeigt sich der Laser als gutes Werkzeug für die Entschichtung und Entrostung. Die unterschiedlich leistungsstarken Geräte und deren variable Parameter erlauben es dem Anwender, sowohl großflächig und schnell bis auf den Stahl zu reinigen als auch schichtweise abzutragen.

Allerdings ist der Laser im Fall des Kugelwasserturms nicht an allen Stellen einsetzbar. Durch die komplexe und mehrteilige Konstruktion des Turms, kann der Laserstrahl nicht alle Oberflächen erreichen, wie zum Beispiel die Innenflächen der mehrteiligen Stützen. Hier müssen zusätzlich andere Verfahren eingesetzt werden. Die mit Lasertechnik zu entschichtenden Oberflächen wurden alle mechanisch vorgereinigt, lose Farbschollen konnten somit gut entfernt werden. Um das Zusammenspiel zwischen Lasertechnik und erforderlicher Vorbehandlung zu

optimieren, sollte die mechanische Vorreinigung auf die Lasertechnik abgestimmt werden, unter Beachtung der umweltschonenden Eigenschaften des Laserverfahrens.

Die Herangehensweisen der beiden beauftragten Firmen sind aus unterschiedlichen Gesichtspunkten nachvollziehbar, und regen trotzdem zur Kritik an.

Die Opus Denkmalpflege GmbH erhält viel der historischen Korrosionsanstriche, jedoch ist die Nachhaltigkeit und Dauerhaftigkeit der Neubeschichtung dadurch möglicherweise gefährdet. Das Grundierungssystem von Conrads Lacke gewährleistet den Korrosionsschutz, allerdings wäre die Langlebigkeit der Neubeschichtung laut Prof. Jörg Freitag der FH Potsdam wahrscheinlich durch nicht entfernte Farbreste reduziert.

Des Weiteren sind Farbreste, die nach der mechanischen Vorreinigung noch vorhanden sind, oftmals nicht so fest haftend wie sie erscheinen. Wenn diese Farbreste auch nach der Laserbehandlung noch vollständig oder teilweise vorhanden sind, dann könnte hierdurch auch die Nachhaltigkeit der Neubeschichtung gefährdet sein. Eventuell darunter befindlicher Rost könnte die alten und die neuen Korrosionsschutzschichten anheben und abplatzen lassen.

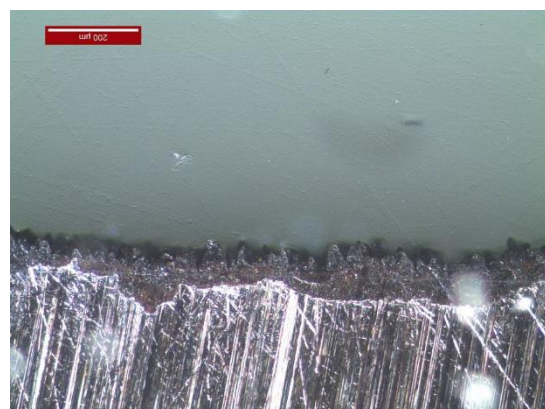
Um feststellen zu können, ob dies wirklich der Fall ist, bedarf es weiterer Tests, die beispielsweise im Zeitraffereffekt Bewitterungsextreme simulieren und somit die Dauerhaftigkeit der Beschichtungen auf die Probe stellen. Parallel dazu sollten auch Haftzugfestigkeiten geprüft werden.

Die stringentere Arbeitsweise der Achermann AG bietet scheinbar bessere Voraussetzungen für das Aufbringen eines neuen Beschichtungssystems, weil keinerlei historische Anstriche erhalten werden und die Oberflächen einen relativ hohen metallischen Reinheitsgrad erreichen. Hier steht die Erhaltung der Konstruktion als Ganzes im Vordergrund, im Gegensatz zum zusätzlichen Teilerhalt von Altbeschichtungen.

Die Korrosionsprodukte scheinen zunächst entfernt und die Oberflächen bis auf den Stahl abgereinigt, allerdings zeigen Querschliffe einer von Prof. Freitag mit dem Laser bearbeiteten Stahlprobe, dass dies nicht der Fall ist. Die Aufrostungen sind reduziert und strukturell verändert, bilden aber noch eine deutliche Schicht. Laut Herrn Jan Sommer von der Firma CleanLaser ist es möglich, dass die strukturelle Veränderung an der Materialoberfläche die Dauerhaftigkeit und Nachhaltigkeit des neuen Grundierungssystems verbessern könnte. Beispielsweise wird in Bereichen wie industriell gefertigten Klebungen Lasertechnik explizit dafür eingesetzt, eine höhere Haftfestigkeit zu erreichen. Im Rahmen der Sanierung des Kugelwasserturms wäre eine Haftfestigkeitsanalyse notwendig, um diesen Effekt des Lasers auf die Stahloberfläche qualifiziert feststellen zu können.



Querschliff vor der Behandlung mit dem Laser,
Foto: Prof. Jörg Freitag



Querschliff nach der Behandlung mit dem Laser,
Foto: Prof. Jörg Freitag

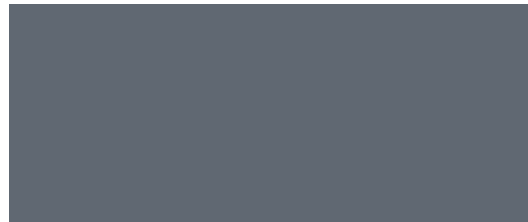


Um weitere Vorgehensweisen für die Instandsetzung des Kugelwasserturms festlegen zu können, bedarf es einer klaren Formulierung der konservatorischen Zielsetzung, begleitet von weiteren Tests der Ergebnisse des Feldversuchs und einer statisch-konstruktiven Anamnese. Gleichzeitig sollte die zukünftige Nutzung des Kugelwasserturms nicht aus den Augen verloren werden, damit die Planung und deren schrittweise Umsetzung sinnvoll gestaltet werden können. Der Feldversuch hat gezeigt, dass die Lasertechnik sicherlich ein gutes Werkzeug zur Entschichtung und Abreinigung ist, aber nicht ausschließlich verwendet werden kann und sollte. Auch die unterschiedlichen Arbeitsweisen der beiden Restaurierungsfirmen lassen mutmaßen, dass eine Kombination aus beiden Herangehensweisen der sinnvollste Weg wäre. Kleinteilige Oberflächen, die schwer zu warten sind, könnten sehr stark abgereinigt und neu beschichtet werden. Oberflächen, die einfacher zugänglich sind, könnten als historische Zeitfenster dienen, an denen noch Teile der alten Anstriche erhalten bleiben könnten.

Um dem ursprünglichen Erscheinungsbild des Kugelwasserturms möglichst nahe zu kommen, sollte die Farbigekeit der neuen Deckbeschichtung, in Abstimmung mit der Denkmalpflege, an die historischen Anstriche angepasst werden. Die bearbeiteten Teilflächen erhalten durch zwei Grundierungsschichten ausreichenden Korrosionsschutz. Die farbige Deckbeschichtung ist für den Korrosionsschutz nicht relevant und kann somit später aufgetragen werden. Prof. Freitag stellte bei der Farbanalyse einiger Proben zwei unterschiedliche Farbtöne fest. Die unterste Sichtfassung hat den Farbton NCS S7502-B, die darüber liegende Sichtfassung hat den Farbton NCS S5010-R90B. Eine Polychromie ist allerdings auszuschließen, da die beiden Farbtöne auf allen Oberflächen der Konstruktion in der gleichen Reihenfolge zu finden sind.



Erste Sichtfassung, Farbton NCS S7502-B



Zweite Sichtfassung, Farbton NCS S5010-R90B

Der ausgeführte Feldversuch lieferte wichtige Erkenntnisse für den Einsatz von Lasertechnik zur Sanierung einer großen Stahlkonstruktion und bildete eine gute Grundlage für die weitere Vorgehensweise der Instandsetzung von Industriedenkmalern aus Stahl.

Bürgermeister Wilfried Brandes
Gemeinde Ilsede

Prof. Dr.-Ing. Rainer Hempel
HIG – Hempel Ingenieure GmbH



Die Untersuchung wurde durch das akkreditierte Labor AZBA GmbH, Berlin ausgeführt.

Der Bericht findet sich im Anhang.

In einer signifikanten Konzentration wurden folgende Metalle nachgewiesen:

Angaben in Masse%	Zn	Pb
Probe 02/ Laserstaub:	9,47	3,92
Probe 03/ Farbschollen	24,3	6,29

Angaben in Masse%

Probenbezeichnung	O	Si	Ca	Ba	Al	K	Fe	Pb	Zn
Probe 03/ Farbschollen	15	0,5	0,7	3,9	0,4		5,5	6,3	67
Probe 01/ Korrosionsprodukte	8,6	0,2					91,2		

Die Korrosionsprodukte bestehen praktisch nur aus Eisenoxiden.

Bei der mikroskopischen Begutachtung der Farbfassungen waren ca. 5- 6 Schichten zu erkennen.

Die Untersuchungen wurden an Mischproben durchgeführt. Hauptbestandteil sind Zink und weniger Blei. Bei der EDX- Analyse wurde außerdem noch Barium (Barytweiß oder Lithopone) gefunden.

Im Laserstaub sind praktisch die gleichen Elemente, wie in den Originalfassungen vorhanden, wenn auch in unterschiedlicher Konzentration.



Seite: 2 von 2
Erstellt: 03.01.2014
Auftrags-Nr.: 13-08328
Probenart: Material
Bauvorhaben: Bestimmung von Schwermetallen
Probenbezeichnung: Probe 02, Probe 03



Parameter	Methode	Einheit	BG	Messwert 13-08328-001	Messwert 13-08328-002
Feststoff					
Trockensubstanz	DIN EN 14346	Ma.-%		zu wenig Material, TS nicht möglich	zu wenig Material, TS nicht möglich
Aufschluss nach DIN EN 13657					
Arsen	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	10	145	221
Blei	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	4	39200	62900
Cadmium	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	0,4	15,2	50,4
Chrom	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	1	237	85,0
Kupfer	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	2	92,4	95,6
Nickel	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	1	191	17,8
Quecksilber	DIN EN ISO 17852	mg/kg OS	0,05	< 0,05	0,39
Zink	DIN EN ISO 11885	mg/kg OS	3	94700	243000

[nr] nicht rechenbar, alle Einzelparameter kleiner Bestimmungsgrenze (BG)

**Ergebnisse der Untersuchung von Materialproben auf PCB und Blei**

Auftraggeber: Achermann Industrie AG
Objekt: 2013-80
Prüfbericht: 1983697 vom 07.01.2014
Prüfverfahren: PCB-Bestimmung mittels GC/ECD oder GC/HRMS nach Soxhlet-Extraktion der Proben mit Toluol und säulenchromatographischer Reinigung des Extraktes (in Anlehnung an DIN 51527). Bestimmung der 6 PCB-DIN-Kongenerere, Bestimmung des PCB-Gesamtgehaltes durch Multiplikation der Summe der 6 DIN-Kongenerere mit dem Faktor 5. DIN 38414-20.
 Blei: DIN EN ISO 11885

IF-Proben-Nr.:				131208130
Probenbezeichnung:				539811 i-A0003
Parameter	Einheit	BG	Norm	Wert
Blei	mg/kg TR	5	DIN EN ISO 11885	42000
MHD/Los/Charge				
Parameter	Einheit	BG	Norm	Wert
PCB 28	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	< 0.3
PCB 52	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	0.5
PCB 101	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	2.3
PCB 153	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	3.4
PCB 138	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	4.1
PCB 180	mg/kg	0.3	DIN 38414-20	2.7
Summe 6 PCB exkl. BG	mg/kg		DIN 38414-20	13
Summe 6 PCB inkl. BG	mg/kg		DIN 38414-20	13.3
5x Summe 6 PCB exkl. BG	mg/kg		DIN 38414-20	65
5x Summe 6 PCB inkl. BG	mg/kg		DIN 38414-20	66.5

Legende

< Wert unterhalb der angegebenen Bestimmungsgrenze (BG)

nb nicht berechnet, da keine der Komponenten oberhalb der Bestimmungsgrenze lag

Probenahme erfolgte durch: Auftraggeber

Ab einem Wert von 50 mg/kg sind die Anwendungen sach- und fachgemäss der BUWAL-Richtlinie PCB-haltige Fugendichtmassen, Bern 2003 zu entfernen.
 Zudem sind die gültigen Grenzwerte der TVA bei der Entsorgung zu beachten.

Dübendorf, 07.01.2014

Christina Becker

Hinweis: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die Prüfgegenstände. Auszugsweise darf der Prüfbericht nur mit schriftlicher Genehmigung der GSA Becker AG vervielfältigt werden.

GSA Becker AG
 Im Trübacher 3
 CH-8600 Dübendorf

Tel: 044 8219933
 Fax: 044 8219939
 info@gsa-becker.ch

Zürcher Kantonalbank, 8010 Zürich
 BIC: ZKBKCHZZ80A / BC-Nr.: 700
 IBAN: CH5600700110001094442