

Bergungsobjekte des Berliner Schlosses

Teile der Niederdruckheizungsanlage

Eine Einführung in die Funktion, Geschichte und Konzeption

Bachelor-Arbeit

B 13/ MMTK/ 10

vorgelegt dem Fachbereich 5, Gestaltung
Studiengang Konservierung und Restaurierung/Grabungstechnik
der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Von: Jenny Wölk
den: Berlin, 16.12.2013

- 1. Betreuerin:** Prof. Ruth Keller
- 2. Gutachter:** Dirk Maier

Wölk, Jenny: Bergungsobjekte des Berliner Schlosses – Teile der Niederdruckheizungsanlage. Eine Einführung in die Funktion, Geschichte und Konzeption (Excavation-objects from the Berlin Palace – Parts of the low pressure steam heating system. An introduction of function, history and conception) Bachelor thesis: 16th December 2013, German; 56 p.; 62ill.; Reporter: Prof. Ruth Keller, Coreporter: Dirk Maier, Publication: not foreseen

Zusammenfassung

Inhalt dieser Bachelorarbeit ist eine Einführung in die Funktion, den Zustand und den historischen Kontext von Bergungsobjekten der Niederdruckheizungsanlage aus dem Berliner Schloss, die im Jahr 1894 dort verbaut wurden. Der Fokus wurde auf eines der Großobjekte, einen Ventilator, gelegt, der künftig in einem „archäologischen Fenster“ im derzeitig entstehenden Humboldt-Forum präsentiert werden wird. Ein Konzept wurde entwickelt, welches das methodische Spannungsfeld zwischen den sowohl dem technischen als auch archäologischen Kulturgut angehörigen Objekten behandelt und einen übertragbaren Umgang in der Konservierung, Restaurierung und Präsentation mit ihnen vorschlägt. Anhand eines Maßnahmenkonzeptes mit beinhalteter Probereihe werden konkrete Vorschläge für die praktische Durchführung des Konzeptes gegeben. Hinweise zur Vertiefung der Themenschwerpunkte ermöglichen eine sich direkt anschließende Fortführung der Arbeit.

Schlagworte: Berliner Schloss, Niederdruckdampfheizung, Ventilator, technischer Bodenfund, Wilhelm II., Großobjekt, Industrialisierung

Summary

This bachelor thesis is an introduction of function, condition and the historical context of excavation objects, belonging to a low pressure steam heating system in the former Berlin Palace, which were built-in in 1894. One of the large objects, a ventilator, will be displayed in an “archaeological window” in the currently built Humboldt-Forum and is the main focus in this thesis. A concept was developed, which is dealing with the methodic area of conflict of an object belonging to both, technical and archaeological heritage. This will be consequently assignable to the other objects of the heating system. On the basis of a series of tests, which are part of the concept of methods, practical advices are given for the further conservation work on the object. References for a continuation in the main topics are given, so a direct continuance of the thesis is possible.

Keywords: Berlin Castle, a low pressure steam heating system, ventilator, technical excavated artefact, Wilhelm II., large object, industrialisation

Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei Frau Keller für die immer wieder aufs Neue interessante Ausbildung im Studium bedanken, die sie stets mit Begeisterung vermittelte. Ebenso danken möchte ich ihr für die aufschlussreiche Betreuung während der Bachelorarbeit, was auch für Herrn Maier gilt, der mir beim Gegenlesen sehr hilfreiche Kommentare und Anregungen gegeben hat.

Für die Betreuung im Labor während der Arbeit und auch des ganzen Studiums bedanke ich mich herzlich bei Frau Zimmermann, die stets dazu bereit war, bei jeglicher Art von Problemen zu helfen.

Großer Dank gilt auch Herrn Dr. Schaller (HTW Berlin), der sich viel Zeit nahm um mir bei den metallurgischen Untersuchungen zu helfen, ebenso Herrn Puille für die Röntgenaufnahmen und Frau Hofmann für die Röntgenfluoreszenzanalyse.

Dank Herrn König (TU Berlin) erhielt ich besonders nützliche Anregungen für den historischen Kontext, welcher ohne ihn sicherlich nicht die jetzige Ausrichtung hätte.

Besonderer Dank gilt meinen Kommilitonen, die immer wieder für eine nette Ablenkung, aber auch einen guten Austausch und Motivation gesorgt haben.

Meiner Familie, speziell meiner Mutter, danke ich für die kontinuierliche Unterstützung in allen Stimmungslagen und meinem Freund Denis für das kritische Korrekturlesen sowie vor allem für den ständigen Antrieb und den Beistand während der gesamten Zeit.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	6
2 Beschreibung	8
2.1 Formale Beschreibung.....	8
2.2 Beschreibung der Funktion.....	10
3 Zustand	15
4 Naturwissenschaftliche Untersuchungen	23
4.1 Metallurgische Untersuchungen	23
4.3 Analytische Chemie	26
4.4 Röntgenfluoreszenzanalyse	27
4.5 Röntgenuntersuchung	28
5 Historischer Kontext	30
5.1 Preußen und die Industrialisierung	30
5.2 Wilhelm II. und das Berliner Schloss	31
5.3 Niederdruckdampfheizungen und Hermann Rietschel.....	34
6 Konzept.....	35
7 Maßnahmenkonzept	39
7.1 Die „originale“ Oberfläche.....	39
7.2 Probereihe zur Freilegung.....	41
7.3 Präventive Konservierung	44
8 Fazit	45
9 Bildquellen.....	46
10 Literatur und Quellen.....	47
Anhang.....	51

1 Einleitung

„Auf allen Gebieten der Technik zeigt sich in der Neuzeit ein erfreuliches Streben nach Centralisation; umfangreiche Anlagen zur Versorgung der Städte mit Wasser, Gas, Electricität werden geschaffen und zeigen nicht nur große Vortheile für die öffentliche Gesundheitspflege und die Bequemlichkeit des Publikums, sondern bieten auch Ersparnisse an Zeit und Geld, welche die kühnsten Erwartungen übersteigen.“¹

Dieses Zitat, stammend aus einer Broschüre der Firma Bechem & Post² von 1884, fasst trotz seiner Kürze deutlich einige der Entstehungsumstände zusammen, unter denen die moderne Heizungsanlage des Berliner Schlosses gebaut wurde.

Im Rahmen der Grabungsarbeiten auf dem Schlossplatz in der historischen

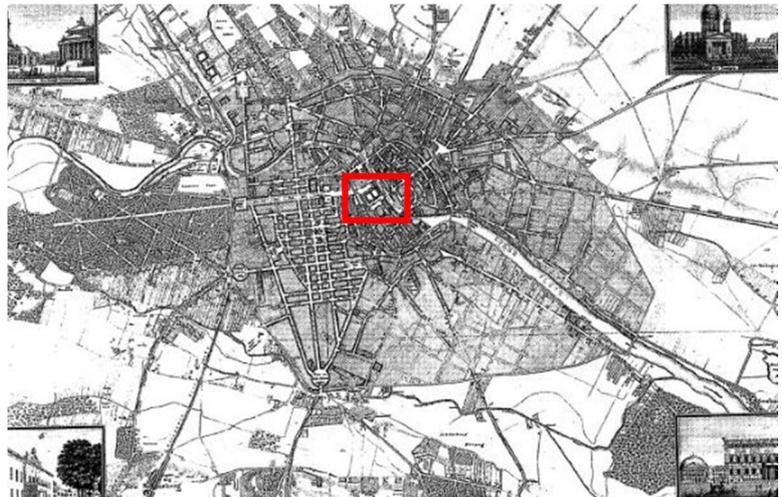


Abb. 1 Historischer Stadtplan Berlins 1839; mittig im rot markierten Bereich befand sich das Schloss

Mitte Berlins (Standort ersichtlich auf Abb. 1) war es möglich, aus den teilweise noch erhaltenen Kellerräumen und –gängen, Großobjekte zu bergen, welche Bestandteile der funktionalen Einheit des für damalige Verhältnisse modernen Heizungssystems waren.

Nach der am 07.09.1950 aus politischen Gründen erfolgten Sprengung des durch den Zweiten Weltkrieg beschädigten Schlosses, wurde an selber Stelle ab 1973 der Palast der Republik errichtet. Im Jahr 2003 wurde dessen Abriss politisch beschlossen und bis 2008 ausgeführt.³ Aktuell entsteht das Humboldt-Forum, an welchem in annähernd gleichen Ausmaßen Rekonstruktionen der barocken Fassaden mit einem modernen Neubau kombiniert, und ein „Weltort der Kunst und der Kultur“ geschaffen wird, eine gedankliche „Einheit von Kulturerbe, Kulturwissen, Kulturbegegnung und Kulturerlebnis“⁴.

¹ BECHEM & POST 1884, 1.

² Entwickler der ersten Niederdruckdampfheizungsanlage (siehe Kapitel 5.3).

³ RETTIG 2011, 19.

⁴ STELLA 2011, 21.

Integriert wird ein „archäologisches Fenster“, das dem Besucher innerhalb des noch originalen Schlosskellers anhand von Bergungsobjekten die Historie des Schlosses vermittelt.⁵ Untergliedert in Themeninseln, werden verschiedene Bereiche vorgestellt, die ein umfassendes Bild vom Leben und Arbeiten im Schloss bieten sollen, so zum Beispiel gefundene Museumsobjekte, die Stube des Kommandanten der Schlosswache oder der Themenbereich „Ofen und Heizung“ (veranschaulichtes Konzept auf Abb. 2). Neben kunstvollen Ofenkacheln wird hier auch der Aspekt der modernen

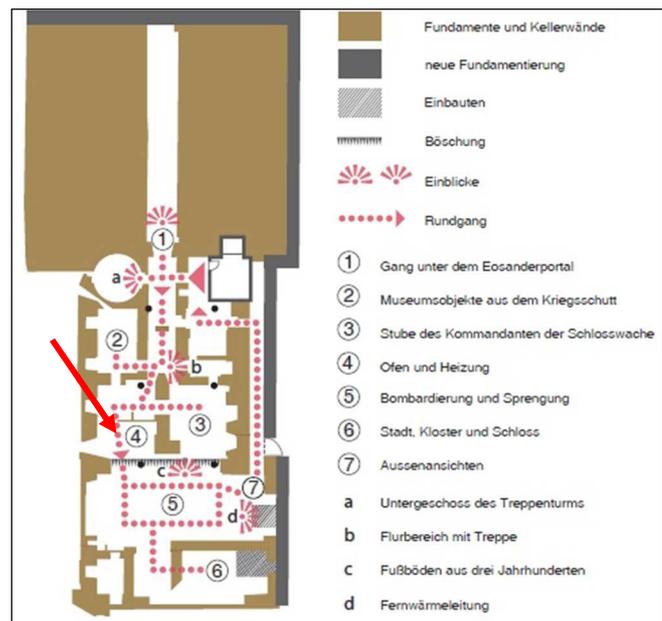


Abb. 2 Konzept zum „Archäologischen Fenster“

Technik repräsentiert, welcher zur Kaiserzeit zunehmend an Bedeutung gewann und den Aufstieg Preußens zur Zeit der Industrialisierung verdeutlicht.⁶

Die geborgenen Großobjekte der Niederdruckheizungsanlage von 1894 dokumentieren die Geschichte des Schlosses zur zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts und stellen gleichzeitig einen Kontrast zur üblichen verbreiteten glamourösen Auffassung des Hoflebens dar, einen Blick hinter die Kulissen.

Als „pars pro toto“ werden ein bis zwei Objekte der umfangreichen Anlage an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin im Studiengang Konservierung und Restaurierung/ Grabungstechnik (Schwerpunkt Moderne Materialien und Technisches Kulturgut) restauriert und im Anschluss vor Ort als Teil des „Archäologischen Fensters“ im Kontext ausgestellt.

Die vorliegende Arbeit bietet eine Einführung in das Objektensemble anhand einer historischen Recherche, einer Erfassung des Erhaltungszustandes, einer naturwissenschaftlichen Analyse der Materialien und einer daraus resultierenden Konzeption für die Restaurierung mit konkreten Anwendungsansätzen. Wo die Arbeit eingegrenzt werden musste, werden Hinweise auf die mögliche Vertiefung und Weiterführung gegeben.⁷

⁵ WEMHOFF o.J., 1.

⁶ WEMHOFF o.J., 5.

⁷ Anregungen zur Vertiefung befinden sich in Anhang 1

2 Beschreibung

2.1 Formale Beschreibung

Bei den Objekten handelt es sich um Einzelteile einer umfassenden und komplexen funktionalen Einheit, bestehend aus Kanälen und Einbauten, welche sich ursprünglich im Schlossbau befanden (Abb. 3 vermittelt einen Eindruck der Bergungssituation).

Stellvertretend für dieses Objektensemble werden ausgewählte prägnante Objekte restauriert und

ausgestellt.⁸ Im Folgenden wird der Fokus der Betrachtung auf einen der beiden Ventilatoren gelegt, welcher Frischluft aus dem Außenbereich ansaugte (zu sehen auf Abb. 4 im Zustand vor der Bergung und auf Abb. 5 im demontierten Zustand).

Der isolierte metallene Ventilator besitzt eine geschlossene runde Grundform aus einem massiv wirkenden Gehäuse, welches im ursprünglich eingebauten Zustand eingemauert und somit nicht sichtbar ist. Da der Ventilator entsprechend seiner ursprünglichen Funktion wieder in seiner eigentlichen Position ausgestellt werden sollte, wird an dieser Stelle seine ästhetische Wirkung in diesem Zustand beschrieben.

In seiner eigentlichen Nutzungsposition (im Vergleich zur derzeit liegend gelagerten senkrecht) sind auf der einen Seite (auf Abb. 4) die regelmäßige Abfolge der gebogenen

zehn großen und zehn zwischen liegenden kleinen Schaufeln (Aufbau verdeutlicht auf Abb. 6 und



Abb. 3 Bergungssituation auf dem Schlossplatz, Blick in Richtung Nikolaiviertel und ehemaliges DDR-Staatsratsgebäude



Abb. 4 Sich noch im Schlosskeller befindende Ventilatoren vor der Bergung

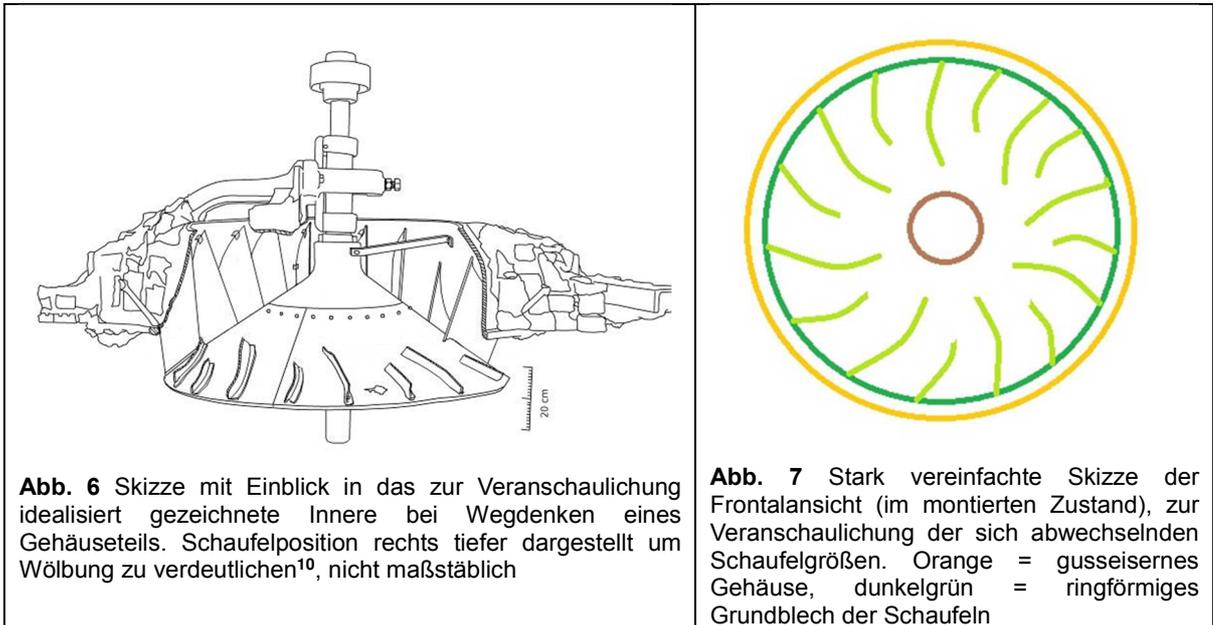
⁸ VÖLKER, ANTKOWIAK, DÖHNER, ARCHAEOFAKT 2011, 2.

Abb. 7) und das konkav zum inneren Zentrum des Ventilators hin verlaufende mehrteilige Grundblech, auf dem sie angebracht sind, prägnant.⁹ Auf der anderen Seite (Abb. 12) markant sind die teilweise erhaltene Rahmenkonstruktion mit T-Profil, welche unterhalb des Ventilators durch die Wand gehend verläuft und beidseitig die Lagerbuchse hält, sowie das Lager an sich.

Die Oberfläche wirkt durch die durchgängig vorhandenen Korrosionsauflagerungen unruhig, da sie sich in verschiedenen Rot- und Brauntönen und durch Unregelmäßigkeiten in der Oberflächenstruktur zeigen. Ein Kontrast entsteht durch die weiß gekachelten Wände, in die der Ventilator ursprünglich eingebaut war. Sie zeichnen sich durch ihre helle, glänzende Oberfläche und die klare und regelmäßige waagrecht verlaufende rechteckige Gliederung aus, die einen Gegensatz zu den großen runden Grundformen des Ventilators bietet.



Abb. 5 Seitenansicht eines geborgenen Ventilators in der HTW Berlin



⁹ Im Laufe der Arbeit wird der Begriff „unten“ für den sich während der Montage unten befindlichen Bereich gewählt, „oben“ für den dementsprechend oberen.

¹⁰ Skizzen auch in Anhang 3

2.2 Beschreibung der Funktion

„Sinngemäß nennt man Heizungen, deren Kessel oder deren Hauptverteiler gegen eine Überschreitung des Druckes von 0,5 atü¹¹ gesichert sind, Niederdruckdampfheizungen.“¹²

Dieses Zitat Herrmann Rietschels, dem Wegbereiter der wissenschaftlichen Betrachtung der Heizungs- und Lüftungstechnik (1847-1914)¹³, verdeutlicht das namensgebende Prinzip der Niederdruckheizungsanlagen.

Um die funktionale Einheit der Bergungsobjekte besser verständlich zu machen, wird zunächst eine grundlegende Beschreibung dieser Heizungssysteme mit dem Schwerpunkt der Luftbeheizung gegeben.

Wenige Jahre vor dem Bau der Anlage im Berliner Schloss wurde im Reichstag eine sehr ähnliche eingebaut, welche dem damals höchsten Stand der Technik entsprach und besser dokumentiert ist¹⁴:

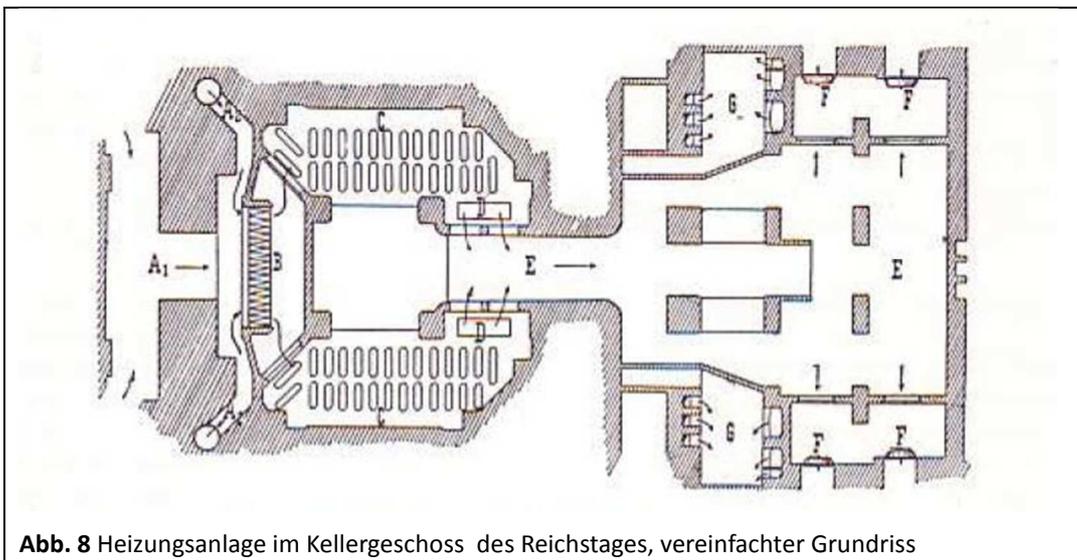


Abb. 8 Heizungsanlage im Kellergeschoss des Reichstages, vereinfachter Grundriss

Durch die Kanäle A₁ (Kellergeschoss) und A₂ (vom Dach kommend) gelangt angesaugte Frischluft (die Zuluft) in das System, welche durch den Filter B gereinigt und im Winter durch die Dampfheizröhren C geleitet wird. Nach dem Erhitzen wird die Luftfeuchtigkeit mittels der Rinnen D, in denen kontinuierlich Wasser erwärmt wird, auf 90% erhöht. Im Folgenden passiert die Luft die Heizkammern G, wo sie auf 20°C erhitzt und ihre Luftfeuchtigkeit auf 45 – 50% verringert wird (Vorgänge abgebildet in Abb. 8). Die sich nun in den Heizkammern E befindliche Luft wird mit Hilfe von Ventilatoren F (Übergang zu Abb. 9) in die Kanäle H geleitet, welche in einem Kanal oberhalb des Saales münden. Hier wird sie wegen der nachströmenden Massen durch viele Öffnungen in

¹¹ Atü = veraltete Einheit für die technische Atmosphäre, abgelöst durch Pascal

¹² RIETSCHEL 1948, 101.

¹³ USEMANN 1990, 326.

¹⁴ RHEINLÄNDER 1979, 87.

den Saal gedrückt. Mittels des Abluftsystems (K, L, M) wird die verbrauchte Luft angesaugt und ins Freie geleitet.¹⁵

Im Falle des Schlosses waren aufwendige Umbauten nötig um die erforderlichen Kanäle in das historische Gebäude zu integrieren. Die Heizkammern, sowie eine „Druck- und Saugelüftungsanlage“¹⁶, zu welcher der beschriebene Ventilator gehört, wurden im Keller angelegt. Albert Geyer

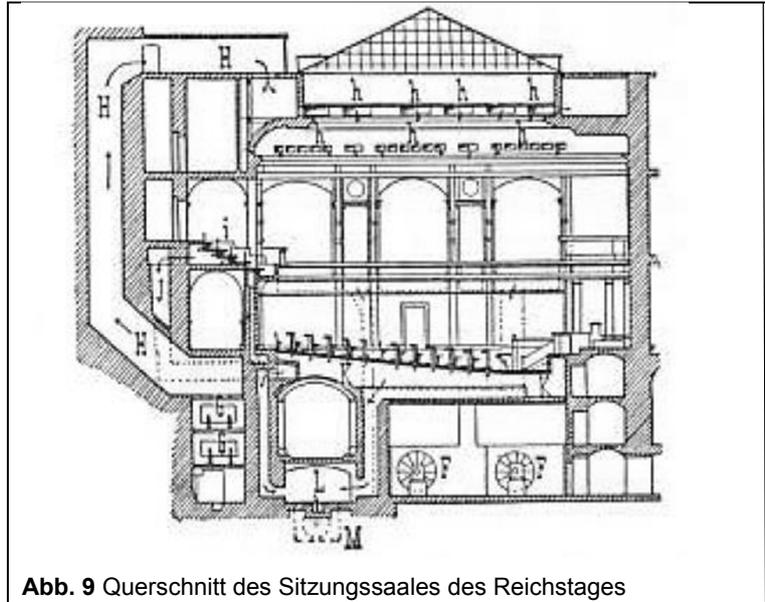


Abb. 9 Querschnitt des Sitzungssaales des Reichstages

(1846 – 1938), ehemals Schlossbaumeister, dokumentierte in seinem Buch „Die Geschichte des Schlosses zu Berlin“ 1936 - 1938 umfangreich die Baugeschichte des Schlosses und beschreibt die Funktion der Anlage wie folgt:

„Die Luft wird von dem Lustgarten her entnommen, geht zu ihrer Reinigung durch einen 220m² großen Nesselfilter hindurch, wird dann von zwei elektromotorisch betriebenen Ventilatoren in die Heizkammern zur Erwärmung an den dort aufgestellten dampferheizten Registern gedrückt und von da in den Saal und die Galerien, wo sie an möglichst vielen Stellen im Saal aus den siebartig gedeckten Sohlbänken der Oberfenster der beiden Längswände, austritt.“¹⁷

Das Prinzip der Schlossheizung ist dem des Reichstages sehr ähnlich, die Abluft wird in diesem Fall jedoch über das Dach abgesaugt. Angegeben wird an gleicher Stelle eine erforderliche Luftmenge von 38 500m² pro Stunde um alle betroffenen Räume zu belüften.

In der graphischen Sammlung der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten befinden sich historische Pläne, in denen die Verläufe der Kanäle, sowie die Einbauten des Heizungssystems des Berliner Schlosses verzeichnet sind.¹⁸ Anhand des folgenden Planes zur „Sammelheizungs & Lüftungs- Anlage der Kapelle, des Weißen Saales und der Räume zwischen Portal III & VI“ können einige Elemente lokalisiert werden (Abb. 10):

¹⁵ RHEINLÄNDER 1979, 87-88.

¹⁶ GEYER 1938, 112.

¹⁷ GEYER 1938, 112.

¹⁸Reproduktionen befinden sich als Bilddateien an der HTW Berlin

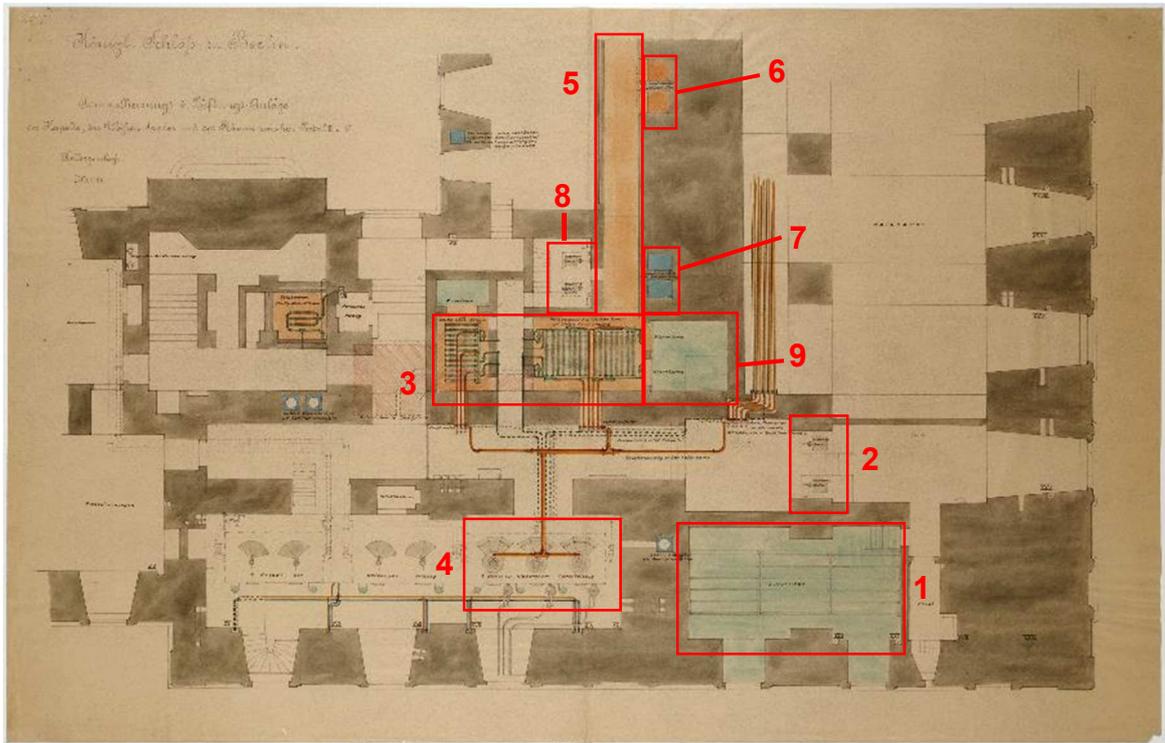


Abb. 10 Planung zur „Sammelheizungs & Lüftungs- Anlage der Kapelle, des Weißen Saales und der Räume zwischen Portal III & VI“ mit nummerierten Einzelementen (Erklärung im folgenden Text)

Zu sehen ist ein Ausschnitt des Grundrisses des Kellergeschosses in der nord-westlichen Ecke des Schlosses mit hervorgehobenen Heizungselementen. Gekennzeichnet mit „1“, ist der Nesselfilter zu sehen, der die Außenluft reinigte. Mit „2“ markiert sind zwei Elektromotoren, die möglicherweise die zwei Ventilatoren angetrieben haben, die Bestandteil der Bergungsobjekte sind und die Außenluft einführen. Mit Hilfe der Heizkammern (3) wurde die zugeführte Luft durch Heizkörper beheizt, deren Wärme durch die Kessel (4) produziert wurde. Durch den in der Zeichnung orange markierten Zuluft- bzw. Warmluftkanal (5) wurde die Luft weitergeleitet und durch die Kanäle unter (6) nach oben in den Weißen Saal befördert. Durch die Abluftkanäle (7) konnte verbrauchte Luft aus dem Saal abgezogen werden, was vermutlich mit Hilfe der zwei Elektromotoren (8) geschehen sein könnte, die auch die Ventilatoren angetrieben haben könnten. In der Mischkammer (9) bestand eventuell die Möglichkeit, einen Teil der Abluft zu reinigen, mit gewärmter Frischluft aus der Heizkammer zu vermischen und anschließend wieder über den Warmluftkanal in den Weißen Saal zu führen.

Die zusätzliche Saugwirkung neben den Ventilatoren entsteht durch die Tatsache, dass warme Luft leichter ist als kalte, sodass die kühlere Außenluft die leichtere erwärmte in die Höhe drückt.¹⁹ Passiert die Luft den Ventilator, wird sie verdünnt (Depression), sodass die schwerere Luft von außen in Richtung des Ventilators nachströmt.²⁰ Wegen der vielen verteilten Austrittsmöglichkeiten der Luft im Saal kann man von einer „schleichenden Einführung“ sprechen, wobei die eigentlich leichtere und

¹⁹ SCHMIDT 1937, 8.

²⁰ BERGMANN 1907, 8.

somit oben verbleibende warme Luft durch die direkt nachströmende, gleichmäßig nach unten in den Raum gedrückt wird, wie auf Abb. 11, Bild „a“ deutlich wird.²¹

Ausschlaggebend für die Effizienz ist auch die Beschaffenheit der Kanäle, die einen möglichst niedrigen aerodynamischen Widerstand besitzen sollten, welcher durch kurze Strecken, glatte Oberflächen der Wände und das Vermeiden von Kanten und Biegungen erreicht wurde.²² Auf Abb. 12 ist beispielsweise erkennbar, wie mit Hilfe des geschwungen gebauten Kanals eine gelenktere Strömung erreicht werden sollte. Die im Schloss verbauten glasierten Kacheln waren üblich für größere Anlagen, wobei alternative Materialien Bleche oder Asbestschiefer gewesen wären. Einen Vorteil boten die Fliesen durch die mögliche einfache Reinigung, welche mindestens einmal jährlich erfolgen sollte.^{23,24}

Der Einsatz von Ventilatoren war für den Betrieb einer solchen Anlage nicht zwingend notwendig, verschaffte aber Unabhängigkeit in der Nutzung, welche sonst anfällig für ungünstige Witterungsverhältnisse gewesen wäre. Mit ihnen konnte der Druck nach Wunsch reguliert und eine höhere Leistung erzielt werden, was auch den Anforderungen der übrigen Anlagenbestandteile, wie den Kanälen, entgegen kam.

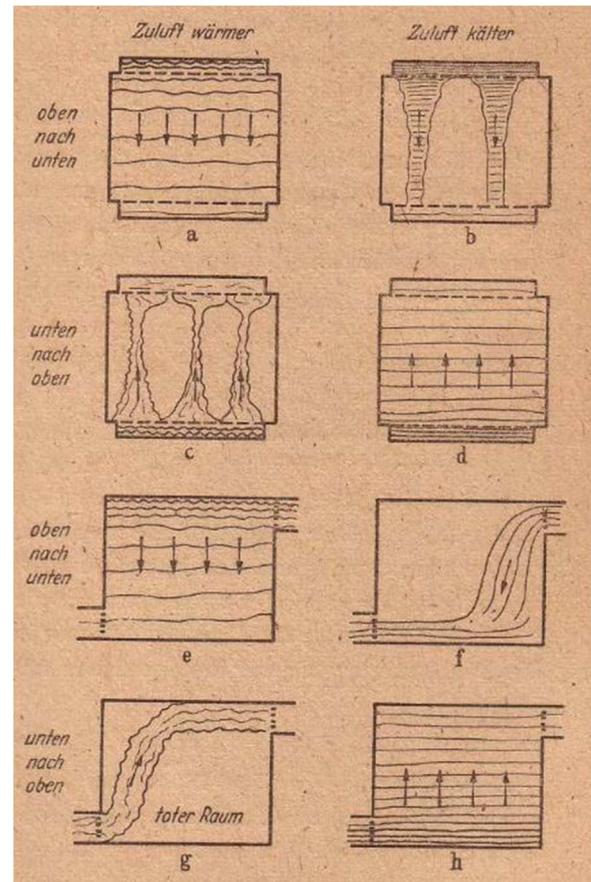


Abb. 11 Idealisierte Strömungsbilder zum Vergleich

²¹ RIETSCHEL 1948, 191.

²² TERPIGOREV 1954, 152.

²³ RIETSCHEL 1948, 188.

²⁴ GEYER 1938, 112.

„Unter Ventilatoren versteht man Strömungsmaschinen zur Förderung von Luft oder anderen Gasen“²⁵, im Gegensatz zu den Turbinen, Kraftmaschinen, handelt es sich bei ihnen um Arbeitsmaschinen, welche im Schloss mit Hilfe von Elektromotoren angetrieben wurden. Die Entwicklung der Ventilatoren profitierte sicherlich von den zu jener Zeit stark aufkommenden Dampfturbinen, für die das Verhältnis von Strömungen in Verbindung mit Schaufelformen für ein Erreichen maximaler Effizienz wissenschaftlich untersucht wurde. Wissenschaftliche Abhandlungen über Ventilatoren zur Jahrhundertwende können in der Bergbauliteratur gefunden werden, wo sie zum Zwecke der Bewetterung genutzt werden. Ein Modell eines „Lüfter-Rades“ aus dem Deutschen Bergbaumuseum Bochum (Abb. 13 aus dem Depot, ohne Inventarnummer) wird als „System Hohenzollern“ von 1904 betitelt, was seinen Ursprung in einer speziellen technischen Entwicklung auf diesem Gebiet unter den Hohenzollern haben kann.



Abb. 12 Hinteransicht eines Ventilators

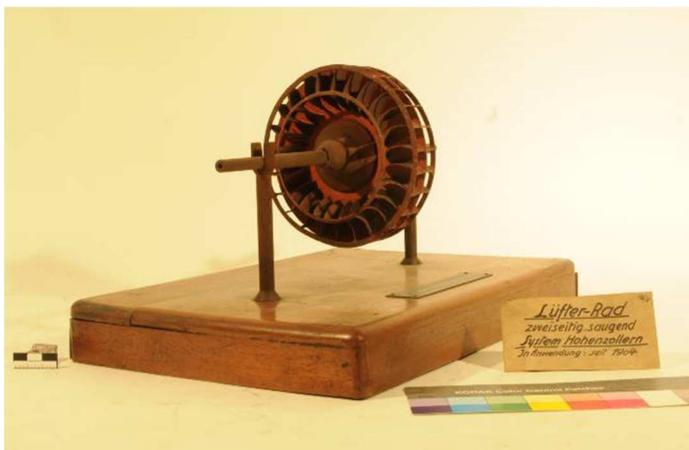


Abb. 13 Modell eines Lüfterrades im Deutschen Bergbaumuseum Bochum

²⁵ WAGNER 1997,109.

3 Zustand

Der Zustand der Objekte, genau genommen des Ventilators, ist wesentlich geprägt durch den Umstand der Sprengung des Schlosses und der damit verbundenen jahrzehntelangen Bodenlagerung. Durch die Ausgrabung wurden die Umgebungsparameter der Objekte erheblich verändert und das Gleichgewicht, das sich über die Jahre eingestellt hat, zerstört²⁶, wodurch eine Reaktivierung oder Verstärkung der Metallkorrosion möglich wurde.²⁷ Zudem wurden die Objekte aus ihrem Kontext gerissen und stellen nun Fragmente einer funktionalen Einheit dar, welche in ihrem originalen Zustand nicht mehr hergestellt werden kann.

Bei einer Bodenlagerung wirken vielfältige miteinander verbundene Faktoren auf die Materialien ein, welche den Erhalt negativ als auch positiv beeinflussen können. Die Komplexität dieses Themas wird durch das Schema in ersichtlich, das die möglichen Einflüsse der Bodenlagerung auf Metalle darstellt. Hierbei spielt die Beschaffenheit des Bodens eine große Rolle, welche im Fall des Schlosses nicht bzw. nicht vorwiegend aus Erdreich, sondern aus dem Schutt des gesprengten Gebäudes bestand. Man kann dementsprechend von einem im Vergleich alkalischeren Milieu ausgehen.

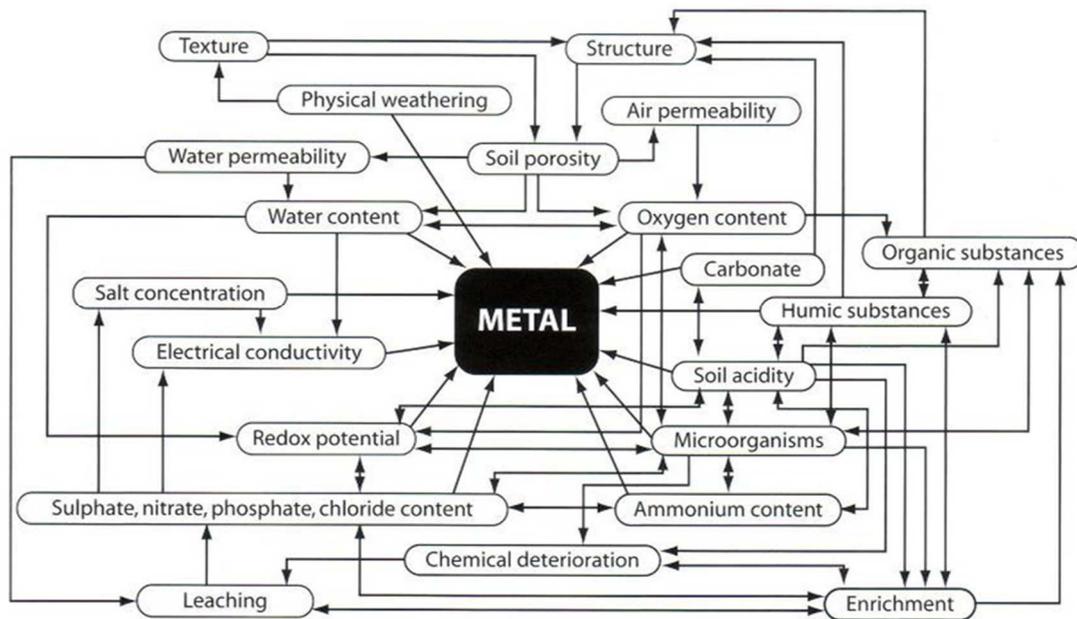


Abb. 14 Faktoren, die auf ein bodengelagertes Metall einwirken

Die Korrosion, also das Bestreben der Metalle „in den Zustand niedrigster Energie zurückzukehren“ (thermodynamische Instabilität)²⁸, tritt in verschiedensten Erscheinungen auf, welche auch an einem einzelnen Objekt stark differieren können, was zum Beispiel im Vergleich der

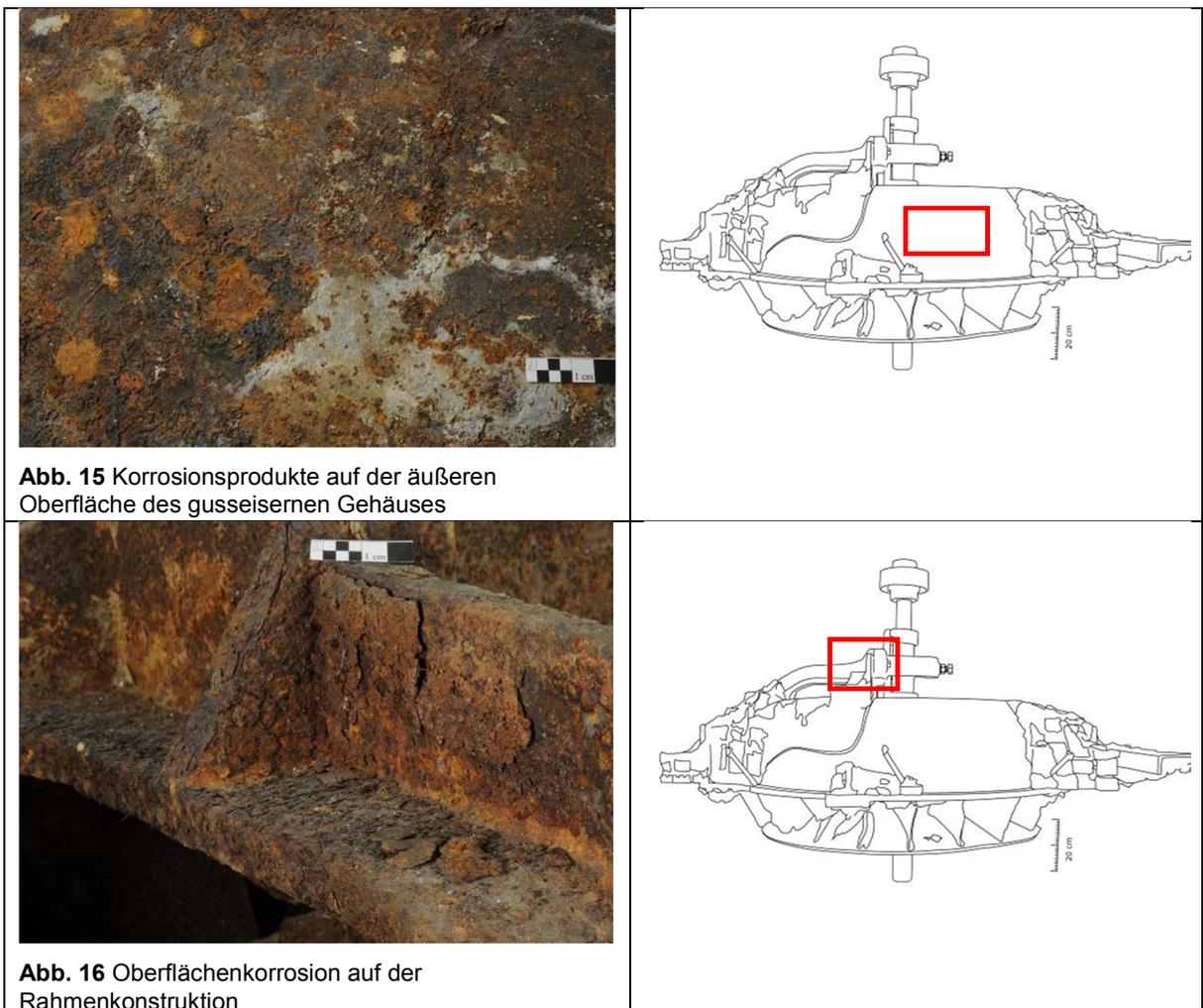
²⁶ LOEPER-ATTIA 2007, 190.

²⁷ RÉGUER, DILLMANN, MIRAMBET, SUSINI 2007, 170.

²⁸ BAUER 1990, 16.

Abb.15, der Korrosionsprodukte auf dem gusseisernen Gehäuse, mit den folgenden Abbildungen deutlich wird.

An den metallenen Einzelteilen der Heizungsanlage sind die Auswirkungen atmosphärischer Korrosion zu sehen, als solche die Ausbildung poröser rotbrauner Rostschichten, welche das ursprüngliche Volumen des Materials bzw. der Oberfläche vergrößert haben und sich parallel zu ihr ausbildeten (zu sehen auf Abb. 16).²⁹ In die Korrosionsprodukte wurden zum Teil Sand und Steine eingeschlossen (zu sehen auf Abb. 17), es fand eine Mineralisierung statt.³⁰ In dieser „mineralisierten Zone“³¹ können sich Eisenhydroxide und Eisenchloride befinden, welche auch nach der Bergung unter gegebenen Bedingungen weiter zu Korrosion führen.



²⁹ CRONYN 1990, 182.

³⁰ LOEPER-ATTIA 2007, 192

³¹ BRACHERT 1985, 158.



Abb. 17 Mineralkrusten an den Schaufelblechen

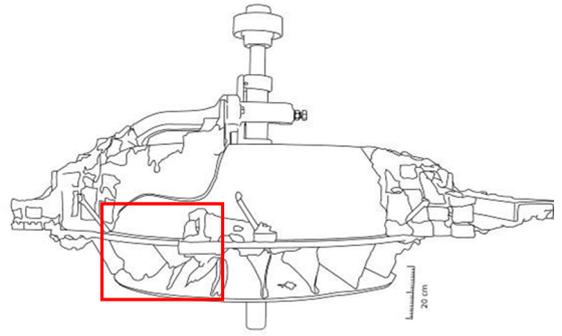


Abb. 18 Schichtkorrosion am abgefallenen Winkel eines Schaufelbleches

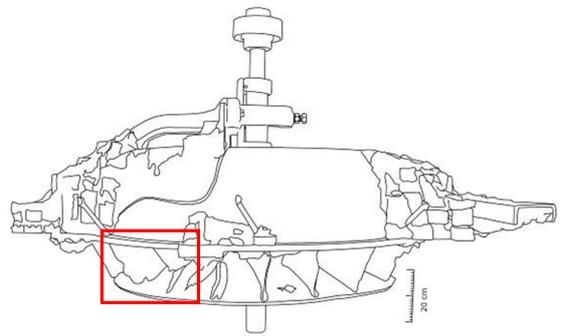
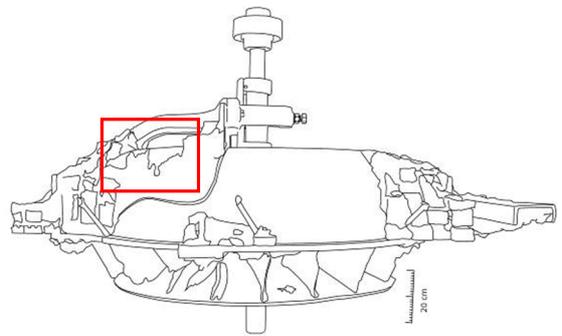


Abb. 19 Spaltkorrosion zwischen dem Gehäuse und dem ringförmigen Grundblech der Schaufeln



Das gusseiserne Gehäuse des Ventilators war an den Außenflächen eingemauert, somit alkalisch geschützt³² und ist durch seinen höheren Kohlenstoffanteil

korrosionsbeständiger³³ als die Stahlbleche der Schaufeln. Bei diesen liegt vor allem im unteren Bereich des Ventilators Schichtkorrosion vor, was auf Seigerungen zurückzuführen ist, die aus ungleichmäßig verteilten

Legierungselementen des Stahles hervorgehen (siehe Kapitel 4 "unberuhigter Stahl"). Entlang dieser linienförmigen Seigerungen kann selektive Korrosion stattfinden (zu sehen auf dem Schliff in Abb. 20, Zeichnung in Abb. 21), was zu einem Aufblättern der Metalle entlang der Verformungsrichtung führt (Abb. 18).^{34,35}



Abb. 20 Schliff eines Stahles mit einsetzender Schichtkorrosion



Abb. 21 Vereinfachte Zeichnung der Schichtkorrosion

Außerdem zu sehen sind Auswirkungen der Spaltkorrosion, welche sich in Fugen, Rissen und Löchern, wie zum Beispiel an Verbindungsstücken, bei Nieten und Schrauben ausbildet, bedingt durch sich dort festsetzende flüssige bzw. feuchte Korrosionsmittel.³⁶ An den vielen Verbindungen der Schaufeln mit ihrem tragenden Blech oder im Hohlraum zwischen dem besagten Grundblech der Schaufeln und dem eingemauerten Gehäuse des Ventilators, wurde diese Korrosionsart begünstigt (Abb. 19).

Die oben bereits erwähnten Eisenchloride bilden die vermutlich größte Gefahr für die weitere Substanzerhaltung, denn die sogenannte Chlorid-Korrosion wird bei Anwesenheit eines Metallkerns, von Feuchtigkeit, von weiteren Chlorid-Ionen und einem Lösungs- und Transportmedium für die Ionen (Wasser) auch außerhalb des Bodens aktiv bleiben bis das Metall vollständig durchkorrodiert ist.³⁷

³² LINKE, Dietmar Restaurator HTW Berlin, freundliche mündliche Mitteilung Berlin 2013.

³³ KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013, 323.

³⁴ WENDLER-KALSCH, GRÄFEN 1998, 141.

³⁵ KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013, 320.

³⁶ KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013, 331.

³⁷ EGGERT 2009, 330.

Die mobilen Chlorid-Ionen dringen aus der Erde in das Metall ein und werden in Rissen und Poren von bereits bestehenden Korrosionsprodukten festgehalten, wodurch eine saure Eisenchlorid-Lösung entsteht.³⁸ Die Korrosionskruste ist in Folge geladen mit Eisen(II)-Ionen und Chlorid-Ionen, welche durch das Hinzukommen von Sauerstoff in einer feuchten Umgebung zu Akaganeit (Eisen(III)Oxidhydroxid) reagieren.³⁹ Durch das Eisenchlorid wird von Neuem metallisches Eisen gelöst und der Prozess findet wiederum statt, bis nach vielen Durchläufen kein Metallkern mehr vorhanden ist. Bei hoher Feuchtigkeit und anschließender Verdunstung kristallisieren die Chloride im Metall aus und führen zu Absprengungen bereits gelockerter Oberflächenschichten.⁴⁰

Erkennbar ist diese Korrosionsart an den sogenannten Dunstperlen, welche durch die Hydrolyse von Eisen(II) und Eisen(III)-Chlorid entstehen.⁴¹ Durch die Oxidation beim Austrocknen des entstandenen Tropfens bildet sich dreiwertiges Eisen, woraus die zurückbleibende Schale der Perle besteht.⁴² An den sich im Stillstand jahrzehntelang unten befindenden Blechen des Ventilators sind jene Dunstperlen aufgetreten (siehe Vergleich Abb. 22 und Abb. 23), was neben den dort ebenso verstärkten Korrosionsmerkmalen auf einen höheren Feuchtigkeitsgehalt schließen lässt. Dieser ist wohl dadurch bedingt, dass sich im Luftkanal Wasser angestaut hat, welches nicht abfließen konnte, was auch noch während der Bergung der Fall war.

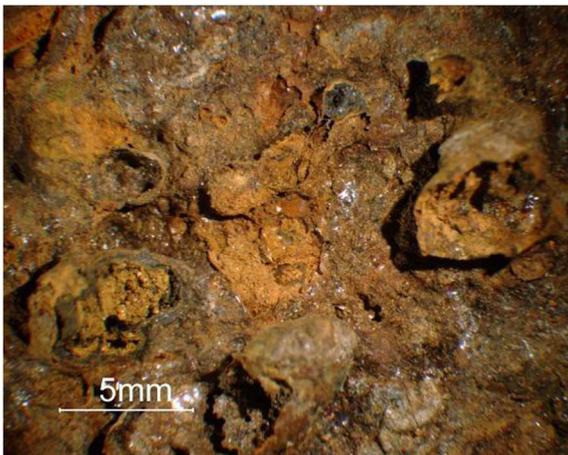


Abb. 22 Überreste von Dunstperlen auf einem abgefallenen Stück eines Schaufelbleches



Abb. 23 Dunstperlen vor dem Austrocknen

Doch es sollten nicht nur die Korrosionsvorgänge durch die Bodenlagerung, sondern ebenso Prozesse aus früheren Zeitphasen der Nutzung und Vernachlässigung in die Betrachtung einbezogen werden. Bei Niederdruckdampfheizungen allgemein bestand durch den Sauerstoffanteil in der Luft und die eingetragene Luftfeuchtigkeit von außen eine hohe Korrosionsgefahr⁴³, welche sich auf die Ventilatoren übertragen lässt. Vermutlich waren bereits gegen Ende der Nutzungsphase Korrosionserscheinungen aufgetreten, so zum Beispiel ein zum Teil durchkorrodiertes Grundblech des Ventilators, auf dem die Schaufeln montiert sind. Am zu restaurierenden Ventilator wurde

³⁸ RÉGUER, DILLMANN, MIRAMBET, SUSINI 2007, 170.

³⁹ CRONYN 1990, 194.

⁴⁰ HEROLD 1990, 70.

⁴¹ CRONYN 1990, 195.

⁴² EGGERT 2009, 331.

⁴³ KÖRTING 1942, 33.

wahrscheinlich eine Reparatur mit Hilfe eines Flickens an einer solchen Stelle durchgeführt. Diese bereits vorhandenen Korrosionsprozesse und –Produkte waren Grundlage für weiterführende Vorgänge durch die Bodenlagerung.

In Folge der beschriebenen Korrosionsvorgänge und –Merkmale sind Teile des Ventilators instabil, wodurch es bereits zu Verlusten der Originalsubstanz kam. Vor allem die Schaufelbleche im unteren Bereich neigen durch ihre Schichtkorrosion und den nicht mehr vorhandenen Metallkern zum Abbrechen. Nur noch stark fragmentarisch vorhanden ist das die Schaufeln tragende ringförmige Grundblech, von welchem sich im oberen Bereich ein vergleichsweise stabiles Fragment mit noch vorhandenem Metallkern befindet (zu sehen auf Abb. 26). Im unteren Bereich ist ein größeres Fragment erhalten, da es an das Gehäuse ankorrodiert ist (Spaltkorrosion). Das Blech besitzt allerdings keinen Metallkern mehr und zeigt starke Auswirkungen der Schichtkorrosion.

Das äußere gusseiserne Gehäuse befindet sich in einem stabilen Zustand und weist, neben Oberflächenkorrosionserscheinungen, einen Riss auf, der durch die jahrzehntelange Gewichtsbelastung im eingebauten Zustand entstanden ist (zu sehen auf Abb. 27).

Durch die liegende Lagerung des Ventilators an der Hochschule, wurde in der Betrachtung die sich in dieser Position unten befindliche Seite des konkaven Grundbleches der Schaufeln bisher weniger beachtet, dabei handelt es sich hier um eine prägnante Schauseite des Objektes. Das Blech ist brüchig und zum Teil durchkorrodiert, wodurch Fehlstellen entstanden sind. Hierbei wird ein starker Unterschied der im montierten Zustand oberen und unteren Seite deutlich (zu sehen auf Abb. 24). Das Gleitlager scheint in Folge zu starker Beanspruchung gebrochen zu sein (Abb. 25).

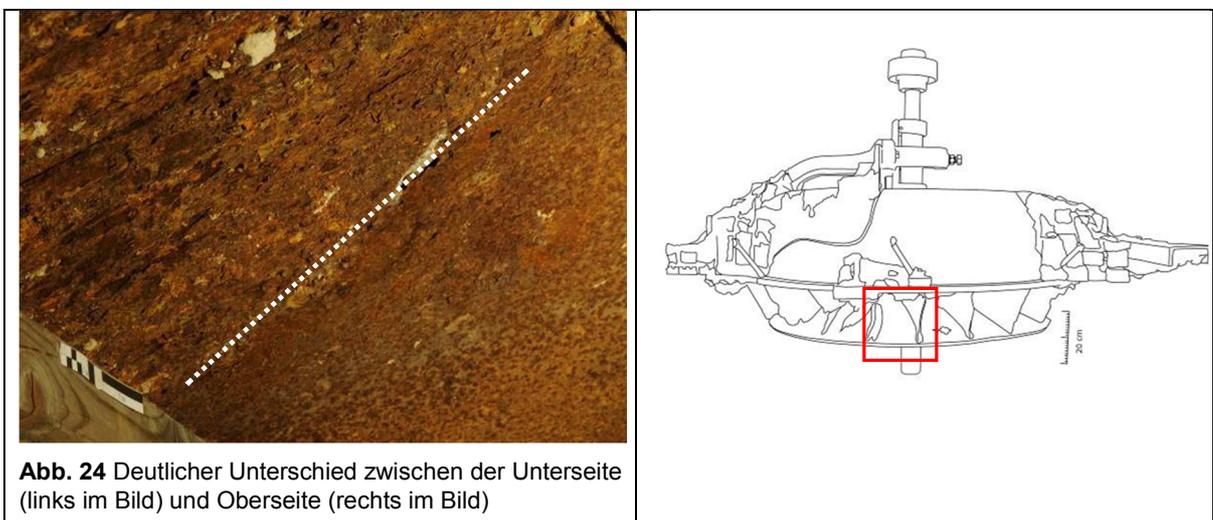




Abb. 25 Gebrochenes Gleitlager

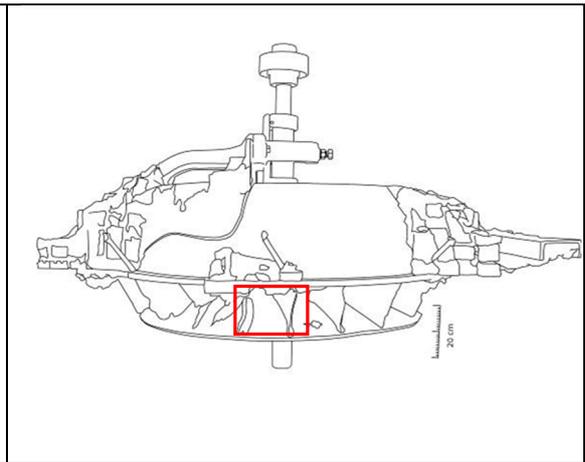


Abb. 26 Fragment des ursprünglich ringförmigen Grundbleches der Schaufeln

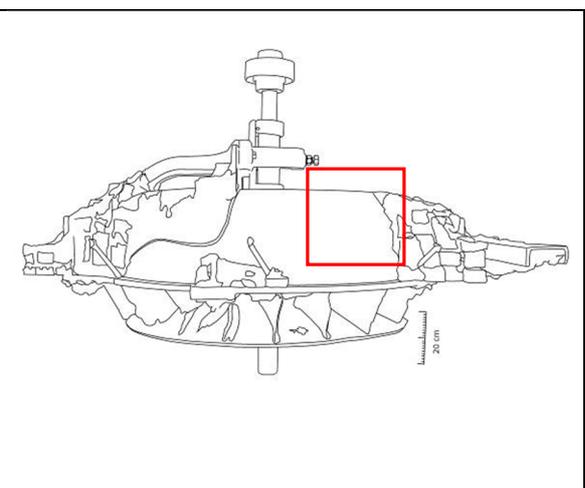
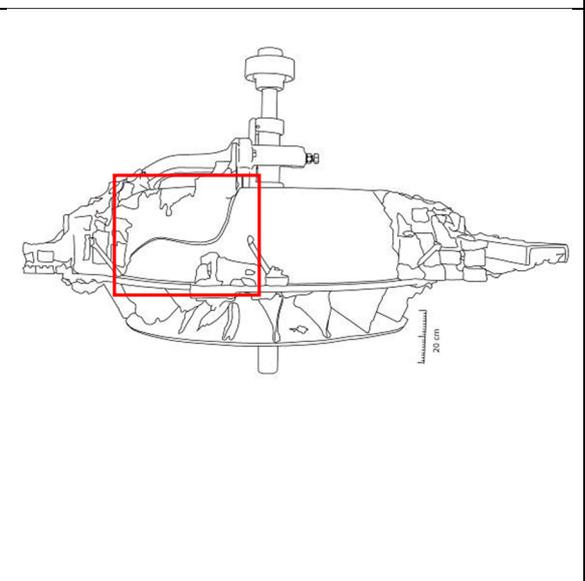


Abb. 27 Riss im gusseisernen Gehäuse; bei den weißen Ablagerungen auf der Oberfläche handelt es sich um Mörtel



Am unteren und oberen Bereich des Ventilators befinden sich, bedingt durch die Rahmenkonstruktionen an diesen Stellen, fest anhaftende Fragmente des Mauerwerks, welche ganze Kacheln beinhalten, zu sehen auf Abb. 28. Auf dieser Darstellung der Unterseite des Ventilators wird ebenfalls ersichtlich, dass sich zwischen den unteren Schaufeln Ablagerungen organischen Ursprungs und von Schutt befinden. Deutlich wird auch die Bruchstelle der

Rahmenkonstruktion (links im Bild), welche im Laufe des Transports von der Zwischenlagerhalle ⁴⁴ in die Werkstatthalle der Hochschule mit einem Gabelstapler entstanden ist, es kann also von einem Schaden gesprochen werden. Das große abgebrochene Fragment ist zu sehen auf Abb. 29.



Abb. 28 Unterseite des Ventilators im demontierten Zustand



Abb. 29 Abgebrochenes Teil der Rahmenkonstruktion

⁴⁴ Gelände neben der Hochschule, Wilhelminenhofstr. 77, 12459 Berlin

4 Naturwissenschaftliche Untersuchungen

Im Rahmen der folgenden Analysen konnten Rückschlüsse über die vorhandenen Materialien hinsichtlich ihrer aus der Herstellung resultierenden Eigenschaften und ihrem derzeitigen Zustand gezogen werden.

4.1 Metallurgische Untersuchungen

Für die Anfertigung der Metallschliffe wurden je eine kleine Probe des äußeren Gehäuses und eine des ringförmigen Grundbleches der Schaufeln entnommen (Entnahmestellen auf Abb. 30 und Abb. 31). Nach dem Einbetten und Schleifen der Schliffe wurden die Proben ca. vier Minuten lang mit einer Diamant-Suspension ($3\mu\text{m}$) auf einem rotierenden Poliertuch poliert. Zunächst wurden Aufnahmen des Gusseisens im ungeätzten Zustand bei hundertfacher Vergrößerung gemacht⁴⁵. Bei dieser Auflösung kann ein guter Eindruck der Zusammensetzung des Metalls hinsichtlich Gefüge oder Zusätzen erhalten werden und es zeigte sich eine feine und gleichmäßige Verteilung von Lamellengraphit in einer Ferrit-Matrix (Ferrit = Reines Eisen), zu sehen auf Abb. 32. Die Lamellenform ist auf das Ausscheiden des Graphits beim Wachsen der Kristalle in der auskühlenden Schmelze zurückzuführen und eine typische Erscheinung beim Gusseisen⁴⁶.

Aufgrund der hier vorliegenden feinen Verteilung kann man von einer guten Qualität sprechen. Es ist viel Kohlenstoff enthalten und zwar schätzungsweise 4,5%⁴⁷, üblich sind Kohlenstoffanteile zwischen zwei und fünf Prozent⁴⁸. Aus diesen Werkstoffeigenschaften ergibt sich, dass das Gusseisen spröde und nicht verformbar, widerstandsfähig gegen Druck-, aber nicht gegen Zugbelastung ist.⁴⁹ Es hat eine dämpfende Wirkung¹¹ und war somit gut als Gehäusebauteil des Ventilators geeignet.



Abb. 30 Probeentnahmestelle an der Innenseite des Risses (auf Aufnahme verborgen durch Gehäuseteil)



Abb. 31 Probeentnahmestelle am ringförmigen Grundblech der Schaufeln

⁴⁵ Zeiss, Axioskop 2 MAT mot.

⁴⁶ SCOTT, EGGERT 2009, 17.

⁴⁷ SCHALLER, Prof. Dr. Alfred, HTW Berlin, Freundliche mündliche Mitteilung Berlin 2013.

⁴⁸ BAUER 1990, 58.

⁴⁹ KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013, 323.

Im geätzten Schliff⁵⁰ (Abb. 33 und Abb. 34) ist außerdem das Perlit erkennbar, welches anhand seiner Lamellen aus Ferrit und Zementit identifizierbar ist. Ein größerer Perlit-Anteil bedeutet eine höhere Festigkeit des Materials.¹¹



Abb. 32 Schliff des ungeätzten Gusseisens, 100fache Vergrößerung (Lamellengraphit)



Abb. 33 Geätzter Schliff des Gusseisens, 200fache Vergrößerung (Lamellengraphit und Perlit-Einschlüsse)



Abb. 34 Geätzter Schliff des Gusseisens, 500fache Vergrößerung (Lamellengraphit und Perlit-Einschlüsse)

Der Schliff des Bleches wurde nur in geätztem Zustand betrachtet und es ist deutlich eine Längszeitigkeit zu erkennen, welche auf eine Verarbeitung durch Walzen schließen lässt. Es handelt sich um einen einfachen, feinkörnigen Baustahl (unlegierter Stahl: eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung bis zu 2,06% Kohlenstoff⁵¹, hier vermutlich 0,5%⁴⁷), welcher wahrscheinlich eine hohe Anzahl von Einschlüssen aufweist, die beim Walzen verkleinert wurden. Werden diese Einschlüsse im Gegensatz zur heutigen Technik im Stahl belassen, spricht man von „unberuhigtem Stahl“⁴⁷.

⁵⁰ Ätzung mit Hilfe einer dreiprozentigen alkoholischen Salpetersäure-Lösung. Die Probe wurde kurz eingetaucht, unter Wasser abgewaschen, dann vom Wasser mit Sprühalkohol befreit und trocken gefönt.

⁵¹ KAUCZOR 1985, 53.

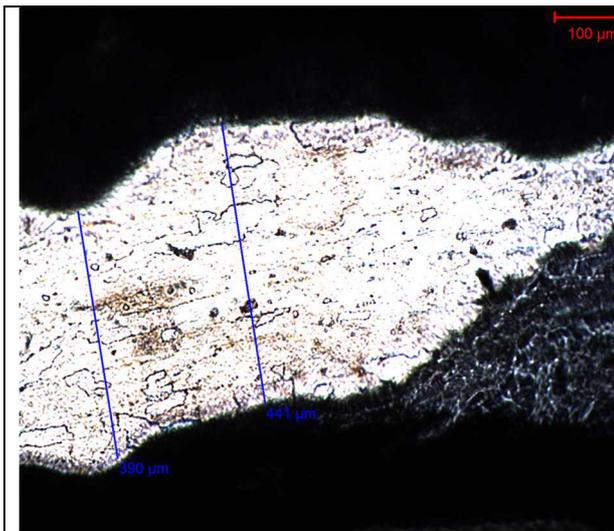


Abb. 35 Geätzter Schriff des Stahlbleches mit Abmessungen, 100fache Vergrößerung (Längszeitigkeit)

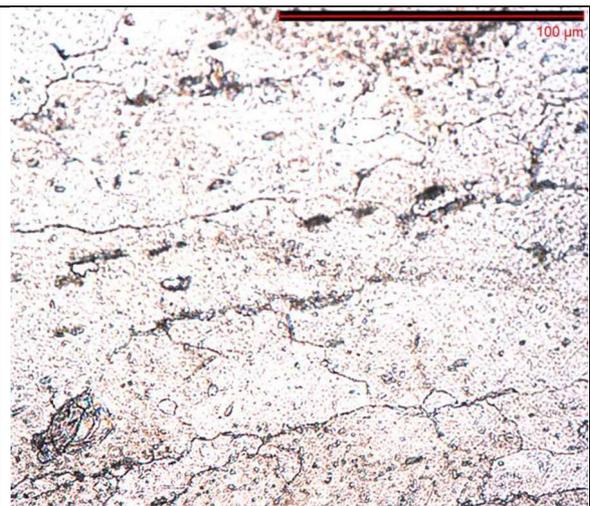


Abb. 36 Geätzter Schliff des Stahlbleches, 500fache Vergrößerung (Längszeitigkeit)

Neben der mikroskopischen Untersuchung der Schriffe wurden auch Härtetests am Material durchgeführt. Bei diesem Verfahren wird ein kleiner pyramidenförmiger Diamant mit voreingestellter Kraft 10 Sekunden lang in die Oberfläche gedrückt und ihr Widerstand gemessen. Dabei wird mit Hilfe eines Messschiebers am Gerät ⁵² der diagonale Durchmesser des pyramidenförmigen Abdrucks in der Metalloberfläche vermessen (zu sehen auf Abb. 37) und ein Wert mit Hilfe einer Software errechnet. Beim Gusseisen konnte ein Durchschnittswert von 190 HV ₅ ⁵³ nach der Durchführung mehrerer Einzelmessungen ermittelt werden, was einem Standardwert für nicht besonders hartes Gusseisen entspricht.

Für das Schaufelblech ergab sich ein Wert von 178 HV ₁, was auf ein weiches Stahlblech hinweisen würde.⁴⁷

Allerdings muss bei Betrachtung der Messwerte beachtet werden, dass die Proben nicht planparallel angebracht werden konnten und somit ein eventuell verfälschter Wert entstehen konnte. Es ist auch

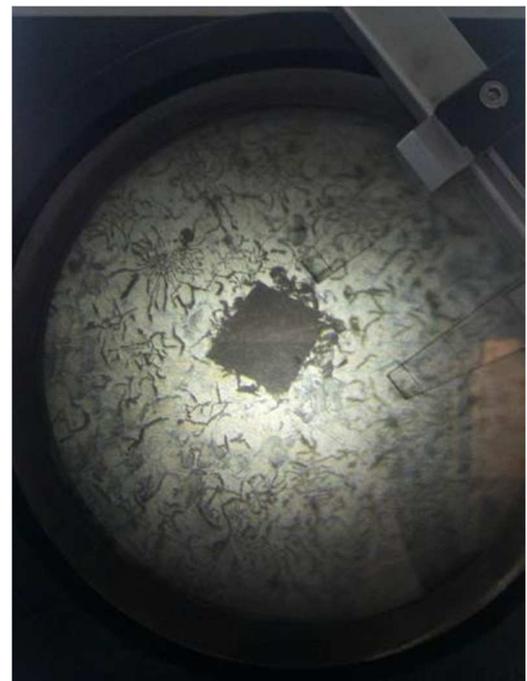


Abb. 37 Diamantabdruck im Gusseisen beim Härtetest

⁵² Gerät: Wolpert DIA Testor 7021

⁵³ 190 = der errechnete Wert, HV = Härte nach Vickers, eingesetzte Kraft $F = 5$ Kilopond (1 Kilopond $\approx 9,80665\text{N}$).

möglich, dass die eingespannten Proben durch den aufgebrachtten Druck etwas nach unten gedrückt wurden, was auch zu weicheren Härten geführt haben könnte.

4.3 Analytische Chemie

Mit diesen Methoden wurden Proben getestet, die der Oberfläche des Gleitlagers des Ventilators entnommen wurden (zu sehen auf Abb. 38, Abb. 39). Hier war beobachtet worden, dass sich über dem kupferhaltigen Metall (vermutet Lagerbronze), eine orangefarbene Beschichtung (Verdacht auf Bleimennige) und darüber wiederum eine kupferoxidgrüne Schicht befinden. Es stellte sich die Frage, ob es sich bei der obersten grünen Schicht um Korrosionsprodukte des Gleitlagers handelt, welche durch die Bleimennige hindurch gewachsen sind, oder um eine weitere Beschichtung.

Bei der Probeentnahme wurde darauf geachtet möglichst keine Bestandteile der anliegenden Schichten zu entnehmen um reine Proben zu erhalten.

Zunächst wurde ein Glühtest durchgeführt, wobei bei Probe 1 (die orangefarbene Beschichtung) neben schwarzen Rückständen (vermutlich organischen Ursprungs) eine gelbe Schmelze zu sehen war, was den Verdacht auf Bleimennige bestätigte. In der verdünnten Salzsäure fand nur leicht die typische Entfärbung statt, aber in der Natriumsulfid-Lösung war eine deutliche Schwärzung des Probematerials zu sehen. Ein positiver Schaumtest bestätigte den Verdacht auf Öl als Bindemittel. Bleimennige war gegen Ende des 18. und durch das gesamte 19. Jahrhundert die gebräuchlichste korrosions-

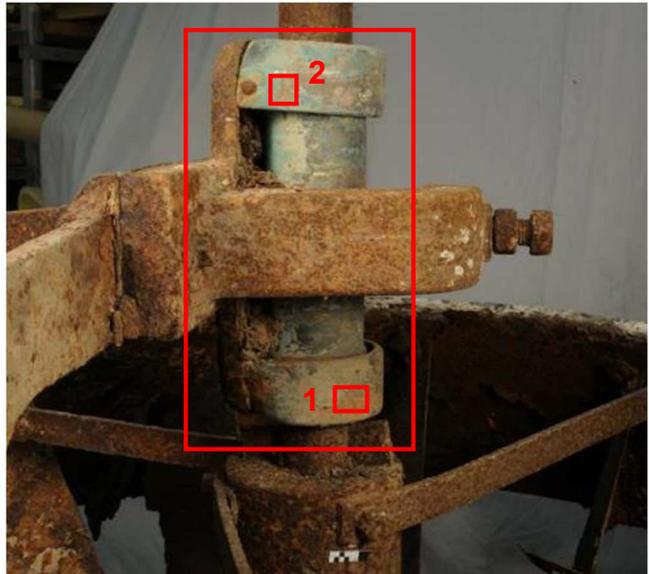


Abb. 38 Gleitlager des Ventilators, 1 = Probeentnahme orangefarbene Beschichtung, 2 = Probeentnahme grüne Auflagerung



Abb. 39 Detail des Gleitlagers und seiner Beschichtungen

vorbeugende Grundierung für Eisen und üblicherweise in Leinöl gelöst, mit dem es Bleiseifen bildete.⁵⁴

Beim Glühtest mit der Probe 2 (grüne Auflagerung) entstanden schwarze Rückstände. Beim Zusammenführen mit verdünnter Salzsäure war nichts zu beobachten, bei der Natriumsulfid-Lösung entstand eine schwarze Färbung und ein Kupfer-Nachweis mit Rubeanwasserstoffsäure erwies sich als positiv, wodurch mit Sicherheit festgestellt werden konnte, dass Kupfer enthalten ist. Ein im Folgenden durchgeführter Schaumtest fiel stark positiv aus, was vermuten lassen könnte, dass es sich tatsächlich um eine Beschichtung handelt. Da der Schaumtest deutlich intensiver reagierte als bei der Bleimennige, kann wohl ausgeschlossen werden, dass es sich um bloße Bestandteile dieser Beschichtung handelt, es sei denn das Bindemittel wurde mit der Kupferkorrosion durch die Mennige getragen. Eine weitere Möglichkeit wäre es, den positiven Schaumtest auf während der Nutzung aufgebrauchte Ölschichten zur Vorbeugung von Korrosion zurückzuführen. Eine Röntgenfluoreszenzanalyse sollte im weiteren Verlauf eindeutige Hinweise geben.

An Korrosionsprodukten der Schaufelbleche wurde ein Chloridnachweis durchgeführt, welcher Rückschlüsse über die Korrosion liefern sollte. Die kleinen und teilweise pulverigen Proben wurden in destilliertem Wasser erhitzt um eine Herauslösung der Chlorid-Ionen zu bewirken. Ein Ansäuern der Lösung fand mit einem Tropfen verdünnter Salpetersäure statt und in Folge dessen wurden einige Tropfen 0,5 molares Silbernitrat hinzugegeben. Der erwartete milchige Niederschlag war nach mehreren Versuchen nicht zu beobachten, was auf die nicht ausreichende Lösung der Chlorid-Ionen aus den Eisenkorrosionsprodukten zurückgeführt wurde. Um ein eindeutiges Ergebnis zu erreichen wurden die Korrosionsprodukte vorerst in Natronlauge erwärmt (angeregt durch die Alkali-Sulfit-Methode der Entsalzung), anschließend destilliertes Wasser und die verdünnte Salpetersäure hinzugegeben. Nach Einsatz des Silbernitrates war nun ein deutlich milchiger Niederschlag zu erkennen, der zwar eine braune Verfärbung besaß, aber als positives Ergebnis gewertet wurde.

4.4 Röntgenfluoreszenzanalyse

Eine pulverige Probe der grünen Auflagerung wurde mit Hilfe des Artax 400 Spectrometers untersucht. Im erhaltenen Spektrum⁵⁵ sind neben den erwarteten Elementen wie Kupfer und Blei (aus der Mennige stammend) auch Zink, Calcium und wenig Titan festgestellt worden.

Entgegen der erwarteten Lagerbronze liegt bei der Legierung des Gleitlagers womöglich Messing vor, worauf der Zink-Gehalt schließen lässt. Das Calcium könnte Calciumcarbonat in Form eines Füllstoffes der Beschichtung nahelegen, für das Titan wurden allerdings erst im 20. Jahrhundert Techniken entwickelt, welche eine kommerzielle Nutzung ermöglichten (1924 Titanweiß in Deutschland)⁵⁶. In diesem Fall handelt es sich also möglicherweise um eine später aufgetragene Beschichtung, oder um eine Fehlinterpretation des Spektrums. Um diese Fragestellung weiter zu

⁵⁴ KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013, 333.

⁵⁵ Das Spektrum befindet sich in Anhang 4

⁵⁶ SCHRAMM, HERING 1988, 32.

klären, könnte bei Fortführung der Arbeit ein Vergleichsspektrum des Lager-Metalls mit der Röntgenfluoreszenzanalyse angefertigt werden.

4.5 Röntgenuntersuchung

Die Röntgenaufnahmen⁵⁷ wurden von einzelnen Metallteilen angefertigt, welche schon im Vorfeld vom Ventilator abgefallen bzw. abgebrochen waren. Mit dieser Methode kann im Fall von Eisenobjekten erkannt werden, ob und wie viel metallisches Material vorhanden ist, oder ob Korrosionsprodukte vorliegen. Dies beruht auf der Tatsache, dass die Metaldichte höher ist als die der Korrosionsprodukte⁵⁸, was sich durch die Dunkel- bzw. Helligkeiten in den Aufnahmen widerspiegelt. Besonders dunkle Bereiche weisen auf ein eingeschränktes Durchdringen des Materials durch die Strahlung hin, dementsprechend auf eine höhere Dichte und einen eventuell vorhanden Metallkern.

Es wurden Blechstücke und ein Metallwinkel (inklusive Schaufelfragment) untersucht, welcher die Schaufel mit dem ringförmigen Grundblech verband.



Im Falle des Schaufelbleches auf Abb. 40⁵⁹ und Abb. 41, ist ein dichterer, dunkler Bereich mit klaren Kanten zu sehen, welcher von helleren, schwammigeren Bereichen überlagert wird. Von einem Metallkern kann aber eher nicht gesprochen werden, eher von einem Zustand, in dem die Schichtkorrosion schon eingesetzt, aber nicht stark fortgeschritten ist, sodass das Material noch eine

⁵⁷ Anlage: RÖMATEC, NDT225DFFS, Gleichspannungs-Röntgenanlage, 225kV/7mA, stationär.

⁵⁸ CRONYN 1990, 60.

⁵⁹ Spannung: 75kV, Stromstärke: 2mA, Belichtungszeit 0,01sec.

gewisse Dichte besitzt, die sich von den lockeren Korrosionsprodukten auf der Oberfläche unterscheidet.

Auf Abb. 42⁶⁰ (Referenz Abb. 43) ist ein ähnlicher, aber in der Korrosion schon fortgeschrittener Zustand zu sehen, indem bereits umliegendes Erdreich und organische Bestandteile (nicht aus Röntgenaufnahmen ersichtlich) in die Korrosionskruste integriert sind.

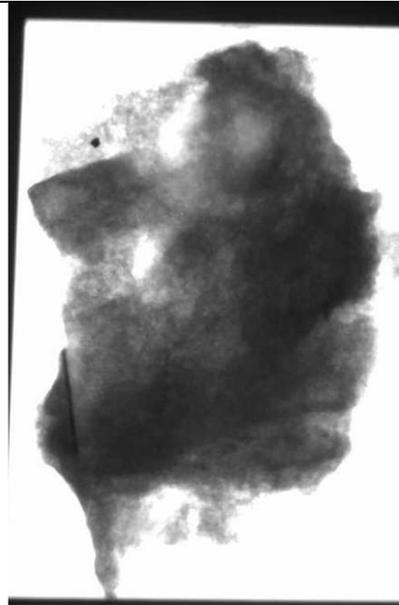


Abb. 42 Röntgenaufnahme eines weiteren Blechstückes



Abb. 43 Vergleichsaufnahme des Blechfragmentes

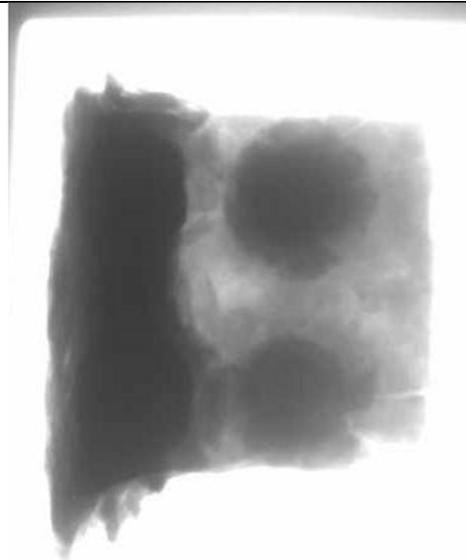


Abb. 44 Röntgenaufnahme des Winkelbleches einer Schaufel



Abb. 45 Vergleichsaufnahme des Winkelbleches

⁶⁰ Spannung: 60kV, Stromstärke: 2mA, Belichtungszeit: 0,01sec.

Das Winkelblech auf Abb. 44⁶¹ und Abb. 45, wurde bereits vollständig von Schichtkorrosion durchzogen, die zu sehenden dunklen Bereiche sind links die senkrecht stehende Seite des Bleches und die Niete.

Die untersuchten Bleche befinden sich in einem instabilen Zustand fortgeschrittener Korrosion, wobei beachtet werden sollte, dass Teile untersucht wurden, welche bereits durch nicht mehr gegebene Stabilität abgefallen waren. Eine Entnahme einer größeren Materialprobe vom Ventilator fand zum Schutz der Originalsubstanz nicht statt.

Perspektivisch könnte eine Untersuchung des immobilisierten Gusseisens des Ventilators mit der mobilen Röntgenanlage durchgeführt werden.

5 Historischer Kontext

5.1 Preußen und die Industrialisierung

Die Geschichte des Berliner Schlosses ist eng mit der Rolle Preußens zur Zeit der Industrialisierung verbunden und spiegelt prägnante Entwicklungen wider.

Bis 1870 hatte England die Vormachtstellung in der industriellen Produktion inne, in Folge der Verbreitung der Industrialisierung erhielt es aber zu jener Zeit große Konkurrenz durch die USA und einige Länder Europas.⁶² In Preußen traten diese Entwicklungen, gemessen an England, mit ca. 50 Jahren Verzögerung ein⁶³ und es galt vorerst das Prinzip, ausländische - d. h. allem englische) Technologien nachzuahmen. Mit der Zeit entwickelte sich jedoch ein den Deutschen eigener Produktionsweg, die „deutsche Gründlichkeit“, welche sich durch das Bestreben nach technischer Perfektion ausdrückte.⁶⁴ Ausschlaggebend für die erfolgreiche Industrialisierung in Deutschland war der Aufbau „eine(s) differenzierte(n) System(s) technischer Schulen“⁶⁵ ab den 1820er Jahren.⁶⁶

In Folge der deutschen Reichsgründung 1871 konnten diese Tendenzen an ein neu gewonnenes Bewusstsein für nationale Einheit anknüpfen und intensiviert werden.⁶⁷ Die „vier Eckpfeiler der deutschen Industrie und Technik“ lagen in der Schwerindustrie, dem Maschinenbau und in späteren Jahren in der Chemie- und Elektroindustrie.⁶⁸ Der Industrielle Walther Rathenau beschrieb 1920 den Umstand

„...dass die Stärke Deutschlands darin gelegen hat, dass es seine ganze Wirtschaft auf Wissenschaft fundamntiert hat, denn Technik ist nichts anderes als angewandte Wissenschaft.“⁶⁹

⁶¹ Spannung: 110kV, Stromstärke: 2mA, Belichtungszeit: 0,9sec.

⁶² ELZE, REPGEN 1974, 435.

⁶³ USEMANN 1990, V.

⁶⁴ RADKAU 1989, 127.

⁶⁵ KÖNIG 1990, 393.

⁶⁶ USEMANN 1990, V.

⁶⁷ TREUE 1984, 507.

⁶⁸ RADKAU 1989, 120.

⁶⁹ Zitiert in RADKAU 1989, 158.

Gemeint ist die Verwissenschaftlichung der Technik, als das Einbeziehen von Wissenschaften in die Konstruktions- und Planungsprozesse der Ingenieure, durch die neuen Qualitäten und Standards erreicht werden konnten.

Die Industrialisierung führte zu allmählichen Umstrukturierungen in der Gesellschaft und ihren Lebensformen, so die Konzentration der Lebensräume als „industrielle Ballungsräume“.⁷⁰

Berlin entwickelte sich ab den 1870er Jahren von einem bedeutenden preußischen Gewerbestandort zu einer Weltstadt, wobei an seine Geschichte als Residenzstadt und Manufakturzentrum angeknüpft werden konnte.⁷¹ Die Bevölkerung verdoppelte sich zwischen 1816 und 1871 in ihrer Dichte von 3351 auf 14 000 Einwohner pro Quadratkilometer.⁷²

Spätestens seit der Reichsgründung 1871 war Berlin das machtpolitische Zentrum und das Schloss Schauplatz zahlreicher Staatsakte und Hoffeste.

5.2 *Wilhelm II. und das Berliner Schloss*

Bereits im 15. Jahrhundert (31.07.1443) wurde der Grundstein für einen Schlossbau an der heutigen Stelle gelegt. In seiner Geschichte erfuhr das Schloss vielfältige Umbauten und Umnutzungen, bis es in der Mitte des 19. Jahrhunderts mit dem Bau der Kuppel durch August Stüler unter Wilhelm IV. seine letzte äußere stilistische Prägung erhielt (Abb. 46).⁷³

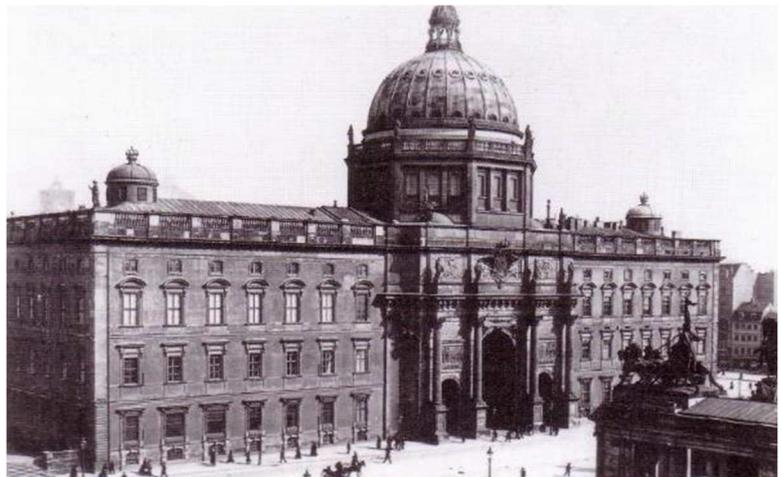


Abb. 46 Außenfassade des Berliner Schlosses um 1900

Dem Schloss kam nicht nur eine Funktion als Residenz zu, sondern auch die eines Verwaltungssitzes, in dem 1816 verschiedenen Behörden in 66 Räumen arbeiteten (Archive, Registraturen, Kassen). Im 19. Jahrhundert fand eine Änderung der Nutzung statt, denn auf königlichen Befehl hin hatten die Behörden das Gebäude zu verlassen und 1875 zogen als letzte das Geheime Staatsarchiv und die Schatzkammer aus. Zum einen wurde damit der Aufenthalt nicht-höfischer Personen unterbunden, zum anderen sollten an selber Stelle Gästewohnungen für Staatsbesuche eingerichtet werden, für welche andernfalls Hotels hätten bezahlt werden müssen.⁷⁴

⁷⁰ PAULINYI 1990, 477.

⁷¹ MISLIN 2002, 11.

⁷² TREUE 1984, 516.

⁷³ RETTIG 2011, 17-18.

⁷⁴ NEUGEBAUER 1999, 54.

Die Monarchen selbst residierten im 19. Jahrhundert nicht im Schloss, Wilhelm II. (Kaiser von 1888 bis 1918) diente es während seiner Regentschaft nur im Winter zwischen Weihnachten und Ostern als Wohnsitz, in der übrigen Zeit hielt er sich im Neuen Palais in Potsdam auf.⁷⁵

Kaiser Wilhelm II. passte die Innenräume des Schlosses den neuen repräsentativen Bedürfnissen an, indem er viele Baumaßnahmen initiierte⁷⁶ und teilweise begonnene Vorhaben seiner Vorgänger beendete⁷⁷. Nie zuvor ist im Berliner Schloss so umfangreich gebaut worden, wie unter ihm. Er legte besonderen Wert auf technische Innovationen jener Zeit, welche das Wohnen komfortabler machten. Für seine Nutzungszwecke fanden technische Errungenschaften wie elektrisches Licht und Wasserleitungen eingebaut im Schloss Verwendung.⁷⁸ Diese Einrichtungen waren zu jener Zeit noch kein Standard in europäischen Schlössern und sind Ausdruck des ausgeprägten Interesses des Kaisers für die Technik.⁷⁹

„Die technische Ausstattung der Schlösser dokumentiert Wilhelms Modernisierungsstreben, aber auch seine kindliche Freude an Neuerungen.“⁸⁰ Zugleich war dies Ausdruck einer repräsentativen Haltung, die sich der Technik und ihren Neuerungen bediente. „Wilhelms II. technisches Interesse bezog sich auf das Neue, das Sensationelle, das Größte und das Beste. Seine Schlösser, seinen Hofzug und seine Yachten wollte er immer mit den jüngsten technischen Errungenschaften ausstatten.“⁸¹.

Trotz dieses eher sprunghaften und teilweise einseitigen Interesses des Kaisers für Wissenschaft und Technik, gelang es ihm, diese Bereiche gesellschaftlich zu integrieren⁸² und die Modernisierung Deutschlands zu fördern⁸³.

Um den Repräsentationspflichten des Schlosses genügend nachzukommen, forderte Wilhelm II. den Hofbaurat Ihne und mehrere Architekten dazu auf, Pläne für den Umbau des Weißen Saales in der



Abb. 47 Innenaufnahme des Weißen Saales 1913

nordwestlichen Ecke des Gebäudes zu entwerfen.⁸⁴ Dieser Festsaal (Abb. 47) hatte sich zunehmend als ungeeignet für große Besuchermassen erwiesen, da er in der Aneinanderreihung der Paradekammern eine Sackgasse am Eosanderportal bildete (siehe Grundriss auf Abb. 48). Nur zwei

⁷⁵ KÖNIG 2007, 191.

⁷⁶ NEUGEBAUER 1999, 60.

⁷⁷ KÖNIG 2007, 192.

⁷⁸ KÖNIG 2007, 191.

⁷⁹ KÖNIG 2007, 193.

⁸⁰ KÖNIG 2007, 194.

⁸¹ KÖNIG 2007, 267.

⁸² KÖNIG 2007, 272.

⁸³ KÖNIG 2007, 274.

⁸⁴ GEYER 1936, 105.

Türen führten in bzw. aus dem Saal heraus, sodass sich eine Stauung der Gäste, eine „lästige Unbehaglichkeit“⁸⁵ entwickelte. Durch den Bau einer Galerie in den Innenhof hinein sollte eine Umgehung des Saales ermöglicht werden (vergrößert zu sehen auf Abb. 49). Am 01.04.1891 begannen die Bauarbeiten unter Verwendung bester Baustoffe⁸⁶, deren Dauer auf ursprünglich vier Jahre angesetzt war, aber die nie vollständig beendet wurden (Abb. 50 zeigt eine Aufnahme während der Umbauten). Gründe waren mangelhafte Einschätzungen und Geldmangel, denn den von Ihne im Vorfeld geschätzten 2 100 000 M standen in der Realität 6 000 000 M, welche allein für den Bau der Nordwestseite benötigt wurden, gegenüber.⁸⁷

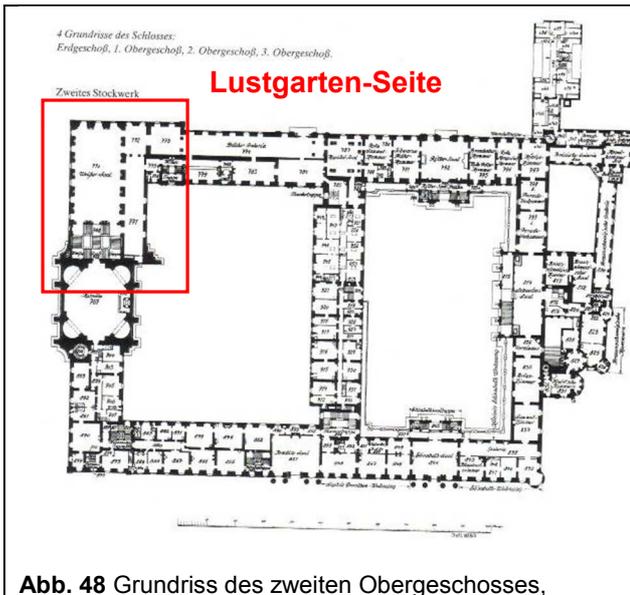


Abb. 48 Grundriss des zweiten Obergeschosses,

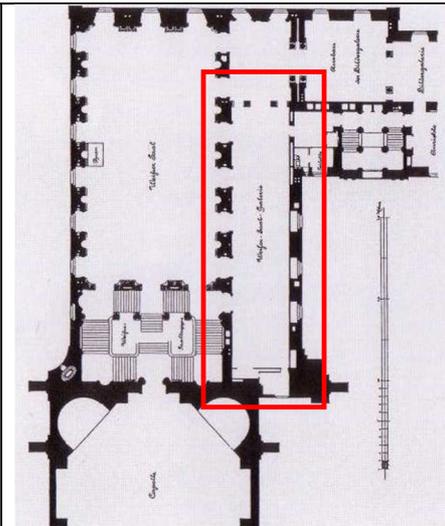


Abb. 49 Die Galerie des Weißen Saales

Ein weiterer Schwerpunkt des Umbaus lag auf dem Einbau der Niederdruckheizungsanlage, welche aufwendig in die historische Gebäudesubstanz integriert werden musste. Für den Einbau der Heizung und Ventilation, sowie der elektrischen Beleuchtung wurden von Ihne 237470M angegeben und ihre Ausführung fand 1894 statt.⁸⁸ In der Graphischen Sammlung der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten liegt ein Grundrissplan der Anlage vor, bei dem es sich um eine Beilage zum Kostenvoranschlag der Firma J. L. Bacon

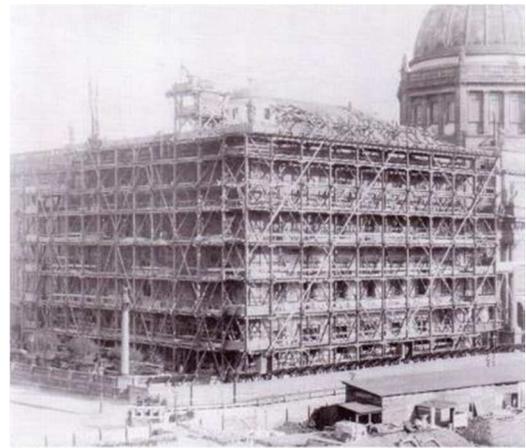


Abb. 50 Aufnahme der Umbauarbeiten am Weißen Saal 1894

⁸⁵ GEYER 1936, 105.

⁸⁶ GEYER 1936, 110.

⁸⁷ GEYER 1936, 107.

⁸⁸ GEYER 1936, 108.

(„Centralheizung und Ventilation“) vom 5.2.1892 handelt.^{89,90}

Vor der Inbetriebnahme der Niederdruckdampfheizung wurde ebenfalls eine Luftheizung mit ähnlichem, aber aufwendigerem und nicht zentralisiertem System verwendet. König Friedrich Wilhelm IV. veranlasste 1841 die Planung derselben, um die offenen Kamine im Saal abzuschaffen. Mit acht verteilten Heizanlagen wurden Heizkammern beheizt, welche die Luft vor Eintritt des Raumes erwärmten. Ein großer Mangel war die fehlende Säuberung der Luft, wodurch Stäube, Schmutz und unangenehme Gerüche in den Raum getragen wurden. Außerdem waren die verwendeten Heizrohre teilweise undicht und bedurften einer ständigen Wartung und Kontrolle.⁹¹ Die Störung der einströmenden, sich stauenden Menschenmassen im Festsaal, wurde in Verbindung mit der schlechten Qualität der Luft sicherlich noch verstärkt, was Anlass dazu gegeben haben könnte diese umfangreichen Arbeiten in die Umbauten des Weißen Saales einzubeziehen.

Der Kaiser zeichnete Hermann Rietschel für die Verdienste an der „Vollendung der Heizungs- und Lüftungsanlagen des Reichstagsbaues“ (siehe Kapitel 2.2 Beschreibung der Funktion) mit dem Kronenorden III. Klasse aus⁹². In diesem Zusammenhang lernte er vermutlich die Eigenschaften und Vorzüge der Heizungssysteme jener Bauart kennen.

5.3 Niederdruckdampfheizungen und Hermann Rietschel

An der Entwicklung der Niederdruckdampfheizungssysteme sind grundlegende Elemente der Industrialisierung zu erkennen. Die Bemühungen des preußischen Staates um die Verwissenschaftlichung der Technik zeigt sich anschaulich in der Person Herrman Rietschels. Er galt als Vorreiter auf dem Gebiet der Entwicklung zentraler, effizienter Heizungsanlagen und lehrte an der Technischen Universität das Heizungswesen anhand von komplexen Berechnungen⁹³ und modernen Ansichten zur Hygiene, der Gesundheitstechnik.⁹⁴

Im Jahr 1878 wurde die erste Niederdruckdampfheizung von Adolf Bechem (siehe Zitat im Kapitel 1 Einleitung) konstruiert⁹⁵, aber auch vorher gab es bereits Tendenzen und Entwicklungen in diesem Bereich.⁹⁶ Ihre Verbreitung fanden diese Heizungssysteme vor allem in Behörden, Krankenhäusern und Schulen, wo einzelne Öfen einen enormen Aufwand hinsichtlich der Feuerung und der Beförderung der Brennstoffe innerhalb des Gebäudes darstellten.⁹⁷ Außerdem konnte die

⁸⁹ SPSP Graphische Sammlung, Mappe 152, B14.

⁹⁰ Diese noch heute bestehende Firma hat vermutlich den Einbau der Anlage ausgeführt, besitzt aber keine so weit zurückreichenden Aufzeichnungen mehr.

⁹¹ GEYER 1936, 88.

⁹² USEMANN 1990, 333.

⁹³ USEMANN 1993, 38.

⁹⁴ USEMANN 1990, 328.

⁹⁵ USEMANN 1993, 13.

⁹⁶ RHEINLÄNDER 1979, 86.

⁹⁷ USEMANN 1993, 23.

Brandgefahr verringert werden. Das Dampfkesselgesetz von 1871 erlaubte den Betrieb eines Kessels ohne die Aufsicht der Behörden oder der Anstellung professioneller Heizer, wodurch die Niederdruckdampfheizungsanlagen kommerziell nutzbarer wurden. Die Beheizung der Räume fand in diesen Fällen vor allem über Heizkörper (Radiatoren) statt und nicht über eine Zufuhr erwärmter Luft.

Später wurden diese Heizungssysteme durch Warmwasserheizungen verdrängt und die Forschung vernachlässigt. Auch bei der Entwicklung dieser Heizungen war Hermann Rietschel der Vorreiter. In seinem Buch „Was muss der Heizungsingenieur von der Niederdruckdampfheizung wissen?“, schreibt Johannes Körting 1942 zurück blickend:

„...; denn es muss festgestellt werden, dass schon vor der Jahrhundertwende zahlreiche ND-Heizungen entstanden waren, die neben recht einfacher Bauart einen hohen Grad von Vollkommenheit besaßen. Ihre Leistung ließ sich in einer für die Praxis durchaus befriedigenden Weise durch Veränderung des Betriebsdruckes regeln und ihre hohe Wirtschaftlichkeit kann auch heute noch nicht übertroffen werden.“⁹⁸.

Die geschilderten historischen Entstehungsumstände der Heizungsanlage verdeutlichen, wie vielfältig ein Objekt Eigenschaften einer historischen Epoche widerspiegeln und miteinander in Verbindung bringen kann. Diese Vielschichtigkeit nonverbal zu vermitteln wird Inhalt des Konzeptes sein.

6 Konzept

Die Bestandteile der Niederdruckheizungsanlage stellen im Fundkontext des Berliner Schlosses ausnehmende Objekte dar und ihre Bearbeitung sowie Ausstellung setzen angepasste Überlegungen hinsichtlich der Vermittlung der objektigen Inhalte und deren Wahrnehmung voraus.

Das Herausondern der Gegenstände aus ihrem Kontext - der Nutzung als funktionale Einheit der Heizungsanlage im Kellergeschoss des Schlosses - bedingte einen Moment des Erkennens derselben als erhaltenswerte Kulturgüter.⁹⁹ Diese ursprünglich nützlichen Gegenstände unterlagen in ihrer Gestaltung eher physikalischen als ästhetischen Grundlagen und wurden für einen Einsatz konstruiert, der von den Bewohnern und Angestellten des Schlosses nur indirekt über die erwärmte Luft oder als technische Einheit ausschließlich von wenigen Angestellten wahrgenommen wurde. Durch die nun erfolgende Musealisierung, wird der „Raum hinter und um das Objekt“ gefüllt, „mit Fernem oder Vergangenen, den Toten verbunden, vieles gegenwärtig gemacht, ohne sichtbar oder präzise fassbar zu sein.“¹⁰⁰

⁹⁸ KÖRTING 1942, 5.

⁹⁹ BRANDI 1963, 44.

¹⁰⁰ KELLER 2010, 87.

Diese Wandlung der Wahrnehmung eines Gegenstandes ist ein vielschichtiger Prozess, der sich in verschiedene Stufen aufgliedern lässt. Alexander Löwe stellte 2007 im Rahmen seiner Diplomarbeit mit dem Titel „Die Wahrnehmbarkeit von technischen Bodenfunden“ einige Kriterien zusammen. Zunächst findet eine Selektion statt, eine Ausrichtung der Aufmerksamkeit¹⁰¹, welche dazu führt, dass ein Objekt wie oben beschrieben als Kulturgut erkannt und „aus der Breite des konkreten Wirkungszusammenhangs“¹⁰² ausgesondert wird (1. Kriterium: Selektivität). Diese Auswahl ist abhängig vom vorgefundenen Kontext, sowie dem der Betrachtung (2. Kriterium: Kontextabhängigkeit), hier dem Umstand der technischen Objekte im Schloss und deren Fund im Kellergeschoss. Das dritte Kriterium, die Kategorialität, umfasst die Einordnung des Gegenstandes durch den Betrachter, der vor dem Hintergrund seiner Erfahrungen automatisch einen Vergleich anstellt. Im Falle des Ventilators könnte dies zum Beispiel ein typologischer Vergleich mit Turbinenbauformen sein. Davon getrennt ist die Wissensabhängigkeit (4. Kriterium), die die Wechselbeziehung der Wahrnehmung mit konkretem Vorwissen darstellt, welche eine Möglichkeit der Identifizierung der Gegenstände als Ventilatoren oder Bestandteile eines Heizungssystems sein könnte. Als letztes Kriterium wird die „Anfälligkeit für Einstellungs- und Erwartungseffekte“ genannt, welche von einer individuellen Wertung und damit verbundener Herangehensweise ausgeht.¹⁰³ Besucher des Schlosses erwarten wohl selten auf technische Großobjekte zu treffen und auch solche vermittelt zu bekommen. Die genannten Aspekte stehen miteinander in Verbindung und umfassen die Wirkung, die ein Objekt ausüben kann.

Die Restaurierung und Konservierung kann hierbei eine gezielte Verdichtung bzw. „Maximierung der Bedeutung“¹⁰⁴ leisten, die es dem Kulturgut ermöglicht, seine Vielschichtigkeit an den Betrachter zu übermitteln. Vielschichtigkeit ist in dem Sinne gemeint, dass ein Objekt ab dem Zeitpunkt seiner Entstehung viele historische Phasen durchläuft, so zum Beispiel seine mehrfache Nutzung, seine eventuelle Umnutzung, schließlich seine Vernachlässigung bis hin zur Wahrnehmung und Aussonderung aus den Nutzungskreislauf als Kulturgut (verdeutlicht auf Abb. 51). All diese unterschiedlichen Informationen der Geschichte sind im gegenwärtigen Gegenstand enthalten und bedeuten eine „Gleichzeitigkeit des Ungleichzeitigen“¹⁰⁵. Indem diese „gewachsene Einheit“¹⁰⁶ des Objektes dargestellt wird, trägt es als technisches Kulturgut dazu bei „wichtige Bereiche unserer heutigen Welt in die Kontinuität von Vergangenheit und Zukunft einzuordnen und verständlich zu machen.“¹⁰⁷ Es entsteht beim Betrachter ein Interesse „auf die menschlichen und persönlichen Dinge und die eigene Heimat“, ebenso „nationales und staatliches Selbstgefühl.“¹⁰⁸

¹⁰¹ LÖWE 2007, 75.

¹⁰² LÖWE 2007, 59.

¹⁰³ LÖWE 2007, 76.

¹⁰⁴ KELLER 2011, 96.

¹⁰⁵ KELLER 2010, 87.

¹⁰⁶ LÖWE 2007, 101.

¹⁰⁷ MÖRSCH 1976, 208.

¹⁰⁸ LÖWE 2007, 59.

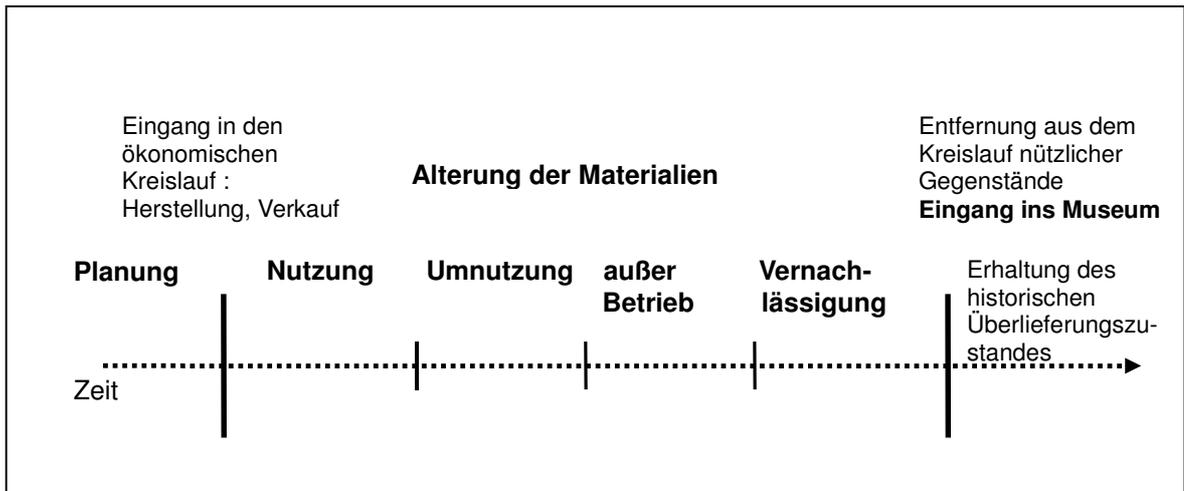


Abb. 51 Schematische Darstellung der zeitlichen Schichten bzw. Phasen eines Objektes

Die geborgenen Bestandteile der Niederdruckheizungsanlage stellen einen Sonderfall dar, da sie sowohl technisches, als auch archäologisches Kulturgut - sogenannte „technische Bodenfunde“ - sind. Unter diesen versteht man industrielle Gegenstände, die ehemals technische Anwendung fanden und in einem archäologischen Kontext der jüngeren und jüngsten Geschichte stehen.¹⁰⁹ Dieser Umstand bildet ein methodisches Spannungsfeld, denn zwischen den Konzepten der Restaurierung und Vermittlung des archäologischen und technischen Kulturgutes bestehen große Unterschiede.

Im archäologischen Kulturgut geht es unter anderem darum, mit der Restaurierung kultur- und geschichtswissenschaftliche Informationen zu erhalten und dem Betrachter anhand dieser, mittels einer ästhetischen Wirkung, vergangene Kulturen zu vermitteln. Hierbei werden umfangreiche Freilegungen und Ergänzungen vorgenommen, um die ursprüngliche Wirkung des Gegenstandes zu ermitteln. Das technische Kulturgut dokumentiert Entwicklungen und Funktionen, dient aber auch als Sachzeugnis seiner Entstehungszeit und seiner Nutzung, was durch Gebrauchs- und gegebenenfalls fragmentarische Zustände erreicht wird.¹¹⁰ Die Konzeptionen solcher Objekte müssen hinsichtlich der Wahrnehmung feinfühlig durchdacht werden, denn nicht immer vermitteln sich die vielen enthaltenen Informationen offensichtlich den an die museale Ästhetik gewöhnten Betrachtern.

Der Schwerpunkt der hier untersuchten Objekte des Berliner Schlosses sollte im technischen Kulturgut liegen, denn sie stellen als pars pro toto die jüngere Geschichte des Schlosses zu Zeiten der Industrialisierung dar und bilden einen Kontrast zu den üblichen Vorstellungen bzw. Erwartungen des Hoflebens der preußischen Herrscher. Sie öffnen damit den Blick in das funktionale Innenleben eines Schlossbaus, der neben repräsentativer Architektursprache auf dieser Ebene zugleich ein besonderes Beispiel für das Technikverständnis und das Modernisierungsstreben Kaiser Wilhelms II. war.

¹⁰⁹ LÖWE, Alexander, Diplom Restaurator (FH), freundliche mündliche Mitteilung 2010.

¹¹⁰ LÖWE, Alexander, Diplom Restaurator (FH), freundliche mündliche Mitteilung 2010.

Der archäologische Kontext wird durch die Oberflächenbeschaffenheit deutlich, welche in Folge der Restaurierung und Konservierung zwar ein beruhigteres, einheitlicheres Gesamterscheinungsbild besitzen wird, aber durch das korrodierte Metall den Umstand der Bodenlagerung vermittelt.

Somit wird der „gewachsene Zustand“ erhalten, hervorgegangen „...durch natürliche Alterung der Werkstoffe, durch Gebrauch und Verschleiß, durch zufällige Beschädigungen oder auch Abänderungen während der Zeit des Betriebs“.¹¹¹ Es entsteht ein Eindruck von Authentizität, ein Ausmaß der inneren Einheit des kreativen, schaffenden Prozesses, der physischen Realisierung des Werkes und der Effekte seines Weges durch die historische Zeit.¹¹² Damit verbunden ist die Integrität der Objekte, also wörtlich ein vollständiger Zustand, welcher aber nicht auf mögliche Ergänzungen, sondern auf die Darstellung der Objekte im Kontext und in einem abgerundeten Gesamterscheinungsbild bezogen werden sollte.

Angewandt auf die Objekte der Niederdruckheizungsanlage bedeutet dies zusammengefasst vorerst eine leichte Freilegung der Oberfläche, mit der lediglich ein beruhigteres Erscheinungsbild erreicht wird, sowie eine substanzielle Sicherung der gealterten Materialien. Bei der Freilegung werden lose aufliegende Schmutz und Korrosionsschichten abgenommen und somit eine ebenere Oberflächenstruktur bewirkt.

Von Ergänzungen wird abgesehen, da sich die Funktion und die optische Gliederung der Objekte auch im gegenwärtigen, leicht fragmentarischen Zustand wahrnehmen lassen. Eine Rückformung des großen Fragmentes des ringförmigen Grundbleches der Schaufeln ist denkbar (Abb. 26), da es durch sein Hineinragen in das Gehäuse störend wirken kann und durch eine Annäherung an die ursprüngliche Position die Gliederung der Bauteile klarer wird.

Der vorliegende Schaden des abgebrochenen Teiles der Rahmenkonstruktion sollte perspektivisch behoben werden, da das Gesamterscheinungsbild durch sein Fehlen beeinträchtigt wird. Konservatorische Maßnahmen könnten bei Beobachtung fortgeführter Korrosion eine Entsalzung beinhalten, sollten aber grundlegend aus einer Festigung, vor allem der Schaufelbleche, und einer Konservierung der Oberflächen bestehen.

Hinsichtlich der Darstellung im „Archäologischen Fenster“ sollte die funktionale Einheit der gesamten Anlage vermittelt werden, was entweder durch die Ausstellung mehrerer Objekte (so zum Beispiel jene auf Abb. 52) oder durch eine Visualisierung erreicht werden kann. Da der weiß gekachelte Lüftungskanal ebenfalls technischer und ästhetischer Bestandteil der Anlage ist und sich am Ventilator noch originale Fragmente von ihm befinden, sollte auch dieses Element in die Präsentation einbezogen werden. Mit



Abb. 52 Weitere Bergungsobjekte der Heizungsanlage an der HTW Berlin

¹¹¹ KÜHN 1989,16.

¹¹² JOKILEHTO 2005, 296.

Hilfe der Vermessungsdaten der Firma Laserscan Berlin¹¹³ kann ein digitales, dreidimensionales, bewegliches Modell des Kellerbereichs dargestellt werden, das den Grundriss genau dokumentiert und eine genaue Verortung der Heizungsanlage mit den Ventilatoren ermöglicht.

7 Maßnahmenkonzept

7.1 Die „originale“ Oberfläche

Auch wenn die Objekte vorrangig als technisches Kulturgut behandelt werden, so zeigen sich die Problematiken des Materialzustandes als dem Bereich des archäologischen Kulturgutes angehörig. Bodengelagertes Eisen verlangt spezifische Anforderungen an die Behandlung der Oberflächen, was auch durch den hier genutzten Begriff „Freilegung“ anstelle der im technischen Kulturgut oft verwendeten Bezeichnung „Reinigung“ deutlich wird. Die vorhandenen Korrosionsprodukte stellen eine Umwandlung des objekteneigenen Materials dar, beinhalten aber auch Fremdkörper aus der Umgebung und haben die ursprüngliche Form des Objektes stark beeinflusst. So stellt sich die Frage, inwiefern eine „originale“ Oberfläche mit der Freilegung erreicht werden kann bzw. ob eine solche überhaupt existiert.

Andrea Fischer unterscheidet in dem Buch „Oberflächenreinigung“¹¹⁴ zwischen externen und internen Korrosionsschichten, wobei sich die Externe von der Internen durch voluminösere und verunreinigte Korrosionsschichten (Sand etc.) unterscheidet. Die „originale“ Oberfläche sieht sie dazwischen liegend, wie auf Abb. 53 ersichtlich wird.

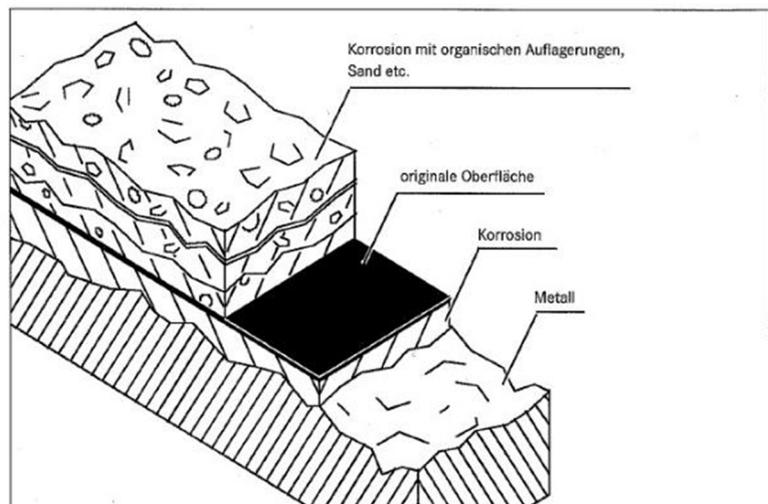


Abb. 53 Schema der Korrosionsschichten bei Metallfunden

Die durch die Freilegung zu erreichende Oberfläche zeichnet sich unter anderem durch eine „dichte, glänzende, farbige Korrosionsschicht“ aus und ist Produkt eines irreversiblen Prozesses.¹¹⁵ Den negativen Aspekt der Irreversibilität beschreibt auch Janey Cronyn 1990 in „The Elements of Archaeological Conservation“ mit dem Satz:

¹¹³ Standort der Daten in Anhang 1 genannt.

¹¹⁴ FISCHER 2006, 118.

¹¹⁵ FISCHER 2006, 114.

„Just as excavation is destructive, so is the removal of soil, encrustations and decay products from artefacts; the process is interventionist and cannot be reversed.“¹¹⁶

Die Entfernung von Korrosionsprodukten stellt dementsprechend einen starken Eingriff in das Material dar und kann zu einem Informationsverlust führen. Wiederum kann auch Information gewonnen werden, indem vorher verborgene Oberflächenstrukturen freigelegt werden. Sie sieht die „originale Oberfläche“ wie Andrea Fischer als eine dichtere Korrosionszone, die im Gegensatz zur darüber liegenden Masse keine Sandkörner und ähnliches enthält (veranschaulicht auf Abb. 54).¹¹⁷

In seinem Artikel „Archaeological metal artefacts and conservation issues: Longterm corrosion studies“ beschreibt R. Bertholon die „originale“ Oberfläche als jene zu Eintritt der Vernachlässigungsphase, die für ihn eine künstliche Schicht ist, aber ähnlich wie bei Fischer und Cronyn als Grenze zwischen dem Material des Objektes und seiner Umgebung zu sehen ist.¹¹⁸

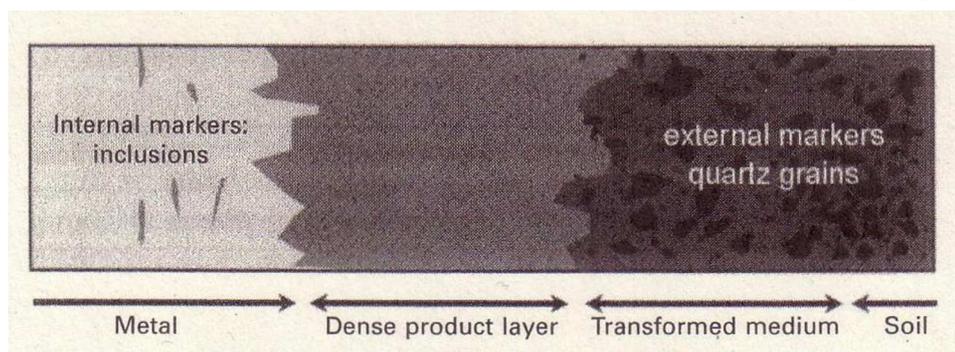


Abb. 54 Schematische Darstellung von Korrosionsschichten an Eisenobjekten

Hermann Kühn stellt in seinen „Gedanken zur Restaurierung von historischen Gegenständen der Technik und der Naturwissenschaften“ fest, dass man sich durch das Entfernen der Korrosionsprodukte nicht dem ursprünglichen Zustand nähert, sondern eine neue Oberfläche schafft.¹¹⁹

Zusammenfassend wird eine „originale“ Oberfläche, welche an einen vergleichsweise ursprünglichen Zustand des Metalls denken lässt, nicht erreicht und somit kann auch seine ursprüngliche Erscheinung nicht wiedererlangt werden. Es kann lediglich eine Abgrenzung zu Fremdkörpern und eine weniger korrosionsanfällige und ebenere Schicht freigelegt werden.

¹¹⁶ CRONYN 1990, 63.

¹¹⁷ CRONYN 1990, 184.

¹¹⁸ BERTHOLON 2007, 35.

¹¹⁹ KÜHN 1989, 112.

7.2 Probereihe zur Freilegung

Ein wichtiger Faktor bei der Maßnahmenplanung ist die vorliegende Größe der Objekte, welche Methoden erfordert, die großflächig angewandt werden können. Außerdem gibt es schwer erreichbare, sowie fragile Bereiche, auf die gesondert eingegangen werden muss.

Aufgrund der fortgeschrittenen Korrosion wird empfohlen, von chemischer und elektrolytischer Reinigung bzw. Freilegung abzusehen.¹²⁰ Die Korrosion sollte mechanisch zurückgenommen werden, was eine angepasstere Herangehensweise an die in sich verschieden auftretende Oberflächenbeschaffenheit des Objektes ermöglicht. Es findet lediglich ein gezieltes Einebnen der voluminösen und ungeordnet wirkenden Korrosionsprodukte statt.

Bei einer probeweisen Restaurierung wurden zunächst Versuche mit Hilfe eines Mikromotors¹²¹ gemacht und mit ihm verschiedene Aufsätze getestet. Die Bedienung ist unkompliziert und kann auch auf größere Flächen angewandt werden. Getestet wurden ein Aufsatz mit keramischen Schleifkörpern, eine Stahlbürste und ein scharfkantiger, zylindrischer Stahlaufsatz (siehe Vergleich auf Abb. 55).

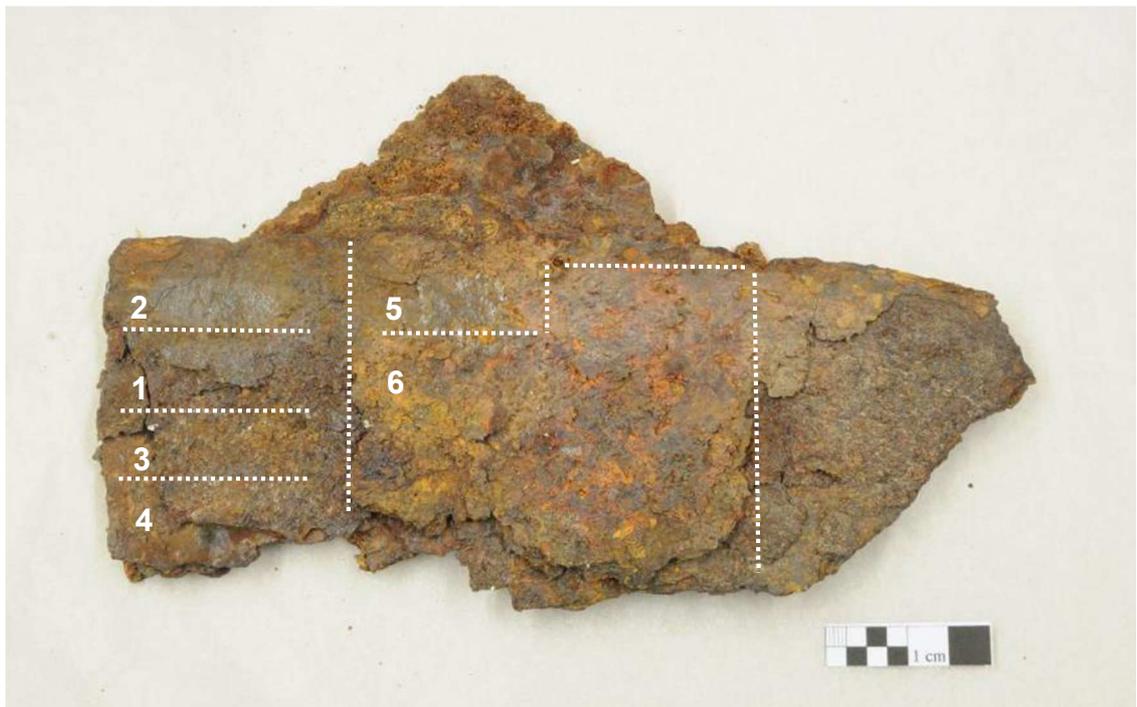


Abb. 55 Schaufelblech mit Freilegeproben; 1. Schleifkörper Mikromotor, 2. Stahlbürste Mikromotor, 3. Skalpell, 4. Dreikantschaber, 5. Scharfkantiger Aufsatz, 6. Strahlen mit Walnusschalengranulat

¹²⁰ HEROLD 1990, 74.

¹²¹ Proxxon: „Minimot 40“.

Mit dem Schleifkörper (1) wurden die Korrosionsprodukte eingeebnet. Dies geschah allerdings nur oberflächlich und es fand ein starker Abrieb des Schleifmittels statt, der auf der Oberfläche verdichtet wurde und nun fest aufliegt. Im leichten Streiflicht ist diese Schicht unter dem Stereomikroskop¹²² gut erkennbar (Abb. 56).

Die Stahlbürste (2) führte zu einer ebenen, regelmäßigen Erscheinung mit einem leichten Glanz und es wurden scheinbar auch Tiefen der Oberfläche erreicht. Leider ist auch hier ein Abrieb des Aufsatzes zu sehen, der zum beschriebenen Glanz führte (Abb. 57).

Durch den scharfkantigen Aufsatz (5) wurde die Oberfläche regelrecht zerschnitten und zerkratzt, wobei ein starker Materialabrieb vorlag. Tiefen wurden nicht freigelegt (Abb. 58).

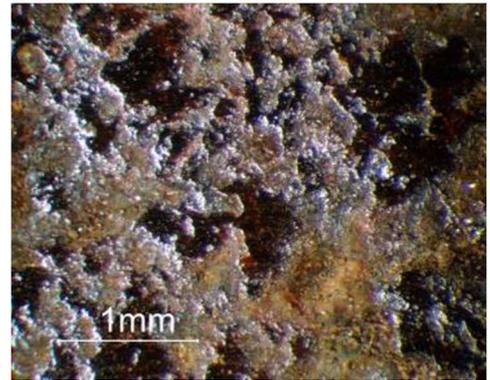


Abb. 56 Verdichtete Oberfläche durch den Schleifkörper, 400-fache Vergrößerung

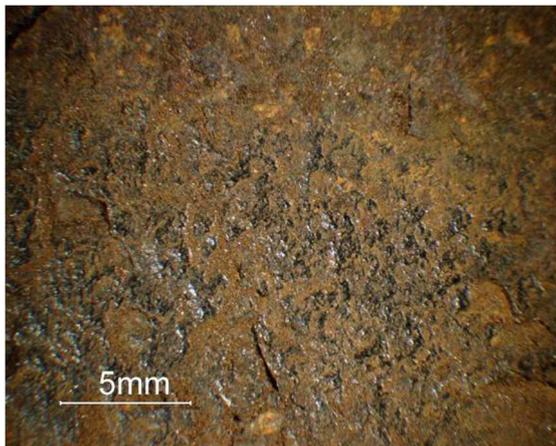


Abb. 57 Oberfläche mit Materialabrieb der Stahlbürste, 64-fache Vergrößerung

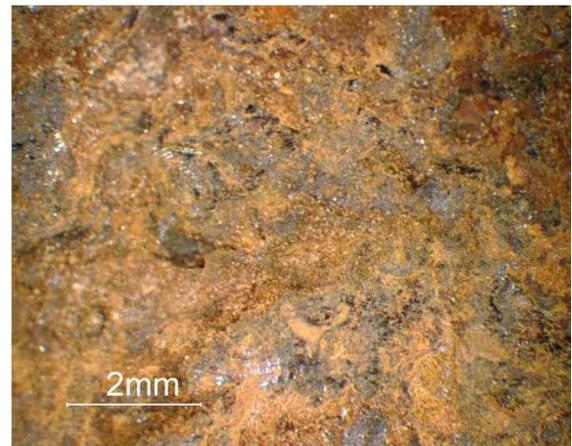


Abb. 58 Zerkratze Oberfläche durch den scharfkantigen Aufsatz, 200-fache Vergrößerung

Durch diese ersten Versuche zeigte sich die Problematik des Materials, bestehend aus der großen Härte und der zerklüfteten Oberflächenbeschaffenheit (zu sehen auf Abb. 59 im Streiflicht). An dieser Stelle ungeeignet sind Schleifen, bei Einsatz eines härteren Werkzeugmaterials als das des Objektes (spanabhebend),¹²³ und Kratzen, wodurch ein Zertrümmern der Korrosionsprodukte und ein Abheben dieser vom Objekt mit der Gefahr des Materialabriebs erreicht wird (z. B. Drahtbürsten)¹²⁴.

¹²² Leica, Wild M3C.

¹²³ FENDEL 1994, 106.

¹²⁴ FENDEL 1994, 115.

Mit dem Skalpell (3) und dem Dreikantschaber (4) wurden flexiblere Werkzeuge getestet, da sie durch die Hand geführt und bei der Benutzung speziell an die Gegebenheiten angepasst werden können. Abplatzungen der Oberfläche wurden mit dem Skalpell erreicht (Abb. 60), mit dem Dreikantschaber ein Abrieb (Abb. 61). Trotzdem war es nicht möglich eine umfassende Freilegung vorzunehmen, da sie auch hier nur an den hervorstehenden Korrosionsprodukten stattfand und wiederum ein Materialabrieb der Werkzeuge stattfand.

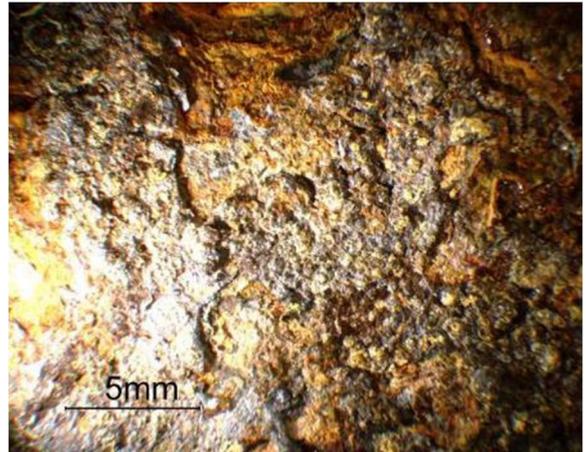


Abb. 59 Korrosionsprodukte eines Schaufelbleches im Streiflicht, 64-fache Vergrößerung

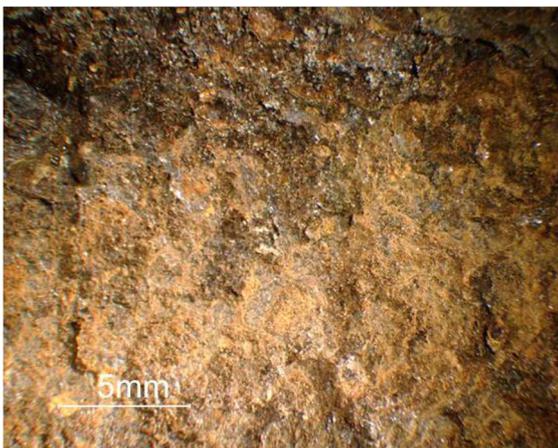


Abb. 60 Durch das Skalpell freigelegte Oberfläche mit Kratzspuren und Materialabrieb, 64-fache Vergrößerung



Abb. 61 Mit dem Dreikantschaber freigelegte Fläche mit Kratzspuren und Materialabrieb, 64-fache Vergrößerung

Als optimale Methode erwies sich das Strahlen mit einem Walnuss-Granulat, was einen sensiblen Abtrag der Korrosionsschichten ermöglichte und dabei auch in die Tiefen vordrang. Der angewandte Druck sowie die Menge des Strahlmittels können variiert und somit individuell angepasst werden. Die Oberfläche wirkt beruhigter, aber nicht künstlich eingeglättet und locker aufliegende Korrosionsprodukte sowie Verschmutzungen wurden entfernt (Abb. 62 und Abb. 63). Zu beachten ist ebenfalls, dass die Handhabung angenehm ist, was bei der zu bearbeitenden Objektgröße auch ein wichtiger Faktor ist.

Das Strahlen zeichnet sich durch die Beschleunigung vieler kleiner Partikel und deren anschließende Schleuderung auf die Oberfläche aus. Es findet je nach Materialwahl ein Abtrag oder eine Verdichtung der Oberfläche statt.¹²⁵ Eine Vielzahl von Strahlmitteln ist anwendbar, so zum Beispiel Glasperlen oder Korund, aber die organischen Strahlmittel aus Schalen- oder Kerngranulaten

¹²⁵ FENDEL 1994, 115.

erwiesen sich als geeignet, da sie von geringer Härte sind (HM 1 – 2,5), aber gleichzeitig eine große Festigkeit besitzen.¹²⁶



Abb. 62 Mit Walnussschalen-Granulat gestrahlte Oberfläche, 64-fache Vergrößerung



Abb. 63 Teilweise gestrahltes Schaufelblechfragment; dunklere Bereiche links und rechts wurden bereits gestrahlt

Im Rahmen der Probereihe war es lediglich möglich, mobile Elemente der Objekte, also abgefallene Schaufeln des Ventilators, zu testen. Eine vollständige Übertragbarkeit auf die gusseisernen Bestandteile ist daher nicht mit Sicherheit gewährleistet, sollte theoretisch möglich sein, bei weiteren Versuchen jedoch geprüft werden. Für die Restaurierung sollte eine Strahlkammer um die Großobjekte herum gebaut und somit eine mobile Strahlanlage unter Einsatz der notwendigen Schutzvorrichtungen (Schutzanzug und Maske) genutzt werden. Bei besonders grob aufliegenden Krusten kann ein Methodenmix angewandt werden, bei dem vor dem Strahlen große lockere Auflagerungen mit Hilfe eines Skalpell abgesprengt werden.

7.3 Präventive Konservierung

Die präventiven Maßnahmen werden im Rahmen dieser Arbeit kurz gehalten, da sie einer intensiven Vertiefung und weiterer damit verbundener Probereien bedürfen.

Der Ventilator befindet sich in einem teilweise fragilen Zustand und es sollte eine substantielle Sicherung der Bleche vorgenommen werden. Dies kann mit Hilfe von stützenden Geweben oder der Tränkung durch ein Kunstharz (zum Beispiel das Ethylmethacrylat/Methacrylat-Copolymerisates Paraloid B72®¹²⁷)¹²⁸ erfolgen mit dem Vorteil, dass die Schichtkorrosion auch von innen gefestigt werden würde. Die Kunstharze können die Farbe und den Glanz der Oberfläche stark beeinträchtigen, was durch ein leichtes Abstrahlen nach der Festigung gemindert werden könnte. Teilweise sollte die Stabilisierung schon vor der Freilegung erfolgen um einer Materialermüdung durch die beanspruchenden Maßnahmen vorzubeugen. Eine grundlegende Konservierung der

¹²⁶ FENDEL 1994, 118.

¹²⁷ HORIE 1986, 10.

¹²⁸ BRACHERT 1985, 162.

Oberflächen und eine dadurch einheitlichere Erscheinung kann mit einem mikrokristallinen Wachs ausgeführt werden.

Durch eine sehr trockene Lagerung (relative Luftfeuchtigkeit beispielsweise unter 20%¹²⁹ oder zwischen 15% und 35%¹³⁰) kann ein Fortschreiten bzw. eine Reaktivierung der Chlorid-Korrosion vermieden werden. Es ist anzunehmen, dass sie durch die Bodenlagerung in Bauschutt in diesem Fall nicht sehr stark ausgeprägt ist, doch wird ein Fortschreiten der Korrosion beobachtet, muss eine Entsalzung in Betracht gezogen werden.

Gebräuchlich ist die Alkali-Sulfit-Methode, bei der Objekte über lange Zeiträume, teilweise monatelang, in Bäder aus je 0,5mol l⁻¹ Natronlauge (NaOH) und 0,5 mol l⁻¹ Natriumsulfit (Na₂SO₃) eingelegt werden.

Dabei werden die Chlorid-Ionen durch die Natronlauge freigesetzt und gelöster Sauerstoff reagiert mit dem Sulfit zu Sulfat. Das Sulfat wird anschließend mit Hilfe von Bariumhydroxid gefällt.¹³¹

Bei einem Großobjekt ist das schwerer realisierbar, aber durchaus möglich. An der HTW Berlin wird gegenwärtig von Christine Leßmann zu dieser Problematik im Rahmen einer Masterarbeit mit dem Titel „Eisenentsalzung mit Kompressensystemen an Kompositobjekten – Möglichkeiten und Grenzen“ geforscht. Mit Hilfe von z. B. Arbocel®-Kompressen¹³² kann mit diesen Methoden eine punktuelle Entsalzung stattfinden, welche in einem deutlich kürzeren Zeitraum umsetzbar ist.

8 Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurden Nachforschungen zur funktionalen Einheit der geborgenen Objekte der Niederdruckheizunganlage des Berliner Schlosses hinsichtlich der Funktion, dem historischen Kontext und dem Zustand an einem exemplarischen Großobjekt, dem Ventilator, vorgestellt.

Ein Überblick über den Aufbau solcher Anlagen in Zusammenhang mit den konkreten Anforderungen, die zu jener Zeit spezifisch im Schloss an sie gestellt wurden, konnte gegeben werden. Die Zustandsaufnahme, verbunden mit naturwissenschaftlichen Analysen, gab Rückschlüsse hinsichtlich des Materials und erforderlicher Maßnahmen in der Restaurierung und Konservierung. Diese wurden im Rahmen einer Probereihe konkretisiert und beruhen auf einem angepassten Konzept. Durch die Differenzierung der Wahrnehmung der Objekte, die konzeptionell zwischen dem archäologischen und technischen Kulturgut liegen, wurde es möglich, eine Vorstellung von der durch die perspektivische Freilegung erreichten Oberfläche und der anschließenden Präsentation zu erlangen.

Auf Grundlage der erlangten Einblicke ist es in Folge möglich, die Freilegung zu realisieren. Hinsichtlich der präventiven Konservierung ist vor der Festlegung von Maßnahmen jedoch eine

¹²⁹ CRONYN 1990, 196.

¹³⁰ WATKINSON 2013, 29.

¹³¹ EGGERT 2009, 333.

¹³² Arbocel® ist eine Cellulosefaser

Vertiefung nötig, die in dieser Arbeit keinen Platz gefunden hat. Auch im historischen Kontext, sowie in der Funktion und naturwissenschaftlichen Analyse werden lediglich einführende Informationen und die Möglichkeiten zur weiteren Auseinandersetzung geboten, die in einer darauf aufbauenden Arbeit angewandt werden können.

Detailliertere Informationen über die Bergungsumstände sind fortführend notwendig um den daraus resultierenden Zustand genauer einschätzen zu können, außerdem kann eine Vertiefung in die Archivalien (Grundrisspläne) stattfinden, deren Reproduktionen bis zum Ende der Arbeit noch nicht vorlagen. Auch die Auswertung und Präsentation der Laserscan-Daten kann nach Anschaffung der notwendigen Software¹³³ erfolgen, um den genauen Aufbau eines zentralen Teiles der Anlage zu dokumentieren.

Eine verstärkte Betrachtung des konkaven Grundbleches des Ventilators, das in der momentanen Lagerungsposition die Unterseite bildet, sollte vorgenommen werden, da es zentraler Bestandteil des ausgestellten Objektes sein wird und an dieser Stelle die Wirkung der Oberfläche von besonderer Wichtigkeit ist.

Mit Hilfe der gegebenen Informationen ist eine Übertragbarkeit des Konzeptes auf die Gesamtheit der Bergungsobjekte der Heizungsanlage möglich, wodurch die einheitliche Erscheinung der Bestandteile dieser funktionalen Einheit gewahrt werden kann.

9 Bildquellen

- Abb. 1: MISLIN 2012, 12.
Abb. 2, 3: WEMHOFF o.J., 1, 5.
Abb 3, 4, 11: VÖLKER, ANTKOWIAK, DÖHNER, ARCHAEOFAKT 2011, 6, 7.
Abb. 5, 6, 7, 15-19, 22, 24-46, 52, 55-63: Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.
Abb. 8,9: RHEINLÄNDER 1979, 87, 88.
Abb. 10: Graphische Sammlung der SPSG, GK II (1) 152 B28.
Abb. 11: RIETSCHER 1948, 191.
Abb. 13: Deutsches Bergbaumuseum Bochum, Depot, ohne Inventarnummer.
Abb. 14, 23: SCOTT, EGGERT 2009, Plate 39, 95.
Abb. 15: WENDLER-KALSCH, GRÄFEN 1998, 206.
Abb. 21: BAUER 1990, 16.
Abb. 47, 49, 50: GEYER 1936, 163, 162, 161.
Abb. 48: WIESINGER 1989, 225.
Abb. 51: Erstellt nach Vorbild von: KELLER 2011, 99.
Abb. 53: FISCHER 2006, 118.
Abb. 54: RÉGUER, DILLMANN, MIRAMBET, SUSINI 2007, 174.

¹³³ „Cyclone 8.0“ von Leica

10 Literatur und Quellen

- BAUER 1990: Wilhelm P. Bauer, Grundzüge der Metallkorrosion – Unter dem Gesichtspunkt der Metallkonservierung, in: Restauratorenblätter Band 11 zum Thema Konservierung von Metallobjekten, Metallfassungen, Österr. Sektion des IIC, Wien 1990, 16-32.
- BECHEM & POST 1884: Bechem & Post, Patent Central-Heizung mit Ventilation System: Bechem & Post (Patentirt in vielen Ländern): Zweite Auflage der Broschüre: Das neue Dampfheizungs-Verfahren (Nachdruck verboten, Übersetzungsrecht vorbehalten); Fabrik für Dampfheizungs- und Ventilations-Anlagenvon Bechem & Post Hagen in Westfalen; spezialität: Patent-Niederdruck-Heizung mit selbstthätiger Regulirung und Ventilations Caloriferen, Hagen 1884.
- BERGMANN 1907: Wilhelm Bergmann, Einführung in die Bewetterung der Grubenbaue, Förderung, Fahrung und Wasserhaltung, Potsdam und Leipzig 1907.
- BERTHOLON 2007: R. Bertholon, Archaeological metal artefacts and conservation issues: long term corrosion studies, in: Phillipe Dillmann, Gerard Beranger, Pablo Picardo, Corrosion of Metallic Heritage Artefacts: Investigation, Conservation and Prediction of Long-term Behaviour, Cambridge 2007, 31-37.
- BRACHERT 1985: Thomas Brachert, Patina, 2. Auflage München 1995.
- BRANDI 1963: Cesare Brandi, Theorie der Restaurierung, München 2006.
- CRONYN 1990: Janey M. Cronyn, The Elements of Archaeological Conservation, Eastbourne 1990.
- EGGERT 2009: Gerhard Eggert, Was tun? Konservierungsstrategien für Eisenfundmassen, in: Metallkonservierung – Metallrestaurierung, Geschichte, Methode, Praxis, Martina Griesser Stermscheg, Gabriela Krist, Wien 2009, 329-341.
- ELZE,REPGEN 1974: Reinhard Elze, Konrad Repgen, Studienbuch Geschichte, Eine europäische Weltgeschichte, Band 2: Frühe Neuzeit, 19. und 20. Jahrhundert, 5. Auflage, 2. Nachdruck der Sonderausgabe, Stuttgart 2003.
- FENDEL 1994: Heinrich Fendel, Mechanische Bearbeitung von Korrosionsprodukten, in: Metall Restaurierung – Beiträge zur Analyse, Konzeption und Technologie, Peter Heinrich, München 1994, 106-125.
- FISCHER 2006: Andrea Fischer, Zerstörung oder Informationsgewinn? Konzepte und Ziele beim Reinigen von archäologischen Metallfunden, in: Oberflächenreinigung – Material und Methoden, Cornelia Weyer, Bonn 2006, 114-125.
- GEYER 1936: Albert Geyer, Die Geschichte des Schlosses zu Berlin, Zweiter Band – Vom Königsschloß zum Schloß des Kaisers, in: Geschichte des Schlosses zu Berlin, Dieter Beuermann, Walter Rasch, Berlin 2010.
- HEROLD 1990: Karl Herold, Konservierung von archäologischen Bodenfunden – Metall, Keramik, Glas, Böhlau 1990.
- HORIE 1986: Velson Horie, Materials for Conservation – Organic consolidants, adhesives and coatings, Oxford 2010.

- JOKILEHTO 2005: Jukka Jokilehto, A History of Architectural Conservation, Amsterdam 2005.
- KAUCZOR 1985: Egon Kauczor, Metall unter dem Mikroskop, Berlin 1985.
- KELLER 2010: Ruth Keller, Erhaltung von Sachzeugnissen der Industriekultur. Restaurierung von Technischem Kulturgut an der FHTW/HTW Berlin, Rückblick und Ausblick, Erster Teil: I Das Fachgebiet, II Dokumentation, in: Beiträge zur Erhaltung von Kunst und Kulturgut, Verband der Restauratoren e.V. (VDR), Bonn 2010, 86-104.
- KELLER 2011: Ruth Keller, Erhaltung von Sachzeugnissen der Industriekultur. Restaurierung von Technischem Kulturgut an der FHTW/HTW Berlin, Rückblick und Ausblick, Zweiter Teil: III Konzept der Erhaltung, IV Konservierung und Restaurierung, in: Beiträge zur Erhaltung von Kunst und Kulturgut, Verband der Restauratoren e.V. (VDR), Bonn 2011, 96-112.
- KÖNIG 1990: Wolfgang König, Massenproduktion und Technikkonsum. Entwicklungslinien und Triebkräfte der Technik zwischen 1880 und 1914, in: Propyläen Technikgeschichte, Netzwerke .Stahl und Strom, Wolfgang König, Berlin 1997, 265-552.
- KÖNIG 2007: Wolfgang König, Wilhelm II. und die Moderne. Der Kaiser und die technisch industrielle Welt, Paderborn 2007.
- KÖRTING 1942: Johannes Körting, Was muss der Heizungsingenieur von der Niederdruckdampfheizung wissen?, Düsseldorf 1942.
- KREISLOVA, KNOTKOVA, GEIPLOVA 2013: K. Kreislova, D. Knotkova, H. Geiplova, Atmospheric corrosion of historical industrial cultures, in: Phillipe Dillmann, David Watkinson, Emma Angelini, Annemie Adriaens, Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artefacts, Cambridge 2013, 311-343.
- KÜHN 1989: Hermann Kühn, Gedanken zur Restaurierung von historischen Gegenständen der Technik und Naturwissenschaften, in: Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung, (1989) Sonderheft Weimar 1989, S. 112–125.
- LOEPER-ATTIA 2007: Marie-Anne Loeper-Attia, A proposal to describe reactivated corrosion of archaeological iron objects, in: Phillipe Dillmann, Gerard Beranger, Pablo Picardo, Corrosion of Metallic Heritage Artefacts: Investigation, Conservation and Prediction of Long-term Behaviour, Cambridge 2007, 190-197.
- LÖWE 2007: Alexander Löwe, Die Wahrnehmbarkeit von technischen Bodenfunden, unpublizierte Diplomarbeit, FHTW Berlin 2007.
- MISLIN 2002: Miron Mislin, Industriearchitektur in Berlin 1840 – 1910, Tübingen 2002.
- MÖRSCH 1976: Georg Mörsch, Technische Denkmale – Pflege und Erhaltung, in: Denkmale des Industriezeitalters. Von der Geschichte des Umgangs mit Industriekultur, Alexander Kierdorf, Uta Hassler, Tübingen, Berlin 2000, 257.
- NEUGEBAUER 1999: Wolfgang Neugebauer, Residenz – Verwaltung – Repräsentation: Das Berliner Schloss und seine historischen Funktionen vom 15. bis 20. Jahrhundert, Potsdam 1999.
- PAULINYI 1990: Akos Paulinyi, Die Umwälzung der Technik in der industriellen Revolution zwischen 1750 und 1840, in: Propyläen Technikgeschichte, Mechanisierung und Maschinisierung 1600 bis 1840, Wolfgang König, Berlin 1997, 271-495.

- RADKAU 1989: Joachim Radkau, Technik in Deutschland. Vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Frankfurt am Main 1989.
- RÉGUER, DILLMANN, MIRAMBET, SUSINI 2007: S. Réguer, P. Dillmann, F. Mirambet, J. Susini, Chlorine on archaeological ferrous artefacts, in: Phillipe Dillmann, Gerard Beranger, Pablo Picardo, Corrosion of Metallic Heritage Artefacts: Investigation, Conservation and Prediction of Long-term Behaviour, Cambridge 2007, 170-181.
- RETTIG 2011: Manfred Rettig, Geschichte des Schlosses und des Ortes, in: Rekonstruktion am Beispiel Berliner Schloss aus kunsthistorischer Sicht. Ergebnisse der Fachtagung im April 2010. Essays und Thesen, Manfred Rettig, Stuttgart 2011, 17-20.
- RHEINLÄNDER 1979: Jürgen Rheinländer, Das Hermann-Rietschel-Institut. Bindeglied zwischen Wissenschaft und Praxis in der Heizungs- und Klimatechnik, in: Wissenschaft und Gesellschaft. Beiträge zur Geschichte der Technischen Universität Berlin 1879-1979, Reinhard Rürup, Berlin 1979, 85-106.
- RIETSCHEL 1948: Hermann Rietschel, H. Rietschels Lehrbuch der Heiz- und Lüftungstechnik, 12. Auflage, Berlin 1948.
- SCHMIDT 1937: Manfred Rainer Schmidt, Heizfibel, 3. Die Niederdruck-Dampfheizung, Halle 1940
- SCHRAMM, HERING 1988: Hans-Peter Schramm, Bernd Hering, Historische Malmaterialien und ihre Identifizierung, Stuttgart 2000.
- SCOTT, EGGERT 2009: David A. Scott, Gerhard Eggert, Iron and Steel in Art, Corrosion, Colorants, Conservation, London 2009.
- STELLA 2011: Franko Stella, Der Entwurf des Berliner Schloss-Humboldtforum, in: Rekonstruktion am Beispiel Berliner Schloss aus kunsthistorischer Sicht. Ergebnisse der Fachtagung im April 2010. Essays und Thesen, Manfred Rettig, Stuttgart 2011, 21-24.
- TERPIGOREV 1954: Aleksandr Terpigorev, Handbuch für den Erzbergbau, Band 4 – Bewetterung. Förder-, Wasserhaltungs- und Kompressorenanlagen, Berlin 1954.
- TREUE 1984: Wilhelm Treue, Wirtschafts- und Technikgeschichte Preussens, Berlin 1984.
- USEMANN 1990: Klaus W. Usemann, Hermann Rietschel, in: Berlinische Lebensbilder. Techniker, Wilhelm Treue, Wolfgang König, Berlin 1990, 325-340.
- USEMANN 1993: Klaus W. Usemann, Entwicklung von Heizungs- und Lüftungstechnik zur Wissenschaft. Hermann Rietschel. Leben und Werk, München 1993.
- WAGNER 1997: Walter Wagner, Lufttechnische Anlagen, Ventilatoren und Ventilatorenanlagen, Würzburg 2007.
- WATKINSON 2013: D. Watkinson, Conservation, corrosion science and evidence-based preservation strategies for metallic heritage artefacts, in: : Phillipe Dillmann, David Watkinson, Emma Angelini, Annemie Adriaens, Corrosion and Conservation of Cultural Heritage Metallic Artefacts, Cambridge 2013, 7-36.
- WENDLER-KALSCH, GRÄFEN 1998: Elsbeth Wendler-Kalsch, Hubert Gräfen, Korrosionsschadenkunde, Berlin 1998.
- WIESINGER 1989: Liselotte Wiesinger, Das Berliner Schloss: Von der kurfürstlichen Residenz zum Königsschloss, Darmstadt 1989.

Quellenverzeichnis:

LINKE, Dietmar, Restaurator, HTW Berlin, freundliche mündliche Mitteilung 2013.

LÖWE 2011.: Alexander Löwe, Diplom Restaurator (FH), Die Wahrnehmbarkeit von technischen Bodenfunden. Bemerkungen zu Sammlungs- und Restaurierungskonzepten für eine vernachlässigte Objektgruppe, dargestellt an Funden aus dem ehemaligen Luftnachrichtenzeugamt in Berlin-Teltow, in: Flügel, Schimpff (Hg.), Curiositas – Jahrbuch für Museologie und museale Quellenkunde, Heft 11, Leipzig und Langenweißbach 2011, 111-137.

SCHALLER, Prof. Dr. Alfred, HTW Berlin, freundliche mündliche Mitteilung 2013.

SPSG Graphische Sammlung, Mappe 152, B14

VÖLKER, ANTKOWIAK, DÖHNER, ARCHAEOFAKT 2011: E. Völker, M. Antkowiak, G. Döhner, archaeofakt (Döhner + Schirmer + Uschmann GbR), Fotodokumentation. Ehemalige Heizungsanlage im Berliner Stadtschloss. Vorschläge für das Archäologische Fenster, Berlin 2011.

WEMHOFF, o.J.: Matthias Wemhoff, Konzept der Archäologischen Präsentation in den Kellern des Berliner Schlosses, Berlin o.J.

Anhang

Anhang 1

Weiterführende Hinweise zur Vertiefung

Im Folgenden werden einige Anregungen und Literaturangaben für eine mögliche Weiterführung der Arbeit gegeben, die über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinausgegangen wären. Sie sind gegliedert nach den Kapiteln. Für weitere Fragen und Anregungen ist die Autorin gern unter jenny_woelk@gmx.de erreichbar.

2 Beschreibung

Die formale Beschreibung des Ventilators sollte hinsichtlich der Schauseite, des konkaven Grundbleches der Schaufeln, ausgedehnt werden.

Technische Details könnten in der Literatur aus dem Bergbau- oder Wasserturbinenbau gefunden werden. Ähnlichkeiten können zu Wasserturbinen-Modellen bestehen (siehe Francis-Turbine).

Ventilatoren/Wasserturbinen:

- Thomas Carolus, Ventilatoren, Wiesbaden 2003.
- Otto Lueger, Luegers Lexikon der gesamten Technik und ihrer Hilfswissenschaften, 1904.
- Joachim Varchmin, Joachim Radkau, Kraft, Energie und Arbeit. Energie und Gesellschaft, Hamburg 1981.

Bergbau:

- Robert Wabner, Die Bewetterung der Bergwerke, Leipzig 1902.

Niederdruckheizungen:

- Johann August Föllner, Die Dampfheizung, und ihre Vortheile für die Industrie, Haus- und Landwirthschaft oder Anweisung, die Wasserdämpfe zum Heizen etc. anzuwenden, Quedlinburg 1833.
- Arnold Walter, Grundbegriffe und Dampfheizung, Fachkunde Lüftungs- und Klimaanlage, Hannover 1955.
- Albrecht Kollmar, Über die Heizung und Lüftung von Großräumen, Halle 1943.

4 Naturwissenschaftliche Untersuchungen

Im Rahmen der Analysen könnten perspektivisch Röntgenaufnahmen des gusseisernen Gehäuses, sowie eine Röntgenfluoreszenzanalyse der Legierung des Gleitlagers vorgenommen werden.

5 Historischer Kontext

Aufschlussreich könnte ein Einblick in die Baugeneralia der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten unter Eingrenzung der genauen Jahreszahlen für die Suche sein. Die Baugeneralia mit den Nummern 346 – 348 enthalten die Laufzeiten 1889/90, 1890/93 und 1894/93. (Ansprechpartnerin: a.adler@spsg.de). Von der Stiftung Preußische Schlösser und Gärten werden zeitnah die Reproduktionen ausgewählter Grundrisse und Pläne zugesandt, die Aufschluss über den genauen Aufbau der Heizungsanlage beinhalten.

Sehr umfangreich ist außerdem das „Centralblatt der Bauverwaltung“, in dem detaillierte Informationen zu Bauvorhaben zu finden sind.

Die noch existierende Firma J. L. Bacon besaß auf Anfrage hin keine bis in das 19. Jahrhundert zurückreichenden Bauunterlagen mehr.

6 Konzept

Die Daten der Firma Laserscan Berlin dokumentieren den genauen Aufbau des die Ventilatoren beinhaltenden Teils des Kellergeschosses. Die Daten können derzeit ohne das notwendige Programm Cyclone 8.0 von Leica nicht geöffnet werden. Sie befinden sich auf dem Computer in der Halle B3 auf dem HTW-Gelände Wilhelminenhofstr. 75A 12459 Berlin. Ansprechpartner der Firma waren Herr Kai Mempel (k.mempel@laserscan-berlin.de) und Herr Assig (m.assig@laserscan-berlin.de).

7 Maßnahmenkonzept

Hier ist eine umfassende Beschäftigung mit dem Thema der dauerhaften Stabilisierung und Konservierung des Ventilators notwendig, außerdem sollte die Methode des Strahlens am gusseisernen Gehäuse erprobt werden.

Anhang 2

Ansichten des Ventilators



Abbildung 1 Seitenansicht des demontierten Ventilators



Abbildung 2 Unterseite des demontierten Ventilators

Anhang 3

Zeichnungen

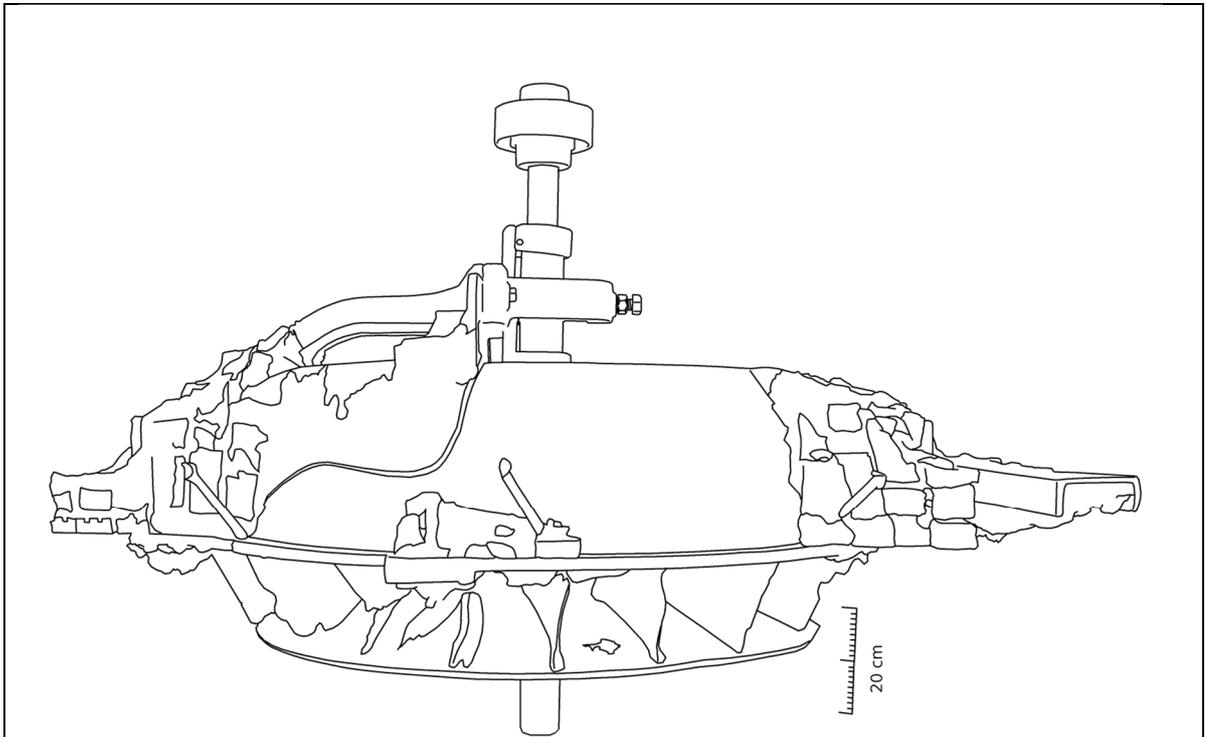


Abbildung 3 Zeichnung des Ventilators, nicht maßstäblich

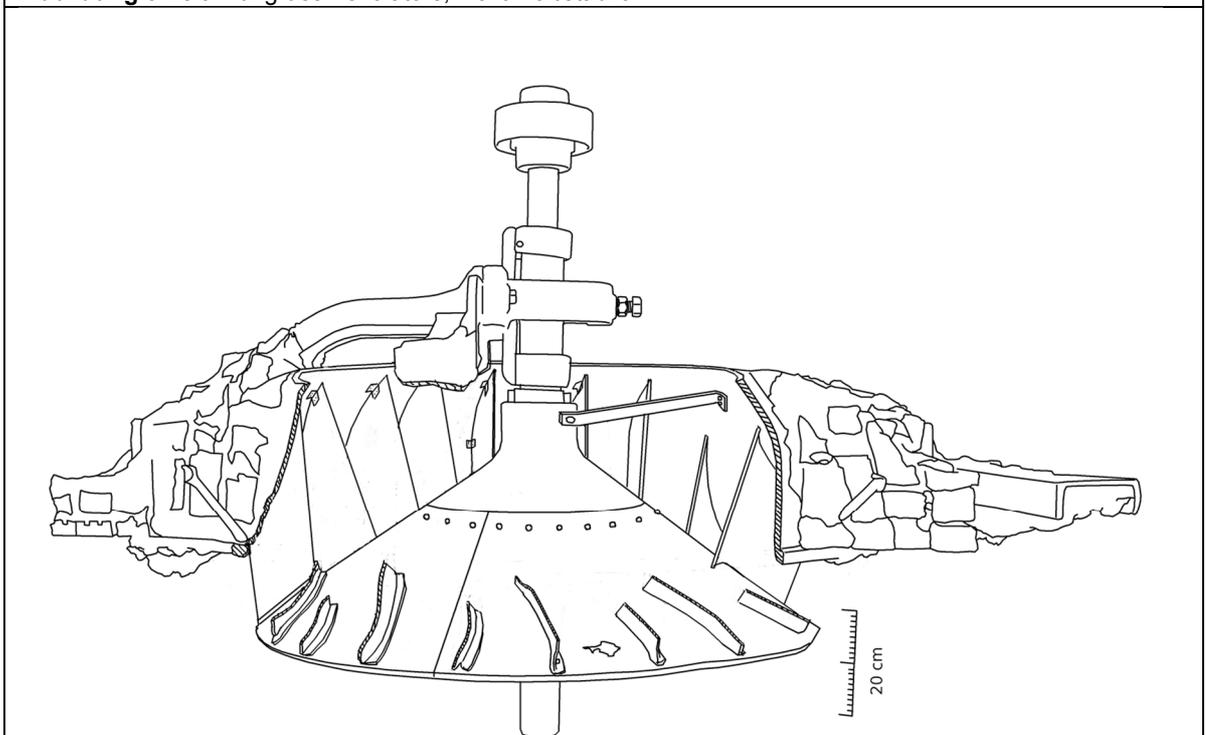
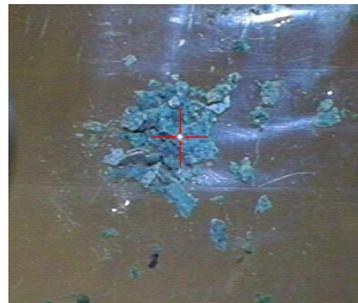
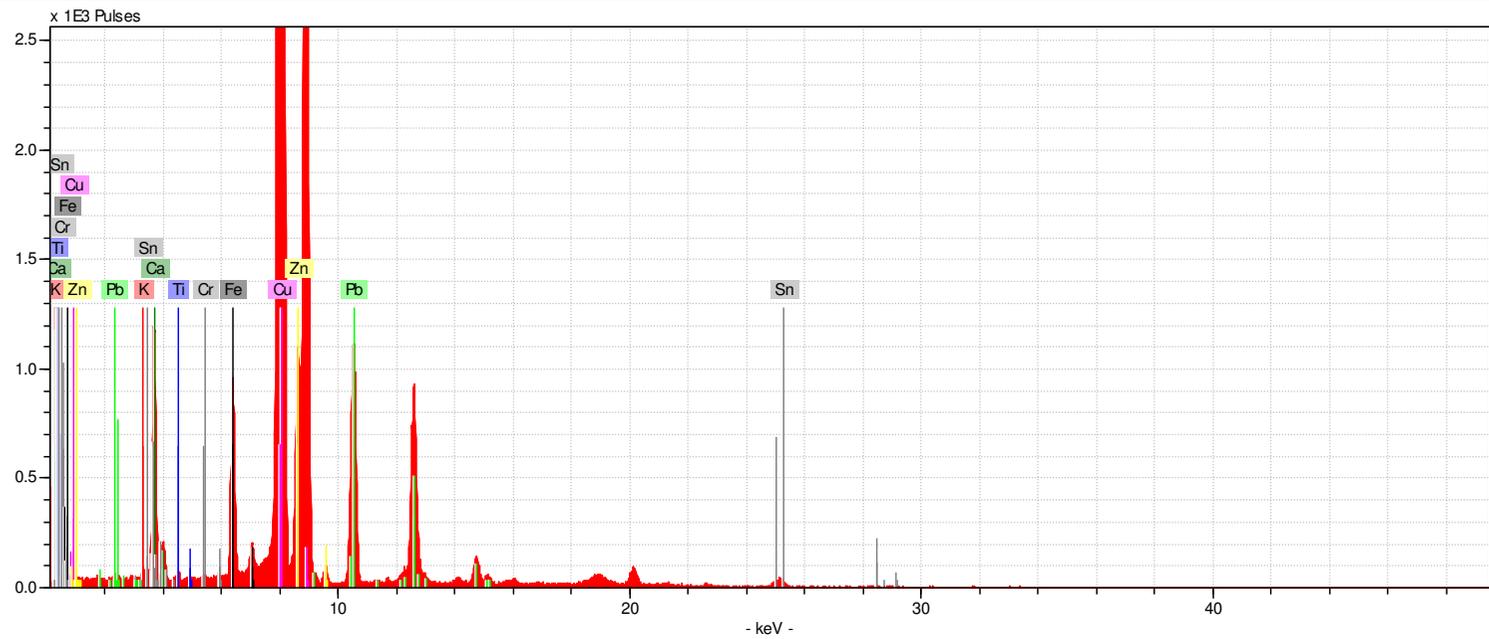


Abbildung 4 Skizze mit Einblick in das zur Veranschaulichung idealisiert gezeichnete Innere bei Wegdenken eines Gehäuseteils. Schaufelposition rechts tiefer dargestellt um Wölbung zu verdeutlichen

Anhang 4

Spektrum der Röntgenfluoreszenzanalyse

Projekt: Berliner Schloss, Ventilator Heizung	Name: Jenny Wölk	Semester: 7	Foto: 																
Operator: Stadelmann/Hofmann	Datum: 02.12.2013	Schwerpunkt: MMTK																	
Probe: Mögliche Beschichtung Gleitlager	Spektrum: Cu, Pb, K, Zn, Ca, Ti																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 65%;">  <p>The XRF spectrum shows a complex pattern of peaks. The most prominent peaks are at approximately 8.9 keV (Cu), 10.5 keV (Zn), and 13.0 keV (Pb). Other significant peaks are observed at lower energies, including Sn at 23.9 keV. The y-axis represents intensity in units of 10³ pulses, ranging from 0.0 to 2.5. The x-axis represents energy in keV, ranging from 0 to 50.</p> </div> <div style="width: 30%; padding-left: 20px;"> <p>μ-XRF Spectrometer ARTAX 400</p> <p>Parameter:</p> <table border="1"> <tr><td>Anode</td><td>Rh</td></tr> <tr><td>Spannung [kV]</td><td>50</td></tr> <tr><td>Strom [μA]</td><td>700</td></tr> <tr><td>Excitation Energy [keV]</td><td>50</td></tr> <tr><td>Filter</td><td>no</td></tr> <tr><td>Live Time [sec]</td><td>60</td></tr> <tr><td>Atmosphere</td><td>air</td></tr> <tr><td>Collimator [mm]</td><td>0,65</td></tr> </table> </div> </div>				Anode	Rh	Spannung [kV]	50	Strom [μA]	700	Excitation Energy [keV]	50	Filter	no	Live Time [sec]	60	Atmosphere	air	Collimator [mm]	0,65
Anode	Rh																		
Spannung [kV]	50																		
Strom [μA]	700																		
Excitation Energy [keV]	50																		
Filter	no																		
Live Time [sec]	60																		
Atmosphere	air																		
Collimator [mm]	0,65																		

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Sie wurde bei keiner anderen Prüfungskommission mit gleichem Inhalt bzw. in wesentlichen Teilen vorgelegt.

Berlin,

Datum

Unterschrift