

Sehen – Erkennen – Bewahren

Korrosionsabläufe in Hohlgläsern des 17. und 18. Jahrhunderts

Werner Hiller-König

Die Staatlichen Schlösser und Gärten Baden-Württemberg initiierten zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC und den Kunstsammlungen der Veste Coburg ein Forschungsprojekt zum besseren Verständnis der Korrosionsabläufe in neuzeitlichen Hohlgläsern sowie deren Benennung und Dokumentation. Die Forschungsarbeiten des Projekts fanden im Zeitraum von Oktober 2014 bis April 2019 statt. Die Untersuchungsergebnisse und ihre Erkenntnisse werden mit der visuellen Zustandsdokumentation in einen Glaskorrosions-Atlas einfließen und veröffentlicht.

See – Recognise – Preserve

Corrosion processes in hollow glasses of the 17th and 18th centuries

The State Palaces and Gardens of Baden-Württemberg, together with the Fraunhofer Institute for Silicate Research ISC and the Art Collections of the Veste Coburg, initiated a research project to better understand the corrosion processes in modern hollow glass as well as their naming and documentation. The research work of the project took place in the period from October 2014 to April 2019. The results of the research and its findings will be incorporated and published in a glass corrosion-atlas with visual documentation of the condition.

Die Staatlichen Schlösser und Gärten (SSG) Baden-Württemberg sind im Besitz landesgeschichtlich und kunsthistorisch bedeutender Sammlungen von Glasobjekten. Diese umfassen Gläser von der Renaissance bis zum Ende des 19. Jahrhunderts und stehen zum großen Teil in ihrer originalen Umgebung. Ein Teil dieser Exponate ist durch Glaskorrosion gefährdet. Für eine konservatorisch unbedenkliche Präsentation dieser Ausstellungsstücke ist es unerlässlich, Ursachen und Abläufe der Glaskorrosion sowie Möglichkeiten der konservatorischen und restauratorischen Betreuung zu klären. Vor diesem Hintergrund initiierten die SSG ein Projekt, das die Möglichkeiten und notwendigen Voraussetzungen einer Ausstellung dieser Exponate vor Ort in ihrem historischen Ambiente erarbeitete.

Die Durchsicht der vorhandenen Literatur zeigte, dass wir uns mit unseren Fragen auf ein Teilgebiet der Glaskorrosion beschränken mussten. Die Projektpartner begrenzten die Untersuchung auf neuzeitliche Hohlgläser des 17. bis 18. Jahrhunderts, wobei sie bei deren Auswahl darauf achteten, dass es sich nicht um Bodenfunde handelte. Diese Vorgaben prä-

destinierten die Glassammlung in Schloss Favorite bei Rastatt (Abb. 1) für das Projekt. Aus historischen Quellen wissen wir, dass die Gläser im Zeitraum zwischen 1690 bis 1776 hergestellt wurden und zu einem großen Teil (ca. 80 %) aus böhmischen sowie lokalen badischen Glashütten (ca. 20 %), wie zum Beispiel Gaggenau bei Rastatt, entstammen.¹ Den optischen Erhaltungszustand einiger ausgewählter Gläser dokumentieren Fotografien seit 1957, was die Feststellung einer Veränderung der Glasoberfläche in einem beschränkten Maße über eine Zeitspanne von über sechzig Jahren ermöglicht (Abb. 2).

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Silicatforschung (ISC) in Bronnbach und den Kunstsammlungen der Veste Coburg entstand ein Projekt, das sich umfassend mit der Glaskorrosion an musealen Hohlgläsern befasste. Das Fraunhofer-Institut übernahm die naturwissenschaftlichen Untersuchungen in Form von Versuchsreihen und Analysen unter der Projektleitung von Frau Dr. Katrin Wittstadt und Mitarbeit von Frau Gabriele Maas-Diegeler. Die Kunstsammlungen der Veste Coburg, in Person von Herrn Heiner Grieb, unterstützten das Projekt mit Glasproben. Auf Seiten der SSG stand als Projektleiter und Koordinator der Autor, dem auch die Konzeption und Herausgabe des Korrosionsatlas und die Vermittlung zwischen Naturwissenschaft, Kunstgeschichte und Verwaltung obliegt.

Das Projekt

Die Projektbeteiligten erstellten einen Arbeitsplan, der aus den folgenden fünf Modulen besteht: Zunächst wurden die Ausstellungsbedingungen in Schloss Favorite/Rastatt und deren Einfluss auf die Exponate untersucht. Danach erfolgte die Analyse historischer Gläser mit verschiedenen korrosiven

1

Schloss Favorite bei Rastatt, erbaut 1720





2
Kelchglas, Anfang 19. Jahrhundert, mit
großherzoglich-badischem Wappen,
Aufnahme von 1956, Staatliche Schlösser
und Gärten Baden-Württemberg

Zuständen und deren chemisch-physikalischer Zusammensetzung. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse stellte das Fraunhofer-Institut Probengläser in Anlehnung an historische Glaszusammensetzungen her, um Versuche einer künstlichen Alterung und deren Dokumentation unter festgelegten Laborbedingungen zu beobachten und darzustellen.² In einem weiteren Schritt testete das ISC verschiedene Reinigungsmethoden, deren Effektivität und Auswirkungen auf die Glasstruktur. Die erarbeiteten Erkenntnisse werden schließlich gebündelt in die Erstellung eines Atlas einfließen. Dieser dient der Feststellung von korrosiven Vorgängen und enthält Handlungsanweisungen zum Umgang mit geschädigten Gläsern.³

Grundlagen

Glas, als Objektbezeichnung, erschließt sich in der deutschen Sprache erst im Kontext, es kann das Material, die Glasmasse zur Herstellung oder das Glas als Teil des Wortfelds Geschirr bedeuten. Auch eine eindeutige, festgelegte Definition darüber, was Glas ausmacht und was dazu gezählt wird, ist ein Desiderat.⁴ Ein ebenso großes Feld von Uneindeutigkeiten und unklaren Definitionen stellt dasjenige der Glasdegradation oder Glaskorrosion dar, wobei bestimmte Korrosionser-

scheinungen populär als „Glaskrankheit“ bekannt sind. Die Korrosion beruht auf einer Veränderung der Glasstruktur. Diese entsteht durch eine Wechselwirkung der Glasoberfläche mit ihrer Umgebung. Bei archäologischen Gläsern ist diese stark durch die Bodenlagerung und dortigen Umgebungsbedingungen beeinflusst. Bei Gläsern, welche nicht im Boden gelagert waren, besteht das umgebende Milieu aus korrosiven Bestandteilen der Luft, ihrer relativen Feuchtigkeit und der Temperatur im Raum. Diese Parameter stehen in Bezug zueinander, so dass man allgemein von Einwirkungen des Umgebungsclimas auf die Glassubstanz sprechen kann. Auch die Zusammensetzung des Werkstoffes Glas, seine Verarbeitung und die „Vita“ jedes einzelnen Objekts beeinflussen den heutigen Zustand. Daraus kann eine Änderung der Glaszusammensetzung im Grenzbereich von Originalglas und umgebendem Milieu folgen. Allgemein wird dieser angesprochene Bereich Glasoberfläche genannt. Diese Oberfläche ist rein hypothetisch zu sehen oder innerhalb einer sehr kurzen Distanz auf einem Zeitstrahl, der das Alter des Glases wiedergibt. Denn der Zustand dieser Oberfläche verändert sich stetig. Durch die geringe Möglichkeit, Feuchtigkeit zu absorbieren, legt sich die umgebende Luftfeuchtigkeit auf seiner Oberfläche als Feuchtfilm nieder. In diesem Film enthaltene Wasserstoffionen tauschen durch ihre hohe Reaktionsfreudigkeit ihre Position mit oberflächennahen Alkaliionen des Glases. Natriumatome (180 Picometer) sind siebenmal größer als die Atome von Wasserstoff (25 Picometer), durch den Austausch entstehen daher große Lücken in der oberen Glasfläche, in die sich freie Wassermoleküle einlagern können. Diese Schicht reagiert flexibler als das originale Kernglas, aber empfindlicher gegen Austrocknung. Die Zone, in der die oben beschriebenen Prozesse ablaufen, kann als Reaktionszone bezeichnet werden, in der die Auslaugung oder Auflösung stattfindet. Sie bildet den Grenzbereich zwischen dem Kernglas, das die originale Glasmassenzusammensetzung besitzt, und der sogenannten Gelschicht, in der bevorzugt die Alkalien, vor allem Natrium oder Kalium, durch Wasserstoffionen (Protonen) ersetzt werden.⁵ Bei trockenem Umgebungsklima wird die Struktur instabil, so dass sich Risse zeigen, welche Auswirkungen bis in die Tiefe der Glasstruktur des intakten Kernglases haben können.

Da die Gelschicht keine neu entstandene Oberfläche darstellt, sondern im Vergleich mit dem Kernglas nur eine veränderte Molekülstruktur aufweist, entspricht eine Entfernung dieser Schicht dem Verlust von originaler Substanz. Durch die modifizierte Struktur können teilweise optische Veränderungen des Glases entstehen, die sich in einer möglichen Wolkenbildung (Abb. 3) über ein sichtbares mosaikartiges Krakelee (Abb. 4) bis zu Sprüngen und Rissen (Abb. 5) äußern. Eine intakte Gelschicht kann als eine Art Patina dienen. Sie verhindert oder verlangsamt möglicherweise ein weiteres Auslaugen der Glassubstanz, da die Umgebungsfeuchte nur schwer an die Reaktionszone und die Kernglasoberfläche gelangt.⁶ Ein wichtiger Teil der Reaktionen von Glas auf seine Umgebung ist die Bildung einer Gelschicht.



3
Wolken, Karaffe 19. Jahrhundert, Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg

Die sichtbaren Auswirkungen von Korrosionsprozessen erkennt man an der Beschädigung dieser Schicht. Unsere Untersuchungen ergaben unter anderem, dass eine dünne, oberflächliche Gelschicht und ihre Veränderungen mit dem Auge noch nicht sichtbar sind (Abb. 6–7), aber das Glas kann zum Beispiel durch produktionsbedingte Vorschädigungen in der Abkühlphase einzelne Risse (Haarrisse) aufweisen und in diesen können sich Gelschichten ausbilden, die bis in die Tiefe des Glases gehen (Abb. 8). Solche Veränderungen sind nur mittels instrumenteller Analytik anhand von Querschliffen festzustellen.

Es ist anzumerken, dass die Auslaugung als solche noch keinen Schaden bedeutet, jedoch in der Folge Schäden begünstigt. Wie oben bereits dargelegt, besteht eine Korrosion aus einem Prozess, basierend auf einem von drei Grundmechanismen oder auf kombinierten Erscheinungen dieser Mechanismen. Daher lässt sich die Weiterentwicklung eines Korrosionsprozesses ausgehend vom Jetzt- oder Ist-Zustand eines Glases nicht zuverlässig voraussagen. Statt von einer Korrosionsphase oder Schadensstufe zu sprechen, ist es besser, diese als einen für sich stehenden Glaszustand anzusehen.

4
Mosaikartiges Krakelee, Sekt-Flöte, wohl böhmisch, Mitte 18. Jahrhundert, Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg



5
Krakelee, Schollen, Tiefenrisse, Glas-Fass, wohl aus der Markgräflichen Baden-Badischen Gagenauer Glasmanufaktur, Mitte 18. Jahrhundert, Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg



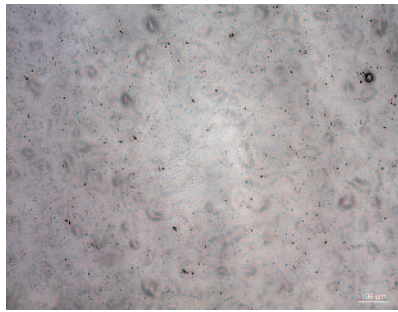
Präventive Maßnahmen

Für die Lagerung und konservatorische Betreuung von Gläsern ist darum eine regelmäßige Begutachtung und Dokumentation ihres jeweiligen Zustandes wichtig. Nur dadurch wird es möglich, eine Veränderung der Glasobjekte – die sehr langsam und nicht linear ablaufen kann – zu konstatieren, und gegebenenfalls rechtzeitig Maßnahmen einzuleiten, bevor eine schwerwiegendere Veränderung eintritt.

Eine geeignete Aufbewahrung von Glasobjekten hängt von ihrem Erhaltungszustand in Verbindung mit ihrer individuellen Geschichte ab. Diese Tatsache macht eine Standardisierung der Lagerung unmöglich. Standardisierung bedeutet in diesem Fall die Vorgabe allgemeingültiger Lagerungsparameter für Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Es muss von ihrer jetzigen Lagerung ausgegangen werden. Die Anpassung an ein anderes Klima sollte stets über einen langen Zeitraum erfol-

6

Lichtmikroskopische Aufnahme in 100-facher Vergrößerung zeigt in der Oberfläche des Glases keine Risse



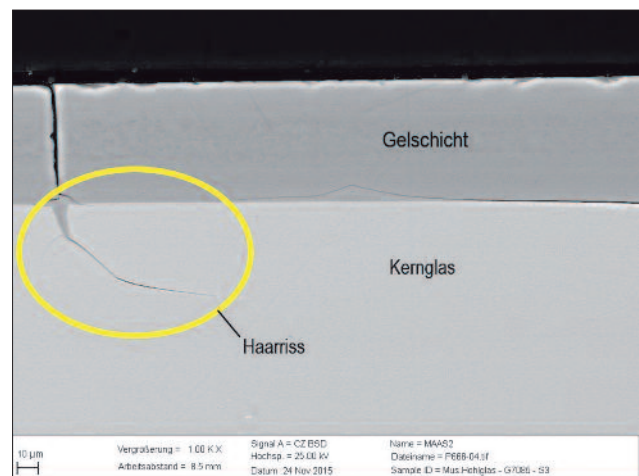
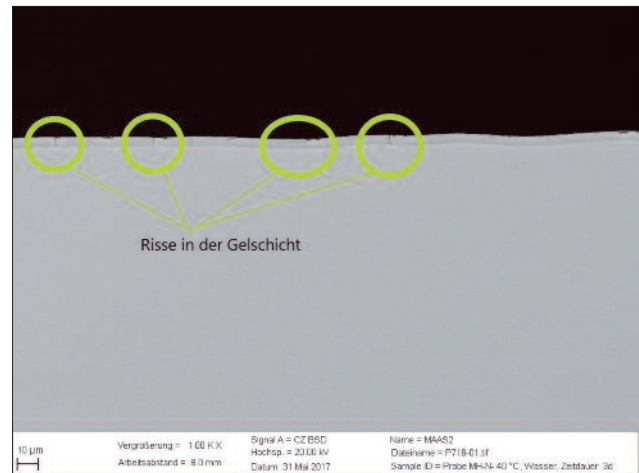
gen, so dass eine gesunde Wechselwirkung zwischen dem Glas und das ihn umgebende Klima eintreten kann. Die Vorstellung, dass Glas, von seiner Umgebung nur geringfügig beeinflusst wird, ist nicht mehr haltbar.⁷

Wir müssen davon ausgehen, dass Fotografien eines dokumentierten Erhaltungszustandes nicht immer Wiedergaben von einzelnen Stadien eines festgelegten Korrosionsprozesses darstellen, sondern sie können auch Situationen verschiedener Glaskorrosionen abbilden. Deshalb sollte man die Beschreibungen der Korrosionen zuerst als solitäre Ereignisse ansehen und erst in einem folgenden Schritt mit weiteren Erscheinungsformen zu möglichen Abläufen verknüpfen. Die Erhaltungszustände des Glases sind häufig nicht eindeutig einem sie erzeugenden Mechanismus zuzuordnen. So ist es schwierig, im Nachhinein von den angetroffenen Glaszuständen auf ihre Auslöser zu schließen. Nur anhand einer genauen Dokumentation der Gläser können Veränderungen der Glasoberfläche oder -struktur festgestellt und mit äußeren Gegebenheiten in Bezug gesetzt werden, um eine adäquate Reaktion auf den Zustand des Glases zu erlauben.

Die Objekte sollten in einem gleichbleibenden oder einem Klima ohne kurzfristige und kurzzeitige Maxima und Minima lagern. Diesen Umstand muss man vor allem im Leihverkehr beachten. Dabei geht es nicht darum, ein standardisiertes „Glasklima“ zu erreichen, sondern die individuelle Klimasituation des auszuleihenden Glases zu berücksichtigen. Die Reaktion des Glases verläuft nicht unmittelbar, sondern stellt sich sehr zeitverzögert ein und tritt meistens erst nach Tagen auf. Dies wurde anhand eines Thermo-optischen Messverfahrens (KlimaTOM) untersucht und dokumentiert.

Die KlimaTOM Untersuchungen

Das Fraunhofer-Institut entwickelte das KlimaTOM-Gerät zur Materialprüfung in unterschiedlichen und wechselnden klimatischen Verhältnissen. KlimaTOM-Aufnahmen ermöglichen es, die Reaktion von Materialien auf Klimaschwankungen zu untersuchen und parallel in situ zu dokumentieren, zum Beispiel wie die Zustände von Gläsern auf die Unterschiede der klimatischen Verhältnisse reagieren. In diesem Gerät lassen sich in einer Klimakammer Glasproben verschiedenen klimatischen Verhältnissen aussetzen und



7

Die Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme in 1000-facher Vergrößerung zeigt im Querschnitt desselben Glases wie Abb. 6 Risse in der Gelschicht

8

Die Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme in 1000-facher Vergrößerung zeigt im Querschnitt Haarrisse im Kernglas mit einer Gelschicht

direkt mittels einer Bilderzeugung durch hochauflösende (Auflösung von 0,3 Mikrometer) CMOS-Technologie (Complementary Metal-Oxid-Semiconductor-Technologie) die Veränderungen im Material aufzeichnen, ohne die Probe aus seinem Medium zu entfernen.⁸ Bei der Analyse der Ergebnisse zeigt es sich, dass jede Probe zeitverzögert auf die sie umgebenden Umstände reagiert. In der Abbildung (Abb. 9) geben die oberen Kurven die Luftfeuchte und Temperatur innerhalb der Kammer wieder und in den unteren Fenstern sind die sich verändernden Oberflächen durch Pfeile mit den zeitkorrelierenden Punkten auf der Kurve der relativen Luftfeuchte verbunden. Es ist zu erkennen, dass der aktuelle Glaszustand nicht in direktem Zusammenhang mit den herrschenden Klimaparametern gesehen werden kann. Die Reaktionen erfolgen in einem zeitlich nicht kontinuierlichen Abstand.

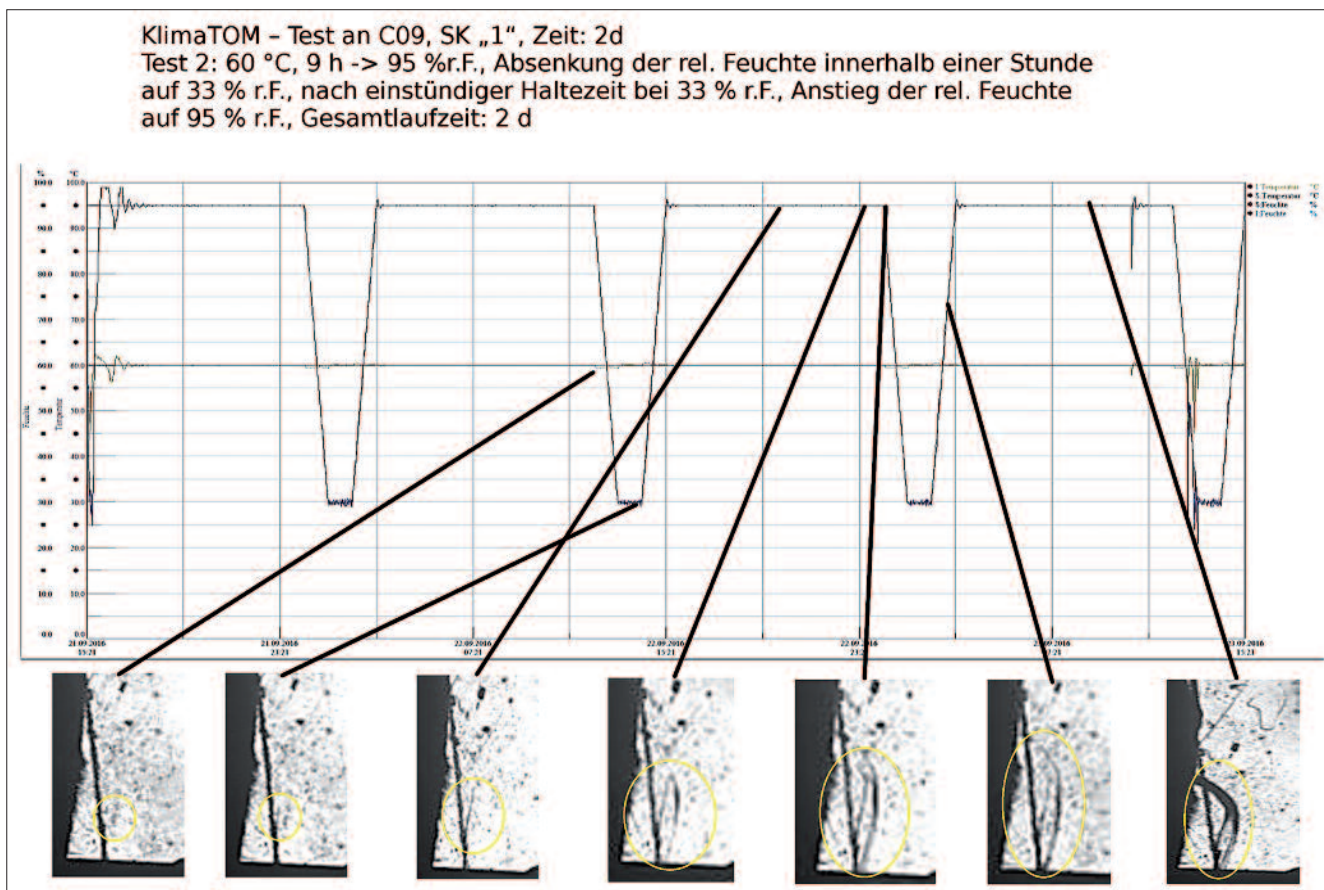
Die Dokumentation

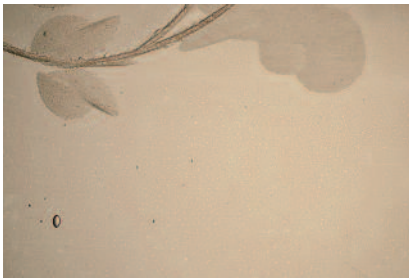
Als signifikant für die Glaskorrosion gilt die Beobachtung, dass die Veränderungen im Glas auf sehr langen Zeitschienen und nicht immer in vorhersehbaren Entwicklungen ablaufen können. Eine Veränderung des Glases ist frühzeitig nur durch eine kontinuierliche Dokumentation des Glaszustandes festzustellen. Diese sollte auf Grundlage einer vorgegebenen Abfrage von wichtigen Kriterien erfolgen. Für die Identifikation des Stückes sind Inventarnummer, evtl. Beschreibung und Fotografie notwendig. Das Umgebungsklima, definiert durch die Werte von relativer Luftfeuchtigkeit und Temperatur sollten bei der Aufzeichnung miterfasst werden. Denn die Dokumentation sollte, wenn möglich, immer unter den gleichen Klimabedingungen stattfinden. Die Abfragekriterien müssen die signifikanten Korrosionszustände beachten, die ohne Zuhilfenahme von technischen Mitteln zu erkennen sind. Dabei ist nicht nur auf optische, sondern auch auf haptische und olfaktorische Anzeichen zu achten. Zur richtigen Einschätzung der dokumentierten Angaben ist das Festhalten des Datums der Beobachtungen sowie der herrschenden relativen Luftfeuchtigkeit und Temperatur wichtig. Nachweisbares Krakelee und sichtbare Schollen können bei Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit optisch wieder zurückgedrängt werden und bei deren Absenkung erneut deutlich sichtbar

erscheinen. Dieses Phänomen konnte man mittels der oben beschriebenen KlimaTOM-Untersuchung beobachten, es zeigt die Notwendigkeit, die herrschenden Klimaparameter zu dokumentieren. Eine der ersten optischen Auffälligkeiten der Korrosion stellt das Feuchtwerden der Oberfläche und eine damit verbundene Trübung dar. Diese kann allerdings auch ohne einen feuchten Belag auftreten. Bei einer feuchten Trübung unterscheiden wir, in welcher Tropfengröße der Belag auftritt. Möglich wäre eine Differenzierung zwischen Nebelfeuchte, das heißt die Tropfen sind mit bloßem Auge nicht sichtbar (Abb. 10), und Tropfen, das heißt die Tropfen sind gut voneinander abgegrenzt wahrnehmbar (Abb. 11). Eine weitere Unterteilung sollte sinnvollerweise individuell erfolgen. Denkbar wäre eine Messung der Tropfengröße. Ein weiteres Kriterium bildet die Frage nach Auflagen auf dem Glas und ob diese zum Beispiel in wolkiger oder kristalliner Art erscheinen. Wolkig wäre eine strukturlose, amorphe Evidenz gegenüber einer strukturierten, kristallartigen Ablagerung (Abb. 12). In einem nächsten Schritt sind dann tiefer gehende Veränderungen am Objekt festzustellen, wie das bekannte Krakelee und in die Tiefe des Kernglases gehende Sprünge. Des Weiteren zu berücksichtigen sind Erscheinungen wie Schollenbildung und Verfärbungen des Glases. Auch auffälliger Geruch der Gläser nach Essig oder Ähnlichem sollte die Dokumentation festhalten. Eine Abfrage in Form

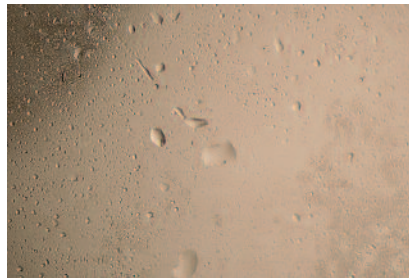
9

Klima-TOM-Aufnahmen der Glasoberfläche in Beziehung gesetzt zu der jeweils herrschenden relativen Luftfeuchtigkeit bei gleichmäßiger Temperatur von 60 °C über zwei Tage. Es sind nur Fotos ausgewählt worden, die eine Veränderung zur vorhergehenden Situation zeigen

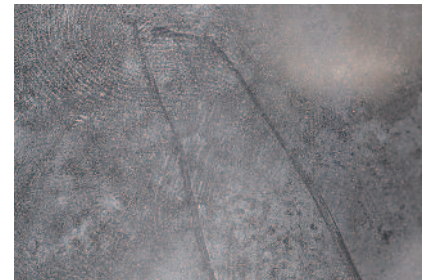




10
Nebel



11
Tropfen



12
kristalline Ablagerungen

einer Multiple-Choice-Liste standardisiert die Dokumentation und erhöht die Vergleichbarkeit über einen längeren Zeitraum. Durch ein regelmäßiges Festhalten des Zustandes der Objekte ist so eine vorhandene Veränderung feststellbar.⁹

Den optischen Zuständen können Nummern zugeordnet werden. Dies ermöglicht die Erstellung einer Taxonomie für eine mögliche sprachen- und definitionsunabhängige Kommunikation.

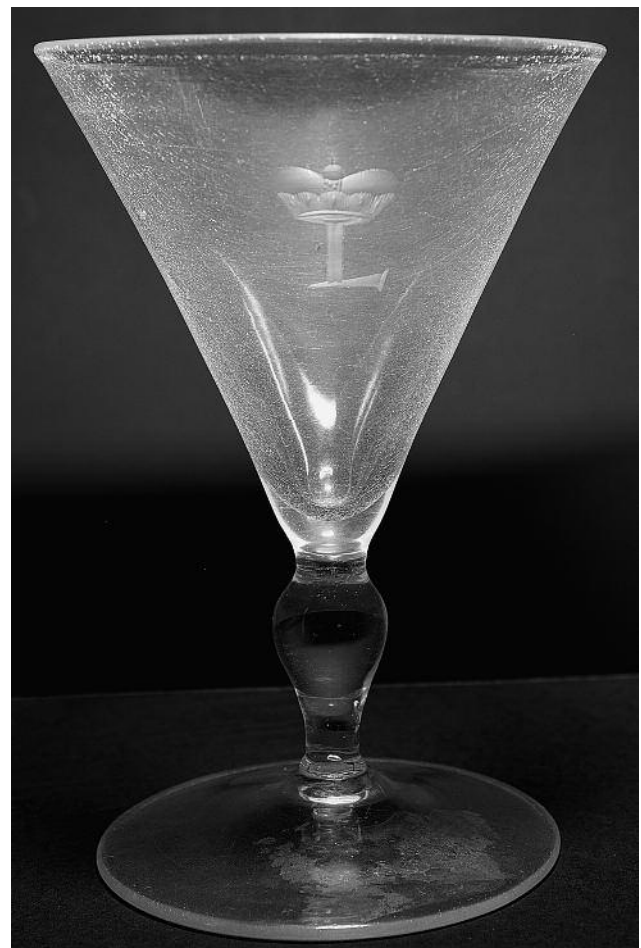
Grundlegend für eine Zustands- bzw. Schadensbilddokumentation ist eine für alle Zustände anwendbare Nomenklatur, die allgemein verständlich sowie für Dritte leicht nachvollziehbar sein sollte. Dies wäre auch die Voraussetzung, die Dokumentationen interinstitutionell zu vergleichen. Um einen besseren internationalen Austausch zu ermöglichen, wäre eine detaillierte Nomenklatur gleichermaßen in englischer und französischer Sprache wünschenswert. Anzudenken ist auch die Einführung einer internationalen Benennung auf Grundlage einer numerischen oder alpha-numerischen Taxation.

Die Taxation

Für das weitere Dokumentieren und zum Erleichtern einer Kommunikation über Glaszustände sehe ich es als wichtig an, einen Schlüssel zu erstellen, bei dem die Benennungen hinterlegt werden können. Als Vorschlag wird im Korrosionsatlas ein numerischer Code eingeführt. Bei der Taxation muss man beachten, ob es sich um eine Beschreibung oder eine Bewertung des Glaszustandes handeln soll. Die Taxation im Korrosionsatlas wird eine beschreibende sein. Dies bedeutet, dass der Code nur den Zustand dokumentiert und nicht dessen Intensität. Meines Erachtens ist die Bewertung der Intensität ein subjektiver Vorgang, den nur jede einzelne beschreibende Person individuell vornehmen kann. Eine Intensität könnte bei Bedarf ein Anhängen eines oder mehrerer Buchstaben oder Zeichen, wie zum Beispiel ein Pluszeichen, zum Ausdruck bringen. Für die Taxation werden die Glaszustände in Gruppen zusammengefasst. Die Benennung jedes Zustandes erhält eine Ordnungszahl und die Art und Weise wird mit einer Kennziffer versehen. Zum Beispiel wäre die Ordnungszahl der „Sichtigkeit“ die „1.“ und die Art und Weise wäre mit der Null für „keine Angabe“ versehen, die „1“ steht für transparentes Glas und die „2“ für eine opake oder trübe Ober-

fläche. So ergibt sich für ein klares, durchsichtiges Glas der Code 1.1 und für ein trübes, also opakes Glas der Code 1.2. Die einzelnen Zustände trennt ein Divis oder Trennstrich voneinander ab. Daraus ergibt sich zum Beispiel für das Glas auf der Abbildung (Abb. 13) ein Code von 1.2–2.1–3.1–4.3–5.1–6.2–7.1–8.0.¹⁰ Entsprechend wäre die schriftliche Hinterlegung auf Deutsch: Oberfläche des Glases ist trüb (1.2), trocken (2.1), es liegen kristalline Auflagen (3.1) und großflächige Trübungen (4.3) vor, es sind Sprünge zu sehen, die parallel zur Oberfläche verlaufen (5.1), die Oberfläche ist offen (6.2) und ein Krakelee ist nur im Gegenlicht seitlich sichtbar (7.1),

13
Taxation 1.2–2.1–3.1–4.3–5.1–6.2–7.1–8.0, Kelchglas
Anfang 19. Jahrhundert, es handelt sich um dasselbe
Glas wie auf Abb. 2



aber es liegen keine Schollen vor (8.0). Anhand der Liste ist eine entstehende Veränderung eines Glases unmittelbar zu erkennen. Der Code wiederum erleichtert das Auffinden eines vergleichbaren Glases im entstehenden Korrosions-Atlas oder die dokumentierende Person geht die einzelnen Codestellen durch und erhält so einen Überblick über den Zustand des Glases.

Der Korrosions-Atlas

Der Atlas wird aufzeigen, welche Korrosionszustände aufgetreten sind, ihr Aussehen und die Abläufe innerhalb der Glasstruktur bei den verschiedenen Glaszuständen. Darüber hinaus kann jeder Nutzer mögliche Korrosionsabläufe nachvollziehen. Es folgt eine schriftliche Darstellung des einzelnen Zustandes mit Hinweisen, über konservatorische Möglichkeiten und Handhabung. Wenn möglich erfolgt eine Korrelation zu anderen Korrosionsbezeichnungen und „Schadensstufen“ in der Literatur.¹¹ Erhaltungszustände und deren Entwicklung werden anhand von historischen Fotografien der Glasobjekte in einer Gesamtansicht, Makroskop- und Mikroskop-Fotos sowie Querschnitten in rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen mit schriftlichen Erläuterungen beschrieben. Weiterhin wird eine mögliche Liste zur Dokumentation aufgezeigt und eine Erläuterung des Zustands-Codes und dessen Anwendung gegeben. Das Auffinden eines konkreten Zustandes wird mittels eines Schlagwortkataloges, dokumentierenden Fotos oder per Zustands-Code möglich sein.

Die Erkenntnisse aus dem Projekt zeigen uns, dass der Umgang mit historischen Hohlgläsern teilweise neu überdacht werden muss, denn jedes Glas muss für sich bewertet und der Umgang mit diesem individuell eingeschätzt werden. Dabei soll der Atlas Unterstützung leisten und eine notwendige Diskussionsgrundlage bieten. Wie so häufig in der Restaurierung ist eine pauschale Aussage und ein dogmatischer Umgang mit Objekten problematisch und führt nicht zu den gewünschten Erfolgen.

Werner Hiller-König
Restaurierungswerkstätten Karlsruhe
Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg
Durmersheimer Straße 55
76185 Karlsruhe
werner.hiller-koenig@ssg.bwl.de

Anmerkungen

- 1 Generallandesarchiv Karlsruhe, Haus- und Staatsarchiv: II. Haus- und Hofsachen, Hofökonomie, 47 Nr. 691
- 2 WITTSTADT 2019
- 3 HILLER-KÖNIG 2017a

- 4 SCHOLZE 1988b
- 5 Vgl. SCHOLZE ET AL. 1975; SCHOLZE 1985; SCHOLZE 1988a; SCHOLZE 1991, S. 312–316
- 6 Z. B. CONRADT 2008
- 7 WITTSTADT ET AL. 2019
- 8 DIEGLER 2016/17
- 9 HILLER-KÖNIG 2017b
- 10 Das abgebildete Kelchglas ist dasselbe wie auf Abbildung 2., nur 62 Jahre später.
- 11 Z. B. BRILL 1975; KOOB 2004

Literatur

- BRILL 1975: Robert H. Brill, Crizzling – A Problem in Glass Conservation. In: *Archaeology and the Applied Arts, Stockholm Congress (1975)*, S. 121–134
- CONRADT 2008: Reinhard Conradt, Chemical durability of oxide glasses in aqueous solutions. A Review. In: *Journal of the American Ceramic Society* 91, 3 (2008), S. 728–735
- DIEGLER 2016/17: Andreas Diegeler, „KLIMATOM“. Neue Wege der Kunststoffuntersuchung. In: *Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC Jahresbericht 2016/17 (2017)* S. 42–43
- HILLER-KÖNIG 2017a: Werner Hiller-König, Aufbewahren, Präsentation und konservatorische Betreuung von korrodierenden historischen Gläsern. In: *Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg (Hrsg.): Durch Zeit und Raum: Mit unseren Monumenten. Öffnen – Bewahren – Präsentieren*, Mainz 2017, S. 252–259
- HILLER-KÖNIG 2017b: Werner Hiller-König, Forschungsprojekt zum Schutz bedeutender Gläser. Sammlungsmanagement und Dokumentation. In: *RestauRO. Zeitschrift für Konservierung und Restaurierung*. Heft 8 (2017), S. 36–41
- HILLER-KÖNIG (im Druck): Werner Hiller-König, Korrosionszustände in neuzeitlichen Hohlgläsern. Benennung, Dokumentation und Sammlungsmanagement. Publikation zur Herbsttagung des Rudolstädter Arbeitskreises zur Residenzkultur 21.–23. November 2019 in Rudolstadt
- KOOB 2004: Stephen P. Koob, Cleaning glass. A many-faceted issue. In: *Virginia Green und Patricia Griffin (Hrsg.), Objects Specialty Group Postprints*, Bd. 11 (2004), S. 60–70
- SCHOLZE ET AL. 1975: Horst Scholze, D. Helmreich, I. Bakardjiev, Untersuchungen über das Verhalten von Kalk-Natrongläsern in verdünnten Säuren. In: *Glastechnische Berichte* 48 (1975), S. 237–247
- SCHOLZE 1985: Horst Scholze, Bedeutung der ausgelaugten Schicht für die chemische Beständigkeit: Untersuchungen an einem Kalknatronglas. In: *Glastechnische Berichte* 58 (1985), S. 116–124
- SCHOLZE 1988a: Horst Scholze, Glass-water interactions. In: *Journal of Non-Crystalline Solids* 102 (1988), S. 1–10
- SCHOLZE 1988b: Horst Scholze, *Glas. Natur, Struktur und Eigenschaften*. Berlin/Heidelberg 1988
- WITTSTADT ET AL. 2019: Katrin Wittstadt, Gabriele Maas-Diegeler u.a., Crizzling – exploring degradation and simulation on model glasses. In: *Glass Atmospheric Alteration. Cultural Heritage, Industrial and Nuclear Glasses*. Isabelle Biron, Fanny Alloteau, Patrice Lehuédé, Odile Majérus, Daniel Caurant (Hrsg.), Paris 2019, S. 185–195

Abbildungsnachweis

- Abb. 1: Andrea Rachele/Landesmedienzentrum Baden-Württemberg
- Abb. 2: Fotograf unbekannt/Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg
- Abb. 3–5, 10–13: Werner Hiller-König, Staatliche Schlösser und Gärten Baden-Württemberg
- Abb. 6: Katharina Wittstadt/Fraunhofer ISC
- Abb. 7–9: Gabriele Maas-Diegeler/Fraunhofer ISC