

## AKTUELLE RESULTATE DER EXPERIMENTELLEN ARCHÄOLOGIE: RÖMISCHE FENSTERGLASHERSTELLUNG BEIM GLASOFENPROJEKT IM ARCHÄOLOGIEPARK RÖMISCHE VILLA BORG

Frank Wiesenberg

Seit der Rekonstruktion einer römischen Glashütte im Archäologiepark Römische Villa Borg im Sommer 2013 wurden dort bislang vier Forschungsprojekte zur antiken Glastechnik und zwei weitere Glasofenprojekte anlässlich von Fachtagungen durchgeführt.

Auslöser für die Rekonstruktion einer Glashütte in der Villa Borg waren Funde von Produktionsabfällen und Ofenlehmfragmente mit grünlichem Glasfluss, die eine Glasverarbeitung zu römischer Zeit im Bereich dieser *villa rustica* belegen. Da noch keiner der dort dokumentierten Ofengrundrisse eindeutig mit der Glasverarbeitung in Zusammenhang gebracht werden konnte, fiel die Wahl für das Layout der Glashütte, letztendlich auch aufgrund der lokalen Nähe, auf die 1999/2000 von der Generaldirektion Kulturelles Erbe Rheinland-Pfalz in Trier durchgeführte Grabung „Im Hopfengarten“.<sup>1</sup> Diese sehr kompakte Werkstatt verfügte über einen recht kleinen Glas-Schmelzofen und eine separate Ofensohle, die als Kühllofen interpretiert und rekonstruiert wurde. Inzwischen ergänzen ein weiterer Kühllofen und ein Schachtlofen zur Glasperlenherstellung das Ensemble. Alle Öfen wurden unter Verwendung lokalen Lehms und, bis auf den Perlenofen, römischer Dachziegelfragmente gebaut.

Die experimentalarchäologische Glasforschung im Archäologiepark Römische Villa Borg nahm mit dem „Borg Furnace Project 2013“ ihren Anfang, bei dem in einem einwöchigen Betrieb Ende September / Anfang Oktober 2013 die grundsätzliche Funktionsfähigkeit des Glas-Schmelzofens und des zum Entspannen der Glasgefäße erforderlichen Kühllofens demonstriert werden konnte. Nachdem im Juni 2014 in Zusammenarbeit mit dem Archäologischen Institut der Universität zu Köln durchgeführten experimentalarchäologischen Blockseminar, mit Schwerpunkt auf formgeblasenem Glas des ersten Jahrhunderts n. Chr., stand die Glashütte mit dem „Borg Furnace Project 2015“ (BFP2015) im Mai 2015 für Forschungen zu hellenistischen und römischen Mosaikglas-Gefäßen und zur experimentellen Überprüfung von Theorien zur Herstellung römischen Fensterglases zur Verfügung.

Institutionelle Kooperationspartner des Archäologieparks Römische Villa Borg waren hierbei das Insti-

tut für Alte Geschichte und der Lehrstuhl für Vor- und Frühgeschichte und Vorderasiatische Archäologie der Universität des Saarlandes, mit denen das Projekt als experimentalarchäologische Übung durchgeführt wurde. Anlässlich des „Glastags 2015“, einer jährlich stattfindenden Tagung deutschsprachiger Glasspezialisten, wurden die verschiedensten antiken Glasverarbeitungstechniken thematisiert. Das im Mai 2016 in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich III – Klassische Archäologie der Universität Trier durchgeführte „Borg Furnace Project 2016“ (BFP2016) thematisierte primär genauso wie das die internationale Konferenz „Römische Glasöfen – Befunde, Funde und Rekonstruktionen in Synthese“ begleitende Glasofenprojekt die Herstellung von antikem Goldbandglas. Die Glasmacher Mark Taylor und David Hill (Roman Glassmakers, Großbritannien), François Arnaud (Atelier PiVerre, Frankreich), Torsten Röttsch (LWL Industriemuseum Glashütte Gernheim, Deutschland), William Gudenrath (Corning Museum of Glass, USA) und Liliya Pangelova (Bulgarien) unterstützten fachlich die Glasofen-Projekte.<sup>2</sup>

Nach den beiden zuvor in dieser Reihe publizierten einleitenden und übergreifenden Artikeln<sup>3</sup> wird hier mit dem Thema Fensterglas ein wichtiges Resultat des „Borg Furnace Projects 2015“ genauer vorgestellt.

### Spurensuche am römischen Fensterglas im Archäologiepark Römische Villa Borg

Für das Thema Fensterglas existiert im Archäologiepark Römische Villa Borg ein starker regionaler Bezug, da unter den Funden der dortigen Ausgrabungen insbesondere Fragmente von dem für römische Fenster charakteristischen dickwandigen Flachglas sehr zahlreich vertreten sind. Die Funde sind nicht nur im Bereich des Bades und des Hauptgebäudes dokumentiert, sondern streuen auch im Bereich der Nebengebäude. Eine Vorlage der Flachglasfragmente fehlt bislang. Darüber hinaus sind insgesamt sechs Fragmente von mindestens zwei kuppelförmigen Fenstergläsern bekannt,<sup>4</sup> die wahrscheinlich

1 Grabung „Trier Hopfengarten“ (1999/2000), s. Pfahl 2000 und Wiesenberg 2014, 12-17.

2 Auflistung nach Häufigkeit der Teilnahme.

3 Wiesenberg 2015a; Wiesenberg 2016a. Vgl. Wiesenberg 2015b; Wiesenberg 2016b; Wiesenberg 2016c.

4 Birkenhagen / Wiesenberg (im Druck).

in einer der ersten Bauphasen im Badetrakt der Villa Borg eingebaut waren.

Bei dem hier betrachteten Fensterglas handelt es sich um dickwandiges, naturfarbenes, also blassgrün-bläuliches, Flachglas, dessen eine Seite glatt erscheint, während die andere Seite rau ist und vereinzelt kleinere Partikeleinschlüsse aufweisen kann. Dadurch und durch Kombination seiner Stärke von 2 bis 5 mm mit dem leichten Farbstich handelt es sich eher um transluzentes als transparentes Flachglas. Folgend wird die raue Seite als Unterseite und die glatte Seite als Oberseite angesprochen.

Die Ränder sind in der Regel unbearbeitet und haben im Querschnitt zur Unterseite meist einen etwas kleineren Radius als zur Oberseite. Die Ecken sind stumpf. Im Eckbereich finden sich auf der Oberseite oft Werkzeugabdrücke in Form von Einkerbungen. Im Scherben ist oft eine Art Schichtung des Glases zu erkennen.<sup>5</sup>

Die zuvor beschriebenen Eigenschaften und auch die folgenden Ausführungen zu den möglichen Herstellungsweisen beziehen sich ausschließlich auf das dickwandige römische Fensterglas, welches einseitig rau-matt und auf der Gegenseite glatt-glänzend ist. Das ebenfalls in römischer Zeit bekannte geblasene Fensterglas (Zylinderglas) wird hier nicht betrachtet.

### **Die alte Mär: im Holzrahmen „gegossenes“ Fensterglas**

Seit mehreren Forscher-Generationen herrscht die Meinung vor, das dickwandige Fensterglas der Römischen Kaiserzeit sei durch Gießen in eine Form hergestellt worden, ohne dass diese These jemals in allen Details erfolgreich experimentell nachvollzogen wurde. Die Ideen reichen von einer trockenen oder gewässerten Holzform über eine mit Quarzsand bestreute Holzform bis zu einem Holzrahmen.<sup>6</sup>

Bei der Bearbeitung von Glas nach römischer Rezeptur ist ein Nachheizen des Werkstücks im Ofen unumgänglich, um das Glas weich genug zum Modellieren zu halten. Dies ist nicht nur beim Blasen von Glasgefäßen, sondern auch bei abgesenkten Glasobjekten, wie zum Beispiel offenen Schalen, zwingend erforderlich – und für jeden Glasmacher vom Beginn der Glasverarbeitung an bis heute ein ganz normaler Vorgang. Auch bei den Fenstergläsern ist somit davon auszugehen, dass die Werkstücke zwischendurch immer wieder im Glasofen nachgeheizt wurden, und der Glasmacher die eigentliche Formgebung jeweils danach außerhalb des Ofens vornahm.

Folgt man der Idee der Fertigung der dickwandigen römischen Fenstergläser auf einer (Holz-) Form, so müsste das Werkstück mehrmals auf dieser Form liegend im mindestens 1.000 °C heißen Ofen mehrere Sekunden lang nachgeheizt werden. Dies schließt allerdings Holz als Formmaterial aus. Auch eine gewässerte Holzform ist hierfür ungeeignet. Bei einer gewässerten Holzform

käme noch das Problem hinzu, dass beim „Eingießen“ des Glaspostens in die nasse Form unkontrollierbar Wasserdampf entsteht. An eine einigermaßen ebene Unterseite der Fenstergläser ist so nicht zu denken.

Im Gegensatz zu Holz wäre allerdings ein keramisches Form- bzw. Unterlagenmaterial durchaus möglich. Ein dann zur Vermeidung des Anbackens des Glaswerkstücks an der Form bzw. Unterlage erforderliches pulverförmiges bis feinkörniges Trennmittel würde die matte Unterseite samt ihrer Partikeleinschlüsse erklären.

Aber neben dem Formmaterial sollte auch der postulierte Formgebungsprozess durch Gießen hinterfragt werden. Zum Gießen muss das Glas sehr dünnflüssig sein – deutlich flüssiger und somit deutlich heißer als beispielsweise zum Blasen.

Für nach römischem Vorbild rekonstruiertes Glas hat sich eine Temperatur von 1.050-1.100 °C als ideal zum Blasen von Glasgefäßen gezeigt.<sup>7</sup> Also ist von einer Temperatur der Glasschmelze von 1.200-1.300 °C auszugehen, bei der ein Gießen des Glases erst möglich wäre. Soll die Glasschmelze auf eine Temperatur von 1.200 °C gebracht werden, so ist im Ofenraum eine noch deutlich höhere Temperatur zu erwarten. Diese hohe Temperatur überfordert aber sowohl die Schmelzgefäße für das Glas, die Glashäfen, als auch die Lehmstrukturen der Öfen selber. Die in der Antike als Glashäfen verwendeten Kochtöpfe aus grob gemagerten Ton werden oberhalb einer Temperatur von 1.100 °C so weich, dass selbst an ein umgreifendes Fassen und Ausgießen nicht mehr zu denken ist.<sup>8</sup> Je nach Zusammensetzung des zum Glasofenbau verwendeten Lehms kommt es bei einer Temperatur oberhalb von 1.200 °C erfahrungsgemäß entweder zum Wegschmelzen des Lehms (höherer Silikatanteil)<sup>9</sup> oder zum Abplatzen ganzer Lehmschollen (höherer Kalkanteil)<sup>10</sup>.

Zusammengefasst ist also bei näherer Betrachtung weder ein Holzrahmen noch ein Gießen des Glases zur Herstellung dieses römischen Fensterglases realistisch. Da schriftliche oder bildliche Überlieferungen der Herstellungsweise des dickwandigen römischen Fensterglases fehlen, können nur die römischen Fensterglas-Fundstücke Hinweise auf ihre Herstellung liefern. Eine wahrscheinliche Herstellungsmethode sollte die an den römischen Originalen beobachtbaren und oben angesprochenen Spuren erklären können.

7 Wiedereingeschmolzenes römisches Glas lag sogar ein wenig höher (Taylor 2016, 19).

8 Bei einer Temperatur um 1.200 °C kam es beim Testbetrieb des neuen Glas-Schmelzofens GO-Borg-2 im Archäologiepark Römische Villa Borg sogar zum Bruch des Glashafen-Bodens. Nach Entnahme aus dem Ofen zeigte sich auch, dass der Glashafen komplett verzogen war.

9 So geschehen beim Glasofenprojekt des Provinciaal Archaeologisch Museum Velzeke, Belgien.

10 So geschehen im Oktober 2016 beim Testbetrieb des neuen Glas-Schmelzofens GO-Borg-2 im Archäologiepark Römische Villa Borg.

5 Zu den Charakteristika s. a. Wiesenberg 2016d, 51-56.

6 Z. B. Kisa 1908, 363-364; Komp 2009, 30-31.



Abb. 1: Abfließen der zähflüssigen Glasmasse auf eine mit Trennmittel bestreute Unterlage (Foto: M. Arz).



Abb. 2: Abflachen des Glaspostens zu einem Fladen (Foto: M. Arz).



Abb. 3: Strecken des Glasfladens (Foto: M. Arz).

### **Alternative Idee: Flachglasherstellung durch Strecken eines Glasfladens auf einer keramischen Unterlage**

Schon im Jahre 2000 wurde von Mark Taylor und David Hill die Methode des Streckens eines Glasfladens auf einer keramischen Unterlage vorgeschlagen und in ihrem modernen Studio im südenglischen Quarley erfolgreich umgesetzt.<sup>11</sup> Dies wurde zwar von Denise Allen 2002 publiziert, aber leider hat der in Wales erschienene Artikel<sup>12</sup> insbesondere die deutschsprachige Fachwelt bislang nicht erreicht. Während des „Roman Furnace Project“ 2006 im südenglischen Quarley konnten Mark Taylor und David Hill die Herstellung von römischem Fensterglas nach dieser Methode mit ihrem nach römischer Rezeptur angemischtem Glas an ihrem nach römischem Vorbild gebauten Glas-Schmelzofen wiederholen. Fast ein Jahrzehnt später war diese Herstellungsmethode dann Teil des „Borg Furnace Projects 2015“ im Archäologiepark Römische Villa Borg.<sup>13</sup>

Bei der von Mark Taylor und David Hill vorgeschlagenen Methode wird ein heißer, zähflüssiger Glasposten



Abb. 4: Nachheizen des Werkstücks im Glasofen (Foto: M. Arz).

von einem Stab auf eine solide, mit einem Trennmittel versehene Unterlage ablaufen gelassen. Die hierfür nötige Temperatur liegt bei etwa 1.080 °C, ist also im Rahmen der beim Blasen von Glasgefäßen üblichen Temperaturspanne. Eine oftmals im Scherben sichtbare Schichtung des Glases ist ein guter Hinweis auf dieses Abfließen des Glases. Dieser zähplastische Glasfladen wird zunächst flachgedrückt und anschließend durch im

<sup>11</sup> Taylor / Hill 2003.

<sup>12</sup> Allen 2002, 103-106.

<sup>13</sup> Detaillierte Vorstellung der Herstellungsweise s. Wiesen-berg 2016d.



Abb. 5: Formkorrekturen am nunmehr annähernd quadratischen Werkstück. (Foto: M. Arz).

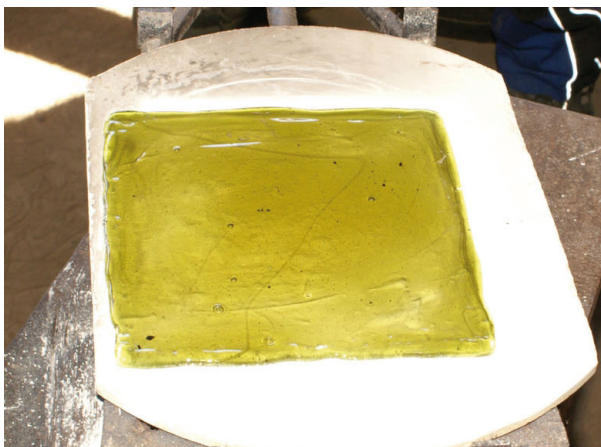


Abb. 6: Flachglas nach römischem Vorbild, hergestellt im Streckverfahren (Foto: M. Arz).

Zentrum ansetzendes Strecken und im Randbereich sowie insbesondere an den Ecken angreifendes diagonales Ziehen auf eine quadratische Form gebracht. Hierbei entstehen zwangsläufig die entsprechenden Werkzeugspuren. Auch mehrmaliges Nachheizen ist nicht in der Lage, diese vollständig zu eliminieren. Sollte das Werkstück in einem Bereich bereits zu weit gestreckt worden sein, so kann die entsprechende Kante von außen wieder passend zurückgedrückt werden. Hierfür sprechen einige Fragmente aus der Villa Borg, die nur auf ihrer Unterseite Verwerfungen aufweisen.<sup>14</sup>

Für alle in dieser Herstellungsweise nötigen Formgebungsprozesse eignen sich flache Werkzeuge wie Maurerkellen mit abgesetztem Griff und Zangen oder stabile Pinzetten. Diese Werkzeuge sind in der römischen Kaiserzeit durchaus bekannt.

Da das Glas außerhalb des Ofens schnell erkaltet und steif wird, ist ein regelmäßiges Nachheizen des Werkstücks in der Arbeitsöffnung des weiterhin bei ca. 1.080 °C betriebenen Glas-Schmelz-/Arbeitsofens erforder-

lich. Hierfür hat sich ein aus Stahl gefertigter Schieber bewährt, der eine mit einem Trennmittel versehene keramische Platte als Werk-Unterlage trägt. Die Abläufe Heizen – Strecken/Formen – Heizen – Strecken/Formen – Heizen werden wiederholt, bis das Werkstück die gewünschte Form und Größe hat. Nach einem letzten Nachheizen wird es, ggf. sogar auf der Unterlage, in den auf ca. 500 °C gehaltenen Kühl- bzw. Entspannungssofen gelegt. Dort kühlt das Fensterglas über Nacht langsam ab, was das Auftreten innerer Spannungen weitgehend vermeidet.

Nach Entnahme aus dem Kühllofen werden lediglich Trennmittelreste von der Unterseite abgewaschen. Da die römischen Fragmente in der Regel keine Zuschnittspuren aufweisen, ist das Fensterglas ansonsten nach Entnahme aus dem Kühllofen bereits einbaufertig. Die in dieser Strecktechnik gefertigten Fenstergläser weisen nicht nur die gleichen Eigenschaften und Herstellungsspuren wie die römischen Originale auf, vielmehr lassen sich alle beobachteten Spuren durch genau diese Herstellungsweise erklären.

### Kuppelförmiges Fensterglas – die *oculi*

Während das zuvor diskutierte römische Flachglas stets quadratisch bis rechteckig war, lässt sich das kuppelförmige Fensterglas am ehesten als mit einem 4-5 cm breiten Rand versehener Kugelabschnitt beschreiben. Die weiteren Charakteristika, wie die blassgrün-blaue Farbe, die Stärke von 2-5 mm, die Schichtung im Scherben und die rau-matte Unterseite bzw. glatt-glänzende Oberseite, gleichen denen des dickwandigen Flachglases. Werkzeugspuren liegen insbesondere im flachen Randbereich, aber auch im Übergang zwischen Rand und Kuppel vor.<sup>15</sup> Von der Randkrümmung her weisen die sechs in der Villa Borg vorliegenden, eindeutig diesem Glasobjekt-Typus zuweisenden Fragmente auf mindestens zwei Kuppelgläser von 36-42 cm Außendurchmesser hin.<sup>16</sup>

Schon 1997 schlugen Sylvia Fünfschilling und Beat Rütli, sowie unabhängig davon 2002 Denise Allen, eine Herstellung durch Absenken über eine Form vor.<sup>17</sup> In vielen Produktionsschritten gleicht die wahrscheinliche Herstellungstechnik der kuppelförmigen Fenstergläser der zuvor vorgestellten Herstellung von Flachglas durch Abziehen eines Glaspostens auf einer Unterlage und ein darauf folgendem Strecken desselbigen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass der zu einem zunächst runden Fladen geformte Glasposten mittig auf eine hemisphärische Form gelegt und folgend über diese unter Hitzezufuhr abgesenkt wird. Mit entsprechendem Werkzeugeinsatz von Maurerkelle und Zange bzw. stabiler Pinzette lässt sich der Glasfladen recht schnell zu einer Kuppel mit flachem Rand formen.

Da der Einsatz der Werkzeuge nicht im eigentlichen Kuppelbereich, sondern nur in der Randzone und zur

14 Wiesenberg 2016d, 53-54; 54 Abb. 4; 5. Genau diese Fundstücke widerlegen den Einsatz eines Formrahmens, denn dieser würde ein Zurückdrücken des Randes unmöglich machen.

15 Detaillierte Vorstellung der Herstellungsweise s. Wiesenberg 2016e.

16 Birkenhagen / Wiesenberg (im Druck).

17 Fünfschilling / Rütli 1997, 52; Allen 2002, 108.

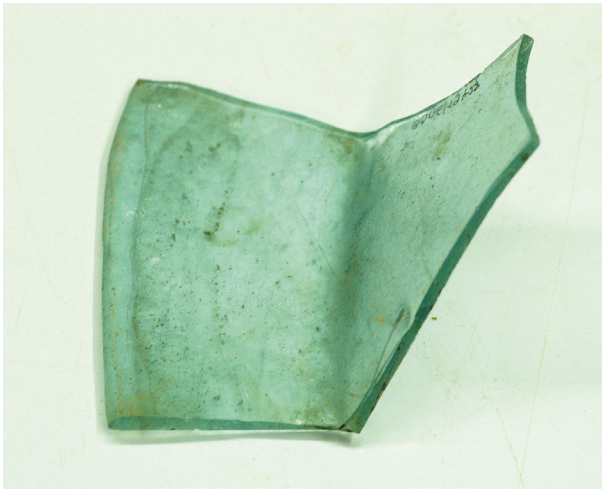


Abb. 7: Fragment eines kuppelförmigen Glasfensters aus dem Archäologiepark Römische Villa Borg (Foto: F. Wiesenberg).

schärferen Profilierung im Übergang zwischen Rand und Kuppel erfolgt, treten auch nur genau in diesen Bereichen die Werkzeugspuren auf. Die geringere Materialstärke im oberen Kuppelbereich im Vergleich zum unteren Kuppel- und zum Randbereich lässt sich auch mit der Streckung des Glases durch die Form erklären. Ebenso erklärt der Einsatz einer Form die Oberflächenbeschaffenheit der Unterseite. Technologisch wäre hier ein Bindeglied zwischen dem römischen Flachglas und den abgesenkten Schalen<sup>18</sup> gleicher Datierung zu sehen.

### Römisches Fensterglas beim „Borg Furnace Project 2015“

Nachdem Mark Taylor und David Hill schon 2006 die Herstellung von Flachglas mittels des Streckverfahrens erfolgreich an einem nach römischem Vorbild erbauten Glas-Schmelz-/Arbeitsofen demonstriert hatten, wurde dies von Mark Taylor und François Arnaud, assistiert von Frank Wiesenberg, beim „Borg Furnace Project 2015“ noch einmal vor Publikum wiederholt und fotografisch dokumentiert. Darüber hinaus konnte auch das kuppelförmige Fensterglas erstmals in einer nach antiken Vorbild gestalteten Werkstatt rekonstruiert werden. Da für beide Vorhaben die Öffnungsweite des bisherigen Kühllofens KO-Borg-1 nicht ausreichte, musste ein weiterer Kühllofen KO-Borg-2 mit einer deutlich breiteren Öffnung gebaut werden. Danach war nicht mehr der Kühllofen, sondern der Glas-Schmelz- und Arbeitsofen GO-Borg-1 der limitierende Faktor.

<sup>18</sup> Der Absenkprozess gleicht dem bei der Herstellung von Rippenschalen, vgl. Taylor / Hill 2003a; Wiesenberg 2013b. Während der Rand der (Rippen-) Schalen im stumpfen bis rechten Winkel auf die Formunterlage stößt, wird bei den kuppelförmigen Fensterscheiben ein 4-5 cm breiter Rand annähernd rechtwinklig abgesetzt.

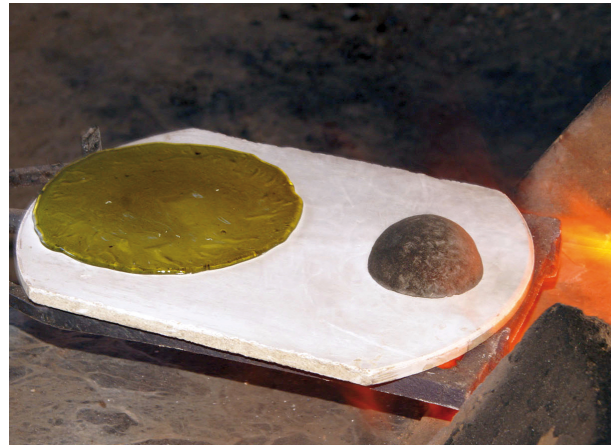


Abb. 8: Glasfladen und vorgeheizte Form vor dem Auflegen des Glasfladens (Foto: M. Arz).



Abb. 9: Absenken des Glasfladens über die Form (Foto: M. Arz).



Abb. 10: Formkorrekturen im Übergang zwischen dem geraden Rand und der Kuppel (Foto: M. Arz).



Abb. 11: Nachheizen im Glasofen (Foto: M. Arz).



Abb. 12: Kuppelglas nach römischem Vorbild, hergestellt im Streck- und Absenkverfahren (Foto: M. Arz).

Die Herstellung sowohl des Flachglases als auch des kuppelförmigen Fensterglases gelang problemlos am „römischen“ Ofen im Archäologiepark Römische Villa Borg. Aufgrund der nur 22 cm Werkstückbreite zulassenden Arbeitsöffnung des Arbeitsofens musste das Kuppelglas leider etwas verkleinert rekonstruiert werden. Die Wiederholung im Maßstab 1:1 an einem hierfür geeigneten Ofen ist geplant.

Bei beiden Fensterglas-Typen zeigen die aus nach römischer Rezeptur angemischtem Glas gefertigten und an einem nach römischem Vorbild erbauten Ofen rekonstruierten Werkstücke die gleichen Charakteristika und Werkzeugspuren wie die römischen Originale. Deswegen erscheinen die hier vorgestellten Herstellungstechniken, das Streckverfahren für das Flachglas und das Strecken und Absenken für die *oculi*, sehr wahrscheinlich. Aufgrund der zuvor ausgeführten Überlegungen kann die bislang insbesondere in der deutschen Fachliteratur vorherrschende These des „gegossenen“ Fensterglases als widerlegt angesehen werden. Folgend sollte der bislang verwandte Terminus „gegossenes Fensterglas“ für diesen frühen Flachglas-Typ nicht mehr zur Anwendung kommen. Ich möchte hiermit die Bezeichnung des einseitig rauen römischen Fensterglases als „Streckglas“-Fensterglas anregen.

### **Ausblick auf den Experimentalarchäologischen Werkbereich**

Im November 2016 wurde der Kulturstiftung des Kreises Merzig-Wadern als Träger des Archäologieparks Römische Villa Borg seitens des Wirtschaftsministeriums des Saarlandes eine Förderzusage für den Bau eines Experimentalarchäologischen Werkbereiches erteilt, die passend zum Festakt „30 Jahre Archäologiepark Römische Villa Borg“ kommuniziert wurde. Hierdurch ist nicht nur der Bau bzw. die Rekonstruktion einer römischen Töpferwerkstatt samt Brennofen und einer voll ausgestatteten Metallwerkstatt mit Schmiedeesse, sondern auch einer größeren Glashütte im Jahre 2017 im Archäologiepark Römische Villa Borg möglich. Diese zweite Glashütte soll einen größeren Glas-Schmelzofen, mehrere kleinere Arbeitsöfen und mindestens einen großen Kühlöfen beherbergen.

Mit dieser deutlichen Erweiterung der Infrastruktur ist zukünftig auch die Fertigung größerer Glas-Objekte möglich. Die durch die Arbeitsöffnungs-Querschnitte von Glas-Schmelz- und Kühlöfen momentan bestehende Limitation entfällt dann, sodass beispielsweise die Kuppelfenster in ihrer Originalgröße von ca. 42 cm Durchmesser rekonstruierbar sein werden. Zudem können die stets benötigten Ofenbauteile und Schmelzgefäße nicht

nur selbst hergestellt, sondern auch in einem holzbefeuerten Ofen gebrannt werden. Der nur 60 Liter fassende elektrische Brennofen ist auch für die Ofenbauteile, wie die Reduzierringe für die Arbeitsöffnungen, an der Grenze seines Fassungsvermögens.

Wie auch das für Anfang Juni 2017 angesetzte „Borg Furnace Project 2017“ (BFP2017), ist für die Planung und den Bau des Töpferofens eine Zusammenarbeit mit dem Archäologischen Institut der Universität zu Köln in Form von Kursen bzw. Übungen geplant. Der Glasofen-Kurs wird vom 5. bis 11. Juni 2017 nach bewährtem Muster abgehalten, was neben dem Betrieb von Glas-Schmelz- und Kühlöfen auch den Bau und Betrieb eines Perlenofens beinhaltet. Im Töpferofen-Kurs hingegen werden nicht nur verschiedene Brennofen-Befunde vorgestellt und im Hinblick auf ihre Realisierbarkeit diskutiert, sondern das Ergebnis des Workshops wird in den Monaten Juli bis September 2017 im Archäologiepark Römische Villa Borg gebaut und parallel die erste Ladung Töpferwaren für den Ofen hergestellt. Voraussichtlich Ende September 2017 soll dann die erste Fahrt des Töpferofens stattfinden.

## Zusammenfassung

Während des „Borg Furnace Projects 2015“ wurden in der nach römischem Vorbild rekonstruierten Glashütte des Archäologieparks Römische Villa Borg erstmals verschiedene „römische“ Fensterglas-Arten hergestellt. Mark Taylor und François Arnaud fertigten das einseitig rau-matte Flachglas im Streckverfahren, bei dem ein Glasposten auf einer flachen keramischen Unterlage mit Werkzeugen zu einer quadratischen Glasplatte gestreckt und gezogen wird. Die Merkmale und die Werkzeugspuren decken sich mit denen des für die frühe römische Kaiserzeit typischen Flachglases, welches in zahlreichen Fragmenten aus dem Archäologiepark Römische Villa Borg vorliegt.

Darüber hinaus stellte Mark Taylor auch ein kuppelförmiges Fensterglas nach Fundstücken des Archäologieparks Römische Villa Borg her. Hierfür wurde ein Glasfladen über einer halbkugelförmigen Form abgesenkt. Auch hier sind die bei der Rekonstruktion auftretenden Merkmale und Spuren identisch mit denen der Originalfragmente.

Nach heutigem Forschungsstand sind sowohl das Absenkverfahren für das römische Kuppelglas (*oculi*) als auch das Streckverfahren für das frühe römische Flachglas als die wahrscheinlichsten Herstellungsverfahren anzunehmen. Die vielfach angeführte Herstellung des Flachglases durch Guss in eine Holzform scheidet aus theoretischen und praktischen Gründen aus, weshalb der zurzeit weit verbreitete Terminus „gegossenes Fensterglas“ für diesen Objekttypus unzutreffend ist.

## Résumé

Au cours du « Borg Furnace Project 2015 », différents types de vitre « romaine » ont été produits, pour la pre-

mière fois, dans la verrerie reconstruite selon des modèles romains sur le terrain du parc archéologique Archäologiepark Römische Villa Borg. Mark Taylor et François Arnaud ont fabriqué le verre plat dont un côté est rugueux et mat en utilisant un procédé d'étirage au cours duquel le verre est répandu sur une surface plane en céramique pour être tendu et étiré sous forme de carreau à l'aide d'outils. Les caractéristiques et les traces laissées par les outils correspondent à celles du verre plat typique du début de l'époque impériale romaine qu'on retrouve dans de nombreux fragments provenant de l'Archäologiepark Römische Villa Borg.

Mark Taylor a également fabriqué une vitre en forme de coupole d'après des objets trouvés au sein de l'Archäologiepark Römische Villa Borg. Pour ce faire, du verre fondu a été versé sur une forme hémisphérique. Dans ce cas également, les caractéristiques et traces qui apparaissent lors de la reconstruction sont identiques à celles des fragments originaux.

Selon l'état actuel de la recherche, aussi bien la technique de moulage pour produire du verre romain sous forme de coupole (*oculi*) que le procédé d'étirage pour fabriquer le verre plat utilisé au début de l'ère romaine peuvent être considérés comme les techniques de fabrication les plus probables. Pour des raisons théoriques et pratiques, il n'est pas possible de produire du verre plat par un procédé de coulage dans une forme en bois, bien que ce procédé soit souvent mentionné. C'est la raison pour laquelle le terme de « vitre coulée » actuellement largement utilisé n'est pas correct pour ce type d'objet.

## Summary

For the first time at Borg, different 'Roman' window glass types were reconstructed during the „Borg Furnace Project 2015“ in the Archaeological Park Roman Villa Borg's hot glass workshop. Using a flat ceramic support, by stretching and pulling a gather of hot glass to create a square shape, Mark Taylor and François Arnaud recreated several of the matt-glossy window panes typical of the first century AD. The observable characteristics and tool marks matched those of the Archaeological Park Roman Villa Borg's Roman fragments.

Furthermore, Mark Taylor reconstructed one of the Villa Borg's domed window glasses by slumping a stretched hot glass disc over a hemispherical mould. Again the characteristics and tool marks were identical to those seen on the Roman fragments.

According to current research and knowledge, the slumping method seems to be the correct method for making domed Roman window glasses (*oculi*), and the stretching and pulling method is likely to be the method of manufacturing the early Roman matt-glossy square or rectangular window panes. For theoretical and practical considerations, the often-suggested method of pouring hot glass into a wooden mould is very unlikely. Therefore the term 'cast window glass', though still widely used, is not appropriate for these glass objects.

## Literatur

- Allen 2002 = D. Allen, Roman Window Glass. In: M. Aldhouse-Green / P. Webster, *Artefacts and Archaeology. Aspects of the Celtic and Roman World* (2002) 102-111.
- Birkenhagen / Wiesenberg (im Druck) = B. Birkenhagen / F. Wiesenberg, Oculi – Kuppelförmiges Fensterglas aus dem Archäologiepark Römische Villa Borg. In: *Denkmalpflege im Saarland 9* (im Druck).
- Fünfschilling / Rütli 1997 = S. Fünfschilling / B. Rütli, Römische und frühmittelalterliche Glasfunde von Liestal-Munzach. In: „Keine Kopie an Niemand!“ Festschrift für Jürg Ewald zu seinem sechzigsten Geburtstag. *Archäologie und Museum 39* (Liestal 1997) 49-61.
- Kisa 1908 = A. Kisa, *Das Glas im Altertume*. Hiersemanns Handbücher III (Leipzig 1908).
- Komp 2009 = J. Komp, Römisches Fensterglas. Archäologische und archäometrische Untersuchungen zur Glasherstellung im Rheingebiet (Aachen 2009).
- Pfahl 2000 = St. Pfahl, Die Ausgrabung Trier ‘Hopfengarten’. Wasserversorgung und Glasherstellung in einem ‘Handwerkerviertel’ der römischen Stadt. *Funde u. Ausgr. Trier 32*, 2000, 43-58.
- Taylor 2016 = M. Taylor, Blowing Original Roman Glass. In: B. Birkenhagen / F. Wiesenberg, *Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik*. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3 (Merzig 2016) 16-20.
- Taylor/Hill 2003 = M. Taylor / D. Hill, No Pane, No Gain! (2003). <<http://www.theglassmakers.co.uk/archiveromanglassmakers/articles.htm#No>> [16.01.2016].
- Wiesenberg 2013 = F. Wiesenberg, Über die Fertigungstechnik von römischem Fensterglas (2013). <[http://www.glasrepliken.de/p\\_artikel\\_fensterglas.htm](http://www.glasrepliken.de/p_artikel_fensterglas.htm)> [16.01.2016].
- Wiesenberg 2014 = F. Wiesenberg, Experimentelle Archäologie: Römische Glasöfen. Rekonstruktion und Betrieb einer Glashütte nach römischem Vorbild in der Villa Borg. „Borg Furnace Project 2013“. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 6 = ARCHEOglas 2 (Merzig 2014).
- Wiesenberg 2015a = F. Wiesenberg, Das experimentalarchäologische “römische” Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg (Borg Furnace Project). In: M. Koch (Hrsg.), *Archäologentage Otzenhausen 1. Archäologie in der Großregion. Internationales Symposium zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen 7.-9. März 2014* (Nonnweiler 2015) 315-322.
- Wiesenberg 2015b = F. Wiesenberg, Das römische Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg (“Borg Furnace Project”) – Rekonstruktion und erste Betriebsphasen. In: G. Schöbel (Hrsg.), *Experimentelle Archäologie in Europa 14 - Bilanz 2015* (Unteruhldingen 2015) 73-82.
- Wiesenberg 2016a = F. Wiesenberg, Rohglas, Mosaikglas, Rippenschalen und römisches Fensterglas – Neues vom experimentalarchäologischen “römischen” Glasofenprojekt im Archäologiepark Römische Villa Borg (Borg Furnace Project 2015, BFP2015). In: M. Koch (Hrsg.), *Archäologentage Otzenhausen 2. Archäologie in der Großregion. Internationales Symposium zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen 19.-22. Februar 2015* (Nonnweiler 2016) 265-272.
- Wiesenberg 2016b = F. Wiesenberg, Rohglas, Mosaikglas, Rippenschalen und römisches Fensterglas – ausgewählte Resultate des “Borg Furnace Project 2015” im Archäologiepark Römische Villa Borg. In: G. Schöbel (Hrsg.), *Experimentelle Archäologie in Europa 15 - Jahrbuch 2016* (Unteruhldingen 2016) 35-46.
- Wiesenberg 2016c = F. Wiesenberg, Experimentelle Archäologie: Die Römische Glashütte im Archäologiepark Römische Villa Borg. In: B. Birkenhagen / I. Vogt (Hrsg.), *30 Jahre Archäologiepark Römische Villa Borg* (Merzig 2016) 84-97.
- Wiesenberg 2016d = F. Wiesenberg, Durchblick schaffen – zur römischen Flachglasherstellung. In: B. Birkenhagen / F. Wiesenberg, *Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik*. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3 (Merzig 2016) 47-66.
- Wiesenberg 2016e = F. Wiesenberg, Eine runde Sache – Rekonstruktion des kuppelförmigen Fensterglases des Archäologieparks Römische Villa Borg. In: B. Birkenhagen / F. Wiesenberg, *Experimentelle Archäologie: Studien zur römischen Glastechnik*. Schriften des Archäologieparks Römische Villa Borg 7 = ARCHEOglas 3 (Merzig 2016) 72-84.

## Anschrift des Verfassers

Frank Wiesenberg B.A.  
Projektleiter des Glasofenprojekts im Archäologiepark  
Römische Villa Borg  
Im Meeswald 1  
D-66706 Perl-Borg  
[info@glasrepliken.de](mailto:info@glasrepliken.de) / [f.wiesenberg@villa-borg.de](mailto:f.wiesenberg@villa-borg.de)  
[www.glasofenexperiment.de](http://www.glasofenexperiment.de)