

## **Wie die Glasflaschen nach Düsseldorf kamen**

Eine schriftliche Posterpräsentation im Rahmen  
der Veranstaltung „Glasgalaxien - Ein Seminar der  
transdisziplinären Wissenschaftskommunikation“  
an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt am 13. Juli 2020 von

**Anna Buchmayer, Robby Hesse und Tobias Löffler**

# Wie die Glasflaschen nach Düsseldorf kamen

Bereits in der Jungsteinzeit nutzten die Menschen Werkzeuge aus vulkanischem Glas. Seit etwa 5000 Jahren stellten sie mit einfachsten Mitteln selbst Glas aus Sand, Asche und Kreide her und optimierten die Rezepturen und Herstellungsmethoden über die Jahrtausende, wodurch Glasgefäße als Alltags- und Kunstobjekte bald die ganze Welt eroberten. Die Entwicklungsgeschichte von Glasgefäßen wird hier an ausgewählten Meilensteine veranschaulicht.

## um 9500 v.Chr. Steinzeitliche Naturglaswerkzeuge



Abb. 1: Neolithische Obsidianwerkzeuge und -pfeilspitzen, gefunden im Gates-of-the-Arctic-Nationalpark, Alaska [1]

## 14. - 17. Jh. n.Chr. Venediger Kristallglas

- Glasmanufakturen in Murano durch byzant. Rohglas-Handel
- verschiedene Glasarten: cristallo (Kristallglas), lattimo (Milchglas), Millefioriglas
- Geheimnis der Entfärbung (Manganoxid) durch Industriespionage gelüftet
- Glas wird zu Luxusgut, oft vergoldet und veredelt



Abb. 8: Venezianische Glasvase, ca. 1550–1600 [8]

## 17. - 19. Jh. n.Chr. Beginnende Industrialisierung in der Glasproduktion

- Glaserzeugung in größeren Fabriken
- Technische Serienproduktion von Verbrauchsgegenständen wie Flaschen
- Stahl und Eisen günstig verfügbar für den Bau von Maschinen und Werkzeugen
- Kontinuierlich-betriebene Glasschmelzwanne ermöglicht Dauerbetrieb
- 1799 Hohan Storm gründet Glashütte in Oberkirchen welche 1823 von Caspar Heye übernommen wird

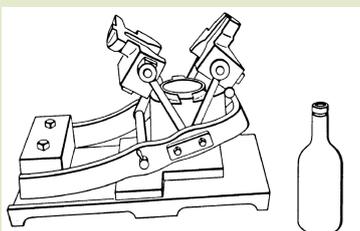


Abb. 9: Eiserne Flaschenform aus dem Jahre 1827 [9]

## um 1450 v.Chr. Ältestes erhaltenes Glasgefäß aus Ägypten

- Älteste Glasobjekte: Mesopotamische Glasperlen 23. Jh. v.Chr. (auslaufende Bronzezeit)
- Material: 60 % Silizium, 10 % Kalzium (Wüstensand), 20% Alkalisalz
- Färbung mit Mangan (Amethyst), Kupferverbindungen (Grün, Blau, Rot) und Blei-Antimon (Gelb)
- Undurchsichtig durch Unreinheiten und Zinnoxid
- Glasrezept um 650 v.Chr.: "60 Teile Sand, 180 Teile Asche aus Meerespflanzen und 5 Teile Kreide"



Abb. 2: Glaskelch von Pharao Thutmosis III. um 1450 v.Chr., Staatliches Museum Ägyptischer Kunst München [2]

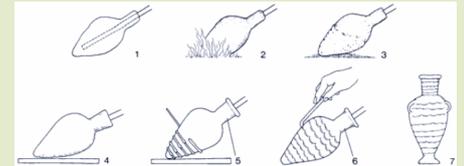


Abb. 3: Ägyptische Sandkerntechnik; der Kern aus Ton/Sand wird in Glasschmelze gedreht und mit Glasfäden ummantelt [3]



Abb. 4: Nachbildung eines römischen Glasofens, Römisch-Germanisches-Museum Köln (RGM), Standort Villa Borg, Trier [4]

## 1. Jh. v.Chr. - 4. Jh. n.Chr. Serienproduktion römischer Gläser dank Erfindung der Glasmacherpfeife

- Glasmacherpfeife ermöglicht geblasene Hohlgefäße
- Qualität trotz Serienproduktion dank Holzformen und -wannen
- Gläser dadurch im 3. Jh. n.Chr. für fast alle Römer erschwinglich



Abb. 5: Römische Zweihenkelkanne, 3.-4. Jh. n.Chr., RGM Köln [5]

## 12. - 18. Jh. n.Chr. Wandernde Waldglashütten

- Mangels Soda (Natriumcarbonat) wurde Pottasche (Kalziumcarbonat) als Flussmittel verwendet
- Immenser Holzverbrauch zur Pottascheproduktion und Ofenbefeuerung: 1kg Glas = 1 Raummeter Holz
- Hütten wanderten nach Waldrodung alle 10-20 Jahre weiter
- Farbgebung (grünes "Waldglas") durch Eisenoxide im Quarzsand
- Als preisgünstiges Gebrauchsglas minderer Qualität hoch gefragt

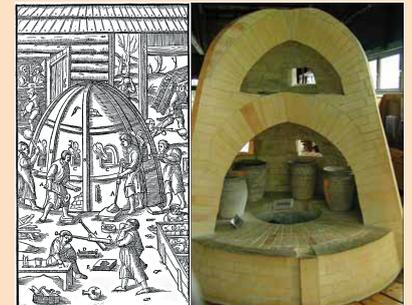


Abb. 6 (oben): Kupferstich eines mittelalterlichen Glasofens von Agricola (1494-1555) und Nachbau im Glasmuseum Frauenau [6]



Abb. 7 (links): Dickwandige Flaschen aus Waldglas, 18. Jh., Stiftung Stadtmuseum Berlin [7]

## ab 1864 Düsseldorfer Glasflaschen

- Gründung der Glashütte in Gerresheim im Jahr 1864 durch Ferdinand Heye mit Mitteln aus dem Erbe der Glasfabrik in Oberkirchen
- Anwerben von Glasbläsern aus ganz Europa
- Firma prägt über Werkswohnungen das Stadtbild
- 1903: Erfindung vollautomatischer Flaschenproduktionsmaschine "Owens Maschine" (USA)
- Gründung des Europ. Verbandes der Flaschenfabriken für Nutzungsrechte der ersten Owens Maschine in Gerresheim in 1908

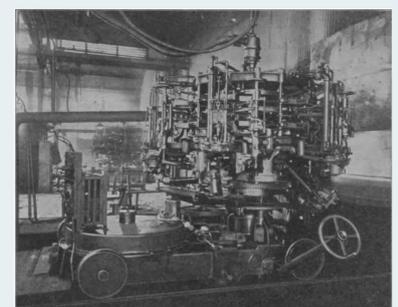


Abb. 10: Automatische Flaschenblasmaschine "Owens Maschine" von 1912 in Karussellform [10]

[1] Website Gates-of-the-Arctic-Nationalpark [2] Wikimedia Commons

[3] Nicholson PT, Shaw I: Ancient Egyptian materials and technology [4] www.rheinland-blogger.net

[5] www.antike-tischkultur.de [6] Beiler H. Vom Waldglas zum Spiegelauer Kristallglas

[7] www.brandenburgikon.net [8] Wikimedia Commons

[9] Albrecht H. Glasmaschinen [10] Springer L. Die Fortschritte der Glas Technik

Bereits in der Jungsteinzeit nutzten die frühen Menschen Werkzeuge aus vulkanischem Glas. Seit etwa 5000 Jahren stellten sie mit einfachsten Mitteln selbst Glas aus Sand, Asche und Kreide her und optimierten die Rezepturen und Herstellungsmethoden über die Jahrtausende, wodurch Glasgefäße als Alltags- und Kunstobjekte bald schon für jedermann erschwinglich wurden und damit die ganze Welt eroberten. Dieses Poster soll die Entwicklungsgeschichte von Glasgefäßen von den ersten, noch undurchsichtigen Kelchen der ägyptischen Pharaonen bis hin zur industriellen Fertigung von Glasflaschen in der Gerresheimer Glashütte in Düsseldorf anhand einiger ausgewählter Meilensteine auf diesem Weg veranschaulichen.

### **um 9500 v.Chr.** **Steinzeitliche Naturglaswerkzeuge**

Glas als Naturprodukt ist eines der ältesten Werkstoffe unserer Erde. Es entsteht indem bei großer Hitze glasbildende Gesteine schmelzen und dann rasch erstarren, z.B. bei Vulkanausbrüchen (Obsidian oder Bimsstein), Blitzeinschlägen in Quarzsand (Fulgurite) oder beim Aufschlagen von Meteoriten auf die Erde (Tektite). Bereits im Neolithikum (etwa 9500 bis 2200 v.Chr.) benutzten Menschen dieses natürliche Vulkanglas als Schneidwerkzeuge, Keile, Bohrer oder Pfeilspitzen (Abb. 1). Natürliches Glas wurde jedoch auch für Kunstobjekte verwendet. So bestehen beispielsweise die Moai Skulpturen auf den chilenischen Osterinseln, die neueren Untersuchungen zufolge aus dem 12. bis 13. Jahrhundert n.Chr. stammen, aus vulkanischem Hyalotuff-Gestein und deren Augen aus weißem Korallenkalk und Obsidian. [11-15]

### **um 1450 v.Chr.** **Ältestes erhaltenes Glasgefäß aus Ägypten**

Die Kunst der Glasherstellung entwickelte sich aus der Metall- und Fayence-Herstellung (keramische Tonwaren mit gefärbten Bleiglasuren) und lässt sich anhand mesopotamischer Glasperlenfunde in die auslaufende Bronzezeit bis ins 23. Jh. v.Chr. datieren. Das älteste erhaltene Glasgefäß ist ein Kelch mit der Namensaufschrift von Pharao Thutmosis III., der im Staatlichen Museum Ägyptischer Kunst in München ausgestellt ist und aus der Zeit um 1450 v.Chr. stammt (Abb. 2). Die damaligen Kelche, Becher und Vasen wurden nach der **Sandkerntechnik** gefertigt, bei der ein Kern aus Ton und Sand an einem Stock geformt wurde, der dann in zähflüssiger Glasschmelze gedreht und mit dicken, erhitzten Glasfäden in mehreren Schichten umwickelt wurde (Abb. 3). Diese Glasschmelze bestand aus 60 % Silizium, 10 % Kalzium aus zerpulvertem Wüstensand mit hohem Kalkgehalt und 20 % alkalischem Salz als Flussmittel. Nachdem das Glas erkaltet war, wurde der Kern herausgekratzt damit das Hohlgefäß entstand. Anschließend wurden noch Verzierungen wie Ornamente, Goldbandauflagen oder Gravuren mit Zangen herausgearbeitet und anschließend Henkel angesetzt.

Die ägyptischen Gläser zeichnen sich durch ihre Undurchsichtigkeit aus, die durch die Unreinheiten der Glasschmelze und Zinnoxid verursacht wurde. Um das Glas einzufärben, wurden Metalloxide oder Tonerden dem Sand hinzugefügt. Durch Kupferverbindungen konnten so Grün-, Blau- und Rotfärbungen erzielt werden, durch Mangan erhielt man amethystfarbenes Glas und mit einer Blei-Antimonverbindung gelbfärbtes Glas.

Das älteste bekannte Glasrezept stammt aus der Bibliothek des assyrischen Königs Assurbanipal (668-626 v.Chr.) und sieht „60 Teile Sand, 180 Teile Asche aus Meerespflanzen und 5 Teile Kreide“ zur Glasherstellung vor. Aus der Asche von Meerespflanzen lässt sich Soda (Natriumcarbonat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) gewinnen. [11, 16-19]

## 1. Jh.v.Chr. - 4. Jh.n.Chr.

### Serienproduktion römischer Gläser dank Erfindung der Glasmacherpfeife

Antikes Glas bestand aus Sand, Flussmittel und Kalk, wobei nur Sand und Flussmittel in einem bestimmten Verhältnis gemischt wurden. Der Kalk war oft in den Grundkomponenten bereits enthalten und scheinbar war den antiken Glasmachern dessen Bedeutung nicht bekannt. Ohne zusätzlichen Kalk war die Glasmasse jedoch wasserlöslich, weshalb sich viele antike Gläser im Lauf der Zeit einfach aufgelöst haben oder in einem instabilem Zustand befinden.

Zur Zeit des Römischen Reiches (etwa 500 v.Chr. bis 400 n.Chr.) erlebte die Glasherstellung eine erste Blütezeit. Eine einschneidende Wende stellte die Erfindung der Glasmacherpfeifen in Syrien im 1. Jh. v.Chr. dar, welche bis heute in der handwerklichen Glasfertigung verwendet werden. In der Antike wurde Glas in einem **zweistufigen Schmelzprozess** hergestellt, da die antiken Brennöfen die erforderlichen Temperaturen von über  $1000^\circ\text{C}$  noch nicht erreichen konnten. Dabei wurde durch Erhitzung von Asche und Flusskiesel ein Zwischenprodukt (Fritte) erzeugt, welches nach dem Erkalten (Läuterung) zerkleinert und in einem zweiten Schmelzofen bei niedrigerer Temperatur geschmolzen wurde. Beim erneuten Abkühlen konnte die Färbung des Glases durch Zufügen von Farbpartikeln beeinflusst werden. Dieser zähflüssige Glasposten konnte nun mit einer Glasmacherpfeife, einem etwa 1,5 m langen Metallrohr mit isoliertem Holzgriff, aus dem Schmelztiegel aufgenommen und durch Luftzufuhr in eine Hohlform geblasen werden. Mit Hilfe von Hölzern oder runden Wannen auf dem Boden wurde das zähflüssige Glas in Form gehalten. Einige der römischen Öfen wurden in der Nähe von Köln entdeckt (Abb. 4).

Mit dieser Technik und den Holzformen war es nun möglich, **gleichartige Gläser in Serien** zu produzieren. Durch diese Innovation konnten außerdem Signaturen in die Gläser gebracht werden. Heute kann man darüber einige geblasene Werke Ennion zuordnen, einem Glasbläser aus dem 1. Jh. n.Chr., dessen Gläser von besonderer Qualität zeugten. Ab dem 1. Jh. n.Chr. nimmt die Glasproduktion derart zu, dass wohlhabende Haushalte häufig Glasfenster besaßen und für große Teile der Bevölkerung Glasbecher erschwinglich wurden. Ein exemplarisches Glasgefäß ist in Abbildung 5 dargestellt. Es handelt sich um eine bläuliche Vase oder Kanne, deren Bauch gerade ist. Der Flaschenhals verengt sich und oben gibt es einen breiteren Rand mit einer Wulst. Zwei Henkel sind sich gegenüberliegend unterhalb der Öffnung angebracht. Am Bauch des Gefäßes sind Muster eingeritzt. In der Völkerwanderungszeit geht das Wissen um die Rohglasherstellung in vielen Provinzen verloren und man behilft sich mit dem Recyclen alter Gläser. Römisches Fensterglas war daher im 5. und 6. Jh. ein geschätztes Rohprodukt. Dieser Tatsache geschuldet, muss dessen Produktion verhältnismäßig einfach gewesen sein. [11, 20, 21]

## 12.-18. Jh.n.Chr.

### Wandernde Waldglashütten

Noch zur Römerzeit wurde Soda (Natriumcarbonat) als Flussmittel oder auch „Glasbildner“ verwendet, um Struktur und Eigenschaften des Glases zu beeinflussen und eine (Wieder-)Kristallisation des Quarzsandes nach der Schmelze zu verhindern. Dieser teure Rohstoff kommt jedoch in Mitteleuropa kaum natürlich vor und musste beispielsweise aus dem Orient importiert werden. Im beginnenden Mittelalter (5.-8. Jh.) beschränkte sich daher die Glasproduktion in Mitteleuropa auf farbiges Glas für Kirchenfenster in sesshaften Klösterhütten.

Erst mit dem **Einsatz von Pottasche (Kaliumcarbonat,  $K_2CO_3$ )** als Flussmittel entstanden im 12. Jahrhundert weltliche Wanderglashütten nördlich der Alpen. Pottasche wurde durch die Verbrennung von Eichen-, Buchen- oder Fichtenholz gewonnen, weshalb sich die Waldglashütten bevorzugt in stark bewaldeten und dünn besiedelten Gebieten niederließen. Der Bedarf an Holz zur Herstellung der Pottasche (80-85 % des Holzes wurden veräschert) und zur Befeuerung der Schmelzöfen war jedoch immens. Für 1 kg Glas benötigte man ca. 1 Raummeter Holz, was einem jährlichen Bedarf von etwa 30 Hektar Waldfläche entsprach. Waren die umliegenden Wälder gerodet, wanderten die Glashütten etwa alle 10 bis 20 Jahre „dem Holz nach“, weiter zum nächsten Standort. Die freien Flächen wurden vom Lehnsherren als Ackerland genutzt und die Gebäude dienten den so entstehenden Dörfern als erste Siedlungshäuser.

Der Name „Waldglas“ stammt jedoch nicht von den Wäldern um die Glashütten, sondern von der **grünen und bräunlichen Färbung** des produzierten Glases. Zum einen enthielt der billige Quarzsand, der in Bachbetten angeschwemmt wurde und auch im Bergbau als Nebenprodukt abfiel, geringe Mengen an Eisenoxiden, welches selbst in Mengen unter 0.1 % das Glas grün färbte. Zum anderen enthielt auch die Verbrennungsrückstände der Pflanzen Verunreinigungen, die zur Färbung des Glases beitrugen. Zudem enthielt die Pottasche auch einen Teil des für die Glasherstellung nötigen Kalks. Neben den Aschehäusern und den Behausungen (Katen) der Arbeiter bestand eine Glashütte aus einem zentralen Hüttengebäude, in dem der Schmelzofen und der Kühlöfen stand. Diese waren meist mehrstöckige, eiförmige Rundöfen (Abb. 6) aus Lehmziegeln mit halbrunden Öffnungen für den Holzeinwurf unten und Öffnungen weiter oben, durch die das Glas aus im Ofen befindlichen keramischen Schmelztiegeln (sog. „Häfen“) mit den Glasmacherpfeifen entnommen wurde. Anschließend wurde der Glasklumpen gedreht, in Ton- und Holzformen geblasen und mit verschiedenen Scheren, Heft- und Zwackeisen geformt.

Das Waldglas war eine von zwei Sorten Glas, die es vor 500 Jahren in Europa gab. Anders als das auf der Insel Murano geschmolzene reine und durchsichtige *cristallo*, wurde das Waldglas als Gebrauchsglas minderer Qualität angesehen, wenngleich es hoch gefragt war. Aus dem günstigen Waldglas wurden dickwandige Becher („Römer“) und auch teils vierkantige, stabile Flaschen geblasen (Abb. 7), auf die in der Regel mit einem Siegelring die sog. „Glasmärke“ der jeweiligen Glashütte geprägt wurde. Zudem produzierten die Waldglashütten Butzen, kleine runde Glasscheiben mit einem Durchmesser von 6-15 cm. Dabei wurde das Glas zu einer Kugel geblasen, an ein Hefteisen geklebt und dann durch Drehung mittels Fliehkraft geformt. Dadurch waren sie in der Mitte dicker als am Rand und besaßen dort einen charakteristischen Nabel. Diese runden Butzenscheiben wurden mit Bleiruten in Fenster eingefasst. [6, 11, 22-25]

## 14.-17. Jh.n.Chr. Venediger Kristallglas

Nachdem die antike Glasherstellung im Römischen Reich durch die Völkerwanderung unterbrochen wurde, gelangten ihre technischen Geheimnisse im 10. Jahrhundert durch den Handel mit Byzanz zurück nach Europa. Dabei wurden beispielsweise Rohglas und Glaserzeugnisse über die Seewege aus Palästina nach Venedig transportiert. Dadurch erlebte die Glasherstellung mit Natriumcarbonat statt Kaliumcarbonat in Venedig ihre Renaissance.

1295 wurden die Glasmacher Venedigs aus Brandschutzgründen wegen ihrer Glasöfen auf die Insel Murano vor dem venezianischen Festland verlagert. Damit sollte jedoch hauptsächlich das streng gehütete Geheimnis der Glasherstellung bewahrt werden, denn schon bald entwickelten sich die kunstvollen, farblosen Glasprodukte ihres **Kristallglases (*cristallo*)** zu einer der Haupteinnahmequellen Venedigs. Den sonst gut bezahlten Glasbläsern wurde die Weitergabe ihres Wissens unter Androhung der Todesstrafe verboten und zudem ihre Reisefreiheit per Gesetz eingeschränkt. Das hinderte jedoch nicht den Glasmacher Giorgio Ballarin daran, dem Erfinder des *cristallo* und verschiedener Färbemethoden Angelo Barovier in der Mitte des 15. Jahrhunderts einige Rezepturen zu stehlen und damit das Geheimnis zu lüften, was ihn zu einem der erfolgreichsten Glasmacher Muranos machte.

Das Kristallglas, welches auch als farblosen Substitutionswerkstoff für teure Bergkristalle verwendet wurde, entsteht durch Entfärbung des in der Regel durch Eisenoxide grünstichigen Glases durch Zusatz von Braunstein (Manganoxid,  $MnO_2$ ). Zudem wurde ein reiner, weißer Glassand aus dem Ticino (ein norditalinischer Fluss) oder gebrannter Marmor verwendet. Die Manganerze zur Entfärbung wurden wahrscheinlich von reisenden Erzsuchern aus Deutschland importiert. Die Soda als Flussmittel stammte aus der Region Levante (im heutigen Syrien), Libanon und Israel und wurde ausgelaugt und versotten, bis ein reines Salz entstand. Über geflohene Glasmacher wurde die Technik der Sodaherstellung schließlich im 18. Jh. in die Waldglashütten gebracht.

Neben dem Kristallglas wurden auch weitere Glassorten in Venedig produziert. Eine ist **Milchglas (*lattimo*)**, ein opakes weißes Glas, welches mit Zindioxid und Knochenasche getrübt wurde, um damit das wertvolle chinesische Porzellan nachzuahmen, dessen Rezeptur im damaligen Europa noch unbekannt war. Eine weitere berühmte Glasart war das **Millefioriglas („tausend Blumen“)**, bei dem bunte Glasstäbe aneinander geschmolzen wurden, die so hübsche blumenartige Muster bildeten. Diese Stäbe wurden dann in Scheiben geschnitten und in eine Form gelegt, in der sie geschmolzen wurden, um ihre endgültige Form zu erhalten. Diese Art des Glases gab es schon seit der Antike, doch in Venedig konnten Werke in höherer Stückzahl produziert werden.

Mit den verschiedenen Farben und Glasarten wurden immer neue Kunststücke aus Venedig erschaffen. Viele Gast- und Wirtshöfe fingen im 13. Jahrhundert an, Glasgeschirr zu nutzen. Gleichzeitig wurde durch eine hohe Nachfrage sogenanntes Luxusglas angefertigt. Die Gläser wurden im 15. Jahrhundert dabei zunehmend vergoldet oder mit Diamantgravuren veredelt, was zur Folge hatte, dass die Glasmacherei von Venedig zu einem wichtigen Wirtschaftsfaktor wurde. Die künstlerischen Luxusartikel waren sehr begehrt und werden bis heute von Sammlern zusammengetragen und ausgestellt. Eine dieser Kunstobjekte ist die Vase in Abb. 8, welche aus klarem und milchig-weißem Glas besteht. Ihr Typus wird *vasi a reticello* genannt und stammt aus dem ausgehenden 16. Jahrhundert. Sie steht auf einem geschwungenen Sockel und ihr ausladender

Bauch ist mit senkrechten und waagerechten Linien durchzogen, die ein Muster ergeben. Der Hals verjüngt sich zunächst nach oben hin und wird dann wieder breiter. Ein schmaler Henkel aus klarem Glas ist an ihr angebracht. Die Form ist insgesamt sehr aufwendig, genau wie die Musterung des Materials an sich, welches von weißen Fäden durchzogen scheint. [11, 20, 23]

## 17.-19. Jh.n.Chr.

### Beginnende Industrialisierung in der Glasproduktion

Mit Beginn der Industrialisierung ging auch die Glaserzeugung von der Produktion in reiner Handarbeit in eine Produktion, die von Vereinfachungen durch technische Hilfsmittel geprägt war, über. So entwickelte der Engländer George Ravenscroft im Jahr 1674 eine neue Glasmischung, welche eine längere Verarbeitbarkeit zur Folge hatte. Durch die besseren Transportmöglichkeiten, aber auch durch den Ersatz von Feuerholz durch Steinkohle und Torf, konnten nun an verkehrsgünstigen Orten **stationäre Glashütten** betrieben werden. Ebenfalls sorgte die nun gute Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigem Eisen und Stahl für den Bau von neuen Werkzeugen und z.B. für den Ersatz von Holz- durch Metallformen (Abb. 9). 1867 entwickelte Friedrich Siemens eine **kontinuierlich betriebene Glasschmelzwanne** durch welche, im Gegensatz zu den früher üblichen Tageswannen, ein kontinuierlicher Glasfluss gewährleistet werden konnte. [9, 10]

### ab 1864

#### Düsseldorfer Glasflaschen

Ferdinand Heye gründete im Jahr 1864 in Gerresheim eine Glashütte unter dem Namen „Ferd. Heye, Glas-Fabrik, Gerresheim bei Düsseldorf“. Durch die bremer Glashandels- und Glasproduktionsfirma seines Vaters war Heye mit der Produktion von Glasbehältnissen vertraut. In Gerresheim wurden Glasflaschen in handwerklicher Technik durch ausgebildete Glasmacher mundgeblasen. Der Bedarf an Glasmachern wurde erst durch Arbeiter aus dem Raum Lippe und Niedersachsen gedeckt. Bald jedoch war Heye gezwungen in allen Teilen Europas nach handwerklich qualifiziertem Personal zu suchen. Die Firma versuchte die Lebensbedingungen der Arbeiter vor Ort durch eigene Werkswohnungen, Schulen aber auch Versicherungen zu verbessern und diese so an sich zu binden.

Der Sohn Ferdinands, Hermann Heye, welcher ab 1891 die Geschäfte der inzwischen zur „Actien Gesellschaft der Gerresheimer Glashüttenwerke, vorm. Ferd. Heye, Gerresheim bei Düsseldorf“ umbenannten Firma leitete, sah sich mit der **Erfindung der ersten vollautomatischen Flaschenproduktionsmaschine** konfrontiert. Diese war im Jahre 1904 von Michael Joseph Owens in den USA patentiert worden und revolutionierte den Produktionsprozess für Glasflaschen. Nicht nur war damit die grundsätzliche Produktivität um einiges größer, auch konnten nun weniger stark ausgebildete Maschinisten für die Produktion von Glasflaschen in gleichbleibender Qualität und hoher Quantität angestellt werden. Auf diese Weise war man auch weniger betroffen von den Streiks der sich entwickelnden Arbeiterbewegung. Um ausreichende finanzielle Mittel für den Erwerb der Nutzungsrechte an dem Patent zu erhalten, forcierte Hermann die Gründung des Europäischen Verbandes der Flaschenfabriken. So konnte er schon ab 1908 eine **Owens Maschine in der Gerresheimer Glashütte** in Betrieb nehmen (Abb. 10). [26]

## Literaturverzeichnis

- [1] U.S. National Park Service: Gates of the Arctic National Park & Preserve Alaska. [Obsidian Research](http://www.nps.gov/gaar/learn/historyculture/obsidian-research.htm). [www.nps.gov/gaar/learn/historyculture/obsidian-research.htm](http://www.nps.gov/gaar/learn/historyculture/obsidian-research.htm). 2018. Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [2] User: Einsamer Schütze Wikimedia Commons. [Chalice with name of Pharaoh Thutmose III](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glaskelch_Thutmosis_III.jpg). [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glaskelch\\_Thutmosis\\_III.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glaskelch_Thutmosis_III.jpg). 2006. Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [3] Nicholson PT und Shaw I. [Ancient Egyptian materials and technology](#). Cambridge: Cambridge University Press, 2000. ISBN: 978-0-521-45257-1.
- [4] Wimmers D. [Nachbildung eines römischen Glasofens; Ausstellungsstück römisch-germanisches Museum Köln Standort Villa Borg bei Trier](#). <https://www.rheinland-blogger.net/single-post/2017/01/26/Glaserstellung-im-r%C3%B6mischen-K%C3%B6ln>. Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [5] Römisch Germanisches Museum - Köln. <http://www.antike-tischkultur.de/glasdoppelhenkelkrugisings126.html>. Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [6] Beiler H. [Vom Waldglas zum Spiegelauer Kristallglas - 500 Jahre Glasmacherkunst in Althütte, Flanitzhütte, Hirschschlag, Klingenbrunn, Neuhütte, Ochsenkopf und Spiegelau](#). Ohetaler Verlag, 2003. ISBN: 9783937067001.
- [7] Berlin. Stiftung Stadtmuseum Berlin Reproduktion: Lehmann C. <http://www.brandenburgikon.net/index.php/de/sachlexikon/glasgewerbe>. Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [8] User: sailko Wikimedia Commons. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Venezia,\\_versatoio\\_con\\_vetro\\_a\\_retorti,\\_1550-1600\\_ca..JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Venezia,_versatoio_con_vetro_a_retorti,_1550-1600_ca..JPG). Letzter Abruf: 11.07.2020.
- [9] [Glasmaschinen Aufbau und Betrieb der Maschinen zur Formgebung des heißen Glases](#). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1964. ISBN: 978-3-662-25709-8.
- [10] Springer L. [Die Fortschritte der Glastechnik in den letzten Jahrzehnten](#). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 1925. ISBN: 978-3-322-98192-9.
- [11] Schaeffer HA und Langfeld R. [Werkstoff Glas - Alter Werkstoff mit großer Zukunft](#). 2. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2020. ISBN: 978-3-662-60259-1.
- [12] O'Keefe JA. [Natural glass](#). *J Non-Cryst Solids* 67.1 (1984), S. 1–17.
- [13] Barnes AS. [The production of long blades in neolithic times](#). *Am Anthropol* 49.4 (1947), S. 625–30.
- [14] Gioncada A, Gonzalez-Ferran O, Lezzerini M, Mazzuoli R, Bisson M und Rapu SA. [The volcanic rocks of Easter Island \(Chile\) and their use for the Moai sculptures](#). *Eur J Mineral* 22.6 (2010), S. 855–67.
- [15] Martinsson-Wallin H. [The Eyes of the Moai, Lost and Re-discovered](#). *Rapa Nui J* 10.2 (1996), S. 41–3.

- [16] Henderson J, Evans J und Nikita K. [Isotopic Evidence For The Primary Production, Provenance And Trade Of Late Bronze Age Glass In The Mediterranean](#). *Mediterr Archaeol Archaeom* 10.1 (2010), S. 1–24.
- [17] Varberg J, Gratuze B und Kaul F. [Between Egypt, Mesopotamia and Scandinavia: Late Bronze Age glass beads found in Denmark](#). *J Archaeol Sci* 54 (2015), S. 168–81.
- [18] Schlick-Nolte B. [Glas](#). Helck W (Hrsg.): *Lexikon der Ägyptologie. Band II*. Wiesbaden: Harrassowitz-Verlag, 1977, S. 613–7. ISBN: 3-447-01876-3.
- [19] Scholze H. [Glas - Natur, Struktur und Eigenschaften](#). 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. ISBN: 978-3-662-07496-1.
- [20] Fünfschilling S. [Die römischen Gläser aus Augst und Kaiseraugst](#). Augst: Museum Augusta Raurica, 2015. ISBN: 978-3-7151-0051-7.
- [21] Neumann B. [Lehrbuch der Chemischen Technologie und Metallurgie: I Brennstoffe Anorganische Industriezweige](#). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1939. ISBN: 978-3-642-92056-1.
- [22] Froehlich B. [Butzen, "Mondeüind Scheiben. Traditionelle Glasherstellung](#). *Der Holznagel* 6 (2013), S. 13–9.
- [23] Spiegl W. [Die Geschichte vom Glasmachen 1550 bis 1700: Waldglas, venezianisches "cristallo", böhmisches Kreideglas](#). Walter Spiegl, 2002.
- [24] Junghans H, Lewerenz J und Janke V. [Waldglas in Mecklenburg](#). Schwerin: Thomas Helms Verlag, 2010. ISBN: 978-3-940207-61-6.
- [25] Weise G. [Waldglas - Konsumgut aus Asche und Sand](#). *Forsttechnische Informationen* 11+12 (2013), S. 8–15.
- [26] Henkel P. [150 Jahre Glashütte Gerresheim : \[Katalog zu gleichnamigen Veranstaltungsreihe im Kulturbahnhof Gerresheim; herausgegeben anlässlich der Gründung der Gerresheimer Glashütte im Jahr 1864](#). Düsseldorf: Droste, 2014. ISBN: 978-3-7700-1533-7.