

Walter Spiegl

Die Geschichte vom Glasmachen 1550 bis 1700

Waldglas, venezianisches »cristallo«, böhmisches Kreideglas



Inhalt

Historisch-geografische Übersicht	2
Das Kristallglas nördlich der Alpen	8
<i>Schmelzmaterialien</i>	10
<i>Flussmittel</i>	11
<i>Das Flussmittel Pottasche</i>	12
<i>Sand</i>	13
<i>Der Schmelzvorgang</i>	14
<i>Die Glasbildung</i>	14
<i>Die Läuterung</i>	15
<i>Das Abstehen</i>	15
<i>Glasfehler</i>	15
<i>Entfärbungsmittel</i>	17
Die Glaspredigt des Pfarrers Mathesius	17
Rezepte von Neri und Kunckel	18
Schleifglas	23
<i>Die Petersdorf-Connection</i>	27
<i>München</i>	28
<i>Böhmen, insbesondere Südböhmen</i>	29
Anmerkungen	35

Version Oktober 2002

Copyright © 2002 by Walter Spiegl

Ausdruck nur für den persönlichen Gebrauch

wspiegl@t-online.de

In unserer mechanisierten, automatisierten und computerisierten Zeit, wo alles Glas unter standardisierten technischen Bedingungen erzeugt wird und deshalb völlig gleich aussieht – vom Senfglas bis zur sündhaft teuren Karaffe von Baccarat oder Orrefors – und auch die Formgebung überwiegend durch Maschinen erfolgt, gefallen uns die alten Hohlgläser nicht nur wegen ihrer vielfältigen Gestaltung, sondern weil sie nicht so makellos sind wie modernes Glas. Kleine Unregelmäßigkeiten und Unreinheiten, Bläschen und Farbstiche gelten als Zeichen ihres Alters, ihrer Seltenheit und ihrer Entstehung in Handarbeit unter Bedingungen, die man sich heute kaum noch vorstellen kann.

Früher sah man das anders. Man verlangte, sofern man es sich leisten konnte, nach dem »perfekten« Glas, so klar und glänzend wie Quarz in seiner reinsten Form, dem Bergkristall. Diese Ansprüche erfüllte seit dem 15./16. Jahrhundert weitgehend das venezianische Glas, das als vorbildlich und nachahmenswert galt und erst im 18. Jahrhundert vom böhmischen Kristallglas im barocken Geschmack vom Markt weitgehend verdrängt wurde.

Historisch-geografische Übersicht

Vor 500 Jahren gab es in Europa im Grunde zwei Sorten Glas: das auf der Insel Murano geschmolzene so genannte venezianische Glas mit der Reinheit und Durchsichtigkeit



1 Daumenglas mit Deckel, Deutschland, 17. Jh., H. 28,5 cm. Abbildung aus dem Auktionskatalog Fischer, Heilbronn, 17. 10. 1998, Nr. 274.

des Bergkristalls, und das in den nordeuropäischen Waldhütten verarbeiteten »Waldglas«. Den Vergleich von venezianischem Glas mit Kristall benutzte zum Beispiel Pfarrer Johann Mathesius († 1565) in seiner oft zitierten *Predig von dem Glasmachen* [1], als er seinen »geliebten Freud«, den lutherisch-reformierten Bergleuten von Joachimsthal im böhmischen Erzgebirge, von der Kanzel verkündete, »waserley Körper und himlisch wesen wir ... bekommen werden, wenn unser leibe leuchten wie die liebe Sonne und klärer denn ein Crystal oder rein Venedigisch glaß sein und in ewigkeit bleiben wird ...« Pfarrer Mathesius, dem die venezianischen Gläser ganz offensichtlich besser gefielen als die deutschen und böhmischen, lobte die Italiener wegen ihrer »schönen unnd klaren glesern / die schlecht [schlicht] unnd circkelrecht sein / wie sie auch vil subtiler sein mit jrer arbeyt / welches man an jren wertzen und böden / an jren scheyben nebeln [den kleinen Näbeln in den Butzenscheiben] / unnd andern sihet.« Bei den einheimischen Erzeug-

nissen bemängelte er, dass die Kunst sich habe nach dem Land richten müssen, »daher man allerley knöpf / steyn und ringlein an die gleser gesetzt / damit die gleser etwas fester und bestendiger / und von vollen und ungeschickten leuten dest leychter köndten inn feusten behalten werden / daher die starcken knortzigten / oder knöpflichten gleser inn brauch kommen sein.«

Auch Mathesius unterschied zwischen zwei Sorten Glas, wenn auch in anderem Sinne, nämlich zwischen dem edlen, »das Gott und die natur unter der erden ... zubereitet«, womit er die natürlichen Kristalle meinte, und dem »so menschenhand in glaßhütten macht / und Gottes werk und der natur nachahmet / wenn sie aus stein und asch eine fließende materia mit feuer herauß nötiget / und formiret allerley geschirr darauß ...«

Lassen wir den metaphysischen Bezug außer Acht und konzentrieren wir uns

auf das Qualitätsgefälle zwischen venezianischem Glas und »unsern waldglesern« sowie auf die unterschiedlichen Formen der Gefäße auf Grund des Stilempfindens und der Ästhetik im jeweils anderen Kulturkreis und – als Folge davon – die handwerkliche Geschicklichkeit der italienischen Glasbläser bei Gestaltung und Verzierung.

Nördlich der Alpen, insbesondere in den deutschen Ländern, waren zu Mathesius' Zeiten offensichtlich völlig andere Trinksitten und -gebräuche verbreitet – man sollte vielleicht lieber von Unsitten und Missbräuchen sprechen – als im Italien der Renaissance. Das prägte die Formen der Gläser, und welchen Unfug man in Deutschland mit ihnen beziehungsweise ihrem Inhalt trieb, schildert der Pfarrer von Joachimsthal, der die Verhältnisse aus eigener Erfahrung kannte und zweifellos genau wusste, wovon er sprach, mit drastischen Worten, wobei es ihm wohl auch darum ging, seinen Schäflein die Furcht Gottes vor dem Alkohol einzubläuen. Er lag damit ganz auf der Linie seines Lehrers Martin Luther, der beklagt hatte: »Wir sind zum Spott und zur Schande aller anderen Lande geworden, die uns halten für schändliche, unflätige Säue, die nur Tag und Nacht trachten, wie sie voll und toll sein.«



2 Holzschnitt von Hans Burgkmair (?) aus "Ein Büchle wider das zudrincken", Augsburg 1535

Luther und sein Adlatus in Joachimsthal standen mit dieser Auffassung nicht allein, insbesondere was das »teutsch perstilenzisch unmenschliche zutrinken« betraf. Die alte Sitte des Zutrinkens als ehrende Geste hatte mittlerweile solche Auswüchse angenommen, dass es als Schande galt, das Gefäß nicht auf einen Zug zu leeren, und als Beleidigung, wenn man dabei nicht mitmachte. Zu welchen Exzessen das bisweilen führte, erfährt man aus dem Traktat »Von den höllischen wunderwercken imm zutrinken«. Hier liest man, dass »etliche zutrinker ihre schöne lyebe eheweyber, döchter, schwester, muhmen und basen andern allein auf glauben zulegen ...unlust und gestanck wirt nit gescheucht ... die Geystlichen werden fleychlich [fleischlich], die weyber menner, die menschen thier, die spareten [Sparsamen] verthunisch [verschwenderisch] ...« Dazu brauchte man natürlich geeignete Trinkgefäße, von denen einige in der Pfacherschen »Predigt von der Weinteure« (1589) aufgezählt werden: »Uns Teutschen kann man die Trinkgeschirre nicht allein nicht groß genug, sondern auch nicht schön und seltsam genug machen. Man trinkt aus Affen und Pfaffen, Mönch und Nonnen, Löwen und Beeren, Straußen und Katzen und aus dem Teufel selbst: ich will und mag nichts sagen von den unflätigen Weinzapfen [Weintrinkern], die aus Kanten, Schüsseln, Häfen, Hüten, Schuhen, Stiefeln, Handbecken, und gar auf eine sybaritische Weis aus den Matulis [Nachtgeschirren] und Harnkacheln einander zutrinken.« Heute sehen wir in diesen ausgefallenen Formen, von denen nur wenige die Gelage überstanden haben, ein Stück Kunstgeschichte und nennen sie »Scherzgläser«; aber kritische Zeitzeugen fanden sie gar nicht lustig, wie zum Beispiel Kaiser Maximilian I., der in Österreich eine Polizeiordnung gegen das »Zutrinken und Gewarten« erließ und für das Erwidern des Trunks eine härtere Strafe bestimmte als für die Aufforderung dazu.

In Italien ging es zur gleichen Zeit offenbar sehr viel gesitteter und kultivierter zu. Das mag mit an der Geschichte des Landes und seiner im 6. Jahrhundert v. Chr. einsetzenden griechischen Kolonisation liegen, die auch »hellenisch Trinken« ins Land gebracht hatte. »Man trinkt aus kleinen Bechern, unterhält sich gern und spricht angenehm« (Alexis, 4. Jh. v. Chr.). Platon schildert den Weingenuss als Wegbereiter philosophi-



3 Stangenglas mit Nuppen, Deutschland oder Schweiz, Anfang 16. Jh. H. 29,2 cm. Historisches Museum Basel. Abbildung aus Baumgartner/Krueger, *Phönix aus Sand und Asche*, München 1988.

Dieses Stangenglas von beachtlicher Größe und Dickwandigkeit zeigt, was Pfarrer Mathesius unter mit „allerley knöpff“ besetzten Gläsern, damit sie „von vollen und ungeschickten leuten dest leychter köndten inn feusten behalten werden“, gemeint hat.

4 Fußbecher aus farblosem und kobaltblauem Glas mit Emailmalerei und Vergoldung, Venedig, Anfang 16. Jh., H. ca. 19 cm. Victoria and Albert Museum, London; Abbildung aus Giovanni Mariacher, *Il Vetro Soffiato*, Mailand 1961.

scher Gedanken, und in Xenophons († um 354 v. Chr.) »Sympósion« durfte man nur so viel trinken, dass man »ohne Dienergeleit nach Hause kommt«.

Vor diesem kulturhistorischen Hintergrund folgte auf die spätantike Glaskunst, die mit dem Niedergang des römischen Reichs und Welthandels im 4. Jahrhundert in den Provinzen nördlich der Alpen verfiel, im zeitlichen Abstand von etwa 600 Jahren die venezianische. Venedig hatte sich, bedingt durch seine geografische Lage, von einer Fluchtburg während der Völkerwanderung zu einer Welt-, See- und Handelsmacht entwickelt und beherrschte unter anderem viele Städte in der Po-Ebene, ganz Istrien, weite Gebiete Dalmatiens, Zypern, Korfu und Teile Griechenlands. Seinen Reichtum verdankte es einer gewaltigen Flotte von Kriegs- und Handelsschiffen, einem florierenden Handwerk und ausgedehnten Geschäftsbeziehungen, die von den Küsten des östlichen Mittelmeers bis in den Norden Europas reichten. Zu den Handelsgütern gehörten auch Glaserzeugnisse aus der Levante beziehungsweise Syrien, die von venizianischen Kaufleuten und ihren Geschäftspartnern in viele Länder Europas verkauft wurden und den europäischen Glasstil des Mittelalters nachhaltig prägten. Johann Mathesius bezeichnet sie in seiner Glaspredigt als »Sareptanisches glaßgeschirr« (Sarepta, eine Stadt zwischen Thyrus und Sidon, wo nach Plinius das Glas erfunden worden sein soll) und nennt sie in einem Atemzug mit »Venedischem« Glas.

Die Anfänge der venezianischen Glaskunst lassen sich an Hand von Namen und der Berufsbezeichnung *phiolarius* (Flaschenmacher) in Schenkungsurkunden ins 10./11.

Jahrhundert zurückverfolgen. Aber noch im 13. Jahrhundert kam das meiste Glas aus dem östlichen Mittelmeerraum. Gleichzeitig wurde die eigene Glasindustrie ausgebaut, was man unter anderem daran erkennt, dass neben Gläsern auch Glasscherben und »Levantische Soda« als Rohmaterialien eingeführt wurden.

Aufschlussreich ist die Nachricht von einer Schiffshavarie in der Felsenbucht von Serçe Limani an der türkischen Südküste gegenüber der Insel Rhodos, die sich um 1025 ereignet hatte. [2] An Bord des Schiffes befanden sich christliche Kaufleute und Besatzungsmitglieder aus Bulgarien. Die Ladung – unter anderem orientalische Gläser sowie etwa drei Tonnen Glasscherben und Rohglasbrocken – stammte vermutlich aus

Caesarea in Palästina, rund 30 Kilometer südlich von Haifa. Der Bestimmungsort der Ladung ist unbekannt, aber das Beispiel beweist, dass nicht nur mit Glaswaren gehandelt wurde, sondern auch mit Bruch- und Rohglas.

Wie dieses Rohglas hergestellt wurde, verrät eine weitere archäologische Entdeckung in der jüdischen Nekropole Bet She'arim südöstlich von Haifa. [3] Hier stieß man in einer Höhle auf einen 3,40 x 1,95 Meter großen Glasblock von knapp 50 Zentimeter Dicke und einem Gewicht von schätzungsweise neun Tonnen. Das Glas war vermutlich zwischen dem vierten und siebten Jahrhundert n. Chr. in einem rechteckigen Wannofen geschmolzen, aber wegen des falsch zusammengestellten Gemenges missraten. Sonst hätte man den Block zerschlagen und die Brocken an Glashütten verkauft.

Im 13. Jahrhundert mehren sich die Hinweise auf die Ausübung der Glasmacherkunst in Venedig. Zum Beispiel waren anlässlich der Wahl des Dogen Lorenzo Tiepolo 1268 unter anderem »reiche Perlenkolliers, Karaffen, Parfümfläschchen und andere schöne Glaswaren dieser Art« ausgestellt. [4] Gegen Ende des Jahrhunderts traf man weit reichende Maßnahmen zur Regelung der Erzeugung und des Handels mit Glas. So wurde unter anderem festgelegt, welche Kenntnisse ein Glasmacher besitzen musste, um sein Handwerk ausüben zu dürfen, und aus dem Jahr 1295 stammt ein Bericht, dass in den Gasthäusern Venedigs zunehmend einheimisches Glasgeschirr verwendet wurde, wobei es sich wohl um schlichte Zweckformen gehandelt haben dürfte. Daneben trat mit zunehmender Nachfrage die Erzeugung von Luxusglas, zum Beispiel aufwändig dekorierte Hochzeitspokale, bei deren Ausschmückung man sich an syrischen Importen orientierte. Emailmalerei und Vergoldung erreichten in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts ihren künstlerischen Höhepunkt. 1549 erhielt Vincenzo di Angelo dal



5 Kelchgläser aus farblosem Glas, Venedig oder Façon de Venise, 16./17. Jh., H. 15 - 18 cm. Abbildung aus dem Auktionskatalog von Christie's, London, 28. 3. 2000, Nr. 246 - 250.

Ähnliche Gläser dürfte Hans von Schweinichen bei den Fuggen in Augsburg gesehen haben, bei denen er 1575 zu Gast war.



6 Kelchgläser aus mit Flügelschäften, Venedig oder Façon de Venise, 17. Jh., H. 12 - 18,5 cm. Abbildung aus dem Auktionskatalog Christie's, London, 28. 3. 2000, Nr. 157 - 160.

Gallo das Privileg des Senats von Venedig, Diamantgravuren ausführen zu dürfen. Etwa zur selben Zeit begann man die Kuppe der Kelchgläser und Pokale abwechslungsreicher zu formen und die Schäfte mit aufgeschmolzenen, kunstvoll gebogenen und verschlungenen Glasstäbchen zu verzieren, so dass flügelartige Gebilde zwischen Kelch und Fuß entstanden, die auch als Handhabe dienten.

Gegen Ende des 16. Jahrhundert kamen die so genannten vasi a ritorti und vasi a reticelli auf, deren weiße Glasfäden als regelmäßiges filigranes Streifen- oder Netzmuster in die farblose Wandung der Gefäße eingeschmolzen ist. Eine Besonderheit war das Achatglas, dessen Herstellung Antonius Neri breiten Raum einräumt [5] und das nach seiner Schilderung »von aussen eine Himmel=blaue und Meerwasser=Farbe / wie auch roth / gelb / und mancherley andere striemicht=spielende und schöne Farben / gleich einem Orientalischen Calcedonier / Jaspis / und Achat« aufweist und dazu noch, »wenn es gegen die Luft gehalten / roth / gleich wie ein Feuer scheine.«

Aus einfachen Anfängen und mit Hilfe stilprägender Einflüsse des östlichen Mittelmeerraums hatte sich das venezianische Glas zum begehrten, konkurrenzlosen Luxusartikel und seine Herstellung zu einem für die Republik unentbehrlichen Wirtschaftsfaktor entwickelt, den es zu schützen und zu fördern galt.

Schon 1295 hatte man ein Reiseverbot für Glasmacher erlassen und allen jenen, die ihre Kunst außerhalb Venedigs auszuüben gedachten, strenge Repressalien angedroht. Schon vier Jahre zuvor waren alle Glashütten auf der Insel Murano konzentriert worden, zum einen, um Feuersbrünsten in der Stadt vorzubeugen, nicht zuletzt aber

zur besseren Geheimhaltung der Herstellungsverfahren. Diese protektionistischen Maßnahmen waren vor allem gegen andere italienische Städte wie Verona, Padua und Vicenza gerichtet, wo mit Venedig konkurrierende Glashütten entstanden waren, ebenso in Florenz, Pisa und Siena und schon wesentlich früher in Altare bei Genua durch gegen Ende des 11. Jahrhunderts aus der Normandie eingewanderte Glasmacher. Venedig verbot seinen Kaufleuten, aus der Levante eingeführte Soda, welche den hohen Qualitätsstandard und die Sonderstellung des venezianischen Glases garantierte, an andere Hütten zu verkaufen. Im Gegenzug drohte Mailand in Vertretung der betroffenen Städte damit, die Lieferungen von Piemontischer Magnesia (Braunstein, Mangandioxid), die zum Entfärben des Glases gebraucht wurde, sowie von Kieselstein aus dem Fluss Ticino (Tessin), die für ein hochwertiges Glas genau so unentbehrlich waren wie Levantische Soda, zu unterbinden. [6]

Auch wenn solche Abschottungsversuche Venedigs nur teilweise oder kurzfristig Erfolg hatten und die Reiseverbote keinen Glasmacher davor abschreckten, sich anderswo Arbeit zu suchen, sofern es sich lohnte, änderte das zunächst nichts an der Nachfrage nach venezianischem Glas. Das lag nicht nur am hochwertigen Glasmaterial, sondern auch an den Innovationen, den besonderen Fähigkeiten der Glasbläser und Künstler, welche die Gläser dekorierten, und nicht zuletzt an den in Jahrhunderten gewachsenen Handelsbeziehungen.

Erst als unter Leitung von Glasmachern aus Venedig und Altare so genannte Venezianerhütten nördlich der Alpen die Arbeit aufnahmen, vor allem in Nordfrankreich und in den südlichen Niederlanden, und hier Glaswaren *à la façon de Venise* erzeugt wurden, die zwar nicht ganz so perfekt und kunstvoll dekoriert waren wie die Originale, ihnen aber sehr nahe kamen, geriet Venedigs Vormachtstellung ins Wanken. Auch in deutschen Ländern, wo man aus einheimischen Rohstoffen in großem Umfang Waldglas erzeugte, kam es zur Gründung von Hütten nach italienischem Vorbild, von denen aber viele früher oder später eingingen, weil Dilettanten am Werk oder die technischen Voraussetzungen nicht gegeben waren.

Längeren Bestand hatten nur die Hütte in Hall in Tirol (1534-1635) und die Hofglashütte Erzherzog Ferdinands in Innsbruck (1570-1591), die allerdings eine Sonderstellung einnahm. Venedig hatte sich mit Kaiser Ferdinands I. Sohn, der in erster Ehe mit Philippine Welser († 1580) verheiratete war, arrangiert und stellte ihm sogar für einige Monate im Jahr muraneser Facharbeiter zur Verfügung – und wahrscheinlich auch Rohmaterialien wie Glasscherben und Soda.

Das Kristallglas nördlich der Alpen

Es ist schwer vorstellbar und auch nicht mit den eingangs geschilderten wüsten Trinksitzen zu erklären, dass nach den Erfolgen der Syrer, Römer und Venezianer man in den Gebieten nördlich der Alpen – von den Venezianerhütten in Nordfrankreich und den Niederlanden einmal abgesehen – noch im 17. Jahrhundert allerorts nach Mitteln

und Wegen suchte, die Qualität der einheimischen Glasmasse zu verbessern. Das lag auch nicht am Waldglas oder an den daraus angefertigten Gläsern, die durchaus ihren Zweck erfüllten und ein bedeutender Ausfuhrartikel waren, wie zum Beispiel die umfangreichen Exporte von Römern nach Holland beweisen. [7] Aber venezianische Gläser standen höher im Kurs, waren moderner und eleganter in Design und Verarbeitung und brachten wohl auch in geringeren Stückzahlen mehr Geld ein als die Masse der Waldgläser, weil sie den Repräsentationsbedürfnissen zahlungskräftiger Kreise entgegen kamen. Denn wer es sich leisten konnte, bestellte seine Gläser in Venedig, wie beispielsweise die Fugger in Augsburg. Hier war 1575 Hans von Schweinichen zu Gast und berichtet neben vergoldetem Geschirr von »merklich schönen Venedischen Gläsern.«



7 Römer in verschiedenen Grüntönen, Deutschland, 17. Jh., H. 13,5 / 19,5 / 13,5 cm. Abbildung aus dem Auktionskatalog Fischer, Heilbronn, 17. 10. 1998, Nr. 203, 208, 204

Dieses Marktsegment wollte man auf Dauer nicht Venedig allein überlassen. Solche Überlegungen standen im Einklang mit den Prinzipien des Merkantilismus und Kameralismus, und ganz in diesem Sinne trachtete man danach, ausländische Fachkräfte ins Land zu holen, die einheimische Industrie durch staatliche Investitionen zu fördern bei gleichzeitiger Abschottung des Binnenmarktes nach außen, zum Beispiel durch hohe Transitzölle oder ein striktes Einfuhrverbot für Glaswaren, wie es zum Beispiel der brandenburgische Kurfürst 1696 erneuerte.

Als Konsequenz solcher Zielsetzungen und angesichts der Erfolge der nach italienischem Vorbild arbeitenden Hütten in Nordfrankreich und in den südlichen Niederlanden entstanden in Deutschland und Böhmen neben den Waldglashütten so genannte Kristallglashütten, die von der Obrigkeit gern an einen Glasmacher verpachtet wurden, der sich durch technologische Neuerungen Vertrauen erworben hatte – wie beispielsweise Johann Kunckel in Berlin – oder dem der Ruf vorauselte, auf den Gebieten Gestaltung und Verkauf erfolgreich gewirtschaftet zu haben – wie der Venezianer Giovanni Pallada aus Haarlem, den Kurfürst Friedrich III. 1696 nach Berlin holte.

Diese verständliche und vernünftige Einstellung hatte allerdings einen Haken. Man wird davon ausgehen können, dass Giovanni Pallada – um bei diesem Beispiel zu bleiben – in Haarlem mit den dort zur Verfügung stehenden Rohstoffen sicher schönes Glas

à la façon de Venise erzeugt und mit Gewinn verkauft hat. Er wusste, welchen Sand er nehmen und wie er die Materialien mischen musste. In Berlin hingegen bot sich ihm eine völlig andere Situation. Der Sand war nicht der gleiche, statt der gewohnten Flussmittel musste er andere nehmen, die Mengenverhältnisse stimmten nicht mehr, und wahrscheinlich musste er sogar die Glasbläser mit neuen Verarbeitungstechniken vertraut machen.

Vor ähnlichen Problemen standen die ortsansässigen Hüttenmeister. Sie hatten bisher mit den ihnen zur Verfügung stehenden heimischen Rohstoffen wie Sand und Holzasche allzeit nur Waldglas geschmolzen. Es war ihnen auch gelungen, eine von unerwünschten Farbstichen freie, klare Glasmasse hervorzubringen. Daraus konnte man allerlei Gläser wie Römer, Becher, Humpen, Flaschen und Scherzgefäße formen, auch mit schönen Verzierungen, nur eben keine »venezianischen« und schon gar keine mit raffinierten Flügelschäften und Fadenmustern. Aber genau diese eleganten Luxusgläser sollten sie nun erzeugen.

Die Lösung des Problems, das die Venezianer schon seit mehreren hundert Jahren nicht mehr beschäftigte, auch nicht die Betreiber der Hütten in Nordfrankreich und Holland, dafür aber umso mehr die Waldhütten-Glasmeister, bestand darin, eine Verbindung herzustellen zwischen den unterschiedlichen Hüttentechniken und -praktiken und wie man mit den zur Verfügung stehenden Rohstoffen ein dem natürlichen Kristall möglichst ähnliches Glas erzeugen konnte, um daraus Gläser nach Art der Venezianer zu blasen. Das betraf in erster Linie die Zusammensetzung des Gemenges – der Mischung aller Rohstoffe und Zutaten, aus denen Glas geschmolzen wird.

Schmelzmaterialien

Was unterscheidet venezianischen *crystallo* und Glas *à la façon de Venise* vom gleichzeitigen Waldglas aus den Hütten nördlich der Alpen und später auch vom böhmischen Kristall? Vereinfacht gesagt das Alkali beziehungsweise das alkalische Salz im Geme-

Basen und Salze

Basen sind Verbindungen, die mit Säuren durch Neutralisation Salz bilden. Neutralisation ist die Reaktion zwischen äquivalenten Mengen einer Säure und einer Base unter Bildung von Salz und Wasser. Unter Kieselsäure versteht man die Sauerstoffsäuren des Siliciums, die in der Natur nur in Form ihrer Salze, den Silicaten vorkommen. Silicium schmilzt bei 1410 °C. Siliciumdioxid (SiO₂) ist in erdiger Form Kieselgur, kristallisiert Quarz, amorph Opal.

Verbindungen, die durch Vereinigung einer Säure mit einer Base entstehen, heißen Salze. Es gibt zwei Arten:

a) Vereinigung einer Sauerstoffsäure mit einem Oxid (eine sauerstoffhaltige Säure plus eine sauerstoffhaltige Base),

b) Wasserstoffsäuren, die durch Aufnahme eines Metalls an Stelle des Wasserstoffs oder durch gegenseitiges Zersetzen von Wasserstoffsäuren und Oxiden unter Abscheidung von Wasser gebildet werden, also ein Metall als den einen und einen chemisch unzerlegbaren oder zusammengesetzten salzbildenden Körper als den anderen näheren Bestandteil enthalten.

ge. Glas ist eine Verbindung einer Base mit Kieselsäure. Genauer gesagt ist Glas ein Doppelsilicat, nämlich die Verbindung eines Alkalisilicats (Natron, Kali) mit einem Metallsilicat (Silicium). Diese Verbindung entsteht durch Zusammenschmelzen bei hoher Temperatur, wobei die Alkalisilicate leichter schmelzbar sind als Silicium und als so genanntes Flussmittel dienen.

Flussmittel

Erdkruste und Erdmantel bestehen zum großen Teil aus Silicaten und liefern einen der hauptsächlichen Rohstoffe für die Glaserzeugung: Sand oder Kieselsteine. Die Ausgangsstoffe für Alkalisilicate hingegen mussten, sofern keine mineralische Soda zur Verfügung stand, aus organischen Rohstoffen gewonnen werden, nämlich aus Pflanzen, und hier liegt einer der wesentlichen Gründe, warum das venezianische Glas anders war als das Waldglas.

Während es prinzipiell keine so große Rolle spielte, welche Pflanzenart oder Holzsorte man verwendete, kam es doch entscheidend darauf an, wo diese Pflanze wuchs – an der Meeresküste oder im Binnenland. Die mineralischen Bestandteile von Strandpflanzen bestehen hauptsächlich aus Natronverbindungen (Natriumcarbonat Na₂CO₃), und die an kohlen-saurem Natron reiche, beim Verbrennen der Pflanzen zusammengebackene und hart gewordene Asche dieser Pflanzen wurde von den Venezianern als rohe Soda aus der Levante importiert.

Wo keine mineralische Soda oder Pflanzensoda zur Verfügung stand, wie in den Waldglashütten nördlich der Alpen, beispielsweise im Spessart [8], verbrannte man einheimische Pflanzen, zumeist Buchen, die im Gegensatz zu den Strandpflanzen überwiegend Kalisalze enthalten.

Der Gehalt der Pflanzenasche an kohlen-saurem Kali (Kaliumcarbonat, K₂CO₃) schwankte jedoch je nach Pflanzenart und je nachdem, wie saftreich die Pflanzen waren – denn nur im Pflanzensaft sind die Kalisalze gebunden. Man unterschied deshalb zwischen magerer und fetter Asche, was in der Praxis bedeutete, dass man für eine bestimmte Menge

Soda

Die Levantische Soda, mit der die Venezianer ihr schönes Glas erzeugten, ist kohlen-saures Natron (Natriumcarbonat, Na₂CO₃). Im Altertum und Mittelalter kam sie natürlich vor, z. B. in Ägypten, oder man verbrannte Strandpflanzen, deren mineralische Bestandteile hauptsächlich aus Natronverbindungen bestehen. Die an kohlen-saurem Natron reiche Asche dieser Pflanzen kam als rohe Soda direkt in den Handel. Inzwischen wissen wir, dass die Venezianer die Sodaasche als Ballast in ihren Handelsschiffen verwendeten, die aus dem Mittelmeer zurückkehrten. Wahrscheinlich handelte es sich um Gesteinsbrocken, denn beim Verbrennen der getrockneten Pflanzen in Gruben, wie es in Spanien geschah, woher zum Beispiel die Altaristen ihre Soda bezogen, sintert die Asche zu einer steinharten Masse zusammen und muss zu Brocken zerschlagen werden.

Wo keine natürliche Soda zur Verfügung stand, behalf man sich teilweise mit Steinsalz beziehungsweise Kochsalz. Pfarrer Mathesius erwähnt Salz und polnisches Steinsalz als Bestandteil des Gemenges, wahrscheinlich um den Alkali-gehalt zu erhöhen. Erst 1658 gelang es erstmals, zerstoßenes Steinsalz mit Hilfe von Schwefelsäure in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) umzuwandeln und dieses durch Glühen mit Kohle und Kalk in kohlen-saures Natron.

Pottasche

Pottasche ist mehr oder weniger reines kohlenaueres Kali (Kaliumcarbonat, K_2CO_3). Sie wird aus der Asche von Binnenlandpflanzen gewonnen, die, anders als Strandpflanzen, überwiegend Kalisalze enthalten. Je nachdem, wie saftreich die Pflanzen sind – denn nur im Pflanzensaft sind die Kalisalze gebunden –, erhält man mehr oder weniger Pottasche. Beim Verbrennen der Pflanzen, z. B. Buchenholz, dessen rohe Asche für die Erzeugung von Waldglas häufig herangezogen wurde, werden die in den Pflanzen enthaltenen Salze organischer Säuren in Kohlensäuresalze umgewandelt. Nach dem Auslaugen der Pflanzenasche wird die Lauge zu einer braunen Masse abgedampft und eingedickt. Diese rohe Pottasche muss vor dem Gebrauch unter ständigem Rühren und bei allmählich ansteigender Temperatur zum Glühen gebracht, d. h. calciniert werden, bis sie keine kohligten Teile mehr enthält und zu einer weißen, festen Salzmasse geworden ist. Der Gehalt der gebrannten Pottasche an kohlenauem Kali ist sehr unterschiedlich, je nachdem, aus welcher Pflanzenart sie gewonnen wird. Außerdem enthält sie schwefelsaures Kali, Chlornatrium und kohlenaueres Natron. Die beiden ersteren unerwünschten Bestandteile werden ausgelaugt, so dass nur kohlenaueres Kali und Natron zurückbleiben. Die Lösung lässt man einige Tage stehen, dampft sie trocken ein, gibt wieder Wasser dazu und wiederholt den Vorgang mehrmals. Die harte, poröse, nicht kristalline, sehr hygro-skopische Masse wird zu feinem Pulver zerstoßen und dem Sand im möglichst richtigen Mengenverhältnis zugesetzt.

Sand mehr magere Asche nehmen musste als fette. Auch Weinstein, Salpeter und Steinsalz dienten als Flussmittel. Kunckel spricht in seinen »Nützlichen und nöthigen Erinnerungen über die gesammten Merettischen Anmerckungen« von einer »Composition von Kieselsteinen und Pott=Asche / oder Weinstein=Saltz / oder Salpeter« [9], macht aber im nächsten Absatz darauf aufmerksam, dass Kochsalz und reines Weinsalz sich bei großer Hitze verflüchtigen, ohne auf das Glas einzuwirken.

Und schon Merret hatte fest gestellt – wohl im Hinblick auf England –, dass »mit der Zeit und durch die Erfahrung / der Gebrauch des Salpeters und Steinsaltzes / zu der Glasbereitung gantz und gar abgekommen ... denn die erstgedachten Salina sind hierzu zu weich und linde.« [10]

Das Flussmittel Pottasche

Der Begriff Pottasche ist eine irreführende Bezeichnung für das durch Auslaugen, Einsieden und Calcinieren gewonnene Salz der rohen Holzasche. Pottasche ist dank des langwierigen Extraktionsprozesses reiner als Holzasche und reicher an Kaliumcarbonat – aber auch viel teurer als rohe Holzasche. Deshalb hat man sie nur für bessere Glassorten verwendet, für Waldglas hingegen so gut wie gar nicht.

Ursprünglich soll Pottasche nichts anderes gewesen sein als die Asche von Eichenholzfässern, in denen rohe Asche aus Weidenbäumen transportiert wurde. Aber wer zerlegt schon intakte Fässer und verbrennt deren Dauben, wenn die Eichenbäume praktisch nebenan wachsen?

Ganz abgesehen davon, dass man ganze Schiffsladungen leerer Fässer gebraucht hätte, um auch nur einige Hand voll Asche daraus zu gewinnen. Fest steht jedenfalls, dass zwischen roher Holzasche und Pottasche ein erheblicher Unterschied besteht und Herstellung und Einsatz von Pottasche erst in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts bei der Erzeugung von Kristallglas in Übung kamen. [11]

Salpeter

Salpeter ist mineralisches Alkali in Form von Nitraten (Salz, Kalium, Natron). Bei Erwärmung geben alle Nitrate Sauerstoff ab und wirken als Oxidationsmittel. Nitrate der Alkalimetalle gehen dabei in Nitrite über), z. B. Natriumnitrat (Natronsalpeter), Calciumnitrat (Kalksalpeter oder Mauersalpeter), insbesondere Kaliumnitrat (Kalisalpeter). Ebenso wie Arsenik bewirkt Salpeter die Oxidation des Eisenoxyduls oder der Kohle, die sich als Verunreinigungen im Gemenge befinden. Kohle verflüchtigt sich bei der Schmelze als Kohlendioxid, aus Eisenoxydul, das grün färbt, wird Eisenoxid, das nur einen leichten Gelbstich ergibt, der wiederum mit Braunstein und etwas Kobaltoxid

neutralisiert werden kann. Salpeter entwickelt Gase, die in Bläschen aufsteigen und zur Durchmischung der Glasmasse beitragen.

Nach Gerhard Schulze »hat man zu jener Zeit Salpeter hauptsächlich bakteriologisch aus tierischen Abfällen in Gegenwart von Kalk und Umwandlung des entstandenen Kaliumnitrats mit Pottasche in Kaliumnitrat« gewonnen, und es wird angenommen, »daß Kunckel solchen Kalisalpeter verwendet hat ...« (Kunckels Glaslaboratorium auf der Pfaueninsel ..., in: Medizinhistorisches Journal, Band 11, Heft 1/2, 1976, S. 154).

Sand

Die Qualität eines Glases und die Möglichkeiten, es zu verarbeiten, hängen nicht allein vom verwendeten Flussmittel ab, sondern auch ganz erheblich von der Reinheit des Sandes.

Würde man zum Beispiel Bergkristall zu Pulver zerstoßen und mit sorgfältig gesiebter Asche zusammenschmelzen, bekäme man ein sehr klares Glas. Bei Quarz, der genau so wie Bergkristall kristallisiertes Siliciumdioxid (SiO_2) ist, sieht das Ergebnis schon anders aus, denn Quarzsand enthält in der Regel Metallverbindungen, zum Beispiel Eisen oder erdige Bestandteile, welche das Glas mehr oder weniger stark färben.

Die Venezianer haben für ihr gemeines oder ordinäres Glas Sand verwendet. Es hatte einen schwachen Gelbstich, der vom Eisen herrührte. Für die feineren Glaswaren nahmen sie, wie schon erwähnt, den Ticienischen Kieselstein. Kiesel gab es in viel näher gelegenen Flüssen wie der Etsch (Adige) auch, ergaben aber keinen so reinen Sand wie die aus dem Tessin.

Nördlich der Alpen verfuhr man nach dem gleichen Prinzip. Entweder verwendete man geeigneten Sand aus der näheren Umgebung, oder man sammelte schöne weiße Kiesel, die man erhitze, in Wasser warf, damit sie spröde wurden, und anschließend mit einem Pocher zerstampfte, so dass man geäderte oder verfärbte Stücke leichter heraus klauben konnte. Aber trotz aller Sorgfalt ließ sich nicht vermeiden, dass Spuren von Verunreinigungen im Sand – wie auch im Flussmittel –, die sich nicht beseitigen ließen, die Qualität des Glases nachteilig beeinflussten.

Daneben gab es noch weitere schädliche Einwirkungen auf die Schmelze, beispielsweise durch die aus Ton gefertigten Schmelztiegel, die Eisenoxid an die Schmelze abgaben, oder durch Rauchgase, die bei ungenügender Sauerstoffzufuhr nicht vollständig verbrannten und die Schmelze trübten.

Der Schmelzvorgang

Um aus Sand und Asche Glas zu schmelzen, brauchte man einen speziellen Ofen zur Erzeugung der erforderlichen hohen Temperaturen, dazu Tiegel oder Häfen für das Gemenge und trockenes Brennholz. Eine wichtige Aufgabe fiel dem Schürer zu. Er musste die Ofentemperatur über lange Zeit konstant halten, sie bei Bedarf absenken und wieder erhöhen und stets darauf achten, dass der Ofen genug Zug hatte, damit die Kohlenstoffteilchen rückstandslos verbrannten, andererseits aber nicht zu viel frische Luft in den Ofen gelangte, welche die obere Schicht der Schmelze in den Tiegeln abgekühlt hätte.

Während der Schmelze geschieht Folgendes:

- die Glasbildung, also der Übergang vom festen Zustand der Rohstoffe in den dünnflüssigen;
- die Läuterung, wobei gasförmige Gemengebestandteile entweichen, die Schmelze durch die aufsteigenden Gasblasen gut durchmischt und in seiner Zusammensetzung homogen wird;
- das Abstehen oder Abgehen durch Verringerung der Temperatur, damit die Glasmasse die zu ihrer Verarbeitung erforderliche Zähflüssigkeit erlangt.

Bevor es so weit kommt, muss das Gemenge in die Tiegel oder Häfen »eingetragen« werden, und zwar in den bereits heißen Ofen. Das garantiert, dass die Hitze rundum gleichmäßig auf das Gemenge einwirkt. Bei kaltem Ofen, der erst nach dem Eintragen aufgeheizt wird, wäre die von der Ofenwölbung zurückgestrahlte Oberhitze im Vergleich zu übrigen Ofentemperatur zu stark, das Gemenge würde »flach« schmelzen und ein feinblasiges, so genanntes gispiges Glas ergeben.

Die Glasbildung

Zuerst schmelzen die alkalischen Salze – die Flussmittel – und beginnen auf den Sand einzuwirken. Im Verlauf von etwa zehn bis zwölf Stunden – zu Neris und Kunckels Zeiten dauerte es mehrere Tage – fängt die schmelzende Glasmasse zu brodeln an,



8 Blick in eine böhmische oder sächsische Glashütte in der Mitte der 16. Jahrhunderts. Holzschnitt von Basilius Wefring aus Joachimsthal in Georg Agricolas „De re metallica“, Basel 1556

und es wird erneut eingetragen, damit zur späteren Ausarbeitung durch die Glasbläser möglichst volle Tiegel oder Häfen zur Verfügung stehen.

Die Läuterung

Während das Glas schmilzt, bildet sich auf der Oberfläche die »Glasgalle«. Diese besteht aus Schwefel- und Chlorverbindungen (z. B. schwefelsaurem Natron und Chlornatrium) sowie unlöslichen Teilen im Flussmittel, die sich beim Schmelzen nicht zersetzen haben. Es gibt mehrere Möglichkeiten, die schädlichen Einwirkungen der Galle auf das Glas zu vermeiden, aber früher half dagegen nur das Abschöpfen mit anschließendem, gegebenenfalls mehrmaligem Ausschöpfen des flüssigen Glases in kaltes Wasser, in dem sich die Galle auflöst, und Umschmelzen des rohen Glases.

Nach dem Umschmelzen steigt die Temperatur im Ofen, das Glas wird dünnflüssig, und noch eingeschlossene Gasblasen können leicht entweichen. Die dabei entstehende Bewegung der Glasmasse bewirkt die Durchmischung ungleichmäßiger Schichten und sorgt für Homogenität des Glases. Um diesen Vorgang beziehungsweise die Gasbildung zu unterstützen, hat man früher frische Holzscheite oder Arsenikbrocken in die Schmelze geworfen.

Das Abstehen

Auf das »Heißschüren« während der Läuterung folgt das »Kaltschüren«. Dabei wird die Ofentemperatur abgesenkt, die Glasmasse hört auf zu Wallen und erreicht die zur Ausarbeitung erforderliche dickflüssige Konsistenz.

Glasfehler

In seiner Glaspredigt spricht Pfarrer Mathesius von Vorsichtsmaßnahmen, die ergriffen werden mussten, »damit die Gläser nicht »blesicht / federicht / wolket / blettericht / steinicht oder grießlicht« wurden. Darauf komme ich noch zurück. Hier geht



9 Fußbecher mit Ringen, Deutschland, 17. Jh., H. 11,5 cm. Abbildung aus dem Auktionskatalog Fischer, Heilbronn, 27. 10. 2001, Nr. 45.

Beispiel für ein durch winzige Gasblasen „blesicht“ oder „gispig“ gewordenes Glas. Die gelbliche Farbe rührt vom Eisengehalt des verwendeten Sandes her; bei der Schmelze wurde wahrscheinlich kein Braunstein als Entfärbungsmittel verwendet.

es zunächst um die Fehler und wodurch sie entstehen.

Einer der aus kunsthistorischer Sicht schlimmsten Fehler, der sich allerdings in vielen Fällen erst lange nach der Ausarbeitung bemerkbar machte, indem die Gläser durch die Luftfeuchtigkeit »blind« oder »krätzig« wurden, ist das Entglasen. Das kann zum einen an der fehlerhaften Zusammensetzung des Gemenges, insbesondere am Alkaliüberschuss liegen, zum andern an häufigen Temperaturschwankungen durch wiederholtes Anwärmen bei der Ausarbeitung.

Was Mathesius mit »steinicht oder grießlicht« bezeichnet, rührt von ungelösten Sandkörnchen her. Wenn beim Eintragen des Gemenges in den heißen Ofen die Temperatur zu niedrig ist, beginnt das Flussmittel zu schmelzen, bevor der gesamte Sand heiß genug ist, um darauf einwirken zu können. Sandpartikel lagern sich auf dem Hafensboden ab, werden beim Läutern mit der dünnflüssigen Masse vermischt und erscheinen nach dem Ausarbeiten als kleine Körner oder Höcker in der Glaswandung.

»Blesicht«, »wolket« oder »gispich« werden Gläser durch winzige Gasblasen. Auch hier ist

die Ursache eine zu niedrige Ofentemperatur vor dem Eintragen des Gemenges. Die Einwirkung des Flussmittels auf die Kieselsäure ist zu schwach, und die Gasbläschen vereinigen sich nicht zu größeren, um an die Oberfläche steigen zu können, sondern bleiben in der dickflüssigen Masse verteilt. Das Ergebnis ist ein trübes Glas, auch wenn man die feinen Bläschen nicht sieht, aber die veränderten Lichtbrechungseigenschaften sorgen für eine Art Grauschleier in der Glaswandung. Auch wenn bei zu schwacher Hitze während des Läuterns die Masse nicht dünnflüssig genug wird, um die Gase entweichen zu lassen, können sich Blasen bilden und beim Ausarbeiten in die Glaswandung gelangen. Selbst beim Ausarbeiten kommt es bisweilen zu einer partiellen Blasenbildung, wenn vor dem Überstechen Staub auf das Kölbl fällt und zwischen den Schichten eingeschlossen wird. Es entstehen Grüppchen aus größeren und kleineren Blasen in einer ansonsten makellosen Umgebung.

Was Mathesius als »fedricht« bezeichnet, sind vermutlich »Rampen« und »Schlieren«, eine Folge der Inhomogenität der Masse durch unvollständige Vermengung und Lösung der Rohstoffe während der Schmelze, die sich durch von ihrer Umgebung abwei-

chende Lichtbrechungseigenschaften bemerkbar machen. Die Schlierenbildung wird häufig auch durch Tropfen zähflüssigen Glases ausgelöst, die vom Ofengewölbe in den Hafen fallen. Im Gewölbe hat sich im Laufe der Zeit, bedingt durch verdampfende oder von den entweichenden Gasen mitgerissene basische Bestandteile des Gemenges, eine glasurartige Schicht gebildet, die bei starker Hitze abschmilzt, als Tropfen in die Glasschmelze fällt und sich hier nicht völlig auflöst.

Entfärbungsmittel

Selbst Rohmaterialien von größter Reinheit ergeben kein kristallklares Glas; es bleibt immer ein metallischer Bestandteil im Gemenge, und sei er noch so gering, der dem fertigen Produkt einen Farbstich verleiht. Bei extrem dünnwandigen Gläsern wie den venezianischen fällt das nicht auf, aber je dicker die Wandung ist, desto merklicher tritt die färbende Verunreinigung hervor, und wo sie stört, muss man sie auf die eine oder andere Weise neutralisieren.

In der Fachsprache der Glasmacher hießen die Entfärbungsmittel früher »Glasmacherseifen«, weil man mit ihrer Hilfe das Glas »waschen« konnte. Auf empirischem Wege hatte man die Erfahrung gemacht, dass Zusätze des Minerals Braunstein (Mangansuperoxid) oder der arsenigen Säure (Arsenik) zum Gemenge unerwünschte Farbstiche neutralisieren.

Im Fall des Braunsteins hängt das damit zusammen, dass Mangansilicate rot sind, Silicate des Eisenoxyduls grün. Die Rotfärbung der Mangansilicate wird durch das Grün der Eisenoxydulsilicate komplementiert, und das Glas erscheint farblos, obwohl es zwei Metallverbindungen enthält, die, jede für sich, das Glas rötlich violett beziehungsweise grün färben würden. Justus Liebig spricht in diesem Zusammenhang von chromatischer Neutralisation. [12] Mangansuperoxid hatte als Glasmacherseife noch eine weitere willkommene Wirkung, indem es während der Schmelze einen Teil seines Sauerstoffgehalts abgab, so dass Kohlenstoffteilchen vom Rauch der Flammen, die das Glas trüb gemacht hätten, vollständig verbrennen konnten.

Arsenik, die arsenige Säure (AsO_3), ist ebenfalls leicht reduzierbar und versorgt die oxidierbaren Beimengungen der Schmelze mit Sauerstoff. Dieser bewirkt die Umwandlung des grün färbenden Eisenoxyduls in als gelblichen Farbstich kaum wahrnehmbares Eisenoxid und fördert das Verbrennen von Kohlenstoffteilchen. Damit einher geht die Reduktion der arsenigen Säure; es entsteht metallisches Arsen, das sich in der Hitze verflüchtigt.

Die Glaspredigt des Pfarrers Mathesius

Die Erfahrungen und Kenntnisse der deutschen und böhmischen Hüttenmeister des 16. Jahrhunderts, die auf den Traditionen des Glasmachens im Mittelalter fußten und durch langjährige Praxis ergänzt wurden, hat Johann Mathesius in seiner Glaspredigt zusammengefasst. Sie ist die meines Wissens zuverlässigste Quelle aus dem 16. Jahr-

hundert und vereint die Kenntnisse Georg Agricolas († 1555) [13] mit den praktischen Erfahrungen sächsischer und böhmischer Glasmacher, bei denen Pfarrer Mathesius sich umgesehen hatte.

»Etliche haben jren eignen sand / die andern pochen ir weiß quertz und kißling ...« Als Flussmittel verwendeten sie die Asche von Eiche, Ahorn, Buche, Tanne, Kiefer und Weide. Auch Weinstein und Salz kamen ins Gemenge, wobei polnisches Steinsalz das Bessere gewesen sein soll. Steinsalz beziehungsweise Kochsalz (Natriumchlorid mit geringen Mengen von Calciumchlorid) gehört zur Gruppe der Kaliumsalze, die in natürlichen Salzlagerstätten vorkommen und Gemische von Chloriden und Sulfaten unter anderem des Kaliums, Natriums und Calciums sind.

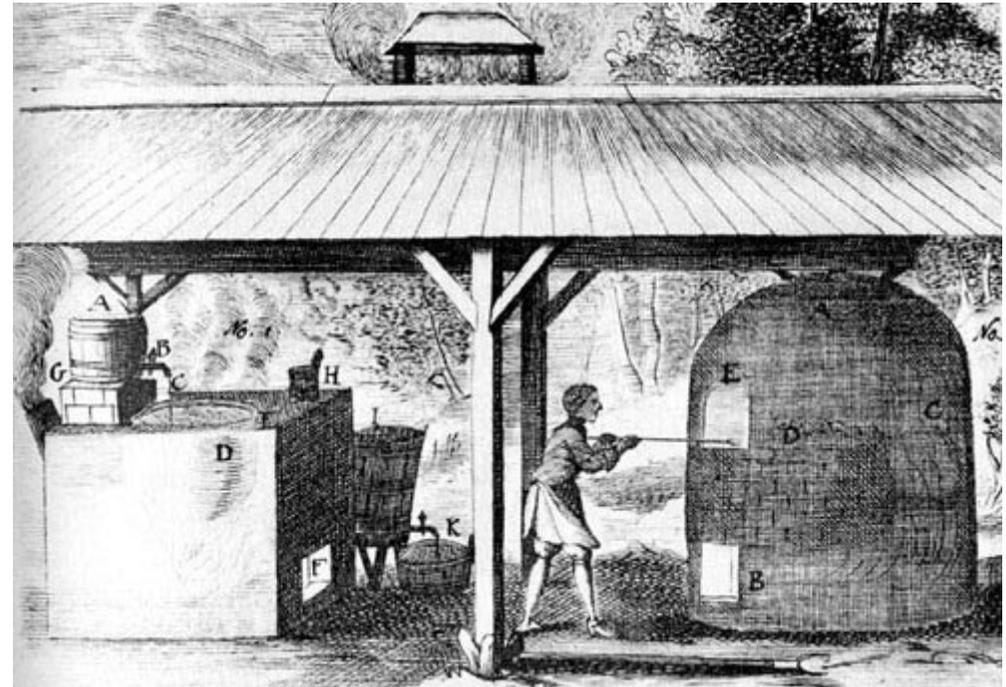
Um die Dauer der Schmelze zu verkürzen, schüttete man Glasbrocken und -scherben dazu. »Vil kauffen alte glaßbrocken oder scherben auff / darauß man in diesen wälden das schönst glaß machet.« [14] Das ist der gleiche Prozess wie bei den Venezianern, nur dass diese mit der importierten Levantischen Soda ein sehr viel besseres Flussmittel und dank der Ticienischen Kieselsteine einen reineren Sand besaßen.

Die Qualität der Asche beziehungsweise Soda bestimmte die Qualität des Glases. Deshalb musste ihre Zubereitung mit größter Sorgfalt erfolgen. »Es soll aber das glaß weisser und reiner werden / wenn man asch unnd saltz / fleissig schmelzet mit dürrer [trockenem] holtz ... «Damit die Gläser nicht »blesicht / federicht / wolket / blettericht / steinicht oder grieblicht« wurden, musste man das Gemenge aus Sand, Asche und Salz im Hafen gründlich »rhüren unnd umbwenden«, was die Schürbuben besorgten, und, sobald es zu schmelzen begann, in kaltem Wasser abschrecken, im Hafen erhitzen, wieder abschöpfen und einlegen, dann bei stetigem Feuer, »das nicht zu grell und groß ist« erneut erhitzen, »biß das Glaß begint zu fliessen / und ein schaum und sein weisse Gall über sich zu werffen / Wenn man die werck rhürtet / gallen und wildigkeit rein und sauber abfeimt [abschöpft] / so stehet das glaß so lauter im topff wie zulassen zin.«

Rezepte von Neri und Kunckel

Was Pfarrer Mathesius nur ganz allgemein zusammenfasst, findet man ausführlich bei Antonio Neri (1576-1614), einem aus Florenz stammenden »Chymikus«, der in den mediceischen Glashütten Florenz und Pisa sowie in Antwerpen die Hüttenpraxis seiner Zeit kennen gelernt hatte. [15] Seine Kenntnisse, Erfahrungen und Experimente fasste Neri in einer umfangreichen Rezeptsammlung zusammen, die unter dem Titel »L'arte vetraria distinta in libri sette« 1612 in Florenz erstmals in Druck erschien. Das Werk wurde mehrmals neu aufgelegt und 1662 von dem englischen Arzt und Naturforscher Christopher Merret ins Englische übersetzt und unter Berücksichtigung der in England gegebenen Voraussetzungen kommentiert.

Auf Merrets Edition basieren die beiden deutschen Übersetzungen von 1678 durch Friedrich Geissler und 1679 durch den in der Glasfabrikation wesentlich versierteren



10 Kupferstich zum „Laugen- und Saltz=machen“ aus *Ars Vitraria Experimentalis* 1679, S. 350. In der Bütte I wird die Asche ausgelaugt. Die Lauge fließt in den Bottich K, wird in das Fäßchen A umgefüllt, in den beheizten Kessel D abgezapft und dort zu Salz eingedampft. Das „Brennen“ des Salzes erfolgte im Calcinierofen rechts. E ist „das Mundloch am Ofen / vor welchem ein Kerl steht / der das Saltz oft rühren muß.“

Johann Kunckel mit dessen eigenen Anmerkungen zu den Ausführungen Neri und Merrets und gelegentlichen Seitenhieben auf den Konkurrenten Geissler. [16]

Im 1. Kapitel beschreibt Neri »das fundament der gantzen Glasmacher=Kunst«, nämlich »Wie das Saltz aus dem Pülverlein / Rochetta / und aus der Soda Hispanica auszuziehen / vermittelt welches die Fritta Crystalli / von den Italienern Bollito genannt / zubereitet wird.« Das »Pülverlein Rochetta« ist nichts anderes als die Levantische Soda, und mit »Fritta Crystalli« ist eine Art Vorstufe der Schmelze gemeint. Neri erklärt, dass die Rochetta aus Syrien stammt und ein viel weißeres Salz ergibt als die Spanische Soda. »So man derowegen ein schönes und vollkommendes Crystall verfertigen will / muß solches geschehen mit dem extrahirten Saltz / aus der ... Levantischen Rochetta.« Zwar sei die Spanische Soda salzhaltiger, aber das damit zubereitete Glas werde »etwas blaulicht und hat keine so schöne Farbe und weissen Glantz.« Bei seinen Experimenten hat Neri »diese Syrische Asche« in einem Steinmörser zerstoßen und fein gesiebt, »damit nur die blosse Asche / ohne die gröblichten Stücklein durchfalle ... sintemal hierinnen die Kunst viel Saltz zuüberkommen / bestehet.« Das gesiebte Pulver wurde in einen Kessel mit siedendem Wasser geschüttet und die gesättigte

Lösung unter ständigem Rühren um ein Drittel der Wassermenge eingedampft. Dann goss man erneut Wasser dazu und kochte die Lauge weiter ein. Um mehr und noch weißeres Salz zu bekommen, damit später auch das Glas schöner und weißer wurde, löste man im siedenden Wasser zuerst »rothen und biß zur Schwärzte gebrandten Weinstein« (siehe Kastentext) und gab erst danach die gereinigte Soda dazu.

Die konzentrierte Lauge wurde in saubere irdene Gefäße umgefüllt, in denen sie zwei Tage lang stand. Dabei setzten sich Schwebstoffe am Boden ab. Die Lauge wurde vorsichtig, ohne die Verunreinigungen aufzuwirbeln, noch zweimal umgefüllt und geläutert und daraus »heranch ein reines und vollkommenes Salz bereitet.«

Zu diesem Zweck gab man die Lauge in einen sauberen Kessel, siedete sie und füllte ständig Lauge nach, damit der Kessel immer voll war. Die Lauge dickte ein und begann »das Salz aufzuwerffen«, das »auff der obern Fläche des Kessels ... gleich einem Netz erscheinet.« Das war das Zeichen dafür, dass man das Salz mit einem »löcherichten Rühr=Löffel« ausschöpfen konnte. Es kam in »irdene und löcherichte Gefäß / damit es schleiniger trocken und die Laugen abrinnen kann / welches abgeronnene wiederum in den Kessel gethan wird: Und auff solche Weise fährt man so lang fort / biß daß alles Salz ist herausgenommen worden. ... Die ganzte Kunst aber ein schönes Salz

Weinstein

(Tartarus, Kaliumhydrogentartrat, Cremor tartari)

Roher Weinstein ist das saure Kaliumsalz der Weinsäure und weinsaurer Kalk. Er lagert sich als feste Kruste an den Wänden der Weinfässer ab. Wenn man ihn pulverisiert, in heißem Wasser auflöst und dieses verdunsten lässt, erhält man reinen Weinstein in kristalliner Form. Werden die Kristalle gegläht (Neri spricht von »bis zur Schwärzte gebrandten Weinstein«), ergeben sie Kaliumcarbonat, also dasselbe wie gereinigte Pottasche. Neri's Vorschrift dürfte somit zu einem Natron-Kali-Glas geführt haben.

zu bereiten ist ... an dem Weinstein gelegen.« Bevor das Salz zum Gemenge gegeben werden konnte, wurden die Kristalle in einem Calcinirofen bei schwacher Hitze gedörret, in einem Steinmörser zerstoßen, »durch ein so enges Sieb geschlagen / daß die durchgefallenen Saltzkörner / nicht größer als ein Gedräyt=Korn sind« und in verschlossenen Gefäßen aufgehoben.

Auf die Bedeutung des Weinstein's verweist auch Johann Kunckel in seinen Anmerkungen über das erste Buch Neris, sagt aber nur, »die Ursach ist leicht«, ohne auf die Gründe näher einzugehen, weil die Glasmacher es ohnehin wüssten. Stattdessen berichtet er, dass man mit Soda Hispanica, »derer ich viel Centner verbraucht / und in sehr harten Ballen aus

Hispanien komt«, ein gutes Glas machen könne, wenn man sie klein stößt und »nach gewisser Art und proportion« einen feinen Sand zusetzt. Dabei käme es aber auf den Salzgehalt der Soda an, »weil die eine mehr Erde oder Sand führet als die andre / und daher magerer von Saltz ist.« Das richtige Mischungsverhältnis aus Sand und Soda müsse jeder Glasmacher selbst herausfinden, was aber nicht schwierig sei, denn bei Verwendung einheimischer Pottasche sei das genau so.

Von roher Soda rät Kunckel ab, denn selbst wenn das Glas sich gut verarbeiten ließe, zerspränge es beim Abkühlen und habe einen Stich in Blaue. Er empfiehlt seinen

Lesern – wie schon Neri –, die Soda – sei es Rochetta oder spanische – mehrmals gründlich auszulaugen, zu glühen und wieder einzukochen, um »ein herrlich schön Glas« zu machen. Sollte das Glas einen Grünstich haben, »kann ihm mit der Magnesie [Braunstein] abgeholfen« werden, wozu man aber keine piemontische brauche, sondern erzgebirgische aus Schneeberg oder Annaberg nehmen könne, die teilweise sogar besser sei.

Das 2. Kapitel Neris ist der »Fritta Crystallis, ins gemein Bollito genannt«, gewidmet. Die Herstellung der Glasfritte war damals eine unverzichtbare Vorstufe der eigentlichen Schmelze, auf die Neri im neunten und zehnten Kapitel zu sprechen kommt. Diese Notwendigkeit ergab sich aus der beschränkten Leistungsfähigkeit der Schmelzöfen und der damit verbundenen unverhältnismäßig langen Schmelzzeit, die sich auf die Reinheit des Glases sowie seine Formbarkeit ungünstig ausgewirkt hätte. Deshalb schmolz man das Glas in zwei Schritten.

Wer »ein schönes und vollkommendes Crystall« machen wolle, müsse zusehen, dass er »den allerweissesten Tarsum bekomme.« Neri erwähnt auch den »Ticienischen Kieselstein« aus dem Fluss Tessin, den die Venezianer verwenden, und beschreibt Tarsum als »eine Art des weissen und harten Marmors«, der in der Toskana und andernorts in großen Mengen gefunden wird. Man solle aber nur »die allerweisseste Art auserlesen / welche keine schwarzte Adern / und gelbe Flecklein habe / auch sonder allen Rost seye: Wobey zu mercken, daß alle Steine / die / an einen Stein geschlagen / Feuer von sich geben / zum Glas oder Crystall tüchtig sind / hingegen die jenigen / welche kein Feuer geben / werden nimmermehr zu Glas.«

Die Kieselsteine wurden zerkleinert, pulversiert, fein gesiebt, »gleich einem subtilen Meel«, und mit dem an Hand der Vorschriften im ersten Kapitel erzeugten »Pülverlein Rochetta« innigst vermengt. Das Gemisch kam in einen vorgeheizten Ofen, »denn wenn sie in einem kühlen Ofen gesetzt würden / so sollte keine Fritta daraus werden.« Nach mehreren Stunden verschmolzen Kieselpulver und Soda zur Glasfritte, wobei ständig gerührt werden musste, »denn solches sehr viel bey der Sache thut.« Die Fritta Crystalli wurde aus dem Ofen genommen und an einem staubfreien, trockenen Ort aufbewahrt – staubfrei deshalb, damit keine Verunreinigungen dazu kamen, und trocken, weil das Salz Feuchtigkeit anziehen, zu Wasser werden und nur der Tarsus übrig bleiben würde, »woraus denn nimmermehr Glas werden kann.« Die Fritta ließ man drei oder vier Monate stehen, dann war sie »viel tauglicher zur Arbeit / und vereiniget sich desto geschwinder.« Die Fritta ist also, wie wir der Beschreibung entnehmen können, noch kein Glas, sondern bis zum Erweichungspunkt erhitztes Kieselpulver und Rochetta, deren Teilchen oberflächlich aufschmelzen und dadurch zusammensintern.

Kunckel interessierte es nicht, »wo die Italiäner ihre Stein oder Sand hernehmen«, sondern wollte nur berichten, »wie es in Teutschland zu machen sey«, nämlich einen Sand

zu verwenden, »der fein weiß / und im Graben keine leimigte [lehmige] noch gelbe Eisenhafte Adern mit sich führet.« Er nennt einige Ort, wo es »helle / klare Steine ... welche man Quartzene nennet« gibt und warnt noch einmal vor gelben und schwarzen Adern. »Die gelben sind zum Eisen / und die schwarzen zu Bley und Silber geneiget.« Des Weiteren verweist er auf weiße runde Kieselsteine in fast allen Flüssen, zum Beispiel in der Elbe. Nur aus Flüssen mit morastigem Wasser dürfe man keine nehmen. Besonders empfiehlt Kunckel den schwarzen Feuerstein, den man »in den Feuer=Zeugen und auff den Flindenröhren gebraucht.« Solche Feuersteine verwendete auch George Ravenscroft für sein um 1681 perfektioniertes bleihaltiges »Flintglass«.

Im 3. Kapitel schildert Neri einen weiteren von ihm selbst erfundenen Modus, »aus dem Levantischen Pulver / das Saltz zu extrahiren / womit eben ein so schöner und durchscheinender Crystall / gleich dem Berg=Crystall / bereitet wird.« Das Prinzip ist das Gleiche wie im ersten Kapitel, nur etwas umständlicher und mühsamer. Kunckel gibt Neri Recht – »Wer sich die Mühe nimmt / und ein Saltz so oft im Wasser zergehen läst / und in Gläsern läst wieder hart werden / der kann ein schön Crystall machen« –, betont aber, dass dazu nicht unbedingt Levantisches Pulver nötig sei, sondern »was vor Kraut man wolle / als Farren=Kraut und andere« einschließlich Pottasche. Die Erfahrung habe ihn gelehrt, »daß die Saltzen in den Kräutern und Gewächsen einerley sind.« Bis 1759 unterschied man nicht zwischen Soda und Pottasche beziehungsweise Natriumcarbonat und Kaliumcarbonat. Beide bewirken beim Glasschmelzen dasselbe, wobei die Soda allerdings »fetter« war (mehr Alkaliverbindungen enthielt), so dass man einer bestimmten Menge Soda mehr Sand zuschlagen konnte als der gleichen Menge Pottasche, bei der es zudem darauf ankam, aus welcher Art von Holz- oder Pflanzenasche das Salz extrahiert wurde.

Im 9. Kapitel Neris erfahren wir, »Wie man ein recht vollkommenes Crystall machen soll.« Die Fritta Crystalli wurde in einen Topf getan und Piemontische Magnesie dazu gegeben, und zwar so viel, »welches denn die Glasmacher aus der Erfahrung haben und wissen sollten.« Im Ofen wurde die Fritta mit hartem, trockenem Holz geschmolzen und in einen Bottich mit kaltem Wasser geschüttet, »damit das also genannte Alkali-Saltz verzehret werde / sintemal selbiges dem Crystall schädlich ist; Diweil es solches dunkel und neblicht machet.«

Auf diese Weise wurde die Fritta mehrmals geschmolzen und ausgeschöpft, »biß der Crystall von allem Saltz ledig und rein ist.« Dann ließ man die Schmelze vier bis sechs Tage lang kochen. Falls die Probe einen Grünstich aufwies, gab man zum Entfärben noch etwas Braunstein dazu, aber nur in kleinen Dosen und nach und nach, »damit es das Crystall nicht verderbe.«

Kunckel bemerkt dazu, dass daraus ein besonders schönes Glas werde, »aber ietziger Zeit macht mans auff eine viel bessere Art.« Die behielt er allerdings für sich, wohl

weil er beabsichtigte, die 1664 errichtete Hütte in Drewitz, die so genannte Potsdamer Hütte des brandenburgischen Kurfürsten Friedrich Wilhelm, zu pachten, wo er viele Versuche angestellt und Rezepte erprobt hat. Der Vertrag wurde am 7. Juli 1679 auf drei Jahre geschlossen, und es kommt nicht von Ungefähr, dass die *Ars Vitraria Experimentalis* dem Kurfürsten und seiner Gemahlin gewidmet ist. Statt also die »viel bessere Art« weiterzugeben, empfiehlt Kunckel seinen zukünftigen Konkurrenten, die »gerne ein schön Glas nach der Venediger Art haben wollen«, der Lehre Neris zu folgen, »sonderlich mit dem Ableschen [Ausschöpfen] / wie die Glasmacher ohne diß zum öfftern thun und zu thun gewohnt.« Die vagen Andeutungen und die ausdrückliche Hervorhebung des Glases »nach der Venediger Art« sind deshalb interessant, weil sie vielleicht andeuten, dass Kunckel seit 1679 auch eine völlig andere Glassorte herstellen konnte als alle bisher gebräuchlichen.

Nach dem Tod seines Gönners und Förderers Kurfürst Friedrich Wilhelm († 1688) begann für Kunckel unter dessen Nachfolger Friedrich III. und seinen Hofbeamten eine Zeit der Verleumdungen, Kränkungen und Enttäuschungen, die darin gipfelten, dass ihm der Kurfürst 1692 in der Potsdamer Hütte den französischen Glasmacher Simon de Tournay vor die Nase setzte. [17] Der kostete den Kurfürsten viel Geld, erfüllte aber nicht die in ihn gesetzten Erwartungen und musste Potsdam schon 1694 verlassen. Der Kurfürst versuchte es noch einmal mit einem Ausländer, Giovanni Pallada aus Haarlem. Man richtete ihm in Berlin eine Hütte ein, wo er »neben großen französischen runden Scheiben zu Fensterglas allerhand feines und gemeines Trinkglas und Geschirr« erzeugen sollte. [18] Die Arbeit begann 1696 und endete zwei Jahre später. Pallada setzte sich ab und hinterließ einen Berg Schulden sowie kistenweise unverkaufte Gläser. Wie es danach mit der Potsdamer Hütte weiter ging, ist nicht bekannt. Kunckel scheint sie vermutlich nicht mehr übernommen zu haben. Er zog sich auf sein schon 1691 erworbenes Landgut Dreissig=Hufen nördlich vom Liepnitzsee zurück, unternahm ausgedehnte Reisen und widmete sich seinen Forschungen. 1703 ist er gestorben.

Schleifglas

In der zweiten Auflage der *Ars Vitraria Experimentalis* (1689) schreibt Kunckel am Schluss seiner Anmerkungen über das erste Buch Neris auf Seite 55, dass er sich auf Anraten seines Verlegers dazu entschlossen habe, die Vorschriften für schönes Kristallglas und Porzellan Glas »dem geneigten Liebhaber freywillig mitzutheilen«, die er »bey der ersten Edition nicht um einige hundert Thaler einen jeden würde communicirt haben.«

Im Abschnitt »Eine compendieuse Composition und beständiges Crystallenglaß zu machen« besteht das Gemenge aus Sand oder Kiesel und Pottasche, alles fein pulverisiert und sorgfältig gereinigt, sowie Kreide und einer kleinen Menge Braunstein. »Dieses alles nach obenerwähnten Unterricht wohl untereinander gemischt und geschmolzen,

gibt ein Glaß, so schön als wohl mit zehnfacher Müh der Autor [Neri] mag gemacht haben.« Dabei könne es vorkommen, dass das Glas »neblicht oder dunkel aus dem Feuer komme«, was an der nicht gründlich genug gereinigten Kreide oder Pottasche liege. Dann brauche man das Glas nur auszuschöpfen und erneut zu schmelzen, gegebenenfalls mehrmals, damit es ganz klar werde. Neu an diesem Rezept ist der Zusatz von Kreide.

Kreide ist feinkörniger weicher Kalkstein. Schleifglas muss – abgesehen von der Klarheit auch in dicken Wandungsstärken – hart sein. Letztere Anforderungen erfüllt ein verhältnismäßig hoher Gehalt an Kieselsäure und Kalium. Andererseits ist Kaliglas strengflüssiger als Natronglas und erstarrt beim Verarbeiten an der Pfeife schneller. Raffinierte Schmuckgebilde, wie sie viele venezianische Gläser aufweisen, konnte man daraus nicht gestalten, vermutlich aber gekniffene Verzierungen wie zum Beispiel an den frühen böhmischen Barockpokalen, die häufig graviert, aber zum Schleifen zu dünnwandig sind.

Ein hoher Gehalt an Kieselsäure und Kalium allein genügte jedoch nicht, um daraus ein bildsames, elastisches und nach dem Polieren glänzendes Schleifglas zu erzeugen. Dazu brauchte man Kalkstein beziehungsweise Kreide. [19] Die erste Erwähnung von »Mauer=Kalch« (siehe auch Kasten „Salpeter“, Seite 13) finden wir bei Neri im 7. Kapitel, wo er 100 Pfund Levantischer Soda für die Kristallfritte 2 Pfund des »Kalch=Saltzes« beimengt. Das ist eine verhältnismäßig geringe Menge, wenn man zum Vergleich ein böhmisches Weißhohlglass aus dem 19. Jahrhundert heranzieht, für das auf 100 Pfund Pottasche 40 Pfund Kreide genommen wurden.

Alkali-Kalkgläser waren nichts grundlegend Neues. In römischen Mosaikgläsern auf Natronbasis hat man Calciumoxid (CaO) gefunden, dessen prozentualer Anteil etwa halb so hoch ist wie der des Natriumoxids (Na₂O). [20] Bei untersuchten frühmittelalterlichen Gläsern schwankt der CaO-Anteil zwischen 13 und 25 Prozent und liegt in den meisten Fällen weit höher als der prozentuale Anteil an Kaliumoxid (K₂O). [21] Ausgrabungen in der Rue des Lombards in Paris förderten aus einer Latrine Kelchgläser und Becher zum Vorschein, die ins späte 13. bis 15. Jahrhundert datiert werden und neben einem hohen Anteil von K₂O einen annähernd gleichen, teilweise höheren Anteil an CaO enthalten. Bei einer anderen Gruppe von Gläsern aus der selben Fundstätte – vermutlich Importe aus Italien –, liegt der Anteil an Na₂O etwa gleich hoch wie der an K₂O der ersten Gruppe, aber der Anteil an CaO ist etwa um die Hälfte niedriger als der der Kali-Kalkgläser. [22]

Es wird darüber diskutiert, ob schon im Mittelalter und früher der Kalk gesondert beigemischt wurde, wie es Neri im 7. Kapitel in geringer Menge vorschlägt, oder ohne Zutun der Glasmacher mit den Rohmaterialien ins Gemenge kam. [23] Bei den römischen und orientalischen Gläsern war es vor allem der an den Mittelmeerküsten – zum

Beispiel aus dem Küstenfluss Belus (Nahr-Na'amen), der südlich von Akka in Palästina ins Meer mündet und wo der Überlieferung nach die Phönizier das Glas erfunden haben sollen – gewonnene Sand, der in größeren Mengen zerriebene Muschelschalen – also Kalk – enthielt, und der möglicherweise auch von den Venezianern verwendet wurde. Der CaO-Gehalt der nördlich der Alpen erzeugten Kali-Kalkgläser stammte hingegen von der Pflanzenasche, wie am Beispiel der Buchenholzasche nachgewiesen wurde. [24] Auch die Verwendung von Mauersalpeter sowie Glasscherben, die nur zum Teil aus den Abfällen der Eigenproduktion einer Hütte stammten, dürfte neben dem Alkalianteil auch den Kalkgehalt der Schmelze verändert haben.

Die verstärkten Bemühungen im 17. Jahrhundert um ein verbessertes Kristallglas nach venezianischem Vorbild scheinen sich auf die Zusammensetzung des Waldglases nicht ausgewirkt zu haben.

Untersuchungen von Waldglasrömern aus dieser Zeit belegen einen CaO-Anteil zwischen 11 und 22 Prozent. [25] Aber als man, um ein schöneres Kristallglas zu bekommen, die gewöhnliche Holz- und/oder Pflanzenasche auslaugte, eindampfte und calcinierte und daraus eine weiße, feste Salzmasse gewann, eben die Pottasche, blieben der kohlen-saure und phosphorsaurer Kalk im Rückstand. Kalk musste also nachträglich hinzugefügt werden, besonders dann, wenn das Glas dickwandig und schleiffähig sein sollte.

Kunckels Reaktion auf Erwähnung von Kalk bei Neri ist merkwürdig. Einerseits wendet er ein, dass das Glas davon »blaß oder bleich auff Milch=Art« werde, andererseits spricht er »Von dem rechten Saltz / welches aus dem Kalch gemacht und gebracht kan werden«, worüber mehr zu schreiben wäre, was aber nicht hierher gehöre, und warnt zum Schluss noch einmal: »Das Glas / da Kalch zum Saltz gekommen / bringt auch vor andern Risse / und tauret [hält] nicht so lang.« Werner Loibl meint dazu, dass Kunckels Erfahrungen mit Kalk nur als rudimentär einzuschätzen seien, zumal die erhaltenen Hohlgläser aus seiner Produktion fast sprichwörtlich »glaskrank« sind, und die Verschleierungen bei Neris Text wohl seinem eigenen Kenntnisstand entsprächen. [26] Möglicherweise wusste Kunckel aber mehr, als er preisgeben wollte, und strich stattdessen die Nachteile des Kalkzusatzes heraus, damit bloß niemand auf den Gedanken käme, der Sache auf den Grund zu gehen.

Becher aus Schleifglas finden wir in der »Glas=Taxa« des brandenburgischen Kurfürsten vom 15. Juni 1696, in der die Abgabepreise der Gläser an die Händler festgelegt wurden: »6. Allerhand andere Arbeit, als feine und façonnirte Wein=Gläser, auf Venetianische Art, grosse Wein=Gläser mit Deckeln und andern Zierathen, dicke und schwere Becher zum schleiffen ...« [27] Zwar stand diese Preisliste in unmittelbarem Zusammenhang mit der Bestellung Giovanni Palladas zu »Unserem Glase Director«, aber dass Pallada schleiffähiges Glas in Berlin eingeführt haben könnte, ist ziemlich unwahrscheinlich.



11 Sechskantig geschliffene Rubinglasfläschchen mit vergoldeter Messingmontierung, Potsdam, um 1700, H. 5,5 - 6,5 cm. Kunstgewerbemuseum Prag.

Solche Fläschchen findet man gelegentlich in luxuriösen Toilette-Garnituren Augsburger Gold- und Silberschmiede aus der Zeit um 1690 bis 1700, z. B. mit der Meistermarke TB von Tobias Baur. Zur Abbildung eines Likörservices aus sechs konischen Bechern und einem schlanken, hohen Flakon, alle eckig geschliffen, mit vergoldeter Silbertazza und originalem Etui, vom Meister Daniel Winterstein in Augsburg, das vor 1690 entstanden ist, siehe Dreier 1996 (Anm. 36), Fig. 26, Seite 45.

12 Deckelpokal aus Goldrubinglas mit Hochschnittdekor, Potsdam, um 1690, H. 34 cm. Auktionshaus Dr. Jürgen Fischer, Heilbronn, 22. 3. 1997, Nr. 206.

Ein Rubinglaspokal von identischer Form mit abweichendem Schliffdekor bei Robert Schmidt (Anm. 17), Tf. 16, Nr. 5, dort als „Arbeit von Gottfried Spiller, um 1700“ beschrieben (Spiller war der Neffe Martin Winters). Ein weiterer Rubinglas-Deckelpokal mit Hochschnittdekor in Schloss Rosenborg in Kopenhagen befindet sich seit 1696 im Besitz des dänischen Königshauses.

Als Kunckel am 14. Juli 1690, also sieben Jahre vor dem Eintreffen Palladas, dem Kurfürsten die »Conditiones« unterbreiten ließ, unter welchen er die Potsdamer Hütte wieder übernehmen würde, verlangte er unter anderem, »dass ihm frey stehen möchte, Glaßschleifer und Glaßschneider, so viel er benöthiget, zu halten.« [28] Glasschleifer braucht man aber nur, wenn man Schleifglas herstellen kann. Das dürfte schon zehn Jahre früher der Fall gewesen sein, also noch zu Lebzeiten des Großen Kurfürsten Friedrich Wilhelm, denn seit 1680 arbeitete Martin Winter in Berlin,

ein Glasschneider und Spezialist für Hochschnitt aus Schlesien. Winter bemühte sich um ein Privileg für die Ausübung des Hochschnitts, das ihm am 13. Februar 1684 erteilt wurde. Das Glas für diese Hochschnittarbeiten erzeugte offensichtlich Kunckel in der Potsdamer Hütte, und es muss ein sehr dickwandiges, klares Glas gewesen sein, ähnlich dem, das Martin Winter aus seiner schlesischen Heimat kannte. 1687 bat Winter den Großen Kurfürsten um die Errichtung einer Schleifmühle mit der Begründung, dass die »erhobene arbeit«, nämlich der aus der Glaswandung herausgearbeitete Hochschnitt, »ohne trib des Wassers aus dem Größten zu arbeiten sehr schwer und langsam ist.« [29] Der Bitte wurde noch im selben Jahr statt gegeben.

Die Petersdorf-Connection

Martin Winter († 1702) war auf der Schaffgotschschen Herrschaft Greiffenstein am Nordabhang des Isergebirges, unweit der Hütten Antoniwald und Flinsberg, geboren worden. Er und sein Bruder Friedrich hatten zu einer Zeit, als es noch kein Schleifglas gab, offensichtlich das Schleifen und Schneiden von Edelsteinen gelernt und ausgeübt. Ihre Berufswahl könnte damit zusammenhängen, dass im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts die Bearbeitung von Edelsteinen zu Gefäßen neuen Auftrieb erhielt, nachdem die Kunst seit dem Tod Kaiser Rudolfs II. († 1612) und in den Jahren des Dreißigjährigen Krieges weit gehend in Vergessenheit geraten war. Als beispielsweise 1679 Ferdinand Eusebius Miseroni, ein Nachkomme des Verwalters der um 1586 gegründeten kaiserlichen Edelsteinschleifmühle in Prag, »verschiedene große Kristalle«



13 Deckelpokal mit Hochschnittdekor und dem Wappen der Grafen Schaffgotsch, Schliesien, Petersdorf, Friedrich Winter, um 1690. Kunstgewerbemuseum Prag.

14 Deckelpokal mit Hochschnittdekor, Arbeit von Franz Gondelach, Kassel, durch Inschrift datiert 1717. H. 51 cm. Gemeentemuseum Den Haag. Abbildung aus Dreier 1996 (Anm. 36), Seite 52-53 und Kat.Nr. 34.

für den Kaiser bearbeiten sollte, bemühte er sich auch um die Instandsetzung der inzwischen abgebrannten und verfallenen »Kaisermühle«, wo er bis zu seinem Tod 1684 arbeitete. [30]

Friedrich Winter stand seit August 1685 als Kastellan der Burg Kynast und Glasschneider im Dienst des Grafen Schaffgotsch. Im gleichen Jahr untersagte der Graf den Glasschneidern im Hirschberger Tal, Lehrlingen auszubilden, weil es offensichtlich zu viele davon gab, und zwei Jahre später ging er noch einen Schritt weiter, als er verordnete: »Ferner will ich durchaus nicht haben, daß anderorts als bei Winter Glas geschliffen und die Kunst zu gemein gemacht werde ... daß sich keiner unterstehen soll ... ohne meine Vorbewusst und Erlaub mehr Glas zu schleifen ...« [31] Der Einfluss Winters beziehungsweise die Wertschätzung des Grafen für dessen Arbeiten scheinen sehr groß gewesen zu sein, denn 1690/91 zog Winter von der Burg in eine eigens für ihn neu errichtete Schleifmühle um.

Das Glas für Friedrich Winter kam zweifellos aus der Glashütte an der Weißbach in der Gemeinde Schreiberhau, die Wolfgang Preusler unter Graf Hans Ulrich von Schaffgotsch 1617 erbaut hatte. Auf Wolfgang Preusler folgte dessen Sohn Hans († 1668) und auf diesen dessen Sohn Hans Christoph († 1706), der 1702 eine neue Hütte in der Nähe errichtete. In beiden Hütten wurde um 1700 »ein gutes, reines, weißes Kreidenglas, rot, blau, grün und schwarz Glas, ingleichen auch eine gute Art von goldfarbigem und Rubinglas, item eine neu erfundene Porcellain-Arbeit von Glas« erzeugt. [32]

Schon 1686, also zu einer Zeit, als Friedrich Winter in den Diensten des Grafen Schaffgotsch stand, hatte der aus dem böhmischen Steinschönau stammende Glasgraveur und -händler Georg Franz Kreybich in den Hünderrhütten auf dem Schreiberhau »gutes Glas« gekauft, »denn zu jener Zeit ward in Böhmen noch kein gutes Glas, sondern nur Schockglas gemacht.« [33] Was Kreybich und seine Zeitgenossen unter »gutem« Glas und »Schockglas« verstanden, wird ihr Geheimnis bleiben, aber wir können davon ausgehen, dass letzteres für einen Glasgraveur und -schleifer untauglich war.

München

Die »neu aufgerichtete kurfürstliche Glashütte am Lehen«, zu der auch eine Kiesstampfmühle gehörte, existierte von 1677 bis kurz nach 1700. Sie stand unter der Leitung des kurfürstlichen Kristall- und Hüttenmeisters Hans Christoph Fidler, eines »unmeritierten Extraneus«, der die »Stein-, Christall- und Glaskunst« erlernt hatte. [34] Von Anfang an gab es Probleme mit den Hofbeamten, dem Rat der Stadt und, nachdem 1687 der Rats- und Handelsmann Michael Unterrainer als Konzessionär eingesetzt worden war, auch mit diesem. Hinzu kamen Schwierigkeiten mit dem Absatz der Gläser, so dass Fidler 1689 darum ersuchte, die Einfuhr venezianischen und anderen ausländischen Glases zu verbieten, was nun wieder den Münchner Glashändlern nicht passte. Jedenfalls wurde in der Hütte nur sporadisch gearbeitet, und 25 Jahre nach ihrer Gründung kam das endgültige Ende.

Über die Erzeugnisse aus den Jahren 1677 bis 1681 sind wir Dank erhalten gebliebener Lieferungsverzeichnisse gut unterrichtet. [35] Darin sind »Waissel, Porzalän, Schatirtes, Christal« und gemeines Glas aus Glasscherben aufgeführt. Aus der Aufzählung der daraus erzeugten Gefäße und Gegenstände geht hervor, dass es sich mehr oder weniger um Gläser à la façon de Venise und Fensterscheiben handelte.

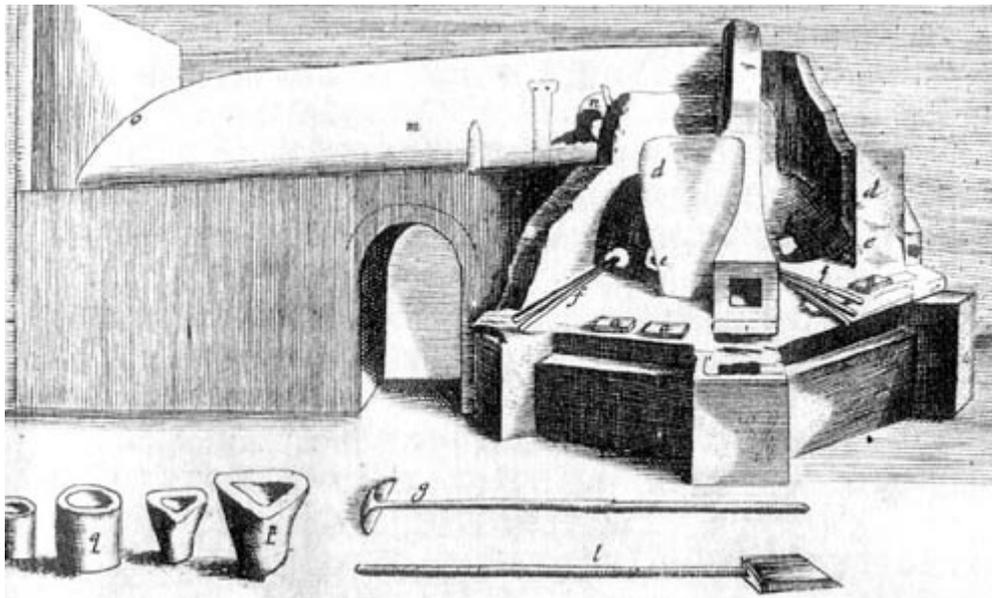
Nur ein geringer Teil der Produktion wurde »geschnitten und poliert« wie ein Becher und ein Mundglas, beide aus Kristall und mit Deckel. Als Glasschneider wird Veit Limer genannt, der nicht zum Hüttenpersonal gehörte, und ein gewisser Jacob Dubs, der als Polierer oder Poliermüller bezeichnet wird. Dieser hat 1680 aus »Weiße« und Kristall unter anderem Messergriffe geschnitten und poliert, wobei »geschnitten« als Begriff aus der Edelsteinschneiderei mit »geschliffen« gleichzusetzen ist – auch bei den Arbeiten Veit Limers –, denn es passt nicht zusammen, dass man Messergriffe graviert und anschließend poliert, genau so wenig wie man etwas polieren würde, das vorher nicht geschliffen wurde.

Auch Fidler hat gelegentlich »geschnitten«: Flaschen verschiedener Größe, Salzfläschchen, kleine Becher, Paschwürfel – alles aus Kristall. Diese Angaben sind jedenfalls ein Hinweis darauf, dass Fidler um 1680 schleiffähiges Glas erzeugen konnte, es aber nur für einfache Gebrauchsgegenstände verwendete, vermutlich weil die Entwicklung des geschliffenen Glases damals noch in den Anfängen steckte und die »venezianischen« Formen, die nicht geschliffen zu werden brauchten, viel eleganter waren und von den Abnehmern bevorzugt wurden.

Die Berichte aus Berlin und München zeigen, dass der Stil- und Geschmackswandel, der Übergang vom *cristallo* nach venezianischer Art zum deutschen Kristall beziehungsweise böhmischem Kreidenglas ganz allmählich erfolgte und das geschliffene Glas es anfangs schwer hatte, sich gegenüber dem »venezianischen« Glas durchzusetzen. Aus der Art der Tätigkeit der Brüder Winter in Berlin und Petersdorf – auch des Kasseler Hofglasschneiders Franz Gondelach [36] – geht zudem hervor, dass es ihren Auftraggebern vor allem darum ging, aus Glas exklusive Luxusgefäße schleifen zu lassen, für die man früher Bergkristall und andere natürliche Edelsteine verwendet hatte. Geschliffene Gläser für den allgemeinen Bedarf interessierten sie, wenn überhaupt, nur am Rande, denn das große Marktsegment der Gebrauchsgläser für unterschiedliche Zwecke wurde ja vom Waldglas und »venezianischem« Glas aus eigener Produktion abgedeckt.

Böhmen, insbesondere Südböhmen

Die Entwicklung der Glaserzeugung in Böhmen im 16. und 17. Jahrhundert dürfte kaum anders verlaufen sein als in den benachbarten Ländern. Auch hier gab es Waldhütten, aus denen Gläser kamen, wie Pfarrer Mathesius sie uns schildert. Luxusgläser bestellte man in Venedig. Gleichzeitig bemühte man sich um die Verbesserung der Glasmasse und der Ofentechnik.



15 Kupferstich eines „Amsterdamschen Glasmacher=Ofens“ aus *Ars Vitruvia Experimentalis* 1679, S. 334. Vorn links „die runden Glasmacher=Töpfe / wie man sie zu Harlem gebrauchet“, rechts davon die „dreyeckichten / deren sich die Amsterdamer bedienen.“ Das sich hinter dem eigentlichen Ofen nach links erstreckende Gewölbe ist der Kühllofen.

Dank erhalten gebliebener Archivalien im Schloss von Gratz in Südböhmen sind wir über die Tätigkeit der Hütten auf der gleichnamigen Herrschaft verhältnismäßig gut informiert. [37] Die älteste nachweisbare Hütte Wilhelmsberg bei Heilbrunn, benannt nach ihrem Gründer Wilhelm von Rosenberg, soll schon 1588 in Betrieb gewesen sein. Wie die dort erzeugten Gläser ausgesehen haben mögen, ist nicht belegt, aber aus Rechnungsbüchern von 1608 bis 1610 und 1614 geht hervor, dass man sich bei der Veredelung am Vorbild Venedigs oder unmittelbarer an den Erzeugnissen aus Hall beziehungsweise Innsbruck orientierte und die Gefäße mit eingebrannten oder kalt aufgetragenen Farben sowie mit Diamantriss dekorierte. Diese Vermutung liegt schon deshalb nahe, weil die Rosenberger gute Beziehungen zu Erzherzog Ferdinand von Tirol unterhielten. [38]

1611 starb mit Peter von Rosenberg der Letzte seines Geschlechts, und die Herrschaft fiel an Georg von Schwamberg bzw. dessen Sohn Peter. Dieser sympathisierte mit den protestantischen böhmischen Ständen und ging aller seiner Besitzungen verlustig, nachdem Kaiser Ferdinand II. 1620 aus der entscheidenden Schlacht am Weißen Berg bei Prag als Sieger hervorgegangen war. Als Zeichen seines Dankes schenkte der Kaiser die ehemals Schwambergischen Liegenschaften seinem Generalissimus Karl Buonaventura de Longueval Graf von Buquoy. Aber der neue Herr auf Gratz konnte sich seiner Fortune nur wenige Monate erfreuen. Am 10. Juni 1621 fiel er vor der kaiserlichen

Festung Neuhäusel in Ungarn bei einem Ausfall gegen den Siebenbürgener Fürsten Bethlen Gabor. In Vertretung des noch minderjährigen Sohnes Carl Albert verwaltete seine Witwe Maria Magdalena die flandrischen und böhmischen Besitzungen. Nachdem die Wilhelmsberger Hütte 1620 eingegangen war, errichtete drei Jahre später der Glasmeister Hans Walkhuni mit Genehmigung der Gräfin Maria Magdalena in der Nähe der alten Wilhelmsberger die neue Heilbrunner Hütte (Neuhütten), die, bedingt durch die Kriegszeiten, wahrscheinlich nur einfaches Gebrauchsglas erzeugte. Nach dem Friedensschluss scheint sich die Lage allmählich gebessert zu haben. Eine Hüttenordnung von 1650 erwähnt neben gewöhnlichem Glas »Schlangen-, Bügel- und Adlergläser«, worunter Pokale mit kunstvoll verzierten Schäften aus verschlungenen Glasstäben nach venezianischem beziehungsweise französisch-niederländischem Vorbild zu verstehen sind. Unter herrschaftlicher Verwaltung wurde Neuhütten an Mitglieder der Familie Kästl – ein Georg Kästl hatte schon auf der alten Wilhelmsberger Hütte als Glasbläser gearbeitet – verpachtet und 1677 als »völlig abgestellt und cassirt« an Adam Kästl verkauft.

Inzwischen hatte Graf Ferdinand von Buquoy, der Enkel Maria Magdalenas, der von Wien aus die Güter der Familie verwaltete, 1673 unterhalb des Schlossparks in Gratz die so genannte Gratzener oder Kristallglashütte errichten lassen, wahrscheinlich für den aus dem französisch-flämischen Grenzgebiet, der Heimat der Buquoy stammenden, in der venezianischen Glaskunst und -technik erfahrenen Louis le Vasseur d'Ossimont. Dessen Hauptaufgabe scheint gewesen zu sein, farbige Glasflüsse und eine verbesserte Glassorte zu entwickeln, wie man sie in Frankreich unter der Bezeichnung »cristal« und »verre cristalin« für Luxusglas bereits kannte. [39] Der Aufwand für den Bau der »Hütte« betrug 24 Gulden. Vergleicht man diesen Betrag mit den 420 Gulden Baukosten für die 1690 errichtete dritte Heilbrunner Hütte, wird klar, dass es sich in Gratz anfangs nur um eine Art Experimentierofen für d'Ossimont gehandelt haben kann, für die »etliche Töpff« angefertigt werden sollten (siehe Abb. 15), die man »zu dem loch ein und aushöben khan.« [40]

Im November 1674 erging ein Befehl Graf Ferdinands in Wien, »in der beylag specificirte Cristollgläser alhero zu überschikken«, darunter »geflambte« Trinkschalen mit zwei Henkeln, »Köllich mit Täckl auff einem Fuß« [Kelche bzw. Pokale mit Deckel]



16 Konfektschale aus opalisierendem Milchglas (Waisl), Böhmen, um 1680, möglicherweise aus Louis le Vasseurs Gratzener Kristallglashütte. Kunstgewerbemuseum Prag.



17 Krug und Körbchen aus farblosem Glas mit aufgeschmolzenen Rubinglasfäden. Böhmen oder Bayerischer Wald, 18./19. Jh. Krug H. 23 cm, Körbchen L. 26,5 cm. Abbildung aus Auktionskatalog Fischer, Heilbronn (Zwiesel), 29. 6. 2002, Nr. 80, 81.

Die in Südböhmen auf der Herrschaft Gratzten um 1700-1730 hergestellten und mit „Fluss Amadis“ verzierten Gläser könnten so ähnlich ausgesehen haben. Vgl. Katalog der Ausstellung Buquoy, Passau 2002, (Anm. 38), Abb. 14 (Körbchen)

und Becher. Über die Bedeutung von »geflammt« sind sich die Glashistoriker nicht einig. Olga Drahotová vermutet, dass diese Bezeichnung »so viel bedeutet wie hüttenverziert oder vor dem Ofen dekoriert ... Rippen aus gekniffener Glasmasse ... möglicherweise auch um Dekore aus erhitzten vorgefertigten Glasfäden oder Glasstäbchen.« [41] Viel wahrscheinlich ist, dass es sich um opalisierende Gläser handelte, also in dünnen Wandungstärken durchscheinendes, bläulich und gelblich changierendes Milchglas. Dessen je nach Lichteinfall fluoreszierendes Farbenspiel kann man durchaus »geflammt« nennen, und auch in dem Schreiben aus Wien, worin der Empfang der Sendung bestätigt wird, ist von »waisl und Cristallglösern« die Rede. »Waisl« in verschiedenen Schreibweisen – darüber ist man sich inzwischen einig – bedeutet opalisierendes Milchglas oder künstlicher Opal. Einen weiteren Hinweis darauf, was unter »geflammt« zu verstehen ist, liefert Johann Kunckel mit seiner Beschreibung des Opals: »Dieses ist ein Edelgestein / welches gleich einem Rubin / subtile und feurige Flammen strahlet.« [42]

1681 bekam die Gratzener Kristallglashütte einen neuen Ofen mit vermutlich sechs Häfen. Wahrscheinlich hatte sich der war die Nachfrage so groß geworden, dass die Kapazität des kleinen Versuchsofens nicht mehr ausreichte.

In einem Inventar von 1685 werden im Rohstoffverzeichnis Salpeter, Arsenik, Braunstein, Weinstein und Borax aufgeführt. Borax brauchte man wahrscheinlich für die Darstellung künstlicher Edelsteine beziehungsweise farbiger Flüsse wie »Waisl« und »Amadis«. [43] Der Fluss »Amadis« war vermutlich ein granatfarbenes Glas auf Kupferbasis, das für Verzierungen ansonsten farbloser Gläser verwendet wurde.

Die in den Jahren 1674 und 1685 gefertigten Gefäße waren, soweit man das den Beschreibungen im Wiener Lagerverzeichnis entnehmen kann, dünnwandig und auf venezianische Art geblasen, geformt und verziert. Andererseits scheint es, dass auf der Heilbrunner Hütte, wo bis zu ihrem Ende 1677 einheimische, also böhmische Glas-



18 Deckelpokal aus farblosem Glas mit gekniffenen Verzierungen am Kuppansatz und auf der Deckelwölbung. Böhmen, um 1690, H. 30 cm. Auktionshaus Dr. Fischer, Heilbronn, 22. 3. 1997, Nr. 240.

Der massive, spiralförmig gedrehte Schaft zeigt, dass man in Böhmen um diese Zeit ein sehr reines, im Aussehen dem Bergkristall entsprechendes Glas erzeugen konnte. Wahrscheinlich handelt es sich schon um „böhmisches Kreideglas“.

19 Deckelpokal aus dickwandigem farblosem Glas mit Eckenschliff und Gravur, Nordböhmen. 1720/30, H. 33 cm. Kunstgewerbemuseum Prag.

Form und Schliff sind charakteristisch für viele böhmische Gläser, wie sie bis ins ausgehende 18. Jahrhundert in Nordböhmen, z. B. in der Harrachsch Hütte in Neuwelt im Riesengebirge, hergestellt wurden.

meister wirkten, ein anderes Glas geschmolzen und verarbeitet wurde als d'Ossimonts »Kristall« in Grätzen. 1673 ist in Heilbrunn von einem Glaspolierer die Rede – wobei offen bleiben muss, was der Mann poliert haben könnte, nachdem es offensichtlich noch keine Schleifer gab –, 1674 von Glasschneiderlöhnen, 1676 von einem Glasschneider in herrschaftlichen Diensten. Dieser bezog 1687 Glas aus der Grätzer Hütte, was aber nicht heißen muss, dass man dort schon Schleifglas herstellen konnte. Gravuren waren auch auf dünnwandigem Glas möglich, wie zum Beispiel die Ende des 16. Jahrhunderts am Prager Hof Rudolfs II. entstandenen Arbeiten Caspar Lehmanns und die Gravuren Nürnberger Glasschneider im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts zeigen. Glasschleifer werden in den Akten der Heilbrunner Hütte jedenfalls nicht genannt. Aber der Übergang vom französisch-flämischen Kristall d'Ossimonts auf venezianische Art zum böhmischen Kreideglas scheint um diese Zeit begonnen zu haben. Das für den Schliff und tiefe Gravuren taugliche böhmische Kreideglas soll der Überlieferung nach 1683 von Michael Müller auf der Helmbachhütte bei Winterberg im Böhmerwald erfunden worden sein. Dafür wurde ihm 1688 ein Privileg erteilt. Aber es scheint noch viele Jahre gedauert zu haben, bis dieses neuartige Glas in gleich bleibender Qualität erzeugt werden konnte, Schleifer und Polierer herangewachsen waren, die es veredelten, und es sich bei den an Waldgläser und »venezianische« Gläser gewöhnten Käufern durchgesetzt hatte. In seinen Reiseberichten schreibt Georg Franz Kreybich, dass 1686, als er in den Preuslerschen Hünderrütten auf dem Schreiberhau in Schlesien »gutes« Glas einkaufte, »bei uns [in Böhmen] noch kein gutes Glas gemacht [wurde] und waren noch keine Kogler auch noch keine Eckigreiber [nämlich Schleifer], auch noch wenig Glasschneider.« [44] Fünfzehn Jahre später sah die Situation ganz anders aus, als Kreybich 1700/1701 bei Michael Müller Glas bestellte: »Auf der Glashütten da war ein Gedräng um's Glas«, und 1719 »auch bei den Glasschneidern und Kuglern und Polirern!«

Anmerkungen

- 1 Franz Rademacher, *Die deutschen Gläser des Mittelalters*, Berlin 1963, S. 19 f. - Die fünfftzehende Predigt / von dem Glaß und Glaßmachen / unnd der gefeß / so die heilig Schrifft gedenkt / unnd von gebechligkeit unser schwachen leibe / Auch von der klarheit und herrligkeit unser künfftigen leibe / so dem Bilde GOTTES werden ehlich sein. Alle Zitate nach dem Nachdruck der Nürnberger Ausgabe von 1578, München 1927
- 2 George F. Bass, *The Nature of the Serçe Limani Glass*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 26, 1984, S. 64 ff. – Berta Lledó, *Mold Siblings in the 11th-Century Cullet from Serçe Limani*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 39, 1997, S. 43 ff.
- 3 Ian C. Freestone/Yael Gorin-Rosen, *The Great Glass Slab at Bet She'arim, Israel*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 41, 1999, S. 105 ff.
- 4 Zitiert nach Karel Hettes, *Venezianisches Glas*, Prag 1960, S. 15
- 5 Antonio Neri, *L'arte vetraria distinta in libri sette*, Florenz 1612, Cap. 37-44
- 6 David Jacoby, *Raw Materials für the Glass Industries of Venice and the Terraferma, about 1370 - about 1460*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 35, 1993, S. 65 ff.
- 7 Werner Loibl, *Der hessische Glashandel in die Niederlande im 17. Jahrhundert*, *Nassauische Annalen* 112, 2001
- 8 Werner Loibl Hrsg., *Asche zu Glas, die Flussmittel Asche, Pottasche und Soda in fränkischen Glashütten vom 17. bis zum 19. Jahrhundert*. Schriften zur Glassammlung des Spessartmuseums 2, Lohr am Main, 1996
- 9 Johann Kunckel, *Ars Vitraria Experimentalis*, Leipzig 1679, S. 339
- 10 dasselbe, „C. Merrets Anmerkungen in das erste Buch“, S. 258
- 11 Loibl 1996 (Anm 9), S. 79 ff.
- 12 Justus Liebig, *Annalen der Chemie und Pharmazie*, Heidelberg und Leipzig 1840 ff., 90, 112
- 13 Georg Agricola, *De re metallica libri XII*, Basel 1556, eine Enzyklopädie über das Bergwesen mit einer Darstellung der Glaserzeugung am Ende des 12. Buches, in der die Rohstoffe und ihre Zusammensetzung, Konstruktion und Funktion der Glasöfen und das Schmelzen der Glasmasse sowie die Anfertigung der Glaser behandelt werden. – Siehe auch Rademacher (Anm. 1), S. 17 f. und Anmerkung 2 auf S. 18
- 14 Mathesius (Anm. 1) XXVI
- 15 Detlef Heitkamp, *Mediceische Glaskunst*, Florenz 1986, S. 81-92
- 16 Friedrich Geissler, *Eines Priesters und Chymisten von Florenz sieben Bücher: Handelnd von der künstlichen Glaß- und Crystallen-Arbeit ... darüber von Christoph Merret, der Artzney Doctorn, und Mitglied der königlichen Gesellschaft in Engelland ec. gefertigten Außbündigen Anmerkungen*, Frankfurt und Leipzig 1678. – Johann Kunckel, *Ars Vitraria Experimentalis Oder vollkommene Glasmacher=Kunst ... und denen darüber gethanen gelehrten Anmerkungen Christophori Meretti ... so aus dem Ital. und Latein, beyde mit Fleiß ins Hochdeutsche übersetzt ...*, Leipzig 1679. Erweiterte Ausgabe 1689. Bis 1789 noch sechs weitere Auflagen.
- 17 Robert Schmidt, *Brandenburgische Gläser*, Berlin 1914, S. 37
- 18 dasselbe, S. 107
- 19 E. Tscheuschner, *Handbuch der Glasfabrikation*, 5. Auflage von Leng-Graeger, Weimar 1885, S. 328
- 20 Jutta-Anette Page/Lisa Pilosi/Mark T. Wypyski, *Ancient Mosaic Glass or Modern Reproductions?*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 43, 2001, S. 115 ff.
- 21 Uwe Lobbedey/Francesca dell'Acqua/Karl Hans Wedepohl, *Colored Glass Wall Tiles from Corvey (Germany): Carolingian or Romanesque?*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 43, 2001, S. 89 ff.
- 22 Philippe Marquis u. a., *Late Medieval and Renaissance Glassware from the Rue des Lombards, Paris*, in: *Journal of Glass Studies*, Vol. 42, 2000, S. 97 ff.

-
- 23 Siehe z. B. Karl Hans Wedepohl, Mittelalterliches Glas in Mitteleuropa: Zusammensetzung, Herstellung, Rohstoffe. Nachrichten der Akademie der Wissenschaften in Göttingen. II. Math.-Phys. Klasse, Jg. 1998, Nr. 1, Göttingen 1998, S. 22. – Andreas König/Hans-Georg Stephan/Karl Hans Wedepohl, Mittelalterliche Gläser aus Höxter (ca. 800 bis 1530), Archäologie, Chemie und Geschichte, in: Neue Ausgrabungen und Forschungen in Niedersachsen, Bd. 23 (2002), S. 325-373
 - 24 Wilhelm Geilmann, Beiträge zur Kenntnis alter Gläser III, in: Glastechnische Berichte, 28. Jg., Heft 4, S. 146-156, Tabelle 11 und 12
 - 25 Harold B. Henkes/Julian Henderson, The Spun-Stem Roemer, A Hitherto Overlooked Roemer Type, in: Journal of Glass Studies, Vol. 40, 1998, S. 89-103
 - 26 Freundliche Mitteilung vom August 2002
 - 27 Robert Schmidt (Anm. 17), S. 108
 - 28 dasselbe, S. 138, Absatz 8
 - 29 dasselbe, S. 140
 - 30 Stanislav Urban, Die Kaiserliche Edelsteinmühle in Prag, in: Glasrevue 4/1973, S. 18-23
 - 31 Hugo Seydel, Beiträge zur Geschichte des Siegelstein- und Glasschnitts und der Glaserzeugung im Riesen- und Isergebirge, in: Schlesiens Vorzeit in Bild und Schrift, Zeitschrift des Vereins des Museums schlesischer Altertümer, Breslau 1919, S. 252
 - 32 Gustav Lange, Die Glasindustrie im Hirschberger Thale, Leipzig 1889, S. 7 f.
 - 33 Edmund Schebek, Böhmens Glasindustrie und Glashandel, Prag 1878, S. XXIII. – Lange (Anm. 32). – Seydel (Anm. 31), S. 251
 - 34 Rudolf Berliner, Eine Münchner Glashütte im letzten Viertel des 17. Jahrhunderts, in: Münchner Jahrbuch der bildenden Kunst, N.F. I, Heft 1, 1924, S. 109-124
 - 35 dasselbe, S. 117 ff.
 - 36 Franz Adrian Dreier, Franz Gondelach: Baroque Glass Engraving in Hesse, in: Journal of Glass Studies, Vol. 38, 1996, S. 21 ff.
 - 37 Ernst Hirsch, Die Erfindung des böhmischen Kristallglases, in: Mitteilungen des Vereins für Geschichte der Deutschen in Böhmen, Jg. 74 (1936), S. 45 ff. – Margarete Gräfin von Buquoy, Die Buquoy'schen Glashütten, in: Ausstellungskatalog Die Gläser der Grafen von Buquoy in Böhmen 1620-1851, Passau 2002, S. 3-9
 - 38 Olga Drahotová, Das Buquoy'sche Glas im zweiten und dritten Viertel des 17. Jahrhunderts ..., in: Ausstellungskatalog Die Gläser der Grafen Buquoy in Böhmen 1620-1851, Passau 2002, S. 11
 - 39 Olga Drahotová, Identifying Glass from the Buquoy glass factory ... in the Seventeenth Century, in: Journal of Glass Studies, Vol. 23, 1981, S. 48
 - 40 Ernst Hirsch (Anm. 37), S. 51
 - 41 Olga Drahotová (Anm. 38), S. 16
 - 42 Johann Kunckel (Anm. 16) II. Teil, S. 116 „Von dem Opal“
 - 43 Olga Drahotová (Anm. 38), S. 17
 - 44 Edmund Schebek (Anm. 33)