

Ehrenfried Walther von Tschirnhaus und der frühneuzeitliche Glasguss in Sachsen

WERNER LOIBL

„Darnach ist das Laboratorium in Kieslingswalde [heute Ślawnikowice/Polen in der Oberlausitz nahe Görlitz] als die Geburtsstätte der Kunst des Glasgiessens anzusehen und Tschirnhaus als der Erfinder zu bezeichnen“.¹ Curt Reinhardt (1855–1940), der verdienstvolle Bearbeiter der Lebensgeschichte des sächsischen Mathematikers, Physikers und Philosophen Ehrenfried Walther von Tschirnhaus (1651–1708), war kein sachkundiger Glashistoriker mit internationalem Forschungsgebiet und übertrieb deshalb ungewollt.² Denn offenbar war dem Biographen unbekannt geblieben, dass das Glasgießen – wie die Formung mit der Pfeife – eine ungebrochene Tradition seit der Antike aufweisen konnte und dass insbesondere in Frankreich die Hindernisse für einen erfolgreichen manufaktuellen Einsatz im abgelaufenen Jahrzehnt vor dem sächsischen Gelingen beseitigt worden waren.³ Doch trotz der imponierenden historiographischen Fanfare aus Sachsen musste der Organisator eines 1958 in Berlin (DDR) veranstalteten Symposiums zum ernüchternden Ergebnis gelangen: „Die Bedeutung von Tschirnhaus auf dem Gebiete der Erzeugung von farbigem Glas, von Kristallglas und von geschliffenem Glas muss erst noch erarbeitet werden“.⁴ Versuchen wir eine erste Annäherung.

Die prägende Kavalierstour

Zu Ostern des Jahres 1651 (10. April) war dem kursächsischen Rat Christoph von Tschirnhaus auf Kieslingswalde und seiner Ehefrau Elisabeth Eleonore, die aus dem schottischen Geschlecht der Sterling und Achil stammte, ein siebtes Kind (von insgesamt acht) geboren worden, dem man bei der Taufe am 12. April 1651 die Vornamen Ehrenfried Walther gab.⁵ Gemeinsam mit seinen Brüdern hatte der Sohn anfangs Privatunterricht im Elternhaus erhalten und wurde mit fünfzehn Jahren auf das Gymnasium in Görlitz geschickt. Nach einem überwiegend der Mathematik gewidmeten Studium im niederländischen Leiden (im-

¹ CURT REINHARDT, Tschirnhaus oder Böttcher? Eine urkundliche Geschichte der Erfindung des Meißner Porzellans, in: NLM 88 (1912), S. 1–162, (auch separat: Görlitz 1912), S. 16.

² Reinhardt war zuerst Lehrer an der Meißner Fürstenschule, dann Konrektor in Zittau, zuletzt Rektor des Freiburger Realgymnasiums, er starb am 11. Oktober 1940 (RUDOLPH ZAUNICK, Ehrenfried Walther von Tschirnhaus in seinem Werden und Wirken, in: *Medicina mentis*, Deutsche Übersetzung von Johannes Haussleiter [Acta Historica Leopoldina, 1/1963], Leipzig 1963, S. 5–28, hier S. 20, Anm. 6. Neuaufgabe hrsg. v. Lothar Dunsch, Dresden-Hellerau 2001, Dresdner Miniaturen 10).

³ WERNER LOIBL, Die Glasformung durch Gießen und die französische Technologie im 17. Jahrhundert, in: *Journal of Glass Studies* 52 (2010), S. 69–89; mit ausführlicher Darstellung der historischen Entwicklung.

⁴ EDUARD WINTER, Der Bahnbrecher der deutschen Frühaufklärung E. W. v. Tschirnhaus und die Frühaufklärung in Mittel- und Osteuropa, in: EDUARD WINTER (Hrsg.), E. W. von Tschirnhaus und die Frühaufklärung in Mittel- und Osteuropa, Berlin 1960, S. 1–82, S. 78.

⁵ HERMANN WEISSENBORN, Lebensbeschreibung des Ehrenfr. Walther v. Tschirnhaus, Eisenach 1866, S. 3; REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 4. Die Schreibweise der Vornamen entspricht der dafür maßgebenden Gesamtausgabe.

matrikuliert am 8. Juni 1669 mit dem angehobenen Alter von 20 Jahren für „Juris“ und einem frühen Kontakt zum bedeutenden Philosophen Baruch de Spinoza (1632–1677) in Den Haag (ab 1674) war Tschirnhaus während seiner mehrjährigen Kavalierstour im Mai 1675 nach England und anschließend nach Frankreich gekommen. In Paris traf der 24-jährige Oberlausitzer mit dem fünf Jahre älteren (und ihm lebenslang freundschaftlich verbundenen) Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) zusammen, und dieser notierte sich am 1. Oktober 1675 mit Interesse, dass Tschirnhaus in Paris bereits Versuche mit Tonerde aufgenommen hatte.⁶ In enger Kooperation mit anderen in der französischen Hauptstadt weilenden Gelehrten wurde für die „tönernen“ Experimente ein metallener Brennspiegel benutzt, den François de Vilette (1621–1698) in Lyon aus poliertem Eisen gefertigt hatte.⁷ Das Versuchsgerät besaß einen Durchmesser von 81 cm und eine Brennweite von 98 cm. Tschirnhaus sollte sowohl dem Rohstoff Ton (bzw. der Wieder-Entdeckung des Porzellans) als auch der Suche nach effektiveren Energiegewinnungsmethoden lebenslang verbunden bleiben, darin wollte er die größten Chancen für künftige wissenschaftliche Neuentdeckungen gefunden haben.

Während die experimentelle Alchimie und die frühchemischen Laborversuche nie zu Tschirnhaus' Leidenschaften wurden,⁸ gehörte das Hauptinteresse des jungen Sachsen der Physik und der dafür grundlegenden Mathematik.⁹ Symptomatisch für den frühzeitig eingeschränkten Studienkreis ist, dass Tschirnhaus schon während seiner Kavalierstour 1676/77 dem Vulkanismus in Italien (Vesuv) und Sizilien (Stromboli) die größte Aufmerksamkeit schenkte, während ihn nicht einmal im Zentrum der damaligen Glastechnologie eine nähere Beschäftigung mit dem gläsernen Werkstoff reizen konnte. Über seinen einmonatigen Aufenthalt in Venedig 1677 schrieb er lediglich an Leibniz: „Obwohl alles was zu Venedig Curieus zu sehen gutte gelegenheit gehabt [...] so habe doch sonst nichts sonderlich zu erlernen“.¹⁰ Hingegen unternahm Tschirnhaus in Rom alles, um den

⁶ „Laboravit Tschirnhaus cum alliis quibusdam in argilla“ (REINHARDT, Tschirnhaus [wie Anm.1], Anm. 6).

⁷ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 7. Portraistich vgl. Ehrenfried Walther von Tschirnhaus (1651–1708). Experimente mit dem Sonnenfeuer, Katalog Mathematisch-Physikalischer Salon der Staatlichen Kunstsammlungen Dresden 2001, S. 126, Nr. 1.17; Foto des in Kassel erhaltenen Brennspiegels: S. 22, Abb. 6; Daten dazu: S. 135, Kat. Nr. 2.8.

⁸ Hermann Peters (1847–1920) wollte Tschirnhaus besondere Chemie-Kenntnisse wegen seiner Drucklegung der deutschen Übersetzung von Nicolas Lemery „Cours de Chemie“ (1698 in Dresden) attestieren, doch einem diesbezüglichen Vergleich mit den bekannten Alchimisten hält er nicht stand (HERMANN PETERS, Die Erfindung des europäischen Porzellans, in: Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 2,2 [1910], S. 399–424, hier S. 402 ff.).

⁹ UWE MAYER, „Algebra ... genuina mihi philosophia Mathematicum esse videtur“ – Quellen zur Bedeutung der Algebra in Tschirnhaus' Entwicklung als Mathematiker, in: EHRENFRIED WALTHER VON TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe, hrsg. v. der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Beiband, Leipzig/Stuttgart 2003, S. 35–49, hier S. 36 (Werkstruktur der Gesamtausgabe: Beiband 2003, S. 14). Drei Reihen untergliedern das Werk; davon hier einschlägig: Reihe II (Amtliche Schriften), Abteilung 1 (Amtlicher Schriftverkehr mit dem sächsischen Hof), Leipzig/Stuttgart 2004 (zitiert: AA II/1).

¹⁰ GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ, Sämtliche Schriften und Briefe. Hrsg. v. der Preußischen (später: Deutschen) Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Darmstadt, später: Leipzig, zuletzt: Berlin 1923 ff. Die Akademie-Ausgabe (= AA) publiziert den gesamten Nachlass in chronologischer Reihenfolge. Sieben Reihen untergliedern das Material: Reihe I: Allgemeiner politischer und historischer Briefwechsel; Reihe II: Philosophischer Briefwechsel; Reihe III: Mathematischer, naturwissenschaftlicher und technischer Briefwechsel; Band 1, Berlin 1976 (2. Aufl. 1988; zitiert: AA III,1); Band 2, Berlin 1987 (zitiert: AA III,2); Band 3, Berlin 1991 (zitiert: AA III,3); Band 4, Berlin 1995 (zitiert: AA III,4); Band 5, Berlin 2003 (zitiert: AA III,5); Band 6, Berlin 2004 (zitiert: AA III,6); Reihe IV: Politische Schriften; Reihe V: noch

Alchimie-Kritiker und gelehrten Jesuiten Athanasius Kircher (1602–1680) zu erreichen, was ihm im Mai 1677 auch gelang: „Den H. Kircherum habe bey vielen mahlen gesprochen, und bin in deßen abwesenheit nach belieben, in deßen Galerie, worinnen curiose Maschinen, als auch alle seine opera“.¹¹ Von Kirchers Werken dürften den jungen Reisenden im Besuchszeitpunkt insbesondere dessen Vorschläge für den Einsatz von Brennsiegeln interessiert haben, die der Jesuit in seiner 1646 in Rom erschienenen „Ars magna lucis et umbrae“ publiziert hatte.¹² Tschirnhaus' Wissensbegierde in diesem speziellen Sektor der Physik wird dadurch dokumentiert, dass schon der Reisebeginn (Ende November 1676) durch einen Besuch bei Villette in Lyon markiert wurde, wo Tschirnhaus erneut Schmelzversuche mit Tonerde an den begehrten Brennsiegeln des dafür berühmten Franzosen durchführen durfte.¹³ In Mailand besuchte der Reisende den Domherrn Manfredo Settala (1600–1680),¹⁴ dessen umfangreiche „Kunstkammer“ zum Ziel vieler Italien-Reisender geworden war.¹⁵ Tschirnhaus schrieb anschließend am 17. April 1677 aus Rom an Leibniz: „Von Turin gieng nacher Mayland und wurde von den H. Septala, so in Opticis, Mechanicis, naturalibus, chymicis etc. viele kammern voll hatt, sehr Human tractiret, und wohl bey 5 mahlen zu ihm gefodert, damitt alles was Er hatte wohl sehen kundte“.¹⁶ Über den anschließenden Aufenthalt in Rom meldete der Reisende (unmittelbar vor der Erwähnung Athanasius Kirchers) im April 1677 an Leibniz auch die Begegnung mit einem anderen berühmten Naturwissenschaftler dieser Zeit: „Mitt den H.[errn] Borello habe eintzige conversation, so ein feiner man und den *Tractatum de motibus animalium* nuhmero fast zuende gebracht“.¹⁷ Giovanni Alfonso Borelli (1608–1679) war der Begründer der Biophysik und Wegbereiter der Newtonschen Himmelsmechanik. Unübersehbar ist, dass der 26jährige sächsische Reisende in Italien unermüdlich bemüht war, möglichst viele Erfahrungen mit einer bislang verwendeten Methode zur Bündelung von Sonnenstrahlen für seine künftigen Versuche in der Heimat zu sammeln.

Tschirnhaus' anfängliches Desinteresse für den Werkstoff Glas und seine intensive Beschäftigung mit Brennsiegeln scheinen ein Widerspruch zu sein, doch dieser Verdacht würde nur die heutzutage gebräuchliche Terminologie benutzen und die historischen Konditionen außer Betracht lassen. Denn unter „Brennspiegel“ wurden im Barockzeitalter

nicht begonnen; Reihe VI: Philosophische Schriften; Reihe VII: Mathematische Schriften. LEIBNIZ, Schriften, AA III,2, N. 30, S. 62. Im Nachlass soll sich der „Extract eines Briefes auß Venedig [befunden haben], darinn gemeldet wird, daß die Glasmaister auf der Insel Murano kein groß Glaß bereiten können“ (GISELA HAASE, Tschirnhaus und die sächsischen Glashütten in Pretzsch, Dresden und Glücksburg, in: Katalog 2001 [wie Anm. 7], S. 55–67, hier S. 64, Anm. 4). Da der Brief nicht von Tschirnhaus selbst stammt, ist ein zeitlicher Zusammenhang mit der Kavalierstour unwahrscheinlich.

¹¹ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,2, N. 44, S. 150.

¹² ATHANASIVS KIRCHER, *Ars magna lucis et ombris*, Rom 1646, S. 887–890; vgl. Katalog 2001 (wie Anm. 7), Nr. 2.4, S. 132 f. und Abb. 4, S. 20. WERNER LOIBL, Athanasius Kircher (1602–1680) und Aschaffenburg, in: Aschaffener Jahrbuch 2001 (Bd. 21), S. 11–48.

¹³ Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 114.

¹⁴ Portrait mit Kurzbiographie in Katalog 2001 (wie Anm. 7), Nr. 1.13, S. 124.

¹⁵ Vgl. MAXIMILIAN MISSION, *Nouveau Voyage d'Italie*, Bd. 3, Den Haag 1702, S. 20. Mission kennt im Besuchsjahr 1688 zwei Beschreibungen des „berühmten“ Cabinets, eine in Latein von Paul Marie Terzagio, die andere in Italienisch durch P. F. Scarabelli, er selbst gibt genaue Hinweise auf S. 232–234.

¹⁶ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,2, N. 30, S. 61.

¹⁷ Ebd., S. 65.

– im Gegensatz zur heutigen populären Kodierung – sphärische Hohlspiegel aus Metall oder anderen Materialien mit polierter Oberfläche verstanden, mit deren Hilfe Sonnenstrahlen im Zentrum konzentriert werden konnten.¹⁸ „Brennglas“ hingegen hieß ein (in der Regel konvexes) Linsenglas, welches beim Lichtdurchlass die darauf fallenden Sonnenstrahlen in einem so engen Raum vereinigte, dass dadurch Feststoffe entzündet und verbrannt, aber auch Flüssigkeiten in einem gläsernen Gefäß erhitzt werden konnten. Am verständlichsten stellte Andreas Libavius (1555–1616) den Unterschied in seinem Kommentarband von 1606 (*„Commentariorum alchymiae pars prima“*) zum Lehrbuch der Chemie von 1597 (*„Alchemia“*) dar, indem er auf zwei nebeneinander stehenden Abbildungen die Möglichkeiten der Destillation durch Reflexion und durch Refraktion [Brechung] der Sonnenstrahlen zeigte.¹⁹ Auch der kameralistische Vielschreiber Paul Jakob Marperger (1656–1730) unterschied 1707 zwischen „Brenn-Spiegel und Brenn-Gläser“ (wovon er Exemplare des „Herrn Tschirnhausen, der Zierde Teutschlandes“, in seine Raritäten-Kammer stellen wollte) und wies bei der Beschreibung Dresdens explizit auf den „ungeheuer grossen Metallenen Brenn-Spiegel“ hin, „dergleichen sonst in der Welt nicht ist“.²⁰ Festzuhalten ist demnach: Ein Spiegel ist immer lichtundurchlässig, ein Glas oder eine Linse immer lichtdurchlässig; „Brennglas“ bezeichnete immer eine für Licht transparente Linse aus Glas, „Brennspiegel“ hingegen immer eine Licht reflektierende Konstruktion. Mit dieser Prämisse klären sich hoffentlich auch mögliche Interpretationshürden, so wenn Klaus Schillinger schreibt: „Als Fassung eines solchen großen Spiegels wählte Tschirnhaus Holz“²¹, was jeder Kunsthistoriker, bevor er den Zusatz des Autors liest, sofort auf einen dekorativen Raumspiegel beziehen würde.²²

Tschirnhaus' Annäherung an den Werkstoff Glas

Ehrenfried Walther von Tschirnhaus legte großen Wert auf die praktische Ausführung seiner Erkenntnisse und nach seinem Hauptwerk *„Medicina mentis“* ging es ihm um die Erweiterung des Wissens vom unendlichen Fortschritt in der Erkenntnis und Beherrschung der Natur zum Zweck der Selbstvervollkommenung. Erst mit den eigenen Laboratorien

¹⁸ Eine Auflistung der in Tschirnhaus' Zeit eingesetzten Materialien (u. a. Eis, Pappe, Papier) bei KLAUS SCHILLINGER, Herstellung von Brennspiegeln und Brenngläsern im 17. und 18. Jahrhundert und ihre Anwendung zur Erzeugung hoher Temperaturen, in: NTM-Schriftenreihe Geschichte, Naturwissenschaft, Technik, Medizin, Leipzig 20 (1983), S. 67–85, hier Tabelle 4, S. 74. Leibniz versuchte schon am 16. August 1696 eine Neuentwicklung in Hannover zu testen: „Habe den pappen hohlen [Brenn-] Spiegel das erste mahl probiren lassen wollen; als man aber hinaus gewesen, hat uns die Sonne nicht gefüget“ (GEORG HEINRICH PERTZ [Hrsg.], Leibnizens Geschichtliche Aufsätze und Gedichte, Bd. 4, Hannover 1847, Tagebuch 1696, S. 198).

¹⁹ Die Abbildungen finden sich in: FRIEDEMANN REX u. a. (Hrsg.), Die Alchemie des Andreas Libavius, Weinheim 1964, Bildteil S. 65, Abb. 165 und 166.

²⁰ [PAUL JAKOB MARPERGER], Die geöffnete Raritäten und Naturalien-Kammer, Hamburg 1707, S. 57 und 140; in: Des geöffneten Ritter-Platzes, Bd. 3, Teil I, Abteilung III.

²¹ KLAUS SCHILLINGER, Brennspiegel und Brenngläser von Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, in: Sächsische Heimatblätter 29 (1983), H. 4, S. 179–186.

²² Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 43. Welche Auswirkungen eine nicht geklärte Terminologie haben können, zeigt der Aufsatz von SABINE MÖDERSHEIM, Zum Motiv des Brennspiegels in der Kunst und Ikonographie des Barock. In: Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 91–107. Völlig deplatziert behandelt sie dort die Symbolik der Dekorationsspiegel bzw. Spiegelkabinette und verwechselt Brennspiegel mit Brenngläsern, ebd., S. 101, Abb. 34; S. 172, Kat. Nr. 6.9.

auf dem elterlichen Gutsbesitz in Kieslingswalde wurde der Experimentator in die Lage versetzt, seine Theorien in der Realität zu überprüfen, da er dort „viel probiren kann“.²³ Das neugierige Probieren begann nach der Rückkehr von der Kavaliertour Mitte November 1679, Tschirnhaus zehrte dabei anfänglich von seinen auf der Reise gemachten Erfahrungen. Speziell bei dem bewunderten Spinoza hatte der Studiosus seine lernbegierige Aufmerksamkeit auf dessen ausgeübten Broterwerb im handwerklichen Schleifen von Gläsern für optische Zwecke gelegt. Zusätzlich befasste er sich gleichzeitig mit dem Buch des Kapuzinerpaters Anton Maria Schyrl von Reitha „Oculus Enoch“ über die Herstellung optischer Gläser.²⁴ Vor diesem lese- und lernbegeisterten Hintergrund wird verständlich, warum sich Tschirnhaus noch in Paris 1675/76 mit dem Problem des Glasveredelns auseinandergesetzt hatte. Jedenfalls überliefert Leibniz aus dieser



Ehrenfried Walther von Tschirnhaus (1651–1708), Porträtkupfer, um 1735

Zeit nicht nur die frühe Beschäftigung des neuen Bekannten mit dem Material Ton, sondern auch eine (heute nicht mehr existierende) Abhandlung mit dem Titel „traité de l’art de polir les verres“,²⁵ die er von Tschirnhaus zur Einsichtnahme erhalten hatte.²⁶ Gläser zu schleifen und zu polieren blieb – wie die Vervollkommnung des Werkstoffes Ton – dem sächsischen Edelmann ein lebenslange Aufgabe.

²³ WINTER, *Bahnbrecher der Frühaufklärung* (wie Anm. 4), S. 60.

²⁴ Ebd., S. 12.

²⁵ LEIBNIZ, *Schriften* (wie Anm. 10), AA VI,3, N. 33, S. 383. Buchtitel übersetzt: „Lehrbuch der Kunst, Gläser zu polieren“.

²⁶ UWE MAYER, *Am Rand der Gelehrtenrepublik – Tschirnhaus als Mathematiker*, in: *Katalog 2001* (wie Anm. 7), S. 25–35, hier S. 33, Anm. 6 (Eigentlich war damit in Mayers Aufsatz die Anm. 7 gemeint, jedoch die drucktechnische [falsche] Zusammenziehung verschob die gesamte folgende Nummerierung der Anmerkungen in diesem Aufsatz um eine Ziffer). Leibniz notierte sich, dass Tschirnhaus seine Methode „par divisions à la mode des Ramistes“ entwickelte (MAYER, *Algebra* [wie Anm. 9], S. 42), und meinte damit die nach dem französischen Humanisten Pierre de la Ramée (1515–1572) benannte Mathematik, die dem Begründer viele Anhänger (sog. Ramisten) verschafft hatte.

Die sofort nach der Rückkehr in Kieslingswalde begonnenen ersten naiven Versuche mit gläsernen Hilfsmitteln scheiterten an den unzureichenden Erfahrungen. Tschirnhaus beendete bald seine Experimente mit großen Hohlkugeln aus geblasenem Glas, deren Außenfläche mit einem reflektierenden Material belegt werden sollte, was jedoch wegen fehlender praktischer Kenntnis der eingesetzten Werkstoffe und ihres Adhäsionsverhaltens auf konvexen Oberflächen misslingen musste. Zumindest lässt die Interpretation eines Satzes, der sich im Brief von Tschirnhaus' Leidener Studienkollegen Pieter van Gent aus Amsterdam vom 15. August 1681 findet, diesen Rückschluss zu. Dieser gibt gegenüber seinem Korrespondenten zu, dass Kugeln aus geblasenem Glas besser wirken würden, ist aber besorgt, dass derartig große Glaskugeln, wie sie dazu notwendig wären, nicht hergestellt werden können.²⁷ Eine Eigenproduktion von gläsernen Hilfsmitteln in Kieslingswalde oder sonstwo in Sachsen kam deshalb vor 1690 gar nicht in Betracht. Davon zeugt auch der Schriftwechsel mit dem aus Guben in der Niederlausitz stammenden, ehemaligen Leidener Studiengenossen und nunmehrigen Astronomen Gottfried Kirch (1639–1710), denn noch 1682 ließ Tschirnhaus durch Kirch optische Gläser in dessen momentanen Wohnort Leipzig kaufen.²⁸ Auf die Klage wegen der schlechten Qualität rechtfertigte sich Kirch am 20. (30.) Januar 1683 aus der Messestadt: „Daß man kein Glas, weder schlimmes noch gutes, allhier haben kann, daraus man in der verlangten Größe ein solch kurz Glas schleifen könnte“,²⁹ und Tschirnhaus beruhigte zwei Wochen später: „Der Gläser wegen bin schon zufrieden, wenn es nicht möglich zu tun“. ³⁰ Eine derartige Korrespondenz wäre nicht notwendig gewesen, wenn Tschirnhaus zu dieser Zeit (um 1682/83) bereits selbst Glas hergestellt oder ausreichend zur Verfügung gehabt hätte.

Neuartige Brennspiegel aus Metall

Vor Tschirnhaus' Heimreise nach Kursachsen hatte in Paris noch am 6. April 1679 bei einer Demonstration ein neuer metallener Brennspiegel von mehr als drei (Pariser) Fuß Durchmesser (ca. 1,00 m) den größten Eindruck auf ihn gemacht.³¹ Als erstes brauchbares Ergebnis seiner sofort nach der Rückkehr von der Kavalierstour begonnenen eigenen Experimente meldete Tschirnhaus dementsprechend schon am 7. April 1681 aus Kieslingswalde dem aufmerksamen Leibniz: „Habe Einen sonderbahren Methode gefunden,

²⁷ „*Quae habes de globis ex vitro flatu efficiendis optima, fateor sunt, sed vereor, ut tales globi tam magni non possint fieri, quam quidem necesse esset*“ (CURT REINHARDT, Briefe an Ehrenfried Walther von Tschirnhaus von Pieter van Gent, Freiberg 1911, S. 8).

²⁸ EDUARD WINTER, Der Freund B. Spinozas E. W. v. Tschirnhaus (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften der DDR, 7G), Berlin 1977, S. 21; Portraittisch in Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 122, Nr. 1.8.

²⁹ WINTER, Der Freund Spinozas (wie Anm. 28), S. 22.

³⁰ Ebd., S. 23.

³¹ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 8. Dass Tschirnhaus mit seinem gezielten Interesse nicht allein war, bezeugt der berühmte Kameralist Johann Joachim Becher (1635–1682), denn dieser hatte noch kurz vor seinem Tod 1682 in den in England erschienenen Ephemeriden von den Brennspiegeln gelesen, „was vor wunderliche unglaubliche Dinge darmit gethan werden, und wie augenblicklich alles schmelzet“ (JOHANN JOACHIM BECHERS, Nürrische Weißheit und Weise Narrheit, Frankfurt 1682, 1683, 1686; o. O. 1706, 1707, 1725; hier zitiert die Ausgabe 1725, S. 92).



Größter Brennlinsenapparat
von E. W. von Tschirnhaus
(aus NLM 88 [1912], Tafel IV)

[Brenn-]Spiegel in großer größe und mitt leichter Mühe zu machen“.³² Das dafür verwendete Material ergibt sich aus dem gleichzeitigen Verweis auf das bekannte Exemplar eines metallenen Brennspiegels in der Königlichen Bibliothek zu Paris, das Tschirnhaus zu übertreffen dachte, weil er sich mit der Mathematik von Kurven besser auskannte. Er schrieb deshalb im Frühjahr 1682 an den in Den Haag lebenden Mathematiker Christiaan Huygens (1629–1695), „daß [er] Eine sehr leichte Manier wieße und vor sehr leichten preiß brennSpiegel solcher größe zu machen als man wihl“.³³ Die überraschende Wirkung von Brennspiegel faszinierte alle barocken Experimentatoren und mehrere von ihnen konzentrierten sich nicht nur auf die temperatursteigernde Wirkung und praktische Arbeit mit diesen Geräten, sondern setzten sich auch mit der Verbesserung der Herstellungsmethode auseinander. Einer der ersten Praktiker scheint der noch heute wegen seines nach ihm benannten Salzes (Na_2SO_4) bekannte Chemiker Johann Rudolph Glauber (1604–1670) gewesen zu sein, der in seiner Jugend die Kunst des Metallspiegel-Machens gelernt hatte und

³² LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,3, N. 199, S. 387; s. a. WEISSENBORN, Lebensbeschreibung (wie Anm. 5), S. 188 (mit anderer Schreibweise). Auch Klaus Schillinger verwendet in seinem Katalogbeitrag von 2001 noch die Edition von Carl Immanuel Gerhardt aus dem Jahre 1899, was gegenüber der Akademie-Ausgabe zu unterschiedlicher Schreibweise führt.

³³ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,3, N. 356, S. 629.

sich später dieser Arbeit auch nicht schämte: „habe manches schön Stuck gemacht / und üben sich wohl Grosse Fursten und Herrn darin“. ³⁴ Nach Glaubers Zeugnis bestand das „Feuer Spigel-machen“ darin, dass man „von Metallischer Mixtur solche Spiegel“ herstellte und er beschrieb in seiner Publikation „Furni Novi Philosophici, oder Philosophischer Oefen Vierdter Theil“ von 1650 (Cap. XI, De Speculis) die Operation so genau, dass sogar ein danach von einem Leser gefertigter Spiegel den Weg zu ihm nach Kitzingen fand. ³⁵ Zweifellos stellte Glauber Brennspiegel nicht nur her, sondern experimentierte vor 1650 mit einem Arbeitsergebnis, weshalb er in sein Erstlingswerk von 1646 („De Auri Tinctura“) die Anweisung für ein „Speculum concavum“ von zwei Fuß [ca. 60 cm] Breite setzte. ³⁶ Angesichts der beschriebenen Wirkungen von metallenen Brennspiegeln im Spannbereich (ca. 0,20 bis 1,00 m) wagte Glauber sogar eine kühne Prognose: „Jst nun dieses beweßlich / daß ein Handvoll Sonnenstrahlen / wann sie colligiret [versammelt] und in die Enge gebracht werden / ein solche Macht beweisen / nemblich Metallen schmelzen / Mercurium, Antimonium, Arsenicum, Auripigmentum, Koboltum unnd dergleichen flüchtige und unzeitige Metallen in einen Rauch verwandeln / was solte denn wol thun können ein stück Sonnen von 10. oder 20. Klafftern groß? gewißlich würde es alle Metallen / außgenommen Gold / gleich alß ein Stroh verbrennen / und in einem Rauch machen auffgehen“. ³⁷ Der Frühchemiker war noch 1656 der Ansicht, dass es nur wenige Zeitgenossen gäbe, „welchen bekannt ist / worzu solche [Spiegel] können gebraucht werden / welches unter Tausenten nicht einer weiß waß die Concentrirte Sonnen Strahlen in wahrer Hermetischen Medicin verrichten können“. ³⁸ Die ungeklärte Wirkung der „Concentrirten Sonnen Strahlen“ sollte 25 Jahre später auch Tschirnhaus zu seinen Versuchen animieren, doch es scheint fraglich, ob er dabei von Glaubers publizierten Erfahrungen hatte profitieren können.

Kurze Zeit nach seiner Ankündigung bei Christiaan Huygens war Tschirnhaus im Mai 1682 erneut in Paris und musste erleben, wie man ihn in der berühmten Akademie aufforderte, seine Manier „wie Meinen brennSpiegel bereitete“, bekannt zu geben, was am 22. Juli 1682 zur Aufnahme in die Académie Royale des Sciences als erster Deutscher führte. Zum Leidwesen des neuen Mitglieds war die Jahreszeit in Kieslingswalde vor Tschirnhaus Abreise nach Paris nicht günstig gewesen, denn „im winter kondte Er [der Brennspiegel] so großen Effect nicht thun [...] habe Einen machen lassen der noch größer; ich bin hierauff verreisert, und weiß nicht ob Er verfertiget oder nicht“. ³⁹ Trotz der Hindernisse bei der Versuchskontrolle wurde die Erfindung in Paris stark beachtet und Leibniz erfuhr im Brief vom 27. Mai 1682 die Gründe dafür, denn das lokale Vergleichsexemplar wurde auf einen Wert von 20.000 Livres geschätzt und hatte angeblich eine Arbeit von zwölf Jahren

³⁴ JOHANN RUDOLPH GLAUBER, *Glauberus Ridivivus*, Amsterdam 1656, S. 63.

³⁵ „Welchen ich dan ein Fassen / und einer Hohen Stants Persohn Verehrt habe“ (GLAUBER, *Glauberus Ridivivus* [wie Anm. 34], S. 64). Der Empfänger war vermutlich Domdekan Johann von Heppenheim, genannt von Saal (vgl. WERNER LOIBL, *Johann Daniel Crafft [Wertheim 1624 – Amsterdam 1697]. Ein Chemiker, Kameralist und Unternehmer des 17. Jahrhunderts*, in: *Wertheimer Jahrbuch* 1997, S. 55–251, hier S. 97).

³⁶ JOHANN RUDOLPH GLAUBER, *De Auri Tinctura*, Amsterdam 1646, S. 8; JOHANN RUDOLPH GLAUBER, *Glauberus concentratus, oder Kern der Glauberischen Schrifften*, Leipzig und Breslau 1715, S. 282.

³⁷ JOHANN RUDOLPH GLAUBER, *Operis Mineralis Ander Theil*, Amsterdam 1652, S. 15.

³⁸ GLAUBER, *Glauberus Ridivivus* (wie Anm. 34), S. 63.

³⁹ LEIBNIZ, *Schriften* (wie Anm. 10), AA III,3, N. 356, S. 630.

verlangt, was die Aufmerksamkeit für Tschirnhaus' Ausführungen weckte.⁴⁰ Die Pariser Präsentation in der Akademie lässt vermuten, dass Tschirnhaus nach seinem Verzicht auf das für seine Zwecke ungeeignete Material Glas auf die Idee gekommen war, die konkave Holzspäre des „Brennspiegel“-Tragegestells statt dessen mit poliertem Metall zu belegen. Vor Antritt seiner Parisreise 1682 hatte er diese Ausführung bereits mehrfach modifiziert, um den Effekt zu steigern. Die aktuell nach Frankreich mitgenommene und dort propagierte Methode bestand darin, dass Tschirnhaus angefangen hatte, „statt des in Frankreich benutzten Eisens Kupferplatten zu Kugelkalotten auftreiben zu lassen und die konkave Fläche auszuschleifen und mit Stahl zu polieren“.⁴¹ Mit seinen eigenen Worten schilderte der Experimentator dem aufmerksamen Leibniz das Verfahren in detaillierter Beschreibung.⁴²

Dem rationell merkantilistischen Denken Tschirnhaus entsprach es vollkommen, dass er bei seinen Material-Überlegungen die günstige inländisch-sächsische Bezugsquelle von Kupfer berücksichtigte. Auf den regionalen Kupferhämmern in Kursachsen wurde das Metall in großen Abmessungen und entsprechender Dicke hergestellt, es ließ sich leicht durch Hämmern in die gewünschte Form bringen und mit Stahl polieren.⁴³ Um diesen Prozess zu erleichtern, hatte Tschirnhaus in Kieslingswalde extra eine immer vollkommener arbeitende Poliermaschine für die gehämmerten Metalltafeln konstruiert, die er jedoch Leibniz nicht schriftlich erklären wollte.⁴⁴ Angeblich bestand die „Maschine zum poliren“ in einer teilmechanisierten Anlage, die durch ein mit Wasser angetriebenes Mühlwerk in dauerhafter und abgestufter Bewegung gehalten wurde.⁴⁵ Tschirnhaus hatte damit Glaubers Forderung realisiert, denn der Frühchemiker hatte schon 1650 bekannt gegeben: „Wo die [metallenen] Spiegel nicht wohl polirt / taugen sie nicht“, und er gab genaue Anweisungen zum erfolgreichen Polieren mit Radvorrichtungen im vierten Teil (Cap. XIII) seiner Philosophischen Öfen,⁴⁶ was eine Kenntnis der Glauberischen Publikation bei Tschirnhaus vermuten lässt. Die mechanischen Bedingungen und Vorgaben der Kieslingswalder Schleif- und Poliermaschine könnten – einer Hypothese Uwe Mayers zufolge – verantwortlich gewesen sein, dass Tschirnhaus trotz der unscharfen Brennnlinie (eine Zykloide oder Kurve) bei der Fertigung von sphärischen Brennspiegeln (Halbkugel mit Mittelpunkt) blieb, obwohl ihm die bessere Wirkung der Parabolspiegel (gekrümmte Fläche ohne Mittelpunkt), „die einfallende Lichtstrahlen in einem einzigen Punkt fokussierten“, bekannt gewesen sein dürfte.⁴⁷ Denn bereits in der 1705 erschienenen „Curieusen Kunst-

⁴⁰ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,3, N. 356, S. 629.

⁴¹ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 8.

⁴² LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,3, N. 356, S. 629. KLAUS SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung von Brennspiegeln und Brennlinsen durch Ehrenfried Walther von Tschirnhaus, in: Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 43–54, hier S. 43.

⁴³ SCHILLINGER, Herstellung von Brennspiegeln (wie Anm. 18), S. 70; SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung (wie Anm. 42), S. 43.

⁴⁴ „Ich gebrauche Mich aber Einer Machine hierzu zum poliren; sie wohl zu wißen nöthig, und die Mündlich gedencken wihl; doch achte nicht, daß dieß inventum communiciret“ (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,3, N. 356, S. 630).

⁴⁵ ALFRED KUNZE, Lebensbeschreibung des Ehrenfried Walther von Tschirnhaus auf Kieslingswalde und Würdigung seiner Verdienste, in: NLM 43 (1866), S. 1–40, S. 26.

⁴⁶ GLAUBER, Glauberus concentratus (wie Anm. 36), S. 245.

⁴⁷ MAYER, Am Rand der Gelehrtenrepublik (wie Anm. 26), S. 29.

und Werck-Schul“ wird auf „Kohlhans Optisches Tractat“ (vermutlich der Mathematiker Johann Christoph Kohlhanns [1604–1677]) mit dem Untertitel verwiesen: „Einen Beweis / daß die Parabolischen Hohl-Spiegel stärker brennen / auch weiter anzünden / als die Sphärischen oder Circul-runde Hohl-Spiegel“.⁴⁸

Seit 1682 konzentrierte sich Tschirnhaus auf Kupfer als Material für Brennspiegel und in Anschluss an seine erneute Rückkehr aus Paris (nach Kieslingswalde) berichtete Tschirnhaus seinem immer auf aktuelle Nachrichten begierigen Briefpartner Leibniz am 24. April 1683: „Ich werde nuhmero Meinen großen kupfernen Spiegel bald verfertigt haben, von dem Mir was sonderbahres verspreche [...] wiewohl ich nicht glaub, daß in Kupfer dergleichen iemand wird versucht haben“.⁴⁹ Er kündigte gleichzeitig eine Veröffentlichung im gelehrten Organ der *Acta Eruditorum* an (das Otto Mencke [1644–1707] seit dem Vorjahr [1682] in Leipzig herausgab und dessen kontinuierliche Publikation durch Tschirnhaus von Anfang an unterstützt wurde), sofern der Brennspiegel „was extraordinares th[ut]“. Tschirnhaus verschwieг jedoch zu diesem Zeitpunkt, dass er bereits im November 1682 einen Bericht in den *Acta Eruditorum* unter dem Titel „Inventa nova, exhibitata Parisiis Societati Regiae Scientiarum“ veröffentlicht hatte (der Leibniz erst im April 1691 bekannt werden sollte).⁵⁰ Leibniz antwortete am 4. (14.) Juli 1683 aus Hannover: „Den sucess [Erfolg] des kupfern spiegels erwarde mit großem verlangen“⁵¹ und gab gleichzeitig dem dänischen Mathematiker Georg Mohr (1640–1697), der ab 1695 bei Tschirnhaus in Kieslingswalde bis zu seinem Tode leben sollte, die Mitteilung von Tschirnhaus weiter: „Er schreibet mir dass er an einem Kupfernen Brennspiegel arbeite, den er ziemlich rund hämmern, und hernach vollends poliren lässt“.⁵²

Spätestens 1682 waren demnach kupferne Brennspiegel mit beachtenswerter Wirkungskraft in Kieslingswalde im Einsatz, die anderswo noch nicht zur Verfügung standen. Das größte, aus dem Jahre 1686 stammende (und noch in Dresden erhaltene) Exemplar besaß eine konkav getriebene, geschliffen und polierte Kupferplatte von 1,5 mm Stärke mit einem Durchmesser von 1,58 m und einer Brennweite von 1,13 m, die heute in eine gewölbte und auf der Rückseite mit barocken Ornamenten bemalten Holzfläche eingesetzt ist und von einem Holzgestell getragen wird.⁵³ Überrascht konnte man bei Kontrolle des Dresdner

⁴⁸ J. K. (ANONYM, nicht Johann Kunckel!), Wieder Neu aufgerichtete und vergrößerte Curieuse Kunst- und Werck-Schul, Nürnberg 1705, S. 919.

⁴⁹ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,3, N. 456, S. 793; SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung (wie Anm. 42), S. 44 f. Zu Mencke: WINTER, Bahnbrecher der Frühaufklärung (wie Anm. 4), S. 21.

⁵⁰ *Acta eruditorum*, November 1682, S. 364–365 u. Tab. XIX. Christiaan Huygens hatte am 21. April 1691 aus Den Haag an Leibniz über Tschirnhaus geschrieben: „là où il propose dans les Acta de l'an 1682 sa fausse construction de la Courbe par reflexion du miroir concave“ („dort, wo er in den Acta des Jahres 1682 seine falsche Konstruktion der Kurve durch die Reflexion eines konkaven Spiegels vorlegt“) (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,5, N. 18, S. 105). Hermann Peters war die Publikation unbekannt geblieben, er glaubte, dass Tschirnhaus erst im Jahre 1687 „in den Leipziger Actis eruditorum unter den Buchstaben D. C.“ anonym über seine anfänglichen Brennspiegel-Versuche berichtete (HERMANN PETERS, Leibniz in Naturwissenschaft und Heilkunde, in: Zeitschrift des Historischen Vereins für Niedersachsen 81 [1916], Hannover 1917, S. 202–246, hier S. 220).

⁵¹ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,4, N. 2, S. 10.

⁵² Ebd., AA III,4, N. 3, S. 12.

⁵³ SCHILLINGER, Herstellung von Brennspiegeln (wie Anm. 18), S. 71 mit Abb. 1, S. 72; ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 17 mit Abb. 21. Das Natur- und Kunstlexicon meldet: „Auch der sächsische Edelmann, von Tschirnhausen, brachte im Jahre 1687 einen [großen Brennspiegel] zu Stande, der 3 leipziger Ellen im Durchmesser, 2 Ellen Brennweite hat,

Exemplars schon früher feststellen, dass dieser Brennspiegel „aus einer zwei Messerrücken dicken Kupferplatte geschlagen, ungemein wohl polirt und in Verhältniß seiner Größe von mäßigem Gewicht“ ist.⁵⁴ Tschirnhaus hatte über die Herstellung notiert „Iezo laße mir vom Kupferschmidt eine rundte Platte machen von 2 ½ Elle [ca. 1,41 m], da was extraordinaires mit zu thun gedencke“,⁵⁵ drei Monate später klagte er jedoch, „der Kupferschmied fordert vor Einer so großen kupfernen platte 50 thl. dieweil ihn Etwas dicke haben wihl“.⁵⁶ Neuere Untersuchungen haben nachgewiesen, dass die Lichtleistung dieses Brennspiegels bei senkrechter Sonneneinstrahlung „bereits im Bereich heutiger Leistungslaser“ liegt.⁵⁷ Tschirnhaus konnte damit alle damals geläufigen Metalle, auch Eisen verflüssigen, Ziegel, Bimsstein und Knochen schmolzen zu Glas.⁵⁸ Am 22. August 1687 gelang mit dieser zweckmäßigen Vorrichtung in acht bis neun Minuten sogar die Verflüssigung von Asbest, der seit der Antike als das dem Feuer gegenüber widerstandsfähigste Material galt.⁵⁹

Brennlinen statt Brennspiegel

Konkave Brennspiegel waren überwiegend aus Metall, Glas war als Material für konvexe Linsen wohl bekannt, aber bei Brenngläsern nur in kleinen Dimensionen im Einsatz. Für Tschirnhaus trat der Werkstoff Glas als Hilfsmittel für die Energiekonzentration erst wieder stärker in den Vordergrund, als er mit seinem kupfernen Brennspiegel die Grenzen der damit verbundenen Leistungsfähigkeit und das Maximum an Brennwirkung erreicht hatte, gleichzeitig jedoch bei den Versuchen zur Verbesserung der Teleskope und Mikroskope, um diese „zu grösserer Perfektion zu bringen“,⁶⁰ mit Glaslinsen erfolgreich hatte operieren können. Nachteilig musste sich bei den laufenden Versuchen mit Brennspiegeln insbesondere bemerkbar machen, dass dabei das Zentrum der Lichtbündelung (und damit das zu untersuchende Objekt) zwischen Spiegel und Sonne lag, Brennraum und Lichteintritt damit auf der selben Spiegelseite sich befanden, was die Handhabung erschwerte. Schon Glauber riet 1650 in seinen Philosophischen Öfen: „Diese [metallenen] Specula concava sollen auch nicht zu tieff seyn / daß die Radii [Sonnenstrahlen] desto weiter vom Spiegel fallen“,⁶¹ damit beim Einsatz genügend Distanz zwischen Brennspiegel und dem zu erhitzenden Objekt bestand. Alternativen zu Sonnenstrahlen verbargen sich den barocken Experimentatoren. So hatte der als Glasspezialist bekannt gewordene Alchimist Johann

und aus einer dünnen, sehr gut polirten, Kupferplatte besteht“ (G. H. C. LIPPOLD/ C. PH. FUNKE, Neues Natur- und Kunstlexicon, Wien 1810, Bd. 1, S. 385).

⁵⁴ KUNZE, Lebensbeschreibung (wie Anm. 45), S. 25.

⁵⁵ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,4, N. 21, S. 48.

⁵⁶ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,4, N. 42, S. 92.

⁵⁷ BERND SCHULTRICH/ SIEGFRIED VÖLLMAR, Licht als Werkzeug. Vom Brennspiegel zum Solarofen und Leistungslaser, in: TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA, Beiband, S. 17–28; hier S. 18.

⁵⁸ Detaillierte Versuchsaufzählung bei: REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 116 ff.; SCHILLINGER, Herstellung von Brennspiegeln (wie Anm. 18), S. 82.

⁵⁹ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 14; ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 17; KUNZE, Lebensbeschreibung (wie Anm. 45), S. 26 (dort: 27. Januar); im Winter dauerte der Schmelzprozeß 12 Minuten; WEISSENBORN, Lebensbeschreibung (wie Anm. 5), S. 189, Anm. 2.

⁶⁰ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 15.

⁶¹ GLAUBER, Glauberis concentratus (wie Anm. 36), S. 246.

Kunckel (1630–1703) bereits 1677 in Wittenberg Versuche mit der Energiekonzentration angestellt, wobei er keine Sonnenstrahlen, sondern das Licht des Brennvorganges eines Schmelzofens mit Brennsiegeln zu bündeln versuchte und dabei die Wirkungslosigkeit dieser Emissionen erfahren.⁶² Weitere Überlegungen wollte Kunckel aus Rücksicht auf die Dominanz der Kirche nicht anstellen: „Ob die Sonne kalt oder warm sey? davon mag ich meine Gedancken nicht eröffnen / auf daß ich mich nicht wider etliche Gelehrte und die [Heilige] Schrifft vergreifen möge / und in den Argwohn einiger Ketzerey fallen“.⁶³ Beim Zeitgenossen Tschirnhaus kann als Auslöser für den Rückgriff auf das Glasmaterial die Erinnerung gewirkt haben, dass er im Mai 1675 bei seinem Besuch in England Versuchsergebnisse von Nicolas Lefèvre (1610–1674) erfahren hatte, dessen Wissen in der Royal Society von ihrem ersten Sekretär Heinrich Oldenburg (1618–1677) bewahrt und bereitwillig an deutsche Reisende weitergegeben wurde. Das auch Tschirnhaus richtungsweisend werdende Verfahren des Glasgusses überliefert der Reisebericht des Franzosen Balthasar Caspar de Monconys (1611–1665), der am 22. Mai 1663 in London notierte: „Denn 22. früh war ich abermahls bey den Herrn le Fevré [Nicolas Lefèvre; der Leib-Apotheker des französischen Königs war seit 1662 in London] der mir sagte [...] So müste man [...] die Gläser auf eine wohlpolierte eiserne oder gegossene Forme legen; denn wenn das Glaß zu schmelzen anfienge / so nehm es die Figur der Forme an / ohne etwas von der Glätte oder politur zu verlihren“.⁶⁴

Unüberschbar ist in der Folgezeit, dass Tschirnhaus bei allen seinen „gläsernen“ Versuchen ein lediglich an der Optik interessierter Physiker blieb, er kümmerte sich deshalb nicht um die Chemie der Glasmenge und wollte in keine Glaspfeife blasen, für Tschirnhaus ging es nur um das für seine Zwecke geeignetste Hilfsmittel. Wenn dafür der Werkstoff Glas bessere Ergebnisse lieferte als das bislang verwendete Metall, so war eben diesem Material der Vorzug zu geben, ohne dass damit sogleich ein Liebesverhältnis entstand. Um die kupfernen Brennsiegel übertreffen zu können, waren nun jedoch gläserne Produktdimensionen erforderlich, die auch ein gelernter Glasmacher nicht mehr mit der Pfeife erzielen konnte und deren verfahrenskonforme Veredelung bislang nicht gelöste technische Probleme nach sich zog. Wie sehr diese technologischen Fragen die Zeitgenossen beschäftigten, zeigen die Kriterien für die Beurteilung eines Spiegels, die 1705 in der erweiterten „Curieusen Kunst- und Werckschul“ schon notiert waren,⁶⁵ wonach hohe Qualitätsanforderungen, wie Farblosigkeit, Helligkeit, Freiheit von Fremdstoffen und Schlieren, sowie gleichmäßige Dicke und beste Politur verlangt wurden. Der von Tschirnhaus angedachte Wechsel zum Werkstoff Glas deckt sich mit der allgemein steigenden Wertschätzung dieses Materials im Flachglasbereich (besonders in der Architektur). Vermutlich spielten beim Austausch die aktuellen Informationen aus Frankreich eine Rolle, denn ausgerechnet zu

⁶² JOHANN KUNCKEL, *Chymische Anmerckungen*, Wittenberg 1677; hier zitiert nach: Johann Kunckel von Löwensterns V. [fünf] *Curiose Chymische Tractätlein* (hrsg. von Johann Philipp Burggraf), Frankfurt/Leipzig 1721, S. 32.

⁶³ KUNCKEL, *Chymische Anmerckungen* (wie Anm. 62), S. 32.

⁶⁴ (BALTHASAR CASPAR DE MONCONYS), *Des Herrn de Monconys ungemeine und sehr curieuse Beschreibung Seiner in Asien und das gelobte Land / nach Portugall / Spanien / Jtalien / in Engelland / die Niederlande und Teutschland gethanen Reisen*, Leipzig/Augsburg 1697, S. 552.

⁶⁵ ANONYM, *Wieder Neu aufgerichtete* (wie Anm. 48), S. 905.

Beginn der neuen Versuche mit Glas in Kieslingswalde (1688) waren im Nachbarland die entscheidenden Fortschritte für den Glasguss gemacht worden.⁶⁶ Wie sehr Tschirnhaus davon profitierte und er sich auf der dadurch geschaffenen Basis fortentwickelt hatte, zeigt, dass er schon seinen Paris-Besuch vom Winter 1701/02 selbstbewusst zur Kontrolle des aus eigener Kraft mit dem Werkstoff Glas erreichten Wissensstandes benutzen konnte. Er war zu diesem Zeitpunkt längst im Besitz persönlicher Erfahrungen mit einem Gussverfahren, was er in seinem Abschlussbericht der Reise nicht verbergen wollte, denn alles was er in Paris sehen durfte, erschien ihm „ganz nicht gleich, sowohl den Unkosten, der Güthe des Glaßes, der Größe, der Leichtigkeit in fabriciren, und der wenigen Persohnen nach, die hierzu erfordert werden, dem Jenigen nehmlich nicht gleich, Was man [Tschirnhaus] allhier zu Lande [in Sachsen] vorhatte“.⁶⁷

Das „Laboratorium“ in Kieslingswalde

Anfänglich bildete den Veranstaltungsort der „gläsernen“ Versuche in Kieslingswalde eine außergewöhnliche „Laborglashütte“, die sich (wie ein Alchimisten-Labor) von einer normalen Produktionsstelle dadurch unterschied, dass dort nicht zur Finanzierung des Betriebs für den gemeinen Markt produziert werden musste, sondern mit gesponsertem Geld, den eigenen Antrieben und der persönlichen Wissbegierde mit geringen Produkt-Quantitäten nachgegangen werden konnte. Dementsprechend spricht Tschirnhaus in seinen Briefen und Veröffentlichungen nie von einer Glashütte, sondern immer nur von seinem „Laboratorium“.⁶⁸ Deutlich wird in den späteren Bestrebungen um die Errichtung einer Glasmanufaktur in Dresden, dass Tschirnhaus sogar mit diesem lateinischen Begriff keine (anzunehmende) chemische Versuchsstätte kodierte, sondern immer die mechanischen Schleif- und Poliervorrichtungen einer Mühlenanlage meinte. „Ein hierzu benötigtes Laboratorium bey einem Fluße“ war sein Wunsch im Februar 1697, der zur Steinschneide- und Poliermühle an der Weißeritz auf der Ostrawiese nahe Dresden führte.⁶⁹ Noch klarer wird der begriffliche Zusammenhang im Schreiben des für die Aufsicht ausgewählten Oberberghauptmannes, der sich auf Tschirnhaus Vorstellungen berief, „daß nach erbauung eines bequemen Laboratorij, worzu er [Tschirnhaus] die Mahlmühle [...] vorschläget“ und bat, „Ihm die vorgeschlagene Mühle statt [zum Zwecke] eines Laboratorij ein[zu]räumen“.⁷⁰ Klar wird, dass Tschirnhaus bei der Verwendung des Begriffs „Laboratorium“ primär an die lateinische Originalbedeutung und damit an eine teilmechanisierte „Arbeitsstätte“ dachte, nicht jedoch an die heutige populäre Bedeutung von „chemischer Versuchsstätte“. Die damit verbundene Betonung demonstriert zugleich die Vorlieben des sächsischen Forschers, denn die chemischen Hintergründe seiner Glasgemenge interessierten ihn weiterhin viel weniger als die mechanischen Vorrichtungen zur Veredelung der gläsernen Produkte. Des-

⁶⁶ LOIBL, Glasformung (wie Anm. 3).

⁶⁷ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 39, S. 46; vgl. auch REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 44.

⁶⁸ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 16.

⁶⁹ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 5, S. 7.

⁷⁰ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 9, S. 14.

halb war Tschirnhaus' „Laboratorium“ die Schleif- und Poliermühle in Kieslingswalde, dementsprechend entschlüsselt sich seine Bemerkung von 1703: „Was mein eigen Laboratorium anlanget“.⁷¹

Nicht der Glaserzeugung galten Tschirnhaus Anstrengungen in seinem „Laboratorium“, sondern – wie beim Metall – den aufwendigen Veredelungsprozeduren, deren Ergebnisse frühzeitig Beachtung fanden. In Wittenberg hatte auch der mit Tschirnhaus in Briefwechsel stehende Mathematikprofessor Martin Knorr (†1699)⁷² von der neuen Methode der Glasveredelung erfahren und fragte den Experimentator am 12. Oktober 1690: „Absonderlich haben Sie mich begierig gemacht, die Art der Politur zu wissen, welche Sie für die allervollkommenste halten“.⁷³ Tschirnhaus wusste zeitig, dass zum Schleifen von Glas verschieden gekörnte Sandarten unter laufender Zuleitung von Wasser notwendig waren, hingegen die Politur mit Trippel [erdige „putzschmiere“ überwiegend aus Kieselpanzern von Infusorien bestehend und nach dem Namen der Stadt Tripolis „terra Tripolitana“ genannt] oder Poté [von franz. Topf, ein Destillationsrest von Schwefelsäure (Vitriolöl) und Eisenvitriol, wegen der Farbe auch „Polierrot“ genannt] erfolgte. Die mühevollte Bearbeitung des Rohglases dauerte, bis die gewünschte Form und die glänzende Oberfläche des Endprodukts erreicht waren, was Tschirnhaus durch seine teilmechanisierte Anlage in Kieslingswalde vereinfacht, aber nicht abgekürzt hatte. Beim Handschleifen großer Glasplatten für eine geplante Verwendung als Dekorations-Spiegel musste teilweise eine Prozedurdauer von über einem Monat in Kauf genommen werden.⁷⁴ Frühzeitig bemühte man sich deshalb überall um die Einführung von teilmechanisierten Anlagen und wie Erfahrungen in späteren Betrieben zeigen, ließ sich das Polieren wegen der konstanten gleichförmigeren Bewegungen leichter mechanisieren, als das unruhige Schleifen. Wohl musste erwartungsgemäß in Kieslingswalde festgestellt werden, dass von den größeren Glasplatten beim Schleifen und Polieren nur wenige ganz geblieben waren,⁷⁵ doch das mechanische Verfahren war soweit gediehen, dass man es später in Dresden mit Erfolg adaptieren konnte.

Tschirnhaus' Vorgehen ab 1688 entspricht seinem logisch konsequenten Denken. Zuerst etablierte er statt der bestehenden Metall-Poliermühle eine neukonstruierte Schleif- und Poliermaschine für Glasrohlinge in Kieslingswalde, um seinen künftigen Glaslinsen eine bessere Bearbeitungsmöglichkeit zu verschaffen. Damit schloss er lückenlos an seine bereits in Paris 1675/76 gemachten Überlegungen zur Veredelung von Flachgläsern an, die er auch bei den in der Zwischenzeit laufend verbesserten Poliermethoden für Metalle nicht vergessen hatte. Schon 1691 berichtete der sächsische Gutsherr, „dass er das beschriebene Linsenglas mittelst einer von Wasser getriebenen Maschine, welche Alles übertreffe,

⁷¹ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 43, S. 55.

⁷² Uwe Mayer schreibt „Knorre“; MAYER, Am Rand der Gelehrtenrepublik (wie Anm. 26), S. 32.

⁷³ GISELA HAASE, Die Bemühungen von E. W. von Tschirnhaus um die Dresdner Glashütte, in: Jahrbuch der Staatl. Kunstsammlungen Dresden 1983, Bd. 15, Dresden 1985, S. 85–93, hier S. 90, Anm. 2; HAASE, Tschirnhaus (wie Anm. 10), S. 55.

⁷⁴ WERNER LOIBL, Die Spiegelmanufaktur in Würzburg. Ein Zweigbetrieb der Steigerwälder Glashütte in (Fabrik-) Schleichach (Schriften des Stadtarchivs Würzburg 18), Würzburg 2011, S. 38.

⁷⁵ KUNZE, Lebensbeschreibung (wie Anm. 45), S. 27.

zu Stande gebracht habe“.⁷⁶ Angeblich geschah der Reibeprozess in der Kieslingswalder Mühle mit Hilfe metallener Formen, deren Durchmesser etwa das Dreifache des Durchmessers des zu schleifenden optischen Glases betragen musste.⁷⁷ Im Nachlass von Tschirnhaus fanden sich kupferne konkave Schalen, und der Versteigerungskatalog führte darüber aus: „und weil besonders 2 Segmenta von großen Circula seyn, ist zu vermuthen, daß er [Tschirnhaus] wohl Objektiva darinnen geschliffen hat“.⁷⁸ Bei der aufwendigen Erstellung dieser Schleifformen kamen Tschirnhaus sicher seine Erfahrungen mit der Fertigung von kupfernen Brennsiegeln zugute. Beim Einsatz für Glas hatte er vermutlich auf Ergebnisse zurückgegriffen, die der ebenfalls an Teleskopen und Brenngläsern interessierte Christiaan Huygens in Paris machen konnte, als diesem die Konstruktion einer „Schleifmaschine“ für optische Linsen gelungen war. Der im Linsenschleifen ausgebildete holländische Landsmann Spinoza ließ sich davon jedoch kaum beeindrucken, denn er schrieb an den Sekretär der Londoner Royal Society, Heinrich Oldenburg: „Ich weiß zur Genüge aus der Praxis, daß man sphärische Schalen viel sicherer und besser aus der freien Hand schleift“.⁷⁹ Tschirnhaus hatte sich trotz der Skepsis seines Lehrmeisters zur mechanischen Bearbeitung der Gläser entschlossen, vermutlich weil die angestrebten Objektdimensionen menschliche Arbeitskräfte überstiegen. Die letztlich befriedigenden Ergebnisse musste sich Tschirnhaus jedoch mit vielen Enttäuschungen mühsam erarbeiten.

Unverzagt wollte Tschirnhaus gegenüber Leibniz noch im Februar 1694 die Vorteile seiner neuen Schleifvorrichtung betonen: „Ich habe eine Machine die nicht leicht iemand erfinden wird, und wan iemand drauff kähme; so hatt Er nicht bald die Commodität so alhie auff dem lande habe“,⁸⁰ worunter vermutlich neben den frondienstpflichtigen Untertanen auch die ausreichend verfügbare Wasserkraft für die Schleif- und Poliermühle verstanden wurde. Sein momentanes Produktspektrum gab Tschirnhaus folgendermaßen bekannt: „Da kan lentos Opticas [optische Linsen] von unglaublicher größe, und so vollkommen verfertigen; als iemahls das kleinste glaß geschlieffen und poliret worden. Perspective gläser von unglaublicher länge können hiedurch bereitet werden, welches keinen Menschen möglich; aber Ich habe die sachen vorerst vor die hand nehmen müssen die die Unkosten ersetzen. Ich habe bereit[s] gläser gemacht, die in Diamtero 2 pedes Rhylandicos [rheinischer Fuß à 0,314 m; demnach etwa 63 cm]: diese praestiren Admiranda Effecta [zeigen herrliche Wirkungen], viel vortrefflicher, als alle [Brenn-]Spiegel so bieshero gemacht: Ich habe zwar in Actis Eruditorum etwas erwähnt, aber Ich wußte damahlen noch nicht alle effecta; hatte Sie auch nicht von der größe wie ietzo“.⁸¹ Hinsichtlich seiner neuen Brennlinsen wunderte sich Tschirnhaus lediglich darüber, „daß nicht mehrere nachfrage darnach; da Sie doch viel größer an effectum [Wirkung], als alle bieshero fabricirte BrennSpiegel“. Er gab über die Vorteile bekannt, dass seine gläsernen Produkte „eine beständige politur haben; sehr leicht portatil [tragbar], indem Sie nicht über 36 pfund

⁷⁶ WEISSENBORN, Lebensbeschreibung (wie Anm. 5), S. 193.

⁷⁷ SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln (wie Anm. 18), S. 75.

⁷⁸ Ebd., S. 77.

⁷⁹ THEUN DE VRIES, Baruch de Spinoza, Reinbek bei Hamburg 1970, S. 96.

⁸⁰ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 29.

⁸¹ Ebd., S. 29 f.; SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung (wie Anm. 43), S. 48.

Schweer (wiewol Selbige vor der arbeit wohl bey ettlich und 60 pfund Schwer sind) und auff der post eines dergleichen nach Wien ohne Schaden überbracht“ werden konnte.⁸² Der Hinweis auf das bei der Fertigung um fast die Hälfte verminderte Gewicht bestätigt die angenommene Bedeutung der teilmechanisierten Schleif- und Polierprozesse. Denn schon bei den großen Teleskoplinsen gab Tschirnhaus zu, dass diese nicht „mitt menschen henden zuverfertigen“.⁸³ Gleichlautend teilte er Leibniz mit, „dieses alles aber verfertigte durch eine Maschine, die so simpel [...] daß man nur darbey stehen, und zusehen darff, wiewohl ein so groß glaß wie ietzo verfertigte von Einer Leipziger Ellen groß in diametro [ca. 0,566 m], nicht unter 8 wochen kan verfertigt werden“.⁸⁴ Leibniz gab seiner Bewunderung für Tschirnhaus technische Leistungen am 30. Januar 1693 unumwunden Ausdruck: „Was Sie in opticis gethan schäze gewißlich uberauß hoch, zumahl nicht ein ieder im stande, auch nicht fähig ungemeine dinge zu finden, und die schohne demonstrationen zu werck zu richten“.⁸⁵

Nach den wenigen überlieferten Nachrichten bestand das Neuartige der Kieslingswalder Einrichtung in der dort im „Laboratorium“ eingeführten Schleifmethode. Jedenfalls legte Tschirnhaus in seiner Berichterstattung darauf die Schwerpunkte, während er anfangs dem Glasguss nur wenige Worte schenkte. Mittels einer „von Wasser getriebenen Maschine“ wurden Tschirnhaus Angabe entsprechend Glasblöcke von über 60 Pfund Gewicht zu Linsen von 36 Pfund abgeschliffen,⁸⁶ eine Prozedur, die bei Linsen von etwa einem halben Meter im Durchmesser mehrere Wochen dauerte. Auch der in Dresden erhaltene und vor 1691 in Kieslingswalde gefertigte Doppellinsenapparat besitzt eine Hauptlinse im Durchmesser von 0,496 m.⁸⁷ Die Größen der Linsen steigerten sich in dieser Zeit rapide von 2 Fuß Durchmesser (57 cm) im Jahre 1691 auf 3 Pariser Fuß (97 cm) einige Jahre später, was spätestens zu diesem Zeitpunkt den erfolgreichen Einsatz einer neuen Fertigungstechnik bestätigt, denn derartige Größen konnten nur im Glasgussverfahren erreicht werden, was wiederum zur endgültigen Fertigstellung eine aufwendige Veredelungsprozedur verlangte. Nicht nur das langsame Abkühlen der massiven Glasblöcke stellte ein Problem dar, sondern auch der mühevolle Abrieb aller unbrauchbaren Glasteile.

Zur Problematik des teilmechanisierten Abriebs war die richtige Zusammensetzung der Gemengebestandteile und die Größenforderung für die späteren Produkte gekommen, denn ein effizientes Schleifen und Polieren verlangte große Glasstücke, die genügend Materie zum Abschleifen enthielten, um alle eventuell vorhandenen Unreinigkeiten dabei entfernen zu können. Weil die entsprechend großen Glasblöcke aus Italien nicht zu beschaffen waren, deutsche Waldglashütten aber nur Holzscheglas fertigten, musste sich Tschirnhaus eine andere Gemengemischung einfallen lassen. Das angestrebte Glas sollte nicht nur rein und blasenfrei sein, sondern auch zur starken mechanischen Bearbeitung

⁸² LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,5, N. 124, S. 465. Den Eigentransport erwähnt Tschirnhaus ein weiteres Mal: „wie dan eines auff der post nach Wien mitt Mir genommen“ (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,6, N. 10, S. 31).

⁸³ Ebd., AA III,5, N. 124, S. 464.

⁸⁴ Ebd., AA III,5, N. 124, S. 465.

⁸⁵ Ebd., AA III,5, N. 130, S. 487.

⁸⁶ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 18.

⁸⁷ SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln (wie Anm. 18), S. 76 und Abb. 2, S. 77.

geeignet. Für derartige Belastungen war in der Regel kein mit dem Flussmittel Pottasche erzeugtes Glas zu gebrauchen, Tschirnhaus selbst dürfte schon vorher mit importiertem venezianischem Flachglas, das mit Soda erzeugt worden war, experimentiert haben. Denn die notwendigen Schmelztemperaturen für die verwendeten Glasgemenge hingen immer von der Qualität und Quantität des zugesetzten Flussmittels ab. Insbesondere dürften die Bestrebungen, dafür Natrium in Form von Soda einzusetzen, auf Schwierigkeiten bei der Versorgung gestoßen sein. Tschirnhaus scheint versuchsweise auch auf den Zusatz von Salz zurückgegriffen zu haben, was trotz seiner Hoffnungen nicht unproblematisch bleiben konnte. Am 27. Februar 1694 glaubte er jedoch „ratio ist clara, dan Ich brauche keine salia darzu“.⁸⁸ Die Qualität seines Glases hatte Tschirnhaus angeblich damit erreicht, dass er sehr feinen und reinen Sand und Soda verwendete.⁸⁹ Später beschaffte er sich die als Entfärbungsmittel benötigten sechs Zentner (Kali-)Salpeter auf einer Reise nach Leipzig,⁹⁰ nachträglich gab er an, dass er einen Bedarf von 300 Zentner Salpeter hätte, „welche alle in hiesigen Landen zu bekommen“.⁹¹ Auch das überaus teure Borax soll er über seine Freunde in Paris bezogen haben,⁹² worunter insbesondere der Entdecker der Borsäure aus Borax [Sal sedativum Hombergi], der väterlicherseits aus Sachsen (Tschirnhaus: Quedlinburg) stammende Wilhelm [von] Homberg (1652–1715) gehörte, der seit 1699 in Paris lebte (Tschirnhaus den Zugang in der Pariser Spiegelmanufaktur verschafft hatte) und sogar zum Leibarzt des Herzogs von Orleans aufgestiegen war.⁹³

Der Glasguss in Kieslingswalde

Über die eingesetzte Methode bei der Produktion der Glasrohlinge in Kieslingswalde liefert lediglich der Arbeitsbericht einige Angaben, den Tschirnhaus erst am 29. Oktober 1703 erstellt und in dem er sich an Einzelheiten seiner früheren Versuche erinnert. Der Bericht war an den sächsischen Statthalter des polnischen Königs gerichtet, denn der katholische Anton Egon Fürst zu Fürstenberg (1656–1716) bildete den zuverlässigen Protektor am unsicheren Dresdner Hof für den adeligen Experimentator.⁹⁴ Tschirnhaus meldete Fürstenberg, dass er alles getan hatte, um dem Auftrag (für die Dresdner Glashütte) nachzukommen, und verwies zuerst auf seine vorausgehenden Erfolge beim Linsenglasguss in Kieslingswalde: „Inmassen ich bereit[s] vor vielen Jahren dergleichen Sachen von etlich

⁸⁸ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 28; s. a. REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 19.

⁸⁹ „Le Verre est composé d'un sable très-fin et très-net, et de sels fixes de Plantes, que l'on a mis ensemble sur un grand feu“ („Das Glas ist aus einem sehr feinen und sehr reinen Sand und festem Pflanzensalz [Soda] gemacht, die man zusammen in ein starkes Feuer eingesetzt hat“) (Histoire de l'Academie Royale des Sciences Année 1702, Amsterdam 1707, S. 48).

⁹⁰ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 43, S. 55.

⁹¹ Ebd., AA II/1, N. 52, S. 72. Dieser Salpeter-Bedarf kann nur einen Vorrat und keinen Jahresverbrauch betreffen, der bei vergleichbaren Glashütten maximal um die 30 Zentner jährlich lag.

⁹² WINTER, Bahnbrecher der Frühaufklärung (wie Anm. 4), S. 53.

⁹³ FRITZ FERCHL, Chemisch-Pharmazeutisches Bio- und Bibliographikon, Mittenwald 1938 (Neudruck Niederwalluf 1971), S. 247. Vgl. Monsieur GEOFFROY, Experiments upon Metals, made with the Burning-Glass of the Duke of Orleans, in: Philosophical Transactions (1683–1775), Vol. 26 (1708–1709), S. 374–386.

⁹⁴ Vater Hermann Egon von Fürstenberg zeichnete sich schon als kurbayerischer Obersthofmeisters als stärkster Förderer des Kameralisten Johann Joachim Bechers in München ab 1664 aus (WERNER LOIBL, Johann Joachim Becher [1635–1682] im Dienste der Schönborns zwischen 1657 und 1664, in: Mainfränkisches Jahrbuch 2007, S. 55–155).

und Sechzig Pfund verfertigt: Und welches alle Glaß-verständige urtheilen werden, daß es viel schwerer ist [eine Glaslinse zu fertigen] als ein[e] Spiegel[-platte], indem solches [die Glaslinse] in der Mitten bey 4 Zoll dicke [ca. 0,10 m], am Rande aber kaum eines Zolles [ca. 0,025]; Hier aber [bei der Spiegelplatte] eine durchgehende Gleiche [Stärke] erfordert wird“.⁹⁵ Dementsprechend gingen damals die Forderungen Fürstenbergs für die Dresdner Manufaktur nicht mehr auf eine Wiederholung der Linsenfertigung für Brenngläser, sondern auf eine daraus entwickelte Spiegelproduktion. Von seinen zwischenzeitlichen Bemühungen auf eigene Kosten in Kieslingswalde gab Tschirnhaus gleichzeitig bekannt, dass diese durch fehlende Glasfachleute behindert („nicht behörige Leute hierzu“) und durch die notwendige Anschaffung von Materialien bzw. Rohstoffen verzögert worden waren: „Habe dennoch keine Unkosten angesehen, und mit unglaublicher Mühe fortgefahren“.

Schon 1691 hatte Tschirnhaus von den in Kieslingswalde bearbeiteten Glaslinsen im Durchmesser von 65 cm (und etwa 25 kg schwer) berichtet.⁹⁶ Am 13. Januar 1693 meldete er Leibniz aus seinem Stammsitz: „Sonsten bin gleichfals in diesen intent die Opticam zu perficiren nicht so wohl was die Theorie anlangt als die praxin; da sehr zweyfele ob leicht iemand auff dieses gefallen was Mir hierinne bekand worden“. Und er präziserte seine praktischen Erfolge: „Die Telescopia zubereiten weiß ungemeine sachen, daß ob Sie schon von unglaublicher größe, dennoch gantz accurat können fabricirt werden, und wen Ein vornehmer Herr die kosten wolte dran wagen, Ich wolte ein objectivum lieffern; daß auff 1000 fuß; so accurat elaborirt, als wir bieshero Tubos haben von 6 schuen“.⁹⁷ Dass es sich um neuartige Glaslinsen und nicht um verspiegelte Dekorationsstücke handelte, bestätigte Tschirnhaus Hinweis auf seine mit den neuen Ergebnissen gemachten Versuche, womit er auch das alte Wissen der Glasmacher beweisen konnte: „So giebt alle asche auß den Vegetabilien gleich ein glaß, ohne einzigen zusatz: Porzellan, Talck, Asbest schmelzen in wenigen seconden zeit zu vollkommen glaßkugeln [...] in summa, Es ist sehens würdig“.⁹⁸ Im Vergleich mit den metallenen Brennsiegeln glaubte Tschirnhaus, seine Glaslinsen würden folgende „große vortheil“ aufweisen: „1) daß Sie größere effecta thun [d. h. mehr Brennwärme erzeugen] 2) nicht so Schweer und groß, und also leicht fortzubringen [...]; zum 3ten so gehen die strahlen per refractionem [durch Strahlenbrechung] unterwärts [d. h. haben den Brennpunkt außerhalb des Brenngeräts] so in [Brenn-]Spiegeln nicht möglich 4) so ist die Politur beständig [weil der Objektkörper aus Glas], so in [Brenn-]Spiegeln, dan und wan mitt mühe wieder muß renovirt werden“.⁹⁹ Erwartungsgemäß kam das Lob aus Hannover und Leibniz betonte: „Die perfection der [Brenn-]Spiegel oder vielmehr lentium [...] ist freylich von großer wichtigkeit zumahl bey denen so es verstehen“.¹⁰⁰ Einer der in diese spezielle Gruppe der „Verständigen“ gehörte, war der bekannte Christiaan

⁹⁵ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 43, S. 53.

⁹⁶ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 17; SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln (wie Anm. 18), S. 74.

⁹⁷ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,5, N. 124, S. 464.

⁹⁸ Ebd., AA III,6, N. 10, S. 30; 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.

⁹⁹ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 31.

¹⁰⁰ Ebd., AA III,6, N. 13, S. 43.

Huygens in Den Haag, den Tschirnhaus im September 1694 mit einer Glaslinse aufsuchte, um die Vorteile seines neuen Instruments zu demonstrieren. Doch leider verhinderte der ständig bedeckte Himmel eine Vorführung und Huygens zweifelte danach, ob tatsächlich Linsen mit zwei Fuß Durchmesser soviel Brennstärke entwickeln könnten, wie Brennspiegel mit dem Ausmaß von drei Fuß, deren Wirkung er bei einem Exemplar in Paris erlebt hatte.¹⁰¹ Leibniz erfuhr am 27. Dezember 1694 von den wetterbedingt verhinderten Versuchen in Holland und verwies Huygens in seinem Antwortschreiben (vom 1. Juli 1695) auf das einsatzfähige Exemplar von Tschirnhaus Glaslinsen, das sich noch immer in Amsterdam befand, obwohl es für den König in England bestimmt gewesen war.¹⁰² Wohl interessierte sich der Universalgelehrte in Hannover weiterhin für einen möglichst objektiven Nachweis der Wirksamkeit der gläsernen Instrumente und einer Überprüfung der subjektiven Angaben des euphorischen Entdeckers durch Huygens, aber allen Informationen über die Herstellungsmethode schenkte Leibniz kaum Beachtung. Diese geringe Aufmerksamkeit kann in der Geheimniskrämerei Tschirnhaus' begründet gewesen sein, schrieb dieser doch noch Anfang 1693: „Es sind auch viele sachen die nicht anders als Cabalistice kan offenbahren“.¹⁰³

Aus den spärlichen Angaben ist zu folgern, dass Tschirnhaus für seine neuen Glasgussversuche keinen Formsand mehr benutzte, sondern tönerner Model mit Deckel einsetzte, die er nach der handwerklichen Fertigung trocknen lassen musste, brennen, abkühlen und auf Ofentemperatur tempern, bevor er sie für die Glasherstellung gebrauchen konnte. Weil er damit anfänglich zu sehr eilte, ging ihm eine Tonform von über 2 Ellen lang und breit [ca. 1,15 m] bereits nach 3 Tagen kaputt, sie bekam einen Riss und wurde dadurch unbrauchbar, „so musste eilen, damit nur die Materie erhielte“, d. h. die in das Tonmodell eingefüllte Gemengemenge ausschöpfen und sicherstellen konnte. „Ich ließ mir aber bey einem Töpfer nicht ohne besondere Mühe eine Forme machen, und nahm gleich ein Stück von einer halben Elle dick, breit und lang [etwa 0,283 m Kantenlänge] vor, da gewiß bin, wer dieß machen wird, kann alles in Spiegeln als andern großen gegossnen Stücken verfertigen; Wie es denn keine Glase-Meister in keinem Ort der Welt bißhero præstieret, und in Frankreich, wenn hiervon an die Academie Royale part [Mitteilung] geben werde, mit großer Verwunderung wird angenommen werden“. Der Versuch klappte, und der Glasblock mit etwa ¼ m Seitenlänge geriet, „Wiewohlen es über 4 Wochen im KühlOfen gestanden, und noch ziemlich warm gewesen, da man es heraus nehmen wollen“.

Das skizzierte Verfahren war nicht neu und allgemein bekannt, wie das Zitat aus Kohlhans Optischem Tractat in der 1705 in Nürnberg unter den Initialen J. K. (nicht Johann

¹⁰¹ „Mais le malheur voulut, qu'à cause du temps couvert je ne pus voir l'effet du verre brulant [...] mais sans cela je ne scaurois croire que ses verres, quand ils seroient de 2 pieds, puissent egaler la force du miroir concave de 3 pieds, que nous avions à l'Academie à Paris“ („Aber das Unglück wollte, dass ich wegen belegter Zeit die Wirkung des Brennglases nicht mehr sehen konnte, aber ohnedies glaube ich nicht, dass diese Gläser, wenn sie auch 2 Fuß groß wären, die Kraft eines konkaven Brennspiegels von 3 Fuß erreichen, wie wir ihn in der Akademie zu Paris haben“) (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,6, N. 86, S. 260).

¹⁰² „Un exemplaire du grand miroir de M. Tschirnhaus est à Amsterdam, de sorte que vous en pourriés voir l'experience quand vous voudriés“ („Ein Exemplar der großen Spiegel von M. Tschirnhaus ist in Amsterdam, von der Art, daß sie daran die von ihnen gewünschten Versuche sehen können“) (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,6, N. 136, S. 419).

¹⁰³ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,5, N. 124, S. 466.

Kunckel) erschienenen „Curieusen Kunst- und Werck-Schul“ belegt: „Man kan auch solche [Ton-]Form von dergleichen oder andern Materien zu bereiten / und darinnen in einer Glut Venetianische Glässerstücke zerschmelzen / als im mehr erwehnten Tract. p. 343 [ff.] stehet / daß man solche Spiegel-Glässer bekommt“. ¹⁰⁴ Vom Bologneser Leonardo Fioravanti wurde schon 1564 eine Methode überliefert, die hauptsächlich von einer mit Hilfe des Pontileisens entnommenen und daran geformten Glasstange abhing, die auf einer in den Ofen geschobenen Eisenplatte wieder flüssig gemacht und gleichzeitig flach ausgestrichen wurde. ¹⁰⁵ Ein derartiges Verfahren wäre auch mit Tonformen praktikierbar gewesen, dass es noch zu Tschirnhaus' Zeiten bekannt war, belegt die Schilderung ebenfalls in der „Curieusen Kunst- und Werck-Schul“. ¹⁰⁶

Jedenfalls dürfte eine Entscheidung auch in Kieslingswalde notwendig gewesen sein, wie das erschmolzene Rohglas in die Tonformen zu bringen war, wobei es keine Rolle spielte, ob Tschirnhaus bei der vorausgehenden Prozedur einen Brennspiegel einsetzte oder das Glasgemenge auf Glasmacher-Art schmolz, denn die Temperatur zur Glaserzeugung (ca. 1.200 °C) war kein Geheimnis und in jedem Schmelzofen zu erzielen. Unbeachtet kann auch bleiben, ob Tschirnhaus das erzeugte Schmelzglas vor dem Einfüllen in die Tonform abschreckte und anschließend zerkleinerte, um es als Pulver einzulegen (und erneut bei 700 °C zu schmelzen) oder ob er das erschmolzene Glas mit Schöpflöffel aus dem benutzten Schmelzhafen umfüllte. Der glas-erfahrene Lohrer Manufakturdirektor Carl Wigand Tabor (1755–1834) glaubte bezeichnenderweise, dass bei Model aus „Hafenerde“ es am besten sei, „die Form in den Streckofen recht horizontal zu stellen, das Glas daselbst hinein zu gießen, und es sich selbst bey mäßiger Hitze zu überlassen, wo es dann eine ziemlich ebene Oberfläche annehmen wird“. ¹⁰⁷ Was Tabor im Streckofen mit bereits flüssigem Glas abwickelte, ließ sich jedoch erst Ende des 18. Jahrhunderts durchführen, denn dafür musste der Streckofen unmittelbar in den Kühllofen übergehen und sowohl die Öffnung des Streckofens als auch die Verbindung zum Kühllofen einen für die Bewegung der gefüllten Tonform ausreichenden Durchmesser aufweisen. Wenn – wie zu Tschirnhaus Zeiten üblich – diese Nebenöfen noch getrennt waren und isoliert standen, empfahl sich, die Prozedur entweder im Kühllofen vorzunehmen, oder eben – wie in Kieslingswalde – einen kleinen Spezialofen dafür einzurichten. Ein Umschöpfen des flüssigen Glases aus einem Schmelzhafen – wie von Tabor beschrieben – hatte trotz der Einsparung eines erneuten Schmelzprozesses viele Nachteile, denn dabei wären zu viele Luftbläschen entstanden, die den späteren Gebrauch der Linse stark behindert hätten. Beispielsweise notierte der berühmte russische Naturwissenschaftler Michael Vasilevic Lomonossov (1711–1765) kurz nach seiner Rückkehr aus dem deutschen Ausland 1741 in seiner „Abhandlung über ein katoptrisch-dioptrisches Brenngerät“: „Bei der Herstellung großer Linsen ergeben sich

¹⁰⁴ ANONYM, Wieder Neu aufgerichtete (wie Anm. 48), S. 917.

¹⁰⁵ Ryser nannte die Methode „Streich-Verfahren“ (FRIEDER RYSER/ BRIGITTE SALMEN, „Amalierte Stuck uff Glas / Hinder Glas gemalte Historien und Gemäld“. Hinterglaskunst von der Antike bis zur Neuzeit, Katalog Murnau 1995, S. 14).

¹⁰⁶ ANONYM, Wieder Neu aufgerichtete (wie Anm. 48), S. 994. Wo der Kompilator diesen – offenbar schon älteren – Text abgeschrieben hatte, gibt er nicht bekannt.

¹⁰⁷ CARL WIGAND TABOR, Versuch einer ausführlichen Anleitung zur Glasmacherkunst für Glashüttenbesitzer und Cameralisten, Zweyter oder praktischer Theil, Frankfurt am Main 1818, S. 374.

u. a. folgende Schwierigkeiten. Wird flüssiges Glas aus dem Ofen in die Form gegossen, so reißt es Luft mit sich, die sich bei der Abkühlung der Masse in Bläschen sammelt und die Durchsichtigkeit der Linse beeinträchtigt [...] Ferner besteht die Gefahr, daß bei ungenügender Anwärmung der Form das glühende Glas durch die zu plötzliche Abkühlung springt“.¹⁰⁸ Um das Zerspringen des Glasgebildes zu vermeiden, benötigte man mehrere Wochen für den langsam in der Temperatur verminderten Kühlprozess.¹⁰⁹ Durch stufenweises Verringern der Brennholz- und Luftzufuhr im Spezialofen über mehrere Wochen hinweg wurde – wie in den normalen Kühlöfen in kürzerer Zeit – eine möglichst unschädliche Abkühlung des Glasblocks erreicht. Tabor führte die Langsamkeit des Abkühlens bei dieser Fertigungsmethode auf die ungleiche Dicke der Glaslinse zurück und kam bei seinen späteren Versuchen auf eine kürzere Kühlzeit wie in Kieslingswalde: „deswegen muß also Vorsicht angewendet werden, damit es sehr langsam abkühle, welches wohl, wenn das Glas sehr dick ist, drey Wochen dauern kann“.¹¹⁰

Klar wird, dass Tschirnhaus vor 1698 in Kieslingswalde noch keine Spiegelplatte gegossen hatte, sondern bislang nur beim Linsenguss mit Glasblöcken erfolgreich gewesen war. Gisela Haase urteilte richtig, als sie im Dresdner Katalog von 2001 bemerkte: „Solche großen, massiven Glasblöcke, die er [Tschirnhaus] für seine optischen Gläser benötigte, konnten nicht mit der herkömmlichen Methode an der Glaspfeife, sondern nur in Gusstechnik gefertigt werden. Dafür mussten die Ausgangsmaterialien mehrere Tage erschmolzen und anschließend die fertige Glassmasse in speziellen, von Tschirnhaus entwickelten Gussformen aus Lehm [Ton] [...] äußerst langsam abgekühlt werden“.¹¹¹ Die dabei eingesetzte Methode fußte auf zwei explizit angegebenen Grundlagen: Auf den von einem Töpfer angefertigten Tonformen und auf einem Spezialofen, den der Experimentator später in Dresden ungewollt („aus Not“) aus dem Temperierofen rekrutierte. Schon in Kieslingswalde hatte Tschirnhaus das Problem der Zugängigkeit des Ofens von außen mit einer Spezialkonstruktion gelöst. Das Ofenbauwerk war nur für die Aufnahme der tönernen Gussform und dem entsprechenden Ausformen des Rohglases bestimmt und war deshalb bei der einzigen Öffnung in den Ausmaßen nicht beschränkt, weil man nach dem Einfüllen und Ausstreichen die Öffnung bis zur endgültigen Entnahme der Tonform vollständig verschließen konnte. Die von Tschirnhaus für Dresden gebrauchte Bezeichnung „Temperir-Ofen“ lässt vermuten, dass er dort einen Spezialofen, der auf allen Glashütten zum Vorwärmen der Schmelzhäfen eingesetzt wurde, für seine besonderen Zwecke verwendete und damit das in Kieslingswald erprobte Prinzip wiederholte. Auf diese Weise konnte er die erhitzte Tonform gleich an Ort und Stelle im Ofen belassen, diese mit ausreichend Rohglas füllen, den Ofen bis zur Viskosität des eingefüllten Glases erhitzen, die angestrebte Ausfüllung der Tonform kontrollieren und gegebenenfalls korrigieren, die Öffnung im Ofenmantel verschließen und den Ofen über mehrere Wochen hinweg abschüren und erkalten lassen. Das

¹⁰⁸ V. L. CENAKAL, Brenngläser und Brennspiegel von Tschirnhaus im 18. Jahrhundert in Rußland, in: WINTER, Bahnbrecher der Frühaufklärung (wie Anm. 4), S. 285–307, S. 295.

¹⁰⁹ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 22; HAASE, Bemühungen (wie Anm. 73), S. 86.

¹¹⁰ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 373.

¹¹¹ HAASE, Tschirnhaus (wie Anm. 10), S. 56.

Ergebnis wäre ein „Spezialofen“ zum Gießen von Glasblöcken und anschließendem Abkühlen der großen Glasmasse gewesen, der in der theoretischen Rekonstruktion durchaus praktikabel erscheint. Nicht umsonst hatte man schon bei Beurteilung von Tschirnhaus Ergebnissen in Paris notiert: „la difficulté de fondre une assez grosse masse de verre, sans qu'elle se cassat en sortant du four, ou en se refroidissant“.¹¹²

Mit hoher Wahrscheinlichkeit darf angenommen werden, dass Tschirnhaus sowohl ein ausgezeichnetes Tonmaterial als auch exquisite Kenntnisse bei der Vorbereitung dieses Rohstoffes besessen haben muss, denn über seinen ersten Schmelzofen in der Dresdner Manufaktur berichtete er fast Unglaubliches: „Würden die [Schmelz-]Öffen in auswärtigen Glaßhütten, alle drey Viertel Jahr abgebrochen, und neue gebauet, der hiesige aber dauerte nach seiner ersten Sage [Kunst-Errichtung] 6. Jahr, maßen sich dieses ausgewiesen“.¹¹³ Auch bei den dort eingesetzten Schmelzhäfen zeigten sich erstaunliche Ausmaße, die nur mit Hilfe eines besonderen Tonmaterials zu erreichen waren: „Hielten andere Öffen nur einen Hafen und Materie zum höchsten von 80. Pfund, dieser [Dresdner Schmelzofen] aber 2.[00] 3.[00] ja gar biß 500 Pfund, welches letztere Er [Tschirnhaus] jedoch wiederrathen“.¹¹⁴ Weil Tschirnhaus bereits seit seinem ersten Parisbesuch von 1675 sich mit dem Werkstoff Ton beschäftigt hatte, besaß er wahrscheinlich in diesem Materialbereich mehr Kenntnisse als jeder Glasmacher oder Hüttenmeister. Seine Versuche mit landeseigenen Tonlagerstätten dürften ihm besonders hitzebeständige Erdvorkommen gezeigt haben, die er nun erfolgreich in der Glastechnologie einsetzte. Nach einem Reisebericht aus dem Jahre 1704 soll besonders der Qualität des Colditzer Tones die Haltbarkeit der Tschirnhauser Glasöfen verdankt worden sein,¹¹⁵ dieses Material benutzte Tschirnhaus auch für seine Porzellanöfen.¹¹⁶ Weil jedoch die Tonlager im unteren Tal der Mulde ab 1804 für eine Steingutfabrik nutzbar waren, dürfte die Hitzebeständigkeit dieses Materials für die extremen Anforderungen nicht ausgereicht haben. Wahrscheinlich hatte Tschirnhaus die Eignung der Tone aus dem südlicher an der Mulde gelegenen Waldenburg (westlich Chemnitz) erkannt, die schon seit dem 16. Jahrhundert für die Steinzeugproduktion genutzt und für ihre Hitzebeständigkeit gerühmt wurden.¹¹⁷ Tschirnhaus war sogar am 4. April 1696 dem kurfürstlichen Auftrag nachgekommen, die einschlägigen Gesteinsvorkommen „bey Waldenburg“ zu untersuchen.¹¹⁸ Es wäre sehr unwahrscheinlich, wenn der immer am Rohstoff Ton interessierte Tschirnhaus bei dieser Gelegenheit die Qualität des Waldenburger Materials nicht registriert hätte. Vermutlich war die besondere Qualität des

¹¹² Histoire de l'Academie Royale des Sciences Année 1702, Amsterdam 1707, S. 46. („Die Schwierigkeit [bestand darin] eine ausreichend schwere bzw. dicke Glasmasse zu schmelzen, ohne daß diese beim Verlassen des Ofens zerbrach oder sich dabei zu stark abkühlte“).

¹¹³ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 52, S. 71.

¹¹⁴ Ebd., AA II/1, N. 52, S. 71.

¹¹⁵ HAASE, Tschirnhaus (wie Anm. 10), S. 65, Anm. 25. Die Zeitangabe über die Haltbarkeit der Öfen, wonach diese in fünf Jahren noch nie ausgegangen, deckt sich mit Tschirnhaus' Angabe von 1707.

¹¹⁶ ULRICH PIETSCH, Tschirnhaus und das europäische Porzellan, in: Katalog 2001 (wie Anm. 7), S. 68–74, hier S. 73.

¹¹⁷ Beispiel für Bekanntheit: „thue es in eine Waldenburgische Retorten / setze es in einen starcken Wind-Ofen / giebe [...] 4 Stunden des allerstärckesten Feuers / das man geben kan“ (ANONYM, Wieder Neu aufgerichtete [wie Anm. 48], S. 1264).

¹¹⁸ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 4, S. 5.

Waldenburger Tones sogar die Ursache für die erste Konzentration auf das Modelverfahren beim Linsenguss gewesen.

Fachliche Hilfe durch Glasmacher

Trotz seines persönlichen körperlichen Einsatzes konnte der im fünften Lebensjahrzehnt befindliche Tschirnhaus nicht erreichen, dass ihn seine bisher in Kieslingswalde eingesetzten und mit dem Werkstoff Glas erfahrenen Helfer weiterhin unterstützten.¹¹⁹ Das technologische Risiko dürfte der Grund dafür gewesen sein, dass ihm die Praktiker ihre Hilfe verweigerten und ihn der gedungene Fachmann im Stich ließ, „nachdem die Probestücke infolge des Mangels an Erfahrung in der neuen Fabrikationsmethode ein und das andere Mal misslangen und zersprungen waren“.¹²⁰ Doch materialkundige Fachleute waren bei den Versuchen unbedingt notwendig, denn der Experimentator war kein praktischer Glasmacher, er konnte nicht mit dem Pontileisen oder Schöpflöffeln hantieren, auch keine Schmelzform aus- und einsetzen. Tschirnhaus hatte sich nur primitive Kenntnisse bei der Gemengemischung, etwas mehr bei den Tonmaterialien für den Ofenbau und die Schmelzhäfen sowie bevorzugt bei der Konstruktion von Schleif- und Polieranlagen angeeignet. Hinzu gekommen waren seine bei den Experimenten mit dem Glasguss erworbenen Erfahrungen, die aber von den vielen Unsicherheiten eines in geringen Dimensionen durchgeführten Laborversuchs bestimmt wurden. Tschirnhaus musste sich deshalb auf die Suche nach einer geeigneteren Experimentierstätte und nach hilfsbereiten Glasmachern machen, obwohl er fürchtete, „daß Ihr fewer zu Schwach wehre dergleichen zu praestiren“.¹²¹ Den Nachrichten an Leibniz kann jedenfalls entnommen werden, dass die Experimente in Kieslingswalde mit verschiedenen Ofenkonstruktionen nicht nur den Versuchen zur Holzersparnis dienten,¹²² auch nicht bloß die Laboröfen der Alchimisten übertreffen sollten,¹²³ sondern die Ausgangsbasis für weitergehende Glasexperimente bildeten.

Ende Februar 1694 hatte Tschirnhaus eine in regelmäßigem Betrieb befindliche Hohlglashütte in Sachsen gefunden, deren Glasmacher bereit waren, seine in Kieslingswalde in außergewöhnlichen Umständen erzielten Ergebnisse unter normalen Hüttenbedingungen zu wiederholen. Über die Vermittlung des ihm schon länger bekannten Wittenberger Mathematikprofessors Martin Knorr war die Glashütte in Körbin nahe Pretzsch (südöstlich Wittenberg) zum Schauplatz der Versuche bestimmt worden.¹²⁴ Knorr, dessen Interesse für Tschirnhaus' Polituremethode im Jahre 1690 schon zitiert wurde, unternahm seit 1693 selbst Glasversuche, musste dabei vermutlich auf die Hilfe der Glasmacher in Körbin zurückgreifen und konnte deshalb Tschirnhaus von dieser „gläsernen“ Unterstüt-

¹¹⁹ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 17. Ob ausgebildete Glasmacher darunter waren, ist ungeklärt.

¹²⁰ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 16.

¹²¹ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 28.

¹²² REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 17; ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 17.

¹²³ Tschirnhaus an Leibniz Ende Februar 1694: „wiewohl einen Newen offen inventirt, den kein Chymicus weiß; und der so eine große force des fewers hatt; daß aller Chymicorum Offenfewer wie kalt waßer dargegen ist“ (LEIBNIZ, Schriften [wie Anm. 10], AA III,6, N. 10, S. 27).

¹²⁴ SABINE BAUMGÄRTNER, Sächsisches Glas. Die Glashütten und ihre Erzeugnisse, Wiesbaden 1977, S. 25 f.

zung informieren.¹²⁵ Mit Knorrs Hilfe (und Handsalben?) war der erfahrene und experimentierfreudige Glasmeister Constantin Fremel zur Durchführung der von Tschirnhaus gewünschten Maßnahmen bereit: „Diese woche habe eine probe in die glaßhütte gesendet, wo die reussiret, so haben wir einen leichten modum; Schöner, beständiger und wohlfeyley glaß zu haben, als man bieshero gehabt“. ¹²⁶ Die Glasmacherfamilie könnte seit 1690/91 in Kursachsen tätig gewesen sein, denn einer der Söhne gab 1704 an, er hätte bereits 14 Jahre unter sächsischen Kurfürsten gearbeitet.¹²⁷ Sicher ist, dass der Vater gemeinsam mit seinen drei Söhnen Maximilian Nicolaus, Konstantin Franz und Georg Ludwig die „Glasfabrique“ in Körbin seit 1692 aufgebaut hatte. Die Söhne des Hüttenmeisters wurden schon im ersten Jahr der Zusammenarbeit (1694) Tschirnhaus' Begleiter bei dessen tastender (sogenannten) „Verkaufsreise“ in die Niederlande und nach Brabant,¹²⁸ bei der im September 1694 die Demonstration der neuen Glaslinsen bei Christiaan Huygens in Den Haag wegen anhaltend schlechtem Wetter unterbleiben musste (s. o.). Wie dieser Besuch belegt, werden insbesondere etwaige Antworten auf die technologischen Fragen der begonnenen Glasproduktion das Reiseprogramm bestimmt haben, denn der direkte zeitliche Zusammenhang der von Glasmachern sekundierten Reise mit dem Beginn der Experimente in Körbin ist zu frappant.

Die Gründung der Glashütte im Amt Pretzsch war nach dem Tausch des im Lehenbesitz der Familie von Arnim gewesenen Territoriums an der Elbe mit Kursachsen 1689 erfolgt, wobei das Schloss zum Witwensitz und einer Heiratsgutsicherung für sächsische Kurfürstinnen gemacht wurde. 1692 bekam Erhard Baron de Westmal die Erlaubnis zum Glasmachen im neuerworbenen Amt Pretzsch, was er mit Hilfe der Familie Fremel sofort in Körbin realisierte. In der bisherigen Glasliteratur werden verwirrende Angaben zum Glasmacher Constantin Fremel gemacht, denn neben dem damit bezeichneten Vater gab es auch den gleichnamigen Sohn (zur Unterscheidung hier Konstantin Franz geschrieben). Dass es sich bei dem Hüttenmeister in Körbin während der Versuche für Tschirnhaus nicht um den Sohn gehandelt haben kann, belegt dessen späteres Auftreten bis ca. 1740 in Polen¹²⁹ und die Übernahme der Leitung der Hohlglashütte in Glücksburg,¹³⁰ während die Direktion der bedeutenderen Spiegelhütte in Dresden dem (offenbar älteren) Bruder Maximilian zugefallen war. Damit ergäbe sich für Konstantin Franz ein Geburtsjahr um 1675, für Maximilian um 1673 und für Georg Ludwig um 1678, vermutlich sind alle drei Brüder

¹²⁵ GISELA HAASE, *Sächsisches Glas*, München 1988, S. 115, Anm. 59; DEDO VON KERSSENBROCK-KROSIGK, *Rubinglas* des ausgehenden 17. und des 18. Jahrhunderts, Mainz 2001, S. 52. Ein Brief von Knorr an Tschirnhaus vom 8. März 1695 in: UB Wroclaw, Akc. 1948/562, fol. 131/132 (TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe [wie Anm. 4], AA, II/1, S. XI, Anm. 5).

¹²⁶ LEIBNIZ, *Schriften* (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 28.

¹²⁷ HAASE, *Tschirnhaus* (wie Anm. 10), S. 65, Anm. 18. Der Vater Constantin Fremel war schon um 1696 gestorben, er kann demnach nicht der Absender des Briefes sein.

¹²⁸ HAASE, *Sächsisches Glas* (wie Anm. 125), S. 118.

¹²⁹ KROSIGK, *Rubinglas* (wie Anm. 125), S. 54. Konstantin Franz Fremel arbeitete seit 1711 in der polnischen Glashütte Bielany und hat noch 1737 eine Glashütte bei Uvzecz in Polen gegründet (HAASE, *Tschirnhaus* [wie Anm. 10], S. 64, Anm. 12).

¹³⁰ Konstantin Franz Fremel war verheiratet mit Anna Maria N., er ließ am 2. Sept. 1702 in Glücksburg (Kb. Mügeln) einen Sohn Nicolaus Constantin taufen. Er wurde dabei bezeichnet als „Glasherr zu Glücksburg“ (WALTER GUNDLACH, *Zur Geschichte der Fürstl. Kristallinglashütte unter Münden [Altmündener Hütte] und ihrer Glasmeister*, in: *Hessische Familienkunde* 9 [1968–1969], Heft 6, Sp. 321–328, hier Sp. 327, Anm. 19).

in Wien oder Österreich zur Welt gekommen, wo sich die Mutter in diesem Zeitraum aufgehalten hatte. „Madame Ludovica Fremel“ hatte noch vor 1703 gemeinsam mit ihren Söhnen mit dem sächsischen Kurfürsten August dem Starken (im Namen seiner Gemahlin Christiane Eberhardine, der er das Amt Pretzsch 1697 als Leibgedinge geschenkt hatte) einen Vertrag über die Glashüttenpacht in Körbin abgeschlossen.¹³¹ Auffallend ist, dass die Mutter der Brüder Fremel unter ihrem Mädchennamen (oder ersten Ehenamen) Ludovica Savionetti schon in der Glasgeschichte bekannt geworden ist, ohne dass die Verbindung mit den Fremels beachtet wurde.¹³² Sie ist nämlich ab 1679 im Pretzsch nahen anhaltinischen Oranienbaum (so seit 1673 nach der familiären Abstammung der Fürstin genannt) als Hüttenpächterin nachgewiesen und ihre Glasproduktion genügte dort höchsten Anforderungen. Die aus der bekannten Glasmacherfamilie stammende Italienerin wurde wegen ihrer Selbständigkeit bislang immer fälschlicherweise als männlicher Glasmacher in Oranienbaum erwähnt.¹³³ Auch der Reisebericht aus dem Jahre 1704 verwechselt unter Hinweis auf die Sprachfertigkeit der Söhne die Abstammung von Vater und Mutter, denn angeblich „stammen jene her à patre Italo et matre Galla“, ¹³⁴ in Wirklichkeit war die Mutter eine Italienerin und der Vater Franzose. Auf der Glashütte nahe Dessau, wo die Mutter nachgewiesen ist, erzeugte schon 1677 der Alchimist Colonel Bon seine Beingläser (nach den Gemengemischungen von Johann Daniel Crafft) und arbeitete der hessische Glasmacher Georg Gundelach vor seinem Wechsel nach Potsdam 1677.¹³⁵ Johann Kunckel, der Gundelach in Drewitz (Brandenburg) ersetzte, hatte seine anfänglichen Dresdner Versuche in einem Labor in Annaburg fortgesetzt, das ebenfalls im Gebiet zwischen Mulde und Elster im nördlichen Sachsen liegt. Ja, nach unbestätigten Berichten soll Kunckel bereits 1677 (vor seinem Umzug nach Brandenburg) sogar ein Labor in dem Jagdhaus auf der Glücksburger Heide – in der Nähe der Universitätsstadt Wittenberg – betrieben haben,¹³⁶ in einem Waldgebiet, wo ab 1699 Tschirnhaus mit den Brüdern Fremel seine die Dresdner Spiegelmanufaktur unterstützende Hohlglashütte postierte. Aus Berlin kamen Kunckels Gemeengeheimnisse über Johann Friedrich Böttcher wieder nach Sachsen zurück,¹³⁷ denn während dessen zwischen 1696 und 1701 erfolgter Apothekerlehre in Berlin standen beide alchemistischen Adepten in persönlichem Kontakt.¹³⁸ Ludovica Savionetti soll nach ihrem etwa 1686 erfolgten Wegzug aus Dessau-Oranienbaum in „Köln“ ein Geschäft

¹³¹ HAASE, Sächsisches Glas (wie Anm. 125), S. 287.

¹³² REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), Anm. 30.

¹³³ ROBERT SCHMIDT, Das Glas, Berlin und Leipzig² 1922, S. 120 u. 131/132. Das Geschlecht ergibt sich jedoch eindeutig schon aus der Formulierung in den Dessauer Archivalien: „[...] Biß endlich ao 1679 die Italiänische Glaßhütte auff dem Anger bey dem Schießhause [in Dessau] angebauet, und darzu mit großen Kosten der Italiäner Marinetti nebst etlich gehülffen, item Ludovica Savoneti von Wien verschrieben worden, und hatt diese[!] das Werck mit guten succes [Fortgang gestrichen] biß ao 1686 dirigiret und fortgestellt“ (Sachsen-Anhaltinisches Landesarchiv Oranienbaum, Abt. Dessau, C9 hI, Nr. 4, fol. 6).

¹³⁴ HAASE, Tschirnhaus (wie Anm. 10), S. 65, Anm. 26.

¹³⁵ WERNER LOIBL, Johann Rudolph Glauber und die „gläsernen“ Folgen, *Journal of Glass Studies* 2007, Corning USA.

¹³⁶ Handbuch der dt. Kunstdenkmäler (Dehio), Band Sachsen-Anhalt II, München/ Berlin 1999, S. 207 f.

¹³⁷ BAUMGÄRTNER, Sächsisches Glas (wie Anm. 124), S. 82.

¹³⁸ KROSIGK, Rubinglas (wie Anm. 125), S. 53.

(Glashandel?) geführt haben.¹³⁹ Vermutlich ist als Wohnort nicht Köln am Rhein, sondern Cölln an der Spree – das spätere Berlin – gemeint, dort könnte Baron de Westmal die Familie Fremel für die Neugründung in Körbin bei Pretzsch gewonnen haben. Sämtliche Familienmitglieder folgten um 1690 dem Ruf ins neuerworbene kursächsische Amt an der Elbe, der Vater übernahm die Leitung der neugegründeten Glashütte bis zu seinem um 1696 erfolgten Tod. Wie die Biographie der Fremels zeigt, waren alle weitreichenden Grundlagen im sächsisch-anhaltinischen Glaswesen zwischen 1677 und 1699 in Orten geschaffen worden, die kaum 50 km auseinander lagen (Oranienbaum, Körbin bei Pretzsch, Annaburg, Glücksburg). An bloßen Zufall braucht man auf so engem Raum nicht zu denken.

Der Glasguss in Körbin bei Pretzsch

Quasi als Nachsatz hängt Tschirnhaus seinem Brief an Leibniz vom 27. Februar 1694 aus Kieslingswalde an, was er „noch gedencken in Opticis“ wollte: „Aber mitt Meinen inventis [Erfindungen] ehe Sie produciren kan, gehets langsam her, dan die Leute in glaße hütten fördern nicht allezeit“.¹⁴⁰ Unter dem Vorbehalt einer zu frühen Information, die er nur „vor gutte Freunde“ bereit hielt, gab er bekannt: „Ich habe auch bereit[s] proben gemacht von Einen glaße, so in distantia pedum viginti Rhinlandicorum [Entfernung von 20 rheinische Fuß = ca. 6,30 m] und in eines Reichsthl.[alers] große Brennt; Aber Ich sehe, man kan es weit höher bringen, und wan Ich auff den glaße hütten köndte gefördert werden, Ich hette es Schon verfertigt“.¹⁴¹ Aber auf der Glashütte „gehets langsam her“ und Tschirnhaus selbst musste seine Überlegungen ordnen und sein ideenreiches System vervollkommen: „Bies Mir gäntzlich alle dubia removiret [Zweifel beseitigt], darzu gehöret zeit“.¹⁴² Zudem wusste der Auftraggeber, dass das Resultat von dem leistungsfähigsten Glasmacher abhing und er schrieb deshalb nach der Rückkehr aus Holland noch Ende 1694, „und wen der Man so Selbige [Glaslinsen] fabricirt stürbe, so wüste dergleichen nicht bald wieder anzuschaffen“.¹⁴³ Kein Wunder demnach, dass es länger als ein ganzes Jahr dauerte bis der gewünschte Erfolg auf der Glashütte sich einstellte.

Erst am 6. April 1695 konnte der erfahrene Vater und Hüttenmeister Constantin Fremel an Tschirnhaus vom erfolgreichen Glasguss in der Glashütte zu Körbin bei Pretzsch berichten. Zufrieden schrieb der Glasmacher an seinen Auftraggeber, „von dem schönsten Kristall [der Glasgüte] und Größe, wie auch Dicke [den Dimensionen], wie Monsi[e]ur verlangt hat [auch] daß das Glas bis auf die Abkühlung fertig sei und drei Wochen im Kühlofen verbleiben müsse“. Weiter gab der Hüttenmeister bekannt: „Bis dato ist alles nach Wunsch gegangen und zweifle nicht, er [der Glasblock] wird die Kühlung wohl aus-

¹³⁹ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), Anm. 30. Auch Gisela Haase übernahm die Version, dass die Fremels „als Flüchtlinge aus Italien über Köln nach Sachsen gekommen“ waren (HAASE, Tschirnhaus [wie Anm. 10], S. 64, Anm. 12), sie wusste nichts von den Aufenthalten in Wien und Oranienbaum.

¹⁴⁰ LEIBNIZ, Schriften (wie Anm. 10), AA III,6, N. 10, S. 33.

¹⁴¹ Ebd., AA III,6, N. 10, S. 34.

¹⁴² Ebd., AA III,6, N. 10, S. 33.

¹⁴³ Ebd., AA III,6, N. 65, S. 201.

stehen, und je länger er abgekühlt wird, je beständiger hält er es im Schleifen“.¹⁴⁴ Die auf diese Weise entstandene kreisrunde Glasscheibe soll 3 Fuß [ca. 0,85 m] Durchmesser und eine Dicke von 4 Zoll [ca. 0,10 m] gehabt haben,¹⁴⁵ angeblich besaß sie ein Gewicht von 1½ Zentner [75 kg]. Vorausgegangen waren mehrere misslungene Versuche in der Körbiner Glashütte,¹⁴⁶ weshalb die Freude über das Gelingen bei allen Beteiligten umso größer ausfiel. Tschirnhaus gab den Erfolg in den *Acta Eruditorum* 1696 bekannt¹⁴⁷ und berichtete, dass der Hüttenmeister in Körbin bei Pretzsch noch zwei weitere Glasblöcke gegossen habe, einen von 1¾ Ellen im Durchmesser [ca. 1,00 m] 4 Zoll dick [ca. 0,10 m] und 110 kg schwer und den anderen 150 kg schwer, 4 Fuß im Durchmesser [ca. 1,13 m] und 5 Zoll [ca. 0,12 m] dick.¹⁴⁸ Die weitere Bearbeitung dieser Glasblöcke geschah in Kieslingswalde, wo Tschirnhaus die ehemals für die Metallplatten-Veredelung geschaffene Schleif- und Polieranlage schon damals zur Glasbearbeitung umgerüstet hatte.¹⁴⁹ Die Steigerung der Ausmaße bei den Glasblöcken war der eigentliche Grund für die Auslagerung der Produktion nach Körbin gewesen, denn Tschirnhaus verlangte nach Fremels Zeugnis, „so große und so dicke Glastafeln“.¹⁵⁰

Die von Hüttenmeister Fremel verwendete Methode zum Glasguss benützte die aus den Erfahrungen Tschirnhaus' in Kieslingswalde gewonnenen Erkenntnisse, die prinzipiell in hitzebeständigen Tonformen und einem aus dem „Temperir-Ofen“ entwickelten Spezialofen bestanden.¹⁵¹ Die technologischen Hauptprobleme lagen sowohl in der Handhabung der schweren Glasmasse und deren blasenfreier Ausformung, als auch im kontinuierlichen und langsamen Abkühlen der massiven und immer dicker verlangten Glaslinse. Für den Vorgang des eigentlichen Glasgusses dürfte Fremel – wie Tschirnhaus vorher in Kieslingswalde – einen speziellen Ofen verwendet haben. Dieses relativ kleine Gebilde war kein Schmelzofen, es diente nicht zur Glaserzeugung, sondern nur zur Glasverarbeitung, in diesem konkreten Fall zur großflächigen und massiven Glasformung. Das Innere des zum Spezialofen veränderten „Temperir-Ofens“ nahm lediglich eine entsprechende Tonform der späteren Linse auf. Wie angenommen, hätte in diese Form ein (im Schmelzofen aus dem Gemenge in Häfen erzeugtes und anschließend abgekühltes) pulverisiertes Roh- oder Schmelzglas gefüllt und mit einem Tondeckel geschlossen werden können, um dem Glasblock (am Boden) eine konvexe Wölbung zu geben, die das spätere Schleifen zur einseitigen Konvexlinse erleichterte. Das mit der steigenden Ofentemperatur sukzessive formbar gewordene Roh- oder Schmelzglas, das vorher nach der sichtbaren Qualität der Glasmasse

¹⁴⁴ HAASE, Bemühungen (wie Anm. 73), S. 86; SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung (wie Anm. 42), S. 47.

¹⁴⁵ SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln (wie Anm. 18), S. 75.

¹⁴⁶ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 22.

¹⁴⁷ HAASE, Bemühungen (wie Anm. 73), S. 91, Anm. 12: *Intimatio singularis novaeque Emendationes artis vitriariae per D. T.* (*Acta Eruditorum* 1696, S. 345 ff.).

¹⁴⁸ HAASE, Bemühungen (wie Anm. 73), S. 86. Auflistung der drei Glasblöcke in: SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln (wie Anm. 18), S. 75.

¹⁴⁹ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 19.

¹⁵⁰ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 22. Gemeint waren „Glasplatten“.

¹⁵¹ Klaus Schillingers Theorie über Model aus Lehm, die später durch Unterlageformen aus Messing ersetzt wurden, stammt aus der Hohlglasproduktion und ist aus Haltbarkeits- bzw. Kostengründen beim Glasplattenguss nicht verifizierbar (SCHILLINGER, Herstellung von Brennsiegeln [wie Anm. 18], S. 74).

sortiert worden war, füllte gleichzeitig mit dem Ansteigen der Viskosität den vorgegebenen Innenraum der Tonform aus. Nach dieser damals neuen Technologie des Aussortierens nach Qualität von Roh- oder Schmelzglas stellte im frühen 19. Jahrhundert noch Joseph (von) Frauenhofer (1787–1826) seine berühmten Fernrohlinsen her und im 20. Jahrhundert wurden danach ebenfalls Teleskopspiegel gefertigt.

Unter Beachtung aller technologischen Bedingungen und der wenigen Nachrichten vom tatsächlichen historischen Geschehen ist anzunehmen, dass Hüttenmeister Constantin Fremel sich an den Kieslingwalder Ergebnissen und Tschirnhaus mündlichen Berichten darüber orientierte. Auch in Körbin dürfte deshalb nach Beendigung des Formprozesses in einer Waldenburger Tonform der dafür benutzte Spezialofen anschließend als Kühlöfen für das in der Tonform enthaltene Glasprodukt verwendet worden sein. Diese Methode bot auf der Glashütte den Vorteil, dass damit der gefährliche Transport der gefüllten Tonform von Ofen zu Ofen vermieden werden konnte. Doch egal ob die Kühlzeit im Spezialofen oder in einem besonderen Kühlöfen stattfand, es waren mehrere Wochen Wartezeit nötig, bis die darin befindliche Tonform eine normale Raumtemperatur erreicht hatte. Erst nach dieser Zeitspanne konnte die Tonform samt Inhalt aus dem Ofen entfernt und nach Öffnung (oder Zerstörung) derselben der fertige Glaskörper in seiner Beschaffenheit überprüft werden.

Tabors ein Jahrhundert später gemachte Ausführungen zum „Gießen der sphärischen Gläser“ erlauben trotz vieler ungeklärter Fragen mehrere aufhellende Rückschlüsse. Von Tschirnhaus wurden keine rechteckigen Glasplatten benötigt, sondern kreisrunde Glasblöcke, um an den entstehenden Linsen keine nachträglichen Beschneidungen vornehmen zu müssen. Dementsprechend berichtete Tschirnhaus im Dezember 1696, dass Fremel „noch zwei runde[!] Glasplatten [mit 200 bzw. 300 Pfund Gewicht] gegossen habe“, ¹⁵² und nannte zur Kennzeichnung nie die Kantenlänge, sondern bezeichnenderweise immer den Durchmesser. Der sächsische Experimentator hatte anscheinend schon in Kieslingwalde erkannt, dass sich die runde Schmelzhafenform eigne, um aus dem gleichen widerstandsfähigen Tonmaterial aus Waldenburg ebenso runde, aber im Durchmesser größere Formen herstellen zu können. Diese Tonform durfte entweder einen flachen Boden für Plangläser oder eine konkave Ausbuchtung für die Fertigung von plankonvexen Linsen besitzen, wie sie für Tschirnhaus nachgewiesen sind. ¹⁵³ Tabor behauptet nämlich, dass diese plankonvexen Linsen „nicht wohl aus Spiegelglas, wenn es auch über ½ Zoll [ca. 1,4 cm] dick wäre, geschliffen werden können“, ¹⁵⁴ und schließt doppelkonvexe Gläser aus, weil ihm „keine Methode bekannt ist, wodurch man den Zweck leicht und sicher erreichen könnte“, „kurz, das Gießen der doppelt convexen Gläser hat unendliche Schwierigkeit!“. ¹⁵⁵ Die einseitige Krümmung musste der Glasmasse nach Möglichkeit bereits beim Guss verliehen werden, damit beim Schleifen nur noch die Feinarbeit verrichtet zu werden brauchte. Schon in der

¹⁵² REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 22; SCHILLINGER, Herstellung und Anwendung (wie Anm. 42), S. 48.

¹⁵³ SCHILLINGER, Herstellung von Brennspiegeln (wie Anm. 18), S. 76, Tab. 7.

¹⁵⁴ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 371.

¹⁵⁵ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 374 und 376. Die Oberfläche des viskosen Glases neigt zur horizontalen Ausdehnung, was auch ein Tondeckel (wegen des porösen Kantenaufsatzes) nicht verhindern kann.

„Curieusen Kunst- und Werck-Schul“ hieß es deshalb zu diesem Arbeitsprozess: „Weilen aber grosse Mühe und dickes Glas dazu erfordert wird“. ¹⁵⁶ Die freie Formung der schüsselartigen Model aus feuerfestem Waldenburger Ton dürfte nicht einfach gewesen sein, weil diese den Durchmesser von einem Meter und mehr erreichten. Tabor empfahl einen „sehr reinen Häfnerthon“, der mit soviel Zement vermischt werden sollte, „daß er im Trocknen [völliges Austrocknen] und Brennen [im Hafen- bzw. Streckofen] wenig schwindet“, und eine Schablone für die Ausformung der Krümmung. ¹⁵⁷ Durch ihre Größe hätten diese Tonformen jedoch beim Ein- und Ausheben aus dem Schmelzofen eine zu große Öffnung verlangt (woraus ein laufender Wärmeverlust resultierte), deshalb wird man sich in Körbin – wie in Kieslingswalde – für einen kleinen Spezialofen entschieden haben. Ob die Tonformen bereits vorher im Spezialofen erwärmt und durch Einstreuen von Sand oder Asche (um ein Anhängen der Glasmasse an die Form zu verhindern) auf das Einfüllen vorbereitet wurden, ist für das praktische Gelingen relativ unerheblich. Tabor riet später: „Man sehe übrigens genau darauf, daß die Form ganz dem Rande gleich angefüllt werde, damit der Glasrand scharf werde, denn sonst muß man nachher so viel abschleifen, bis die ebene und erhabene Fläche gleichsam nur eine Kreislinie zur gemeinschaftlichen Gränze habe; dieses aber ist nöthig, wenn man erlangen will, daß beyde Flächen gehörig centrirt seyn, das heißt, das die Achse der erhabenen Fläche senkrecht auf der ebenen Fläche stehe“. ¹⁵⁸ Weil Tabor auch um die Gefahr wußte, dass in einem eventuell benutzten Kühllofen dort „die Hitze sehr gemäßigt seyn [musste], damit das Glas nicht wieder in Fluß komme“, ¹⁵⁹ ließen sich derartige Behinderungen in einem gleichzeitig als Temperier- und Kühllofen dienenden Spezialofen am leichtesten vermeiden.

Unverkennbar trägt die rekonstruierte Methode alle Kennzeichen eines elitären Forschungsversuchs oder gesponserten Spezialperiments, denn auf einer gewöhnlichen Glashütte hätten keine Pächter oder Hüttenmeister einen derartigen Aufwand für praktisch unverkäufliche Glasware auf sich nehmen können. Noch wartete auf die gegossenen Glasblöcke die aufwendige Schleif- und Polierarbeit, die wenigstens anfänglich kostengünstig auf der privaten Einrichtung in Kieslingswalde durchgeführt wurde, was ebenfalls zu den Besonderheiten einer Glasproduktion gezählt werden muss. Die verfahrensmäßige Bedeutung dieses abschließenden Arbeitsprozesses symbolisiert eine ungewöhnliche Notiz von Tschirnhaus selbst. Denn der Erfinder ließ sich öfters von seinen Besuchern eine Handvoll Kupfer- und Silbermünzen reichen und schmolz diese mit Hilfe seines Brennglases in einer feuerfesten Form zu einer Denkmünze, die danach auf der Rückseite folgende Inschrift (in Latein) trug:

„Bisher konnte man in der Welt nicht sehen,
dass solche Wirkungen durch solche Gläser hervorgebracht,

¹⁵⁶ ANONYM, Wieder Neu aufgerichtete (wie Anm. 48), S. 918.

¹⁵⁷ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 188.

¹⁵⁸ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 374.

¹⁵⁹ TABOR, Versuch (wie Anm. 107), S. 373.

Dreihundert Pfund wiegen die größten Gläser.

In wie langer Zeit und mit welch (geschickter) Hand musste man sie schleifen! 1698“.¹⁶⁰

Der Spiegelplattenguss in Dresden

Ein Spiegelplattenguss ist grundsätzlich verschieden vom Glaslinsenguss, denn es kommt dabei in erster Linie auf die großflächige Dimension der möglichst sauberen Glasplatte und nicht auf die Dicke und Kantenlänge des angestrebten Glasblocks an. Eine Aufdeckung des historischen Hintergrundes der überregionalen Bemühungen um die Einführung einer funktionierenden Spiegelproduktion in deutschen Territorien kann bei der Interpretation der sächsischen Verhältnisse helfen und wurde bereits an anderer Stelle versucht.¹⁶¹ Bezeichnenderweise hatten die drei kameralistischen Vordenker und korrespondierenden Freunde Leibniz, Crafft und Tschirnhaus frühzeitig ein gemeinsames Interesse an der technisch aufwendigen Spiegelproduktion und ihrer Fortentwicklung gezeigt. Obwohl Tschirnhaus als Ideengeber in diesem Kreis unübersehbar ist, musste er die Anfangserfolge bei der Gründung einer funktionsfähigen deutschen Spiegelmanufaktur Kurbrandenburg und dessen Premierminister Eberhard (von) Danckelmann (1698) sowie Kurmainz beim ersten Spiegelplattenguss im Spessart (am 29. April 1699) überlassen. Wohl gelang Tschirnhaus 1699 auch in Dresden die Gründung einer kurstaatlichen Spiegelmanufaktur, doch die lokal postulierte Priorität eines „Erfinders“ kann ihm in diesem Bereich nicht zugeschrieben werden. Die Übernahme fremder technologischer Ideen gehörte in allen Perioden menschlicher Geschichte zu den normalen Gepflogenheiten, Industriespionage war auch in der Barockzeit kein Fremdwort und gerade dem international operierenden Tschirnhaus bekannt.¹⁶² Die aktuellen Forschungsergebnisse des Autors zum Thema „Spiegelplattenguss in der 1700 gegründeten Glashütte Dresden“ müssen auf einen künftigen Druckort warten, denn die seitenbegrenzten Kapazitätvorgaben für vorliegendes Organ sind bereits an dieser Stelle – innerhalb der einschränkenden Themavorgabe – erschöpft.¹⁶³

Fazit

Nachdem Tschirnhaus am 11. Oktober 1708 mit 57 Jahren in Dresden gestorben war, wurden seine sterblichen Überreste nach Kieslingswalde überführt und in der dortigen Kirche am 15. Oktober 1708 beigesetzt. Das im darauffolgenden Jahr errichtete Grabmonument kündigt nur noch als Photographie mit Portrait und Wappen von den erfolgreichen Glasversuchen: *In Opticorum adjuvamen – Lentas vitreas praegrandes primus invenit*.¹⁶⁴ Es wäre

¹⁶⁰ ZAUNICK, Tschirnhaus (wie Anm. 2), S. 18.

¹⁶¹ WERNER LOIBL, Die kurmainzische Spiegelmanufaktur Lohr am Main (1698–1806) und die Nachfolgebetriebe im Spessart, 3 Bände, Aschaffenburg 2012, hier Band 1, I. Kap. 2.2.2.

¹⁶² WERNER LOIBL, Itineraries of Glass Innovation: Johann Rudolf Glauber and His Followers, in: Dedo von Kerssenbrock-Krosigk, Glass of the Alchemists. Lead Crystal-Gold Ruby, 1650–1750; Katalog Corning (Museum of Glass), New York USA, 2008, S. 63–73.

¹⁶³ Herrn Michael Leh, Neschwitz, wird für seine Bemühungen um die passende Druckform und die vollzogene Drucklegung gedankt.

¹⁶⁴ „Der zur Unterstützung der Optik als erster überaus große Glaslinsen erfand“ (ZAUNICK, Tschirnhaus [wie Anm. 2], S. 300). Das Grabmonument ist heute zerstört (Katalog 2001 [wie Anm. 7], S. 116).

jedoch sicher verkehrt, wenn man die Leistungen des Verstorbenen nur nach seinen verdienstvollen Entdeckungen in der Optik, der Mathematik oder der Kunst des Glasgießens und -veredelns beurteilen wollte, die sich bei der genauen Betrachtung gar nicht als genuine Erfindungen, sondern lediglich als kluge Adaptionen bereits vorher bekannter technologischer Methoden zur Zweckerfüllung aktueller Materialanforderungen herausstellten.

Am beachtlichsten innerhalb seiner langjährigen Anstrengungen im Glasbereich erscheinen die außerordentlich großen Dimensionen, die er beim Guss der Glasblöcke erreicht hatte und seine neu entwickelten Schleif- und Poliermethoden, die zur Veredelung dieser Rohlinge notwendig waren.¹⁶⁵ Für beide ungewöhnlichen Leistungen waren exzeptionelle Einrichtungen und teilmechanisierte Anlagen erforderlich, die wesentliche Impulse für die künftige technologische Entwicklung in Kursachsen lieferten. Speziell innerhalb der im letzten Jahrhundert heftig geführten Diskussion ob Tschirnhaus oder Johann Friedrich Böttger (1685–1719) der „Erfinder“ des Meissener Porzellans gewesen war (die bis heute noch nicht zum Abschluss gekommen ist),¹⁶⁶ kam wegen des Fehlens einschlägiger Berichte die wichtige Rolle Tschirnhaus bei der generellen Entwicklung der sächsischen Manufakturen zu kurz.¹⁶⁷ Der „curiose“ Experimentator war kein ständig trommelnder Selbstdarsteller und Vielschreiber (wie beispielsweise der Zeitgenosse Johann Joachim Becher), Tschirnhaus verkaufte nicht Ideen an verschiedensten Fürstenhöfen, um damit als Projektmacher Geld zu verdienen, er opferte hingegen sein eigenes Vermögen eines Edelmannes und das Glück der Familie für die Durchführung seiner suchtartigen Versuche. Trotzdem dürfte der Einfluss seiner merkantilistischen Ideen am sächsischen Hof nicht unbedeutend gewesen sein, seine kameralistischen Visionen könnten bislang unbeachtete Auswirkungen gehabt haben, wie insbesondere sein vielseitiger und aufmerksamer Bericht von der Reise im Winter 1701/02 nach Holland, Flandern und Paris erwarten lässt.¹⁶⁸ Einen guten Einblick in seine merkantilistischen Maßnahmen gibt ebenso der Arbeitsbericht vom 29. Oktober 1703, in dem nicht nur der Spiegelguss, sondern auch die Salz- und Blaufarbenwerke, das Brauwesen, das Porzellanprojekt und der Edelsteinerzeugung gedacht wird.¹⁶⁹ Hinzurechnen muss man gleichfalls die 1697 gegründete „Manufaktur des rothen Kieses“, worin der von Tschirnhaus nahe Freiberg entdeckte und dort danach abgebaute Achat in Dresden geschnitten und poliert wurde,¹⁷⁰ ebenso sein „Bericht über die erzgebirgischen Edelsteinbrüche und -vorkommen“ aus dem letzten Lebensjahr verdient Beachtung.¹⁷¹ Aufgegangen war demnach auch in Sachsen die Saat, die der kluge und weitdenkende

¹⁶⁵ Dem Thema entsprechend sollen die Verdienste um das sächsische Hohlglas hier nicht gewertet werden; dazu: HAASE, Tschirnhaus (wie Anm. 10), sowie Katalog 2001 (wie Anm. 7), Nr. 4, S. 155–162; GISELA HAASE, E. W. von Tschirnhaus und sein Einfluss auf die sächsische Glasherstellung zur Zeit August des Starken, in: Der Glasfreund, Heft 40 (2011), S. 6–9.

¹⁶⁶ PIETSCH, Tschirnhaus (wie Anm. 116).

¹⁶⁷ Trotz RUDOLF FORBERGER, Tschirnhaus und das sächsische Manufakturwesen, in: WINTER, Bahnbrecher der Frühaufklärung (wie Anm. 4), S. 214–222.

¹⁶⁸ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 36 ff.

¹⁶⁹ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 43, S. 52–58; WINTER, Der Freund Spinozas (wie Anm. 28), S. 33 ff.

¹⁷⁰ REINHARDT, Tschirnhaus (wie Anm. 1), S. 29 f.

¹⁷¹ TSCHIRNHAUS, Gesamtausgabe (wie Anm. 4), AA II/1, N. 63, S. 86–88.

Staatsmann Jean Baptiste Colbert (1619–1683) in Frankreich gesät hatte, in dessen Hause Tschirnhaus (als Lehrer des Sohnes) verkehrt hatte, und dessen merkantilistische Leitmotive der junge Sachse mit weitreichenden Auswirkungen übernommen hatte.¹⁷² Ehrenfried Walther von Tschirnhaus braucht deshalb in einer bevorzugt dem technischen Fortschritt huldigenden Gegenwart nicht nur als wissenschaftlicher Entdecker gefeiert zu werden, sondern kann begründeterweise in die Reihe der europäischen wirtschaftstheoretischen Kameralisten eingereiht werden, die mit ihren ökonomischen Visionen die marktwirtschaftliche Jetztzeit determiniert haben.

¹⁷² WINTER, *Bahnbrecher der Frühaufklärung* (wie Anm. 4), S. 11.