

Thaddäa Rath, Simon Pibal

NACHBAU EINER BAROCKEN ELFENBEIN-KLARINETTE IN D VON GEORG HEINRICH SCHERER, CA. 1750

Neues Elfenbein-Substitut für Musikinstrumente

Elfenbein als Bestandteil von Musikinstrumenten

Ob als Oberflächenmaterial der Tasten von Orgeln, Cembali und Klavieren, als kunstvoll gestaltete Intarsien bei Streichinstrumenten oder als Verstärkung der Verbindungsstücke bei hochwertigen Holzblasinstrumenten – Elfenbein kam über Jahrhunderte im Musikinstrumentenbau als edler Werkstoff zum Einsatz. Dies veranschaulichen zahlreiche historische Instrumente in Museen und Sammlungen weltweit. Es sind jedoch wenige Instrumente – vor allem Holzblasinstrumente – erhalten, deren Korpora komplett aus Elfenbein gebaut wurden. Als Beispiele können Exemplare aus der Sammlung alter Musikinstrumente des Kunsthistorischen Museums Wien genannt werden: Zwei anonyme Elfenbein-Rankette (16. Jahrhundert) sowie eine Elfenbein-Oboe von Jacob Denner (um 1720).¹ Neben einigen weiteren Beispielen sind insgesamt 21 Elfenbein-Klarinetten dokumentiert.² Diese Instrumente wurden meist für hochrangige Kunden oder als besondere Objekte für Ausstellungen hergestellt.³ Zwei der frühesten erhaltenen Elfenbein-Klarinetten stammen aus der Werkstatt des Instrumentenbauers Georg Heinrich Scherer (1703–1778) aus Butzbach, Deutschland.⁴ Dabei handelt es sich um Klarinetten in D. Anders als

die meisten Klarinetten aus dieser Zeit besitzen die Scherer-Klarinetten anstelle zweier Messingklappen zwei Silberklappen. Ein Exemplar befindet sich im *Royal College of Music Museum* in London.⁵ Ein weiteres wird in der *Collection du Musée de la Musique* in Paris aufbewahrt.⁶ Bei diesen Instrumenten, welche die typische frühe Form der Klarinette darstellen, handelt es sich um die – bis zum jetzigen Zeitpunkt – einzig erhaltenen barocken Elfenbein-Klarinetten.⁷ Die Klangverwandtschaft dieser frühen Klarinetten zur Naturtrompete wird, neben dem in der Fachliteratur mittlerweile oft zitierten Eintrag in Johann Christoph Weigels *Musicalischem Theatrum*⁸, von weiteren Autoren des 18. Jahrhunderts treffend beschrieben: „Klingt von ferne einer Trompete ziemlich ähnlich.“⁹ Elfenbein galt aufgrund der mechanischen Eigenschaften und Verarbeitbarkeit sowie aufgrund seiner Ästhetik in vielen handwerklichen Bereichen zur damaligen Zeit als beliebter Werkstoff. Die glatte Oberfläche und die Stellung als Prestigematerial führten besonders im hochwertigen Musikinstrumentenbau dazu, dass Elfenbein Verwendung fand. Mit dem internationalen Handelsverbot von 1989, welches 2022 verschärft wurde, und der gesellschaftlichen Neuorientierung im Umgang mit bedrohten Tierarten geraten die Restaurierung und

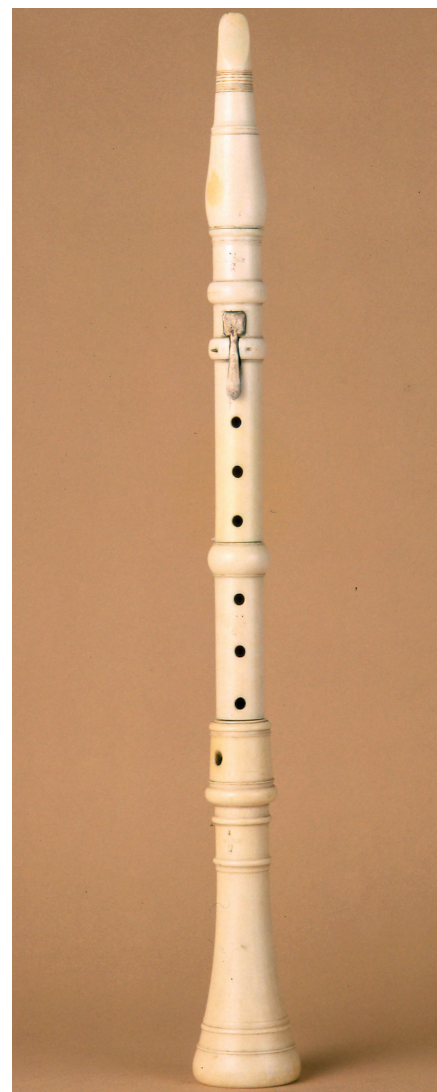


Abb. 1: Klarinette in D aus Elfenbein, Georg Heinrich Scherer, Butzbach ca. 1750, E.697

Mit Genehmigung des Musée de la musique, Foto: Jean-Claude Billing, Cité de la musique-Philharmonie de Paris

¹ Sammlung alter Musikinstrumente, Kunsthistorisches Museum Wien, Rankette: Inv.-Nrn. SAM 213 und 214; Oboe: Inv.-Nr. SAM 318.

² Vgl. Albert R. Rice, „Elfenbeinklarinetten – Preziosen des Musikinstrumentenbaus“, in: *Rohrblatt* 32/4 (2017), S. 6ff.

³ Vgl. Ebd.

⁴ Vgl. Albert R. Rice, „Ivory Clarinets ca. 1740 to ca. 1880“, in: *The Clarinet* 46 (2019), S. 40ff.

⁵ Royal College of Music Museum, London, RCM0101.

⁶ Collection du Musée de la Musique, Paris, E.697

⁷ Vgl. Albert R. Rice, *The Baroque Clarinet and Chalumeau*, 2. Edition, Oxford 2020, Appendix 2, S. 223ff.

⁸ Johann Christoph Weigel, *Musicalisches Theatrum*, Nürnberg, um 1720: „Wann der Trompeten-Schall will allzulaut erthönen,/ so dient das Clarinett auf angenehme weiß/ es darff den hohen Thon auch niedern nicht entlehen/ und wechselt lieblich um: Ihm bleibt hierdurch der preiß./ darum manch Edler Geist, dem dieses werck beliebt/ Sich Lehr-begierig zeigt und embsig darinn übet.“

⁹ Johann Philipp Eisel, *Musicus Autodidaktos, oder Der sich selbst informirende Musicus*, Erfurt 1738, S. 76.

der Nachbau historischer Instrumente jedoch zunehmend in Konflikt mit den neuen Auflagen. Werkstätten und Museen ist es ein Anliegen die Authentizität, Klangqualität und historische Bauweise zu bewahren, ohne auf ethisch problematische Ressourcen zurückzugreifen. Während Nachbauten erhaltener barocker Klarinetten heute aus Buchsbaumholz und Obstbaumholz gefertigt werden, fehlte bislang bei Elfenbein-Instrumenten eine gleichwertige Alternative. Dies sollte sich vor knapp zwei Jahren ändern.

Digory® – veganes Elfenbein bringt die Lösung

Um den Nachbau einer Elfenbein-Klarinette zu realisieren, hatte der Koautor, Musiker und Spezialist für historische Klarinetteninstrumente Simon Pibal, die Idee, diesen aus einem elfenbeinähnlichen Material zu schaffen, um so ein möglichst originalgetreues Instrument zu erhalten. Auf der Suche nach so einem Material, welches Elfenbein und all seine Eigenschaften bestmöglich imitiert, wurde Pibal bei einem Wiener Start-Up – der Eburo GmbH – fündig. Digory® heißt das Material, dessen Name sich von digital ivory ableitet und wörtlich übersetzt „digitales Elfenbein“ bedeutet. Hierbei handelt es sich um einen neuen Werkstoff, den die Materialwissenschaftlerin Thaddäa Rath entwickelt hat. Sowohl die mechanischen als auch optischen und haptischen Eigenschaften wurden dabei dem Original aus der Natur nachempfunden. Das Besondere an Digory® ist, dass sich dieses Elfenbein-substitut durch ein hochauflösendes Stereolithographieverfahren (SLA) verarbeiten lässt. Die Stereolithographie ist ein additives Fertigungsverfahren, bei dem flüssiges Harz mit der Energie von Licht (Photopolymerisation) flächig ausgehärtet wird, um Objekte schichtweise aufzubauen. So können auch sehr

komplizierte Geometrien, die sich anders nicht fertigen lassen, hergestellt werden. Digory® ist ein Kompositmaterial und besteht aus einem photopolymerisierbaren Hochleistungsharz, das mit Keramikpartikeln gefüllt ist.

Nachdem Rath das Material im Rahmen eines Restaurationsprojekts eines historischen Kunstobjekts in Zusammenarbeit mit Wiener Materialforschenden und Restaurierenden entwickelt hatte, hat sie sich mit ihrem Unternehmen Eburo GmbH selbstständig gemacht. Dabei entwickelt sie Digory® weiter, um die elfenbein-ähnlichen Eigenschaften zu optimieren und neue Anwendungsbereiche zu ermöglichen. In den vergangenen 24 Monaten wurde durch Pibals Anfrage dann der Fokus auf den Bereich Instrumentenbau gelegt. Digory® wurde dabei nicht nur einer praxisnahen Klangstudie, in der verschiedene Klarinettenmundstücke bespielt wurden, unterzogen, sondern auch in umfangreichen Tests zur Biokompatibilität und Beständigkeit charakterisiert. Zum Abschluss wurde eine barocke Elfenbein-Klarinette von Scherer aus Digory® nachgebaut und die klangliche Qualität durch Tonaufnahmen dokumentiert.

Optimierung von Digory® für den Instrumentenbau

Die akustische Validierung von Digory® war ein interdisziplinärer Prozess, bei dem Expertise aus Materialwissenschaft, Instrumentenbau, Digitalisierung und Akustik zusammengeführt wurde.¹⁰ Ein Schwerpunkt des Projektes lag dabei auf einer praxisnahen Klangstudie, in der sechs formgleiche Mundstücke für die moderne französische Klarinette (Böhm-System) aus unterschiedlichen Materialien und Herstellungsmethoden miteinander verglichen wurden. Dabei handelte es sich um Mundstücke aus Buchsbaum, Naturkautschuk und zwei Varianten von Digory®, welche

sich durch ihre Dichte voneinander unterscheiden. Alle vier dieser Varianten wurden aus einem Zylinder oder Kante an derselben Anlage CNC-gefräst. Zusätzlich wurde je ein Mundstück mit geringer und eines mit höherer Dichte aus Digory® direkt im SLA-3D-Druck hergestellt. An der Klangstudie nahmen zehn professionelle Klarinettenistinnen und Klarinettenisten teil. Die Musikerinnen und Musiker hörten sich dabei Klangproben im Blindtest an und beurteilten Ansprache, Klangentwicklung und Intonationsstabilität. Zum Abschluss beurteilten die Teilnehmenden selbst die wahrnehmbaren Unterschiede der einzelnen Mundstücke während des Spielens. Die Rückmeldungen für Digory® waren überwiegend positiv. Die Hälfte der Teilnehmenden wählten die 3D-gedruckte Digory®-Variante mit höherer Dichte¹¹ als Favorit. Die Ansprache dieses Mundstücks in leisen Passagen wurde zudem von acht von zehn Personen als besonders gut bewertet. Die Studie verdeutlicht gleichzeitig die starke Subjektivität der Klangwahrnehmung, da Beurteilungen zu einer stabilen Intonation oder Klangqualität über verschiedene Lautstärken teilweise widersprüchlich interpretiert wurden. Insgesamt zeigen die Ergebnisse aber, dass Digory® in der Anwendung als Klarinettenmundstück mit herkömmlichen Materialien vergleichbar ist. Die Klangstudie bestätigt demnach sowohl die Eignung von Digory® als auch den Einsatz des SLA-3D-Druckprozesses im Instrumentenbau. Neben Mundstücken für Klarinetten und Saxophone stellte die Eburo GmbH weiters auch Klaviertastenbeläge, welche sich durch die elfenbein-ähnliche Haptik auszeichnen, sowie Gitarren- und Cellostege aus Digory® her.

Um einen sicheren Einsatz gewährleisten zu können, wurde Digory® außerdem hinsichtlich Biokompatibilität und

¹⁰ Die Durchführung der unterschiedlichen Untersuchungen erfolgte unter der Leitung der Eburo GmbH mit Thaddäa Rath als Geschäftsführerin in Zusammenarbeit mit dem Klarinettenisten Simon Pibal (am Projekt extern als Experte für historische Klarinetteninstrumente beteiligt), den Instrumentenbauern Rudolf Tutz und Florian Köck, den Mundstück-Herstellern Nick Kückmeier und Johannes Gleichweit, den wissenschaftlichen Einrichtungen des österreichischen Forschungsinstituts (OFI), der TU Wien, der TU Graz und der Universität für Musik und darstellende Kunst Wien (mdw) sowie dem Partnerunternehmen Resch GmbH. Gefördert wurde das Projekt der Eburo GmbH als Antragsteller durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (FFG).

¹¹ Es ist hier zu vermerken, dass es sich bei der Variante mit höherer Dichte um die Standard-Variante von Digory® handelt. Jene mit geringerer Dichte ist nicht kommerziell verfügbar.

Beständigkeit in Bezug auf Alterung, Bakterienbelastung und Desinfektion geprüft. Diese Untersuchungen stellen sicher, dass der direkte Haut- oder Schleimhautkontakt keine gesundheitlichen Risiken für Musizierende birgt. Anders als feuchtigkeits- oder temperaturanfällige Materialien wie Holz oder Naturkautschuk reagiert Digory® kaum auf Umwelteinflüsse. In einer beschleunigten Alterungsprüfung – entsprechend einem Zeitraum von zehn Jahren – wurden Lagerbedingungen und das durchschnittliche Probeverhalten professioneller Musizierender simuliert. Das gealterte Mundstück zeigte keine merkliche akustische Veränderung. Auch die Oberfläche blieb stabil, ohne Rissbildung, Verfärbung oder Verzug aufzuweisen.

Vom Original zum Replikat

Die im *Musée de la Musique* in Paris befindliche Klarinette in D von Georg Heinrich Scherer ist eine von wenigen erhaltenen Elfenbein-Exemplaren aus dem 18. Jahrhundert. Im Jahr 1986 fertigte der Instrumentenbauer Andreas Schöni aus Bern eine Maßzeichnung des Instrumentes an, welche ebenfalls im Archiv des Museums aufbewahrt wurde. Erst im Laufe der Rechercharbeiten rund um das Digory®-Projekt stellte sich im Frühjahr 2023 heraus, dass die Originalzeichnung aus der Bibliothek nicht mehr auffindbar war und offenbar gestohlen wurde. Eine Kopie der Zeichnung befand sich aber glücklicherweise noch im Besitz von Andreas Schöni.¹² Anhand dieser Zeichnung konnten leichte Unterschiede im Erhaltungszustand der beiden Elfenbein-Klarinetten in D von Scherer festgestellt werden. Bei der im *Royal College of Music Museum* in London befindlichen Klarinette ist auf Fotos ersichtlich, dass es einen sehr großen Ausstich¹³ am Mundstück besitzt und somit dem Rohrblatt keine große Auflagefläche bietet. Im Unterschied dazu, weist das Instrument



Abbildung 2: links: Instrument aus Buchsbaum (Nachbau R. Tutz), rechts: Instrument aus Digory®, Foto: Judith Benedetto

aus Paris – gemäß Maßzeichnung – eine kurze Mundstückbahn¹⁴ auf. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die Mundstückbahn bei dem Instrument in London ausgebrochen ist. Anhand der Fotos lässt sich nicht feststellen, ob die Instrumente ober oder unter sich geblasen wurden.¹⁵ Eine Brandmarke des Instrumentenbauers auf der Vorderseite des Mundstückes hätte hier einen Hinweis liefern können. Auf den Mundstücken beider Instrumente sind jedoch keine Brandmarken zu sehen. Für präzisere Rückschlüsse auf die ursprünglich intendierte Bau- und Spielart, bedarf es einer genaueren Untersuchung der Mundstücke.

Im Auftrag von Pibal fertigte der Instrumentenbauer Rudolf Tutz aus Innsbruck ein beeindruckendes Replikat anhand der Maßzeichnung der Pariser Elfenbein-Klarinette aus Buchsbaum. Dabei wurde der Nachbau auf die heute inter-



Abbildung 3: Nahaufnahme der Instrumente, links: Buchsbaum und rechts: Digory®, Foto: Judith Benedetto

national verwendete barocke Stimmtonhöhe von 415 Hz skaliert. Dieses Instrument diente als Vorlage für die nächsten Schritte und wurde dafür durch die Resch GmbH digitalisiert. Mittels hochauflösendem 3D-Scan konnten sämtliche relevanten Außen- und Innengeometrien erfasst und in ein CAD-System übertragen werden. Auf dieser Basis entstand ein detailliertes 3D-Modell, das die Grundlage für die anschließende additive Fertigung mit Digory® bildete.

Der Nachbau aus Digory® zeigte, dass sich Formgebung, Oberflächenstruktur und Passgenauigkeit der Einzelteile direkt im Druckprozess realisieren lassen – ganz ohne Materialverlust oder Nachfräsen. Besonders die komplexen Bereiche, wie das Mundstück mit seinen akustisch sensiblen Innenkonturen, lassen sich mit SLA-3D-Druck in hoher Präzision herstellen. Ein abschließender Prozess der Eburower GmbH war die hand-

¹² Herzlichen Dank an Andreas Schöni für die Bereitstellung der Maßzeichnung.

¹³ Ausstich: Öffnung des Mundstückes, über der das Rohrblatt befestigt wird.

¹⁴ Mundstückbahn: Fläche, auf der das Rohrblatt aufliegt.

¹⁵ Vgl. Johann Georg Heinrich Backofen, *Anweisung zur Klarinette nebst einer kurzen Abhandlung über das Bassett-Horn*, Leipzig 1803, S. 4: „Ob es übrigens besser sey, das Blättchen bey dem Blasen an die obere oder untere Lippe zu halten – was Klarinettenisten ober sich oder unter sich blasen nennen – will ich nicht entscheiden. Ich habe schon von beyden Methoden tüchtige Leute gehört. Gewohnheit macht hier alles.“

werkliche Veredelung der Oberfläche. Diese wurde poliert und manuell mit einer Patina versehen, um die charakteristischen Farbnuancen und den Oberflächenglanz von Elfenbein zu erzielen. Da die richtige Positionierung der Tonlöcher sowie deren Unterschneidung einen entscheidenden Einfluss auf die Intonation und den Klang des Instrumentes haben, waren handwerkliches Können und Erfahrung im Instrumentenbau in diesem Schritt besonders gefragt. Florian Köck finalisierte das Instrument in seiner Werkstatt in Wien. Er fertigte zwei handgeschmiedete Messingklappen und bohrte die Tonlöcher. Durch Unterschneidung der Tonlöcher wurde der Klang des Instrumentes sowie dessen Stimmung verbessert. Zuvor kopierte Johannes Gleichweit (Gleichweit GmbH) nach Vermessung der Buchsbaum-Mundstückbahn selbige auf das Mundstück der Digory®-Klarinette. Dadurch konnte die bereits gut funktionierende Ansprache optimiert und ein noch besseres klangliches Ergebnis erzielt werden. In der Instrumentenbauwerkstatt zeigte sich, dass sich das Material grundsätzlich für handwerkliche Arbeiten eignet, es jedoch auch einige Herausforderungen mit sich bringt. Aufgrund seines elfenbeinartigen Charakters verhält sich der Werkstoff bei spanabnehmenden Verfahren nicht wie typische Holzarten, die im Instrumentenbau verwendet werden. Er bildet bei Drechselarbeiten keine Späne, sondern ein feines Pulver. Außerdem hat das Material eine sehr geringe Elastizitätsgrenze. Wenn zu viel Druck ausgeübt wird, besteht die Gefahr, dass das Material – ähnlich wie bei echtem Elfenbein – ausbricht. Dies erfordert ein besonders vorsichtiges Vorgehen bei Arbeiten, wie beispielsweise Bohrungen. Bei dieser Nacharbeit wurde klar, dass es sinnvoll ist, den Korpus bereits mit kleinen Löchern zu drucken, welche als Leitlinien für die zu bohrenden Tonlöcher fungieren.¹⁶

Fazit

Das aus dem Material Digory® hergestellte Instrument beeindruckt optisch, haptisch, durch sein Gewicht und nicht zuletzt mit seiner verblüffenden Ähnlichkeit zu Elfenbein. Auch wenn die Verarbeitung des festen Materials (nach dem 3D-Druck) eine ungewohnte Arbeit für den Instrumentenbauer bedeutet, ist es dennoch ein Werkstoff, der sich gut bearbeiten lässt und sich durch seine hohe Qualität und Einsatzmöglichkeit im 3D-Druckverfahren auszeichnet. Die klanglichen Eigenschaften der entstandenen Klarinette sind mit denen eines baugleichen Instrumentes aus Buchsbaum vergleichbar. Der Eindruck beim Spielen mit heutigen Spieltechniken (obere Schneidezähne am Mundstück aufliegend, Rohrblatt an Unterlippe) vermittelt eine sehr direkte Ansprache, verbunden mit einem starken, strahlenden Ton. Im Spielgefühl ergibt sich dennoch ein wahrnehmbarer Unterschied zu dem aus Buchsbaum gefertigten Instrument, welches ein subjektiv minimal „weicherer“ Spielgefühl mit sich bringt. Das entstandene Instrument aus Digory® besitzt vor allem jene Eigenschaften, wie sie in der Enzyklopädie *Notionaire, ou Mémoires Raisonné* von François Alexandre Pierre de Garsault 1761 beschrieben werden: „[...] es hat den Vorteil fröhlich und klangvoll zu sein und macht sich sehr gut in Konzerten zusammen mit den Waldhörnern. Es kommt selten vor, dass es allein zum Einsatz kommt, da sein Klang sehr hart ist und sich schwer mildern lässt. [...]“¹⁷ Im August 2025 kam das fertig gestellte Instrument erstmals zum Einsatz. Auf der Suche nach geeigneter Musik fand Pibal in der Sammlung *Fanfares Pour les Chalumeaux & Trompettes Propres aussi à jouer sur les Flutes, Violons & Hautbois* von Jaques Philippe Dreux (um 1710)¹⁸ bestens geeignete Literatur für dieses Instrument. Einen sehr überzeugenden Effekt erzielte die Klarinette im



Abbildung 4: Nachbau der Scherer-Klarinette aus Digory® in Verwendung, Foto: Judith Benedetto

Zusammenspiel mit der Naturtrompete in diesen Duetten. Zudem wurde die Arie *Eternal Source of Light Devine* aus der *Ode for the Birthday of Queen Anne*, HWV 74 von Georg Friedrich Händel ausgewählt, in der die Klarinette in ihrer Funktion als Trompetenersatz in Erscheinung treten kann.¹⁹

Über diesen QR-Code können Sie die Aufnahmen anhören:



Das entstandene Instrument hat sich bereits in verschiedenen Produktionen und Ensembles erfolgreich bewährt. Auch als Ersatz in Trompetenpartien ganz nach Johann Christoph Weigel um 1720: „Wann der Trompeten-Schall will allzulaut erthönen, so dient das Clarinet auf angenehme weiß.“²⁰

¹⁶ Herzlichen Dank an Florian Köck für die Auskunft und Finalisierung des Instrumentes.

¹⁷ Alexandre Pierre de Garsault, *Notionaire, ou Mémoires Raisonné*, Paris 1761, S. 647. „[...] Il a en récompense l'avantage d'être gai & sonore, & de faire très-bien dans les Concerts mêlé avec les Cors-de-Chasse. Il est rare qu'il réussisse seul à cause de la dureté du son qu'il est difficile d'adoucir. [...]“

¹⁸ Vgl. Rice 2020, Appendix 3, S. 243.

¹⁹ Herzlichen Dank an die Kollegen, die an der Einspielung der Stücke beteiligt waren: Raphael Pouget (Naturtrompete), Lorenz Haller (Violoncello), Marco Primultini (Orgel), Philip Pohl (Tonmeister).

²⁰ Johann Christoph Weigel, *Musicalisches Theatrum*, Nürnberg, um 1720.