

Imponieren, Brillieren und Musizieren – Orgelklänge für Gott, Kaiser und den Sport

Die Orgel gilt als die Königin der Instrumente. Ihr Ursprung soll im 3. Jahrhundert v. Chr. in Alexandrien liegen. Von Ägypten weitete sie ihre Herrschaft über Griechenland bis zum römischen Kaiserhof aus, als ein musikalisches Wunderwerk, das menschlichen Erfindergeist und höchste Handwerkskunst in sich vereinte¹. In der Spätantike und dem Mittelalter verkündete der Klang der Orgel gleichsam Reichtum und Macht². Heute finden Orgeln des Mittelalters in Forschung und auch in den Medien weniger Beachtung als die »Wasserorgeln der Römer«, was nicht zuletzt gängigen Klischees und Vorurteile etwa gegenüber dem »dunklen« Mittelalter geschuldet ist. So behauptete etwa E. Buhle zu Beginn des 20. Jahrhunderts, dass Orgeln bis ins 12. Jahrhundert »roh und ihre Leistungsfähigkeit ganz gering« gewesen seien³. Einmal erfunden, wurden jedoch viele Musikinstrumente je nach Bedarf verändert oder weiterentwickelt. Heute wissen wir, dass zu nahezu jeder Zeit unterschiedliche Instrumententypen nebeneinander existierten – größere und kleinere, einfachere und komplexere. Das vorschnelle Postulat der »Primitivität« führt bei ihrer Bewertung leicht in die Irre, weil es den eigentlich streng funktionalen Einsatz der Musikinstrumente in unterschiedlichen Lebenszusammenhängen der Musiker, Instrumentenbauer und auch der Hörer ausblendet. Das individuell unterschiedliche Können der jeweiligen Handwerker, die angestrebten musikalischen Möglichkeiten der betreffenden Instrumente und nicht zuletzt die (evtl. beschränkten) finanziellen Möglichkeiten der Auftraggeber spielen schließlich bis in die heutige Zeit bei der Beschaffenheit von Musikinstrumenten eine Rolle.

Abschließend beurteilen lässt sich die Leistungsfähigkeit eines Musikinstrumentes aber erst, wenn man es tatsächlich spielt. Daher wurden im Rahmen eines interdisziplinären, musikarchäologischen Projektes des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz (RGZM) insgesamt drei Orgeln nach Vorbildern aus der Antike und dem Mittelalter hergestellt⁴, darunter auch die sog. byzantinische Doppelorgel⁵, die in der Ausstellung »Byzanz & der Westen. 1000 vergessene Jahre« auf der Schallaburg gezeigt wird. Des Weiteren entstanden

zwei Nachbauten der berühmten »Orgel von Aquincum« aus dem 3. Jahrhundert n. Chr. Die Konzeption der Orgel unterschied sich dabei wesentlich von früheren Rekonstruktionen, u. a. in Bezug auf die Konstruktion der Tastatur und den Tonvorrat des Instrumentes⁶. Das Orgelbau-Projekt wurde im Wesentlichen von dem Orgelbauer und Feinmechaniker M. Zierenberg⁷ und von der Autorin dieses Artikels als begleitende Archäologin durchgeführt.

Innerhalb des Projektes »Musizierpraxis zwischen profanem und sakralem Gebrauch im westlichen Europa und Byzanz« des Leibniz-WissenschaftsCampus Mainz wiederum, das in Kooperation vom RGZM und der Abteilung Musikwissenschaft der Johannes Gutenberg-Universität Mainz durchgeführt wird, werden unterschiedliche Quellengattungen zu Austausch und Transfer musikkultureller Praktiken und Traditionen sowie das Verhältnis zwischen geistlicher und weltlicher Musik in Byzanz wie im lateinischen Westen untersucht. Im Rahmen des Projektes gab es bereits eine Übung mit Studierenden, bei der die Doppelorgel rege genutzt wurde und hierdurch theoretisches Wissen über Frühe und Alte Musik in die musikalische Praxis überführt werden konnte. Das experimentelle Spiel wurde und wird durch weitere Musiker und Musikerinnen mit unterschiedlichen musikalischen Ausbildungen ergänzt, damit ein breites Spektrum möglicher Spieltechniken dokumentiert werden kann. Eine akustische Auswertung erfolgte durch weitere praktisch-musikalische Einsätze der Orgel, u. a. bei nachgestellten Gladiatorenkämpfen der römischen Antike, und wurde mit einer Schallpegelmessung um eine naturwissenschaftliche Komponente ergänzt⁸. Dieses Vorgehen dient insgesamt einer tentativen Annäherung an die auditiven Codes und Lautsphären von Mittelalter und Antike. Hieraus wiederum konnten wir Rückschlüsse auf die kulturhistorische Bedeutung akustischer Signale und vor allem musikalischer Rituale auf geistlicher wie weltlicher Ebene ziehen. Die Methode, mithilfe von Nachbauten eine praxisbezogene Annäherung an die Vergangenheit zu erreichen, erweitert unsere Möglichkeiten, historische Quellen und Thesen zu prüfen (**Abb. 1**).

1 Wille, Musica 205.

2 Hammerstein, Macht.

3 Buhle, Miniaturen 68.

4 Deren Rekonstruktion wird umfassend im Rahmen meiner Dissertation mit dem Titel »Nachbauten von antiken und mittelalterlichen Orgeln aus dem römischen und byzantinischen Kulturkreis – ein Beitrag zur Musikarchäologie« an der Universität Wien vorgestellt werden. Zu Vorabpublikationen s. Rühling, Vergangenheit. – Rühling, Ohr. – Rühling, Organ.

5 Wir haben diese Bezeichnung bewusst vor dem Hintergrund ausgewählt, um einem heutigen Publikum bereits mit dem Namen des Exponats seinen Kulturkreis, die ungefähre Zeitstellung sowie seine Funktion mitzuteilen.

6 Rühling, Vergangenheit. – Rühling, Ohr.

7 Damals in Kooperation mit der Firma Orgelbau GmbH, Werder (Havel)/D.

8 Deren vollständige Auswertung ist ebenfalls Gegenstand meiner Dissertation.



Abb. 1 Nachbau der byzantinischen Doppelorgel im RGZM. – (Foto A. Minack, Schwerin).

Das klingende Spiel mit stummen Zeugen: Die Rekonstruktion historischer Orgeln als vielteiliges Quellen-Puzzle

Insgesamt sind von 270 v. Chr. bis 630 n. Chr. mehr als 130 Quellen verschiedener Gattungen zu Orgeln überliefert⁹. Für die Nachbauten wurden Bild- und Textquellen auf darin enthaltene technische Informationen analysiert und mit archäologischen Funden von Orgeln und deren Fragmenten verglichen. Völlig unterschiedliche kulturelle und/oder soziale Gruppen nutzten Orgeln in verschiedenen Funktionszusammenhängen. Daher lohnt ein Blick auf ganz unterschiedliche antike¹⁰ und mittelalterliche¹¹ Quellen.

Für die Antike sind dabei archäologische Quellen aufschlussreicher als die uns vorliegenden Schrift- und Bildquellen. Genau entgegengesetzt verhält es sich im Mittelalter. Die Archäologie kann hier so gut wie keine relevanten archäologischen Funde vorweisen, da die meistens in Kirchen erhaltenen Bestandteile von Orgeln in das Hoch- und Spätmittelalter datieren¹². Es existiert jedoch umfangreiches Schrift-¹³ und Bildmaterial¹⁴. Für die Epoche des Mittelalters waren wir in Hinblick auf einen Nachbau der byzantinischen Doppelorgel primär auf diese Quellengattungen angewiesen¹⁵. Die Zusammenschau von mittel- und nordeuropäischen (Schrift-)

Quellen mit den im archäologischen Fundgut erhaltenen Resten antiker Instrumente sowie byzantinischer Schrift- und Bildquellen enthüllte schließlich Entwicklungslinien bestimmter konstruktiver Elemente als auch Kontinuitäten des Orgelbaus (Abb. 2).

Die Anfänge der Orgel in der Antike

Als Urvater der Orgel gilt ein Ingenieur namens Ktesibios, der das hydraulische Windwerk erfunden haben soll. Dieser Sachverhalt ist lediglich aus Sekundärquellen tradiert, die ursprünglichen Aufzeichnungen des Ktesibios sind heute verloren. Die früheste heute noch erhaltene Erwähnung findet sich bei dem Ingenieur Philon von Byzantion, der wohl um die Mitte des 3. Jahrhunderts v. Chr. in Alexandria wirkte¹⁶. Erst in zwei deutlich jüngeren Texten wird die Konstruktion einer Orgel ausführlicher beschrieben, nämlich in den »Pneumatika« des Heron von Alexandria aus dem ersten nachchristlichen Jahrhundert¹⁷ und im 10. Kapitel von Vitruvs *de architectura* aus dem ersten vorchristlichen Jahrhundert¹⁸. Vitruv verstand sein Werk nicht als Anleitung für Handwerker zur Herstellung der beschriebenen Objekte, sondern vielmehr als Literatur zur theoretischen Vermittlung von Grundlagen ihrer Funktions-

9 Markovits, Orgel XIII.
10 Markovits, Orgel.
11 Williams, Organ.
12 Kjersgaard, Aspekte.
13 Sachs, Mensurierung.
14 Buhle, Miniaturen. – Maliaras, Byzantina.

15 Viele der von uns verwendeten historischen Quellen werden im Laufe dieses Artikels vorgestellt und erläutert.
16 Markovits, Orgel 31-34.
17 Markovits, Orgel 101-114.
18 Markovits, Orgel 42-73.

weise¹⁹. Vitruvs Arbeiten sind lediglich durch mittelalterliche Abschriften überliefert, antike Manuskripte sind von ihm nicht erhalten geblieben²⁰. Die in der Antike geläufige altgriechische Bezeichnung für die Orgel lautet *Hydraulos* bzw. *Hydraulis*. Sie besteht aus zwei Wörtern, nämlich »Hydra« für das Wasser und »Aulos« für das Rohr bzw. ein für die Antike typisches Rohrblattinstrument. Der Begriff verweist damit direkt auf die einzigartige Konstruktion des Windwerkes. In heutiger Zeit wird nahezu überall der Begriff Wasserorgel verwendet, um die Orgeln der Griechen und Römer zu bezeichnen. Hierin liegt ebenfalls eine gewisse Problematik. Der Orgelbaumeister W. Walcker-Mayer, welcher selbst mehrere Nachbauten der Orgel von Aquincum fertigte²¹, nannte die Bezeichnung irreführend, da der Wassertank lediglich der Regulierung des Winddruckes diene, ohne bei der eigentlichen Klangerzeugung mitzuwirken²². Der lateinische Begriff *organum* dagegen, in dessen Ableitung das Wort Orgel in deutscher Sprache entstand, ist von der Antike²³ bis ins 10. Jahrhundert – wie auch bei anderen Musikinstrumenten – nicht präzise in Gebrauch und Anwendung²⁴.

Archäologische Funde dreier Orgeln aus der Antike konnten in Aquincum (Budapest/HU)²⁵, in Aventicum (Avenches/CH)²⁶ und in Dion/GR²⁷ geborgen werden. Im Falle der Orgel von Aquincum (**Abb. 3**) handelt es sich um einen wahren Glücksfall für die Archäologie wie auch für die Erforschung des Orgelbaus: Ein Brand in römischer Zeit zerstörte ein Gebäude, wobei das Instrument mitsamt dem hölzernen Fußboden in den Keller stürzte und dort unter dem Brandschutt liegen blieb²⁸. Ironischerweise gehörte das »Brandopfer« nach Ausweis einer Widmungstafel dem Kollegium der Feuerwehr, dessen Vorsteher es im Jahr 228 aus privaten Mitteln gestiftet hatte²⁹. Hervorragend erhalten blieben Pfeifenwerk und Windlade. M. Markovits vermutete aufgrund der Abnutzung ihrer Schleifen, dass die Orgel von Aquincum ungefähr 20 Jahre lang regelmäßig verwendet wurde, also von 228 bis zum Brand um etwa 250³⁰. Er nimmt an, dass es sich bei der Schenkung um ein neuwertiges Instrument handelte, da ein hoher Beamter vermutlich kein gebrauchtes verschenkt hätte. Demnach würde das Jahr der Schenkung auch in etwa den Zeitpunkt der Herstellung wiedergeben³¹.

Die erhaltenen Metallfragmente bestehen aus verschiedenen Kupferlegierungen mit unterschiedlichen Anteilen von Zink, Zinn, Blei und Silber³². Einzig der Pfeifenstock besteht



Abb. 2 Mosaik mit Musikanten mit Horn (*cornu*) und Wasserorgel (*hydraulis*), Römische Villa Nennig, Perl-Nennig. – (Stiftung Saarländischer Kulturbesitz, Saarbrücken).

aus einer Bleilegierung. Andere Bestandteile der Orgel von Aquincum waren aus Holz gefertigt: die Windlade aus Fichte und die Stöpsel der gedeckten Pfeifen aus Eiche, ein einzelner allerdings aus Ulme³³. Völlig ungeklärt ist bis heute die Frage, ob es sich um eine Balg- oder Wasserorgel gehandelt hat. Leider hat sich kein Bestandteil der Windanlage erhalten³⁴, der einen solchen Rückschluss mit Sicherheit zulässt³⁵. Die Orgel von Aquincum wird auf ihrer Inschriftentafel als »HYDRA« bezeichnet³⁶. Dies könnte ein Hinweis auf ein Windwerk vom Typ Wasserorgel sein, doch die Diskussion darüber dauert bis heute an. Bereits 1932 wurde ein Nachbau durch die Orgelbauwerkstatt Angster gefertigt. Dieser richtete sich nach den Plänen von L. Nagy und J. Kalmár unter Mitwirkung von V. Sugár und J. Geyer³⁷. Weitere Nachbauten folgten³⁸, die den Originalfund der Orgel mitunter völlig unterschiedlich interpretierten. Insofern weichen die einzelnen Nachbauten teilweise eklatant voneinander ab³⁹. Über vermeintliche Orgelfunde aus Pompeji⁴⁰ wird bis heute eine Diskussion geführt. Vor nicht allzu langer Zeit haben sich dann, aufgrund eines früheren Hinweises in einer Monographie von F. Behn⁴¹,

19 Markovits, Orgel 42.

20 Die mit großer Wahrscheinlichkeit älteste Abschrift befindet sich in der British Library in London und ist dort als Harley Ms. 2767 eingeordnet. Sie stammt vermutlich aus dem Maasgebiet und datiert in das 9. Jh. n. Chr. Es handelt sich um 162 Pergamentblätter im Maß 28 cm × 21 cm. Der Text von Vitruv ist auf den Blättern 1'-161' zu finden. – Vgl. Markovits, Orgel 43.

21 Walcker-Mayer, Aquincum.

22 Walcker-Mayer, Aquincum 41.

23 Das Lateinlexikon bietet mehrere Möglichkeiten der Übersetzung des Begriffs an, so u. a. als Werkzeug, chirurgisches Instrument, Musikinstrument allgemein oder eben als Orgel. – Vgl. Stowasser 356.

24 Maliaras/Rühling, Musikinstrumente 1076 f. – Buhle, Miniaturen 54.

25 Nagy, Aquincum. – Kaba, Aquincum.

26 Jakob, Aventicum.

27 Pantermals, Dion.

28 Nagy, Aquincum 115 f.

29 Markovits, Orgel 170 f.

30 Markovits, Orgel 161.

31 Markovits, Orgel 161.

32 Gegus, Spektralanalytische Untersuchung.

33 Kaba, Aquincum 39.

34 Nagy, Aquincum 129.

35 Minárovics, Wasserorgel. – Szonntag, Druckluftregler.

36 Markovits, Orgel 170 f.

37 Kaba, Aquincum 8.

38 Walcker-Mayer, Aquincum.

39 Rühling, Vergangenheit. – Rühling, Ohr.

40 Behn, Musikleben 116. – Markovits, Orgel 100 f.

41 Behn, Musikleben 116.



Abb. 3 Der Nachbau der Orgel von Aquincum im RGZM. – (Foto A. Minack, Schwerin).

weitere mögliche Fragmente einer römischen Orgel aus dem Depot des Saalburg-Kastells bzw. Museums in Bad Homburg (Hessen) hinzugesellt⁴².

Heidnisches Erbe in christlichen Kirchen

Orgeln aus dem Mittelalter haben sich überwiegend oberirdisch und in Kirchen erhalten. Hier seien insbesondere Instrumente aus Skandinavien genannt, wie z. B. von Norrlanda (um 1280) und Sunde (um 1370) auf der Insel Gotland/S⁴³. Weiterhin haben sich Orgelpfeifen erhalten, Markovits be-

schreibt diese folgendermaßen: »Die ursprünglich 251, heute 220 kupfernen zylindrischen Labialpfeifen von etwa 25 cm- 105 cm Länge und annähernd 3 cm Durchmesser wurden 1906 in Bethlehem ausgegraben und sind heute noch unveröffentlicht«⁴⁴. Bei einem weiteren archäologischen Fund mittelalterlicher Orgelfragmente handelt es sich um mehrere Fragmente, welche in Greifswald (Mecklenburg-Vorpommern) geborgen wurden. Der Fundort war eine Fäkaliengrube, die zur Wohnung des örtlichen Domorganisten gehörte. Die Bruchstücke gelangten vermutlich zwischen 1320 und 1380 dort hinein. Es handelt sich um eine Windlade aus Eichenholz, auf der zwei Reihen Löcher eingebracht sind, eine Front für die Klaviatur und 17 kleinere Holzplättchen, alles ebenfalls aus Eiche, sowie kleine Lederlappen, die eventuell zu den Ventilen gehörten⁴⁵.

Vom Pergament zum Ton: Der Entwurf der byzantinischen Doppelorgel

Unsere primäre Quelle für die Rekonstruktion der byzantinischen Doppelorgel war allerdings das zwischen 1100 und 1120 verfasste Werk *De diversis artibus* des Theophilus Presbyter⁴⁶. Dabei handelt es sich um eine Schrift zum hochmittelalterlichen Kunsthandwerk. Darin wird auch die Vorgehensweise beim Bau von Glocken⁴⁷, Zimbeln⁴⁸ und Orgeln⁴⁹ eingehend erläutert. Die von uns verwendete Edition des Goldschmiedemeisters E. Brepohl orientiert sich durchweg an der technischen und handwerklichen Praxis⁵⁰. Theophilus schreibt zu Beginn, dass sein Werk auch handwerkliche Techniken u. a. aus Griechenland enthält⁵¹. Einige der von ihm beschriebenen Herstellungsverfahren und Gegenstände haben demnach byzantinische Quellen bzw. Handwerkstraditionen zum Vorbild gehabt. Theophilus war offensichtlich selbst sogar nach Byzanz gereist⁵². Für uns von besonderem Interesse war weiterhin ein Aufsatz von K. Körte⁵³ über einen Brief, in dem Wulfstan, der Cantor zu Winchester, dem Empfänger Bischof Elfeg II. die große Orgel der Kirche beschreibt. Nach Körte lässt sich das Schreiben zuverlässig zwischen 992 und 994 datieren. Daher ist davon auszugehen, dass die dort beschriebene Orgel im Zeitraum zwischen den Jahren 984 und 994 gebaut wurde⁵⁴. Sie wurde von zwei Mönchen gleichzeitig gespielt, und verfügte über 400 Pfeifen und 40 Schleifen⁵⁵. Insbesondere die in dem Artikel angestellten Überlegungen zu Konstruktion und Bauweise mittels Gegenüberstellungen und Vergleichen anhand weiterer überlieferter

42 Diese wurden bereits vermessen, dokumentiert und im Archäometriellabor des RGZM eingehend untersucht. Nachbauten anhand der Fragmente sind in Planung. Eine entsprechende Publikation steht daher noch aus.

43 Kjersgaard, Aspekte.

44 Markovits, Orgel 165.

45 Tamboer, Klänge 38.

46 Brepohl, Theophilus.

47 Brepohl, Theophilus 256-268.

48 Brepohl, Theophilus 269-281.

49 Brepohl, Theophilus 242-255.

50 Mittelalterliche Traktate sind keineswegs nur theoretische Abhandlungen eines Themas, sondern können gute Anleitungen für die handwerkliche Arbeit enthaltenen, wie Untersuchungen der Pfeifen- und Glockenmessungen gezeigt haben: Markovits, Tonsystem 108.

51 Brepohl, Theophilus 33.

52 Brepohl, Theophilus 161.

53 Körte, Winchester.

54 Körte, Winchester 2.

55 Körte, Winchester 1.

Abb. 4 Rekonstruierte Registerschaltung der Doppelorgel. – (Foto A. Minack, Schwerin).



Quellen zu Orgeln des Mittelalters und deren Bauweise sind hervorragend und lieferten uns diverse Hinweise und Ideen. Wir haben uns in Bezug auf den Nachbau einer Orgel des Mittelalters, inspiriert an den historischen Quellen wie etwa den Psalter von Utrecht und den Brief über die Orgel von Winchester, für eine Doppelorgel⁵⁶ entschieden und uns in ihrer Konstruktionsweise primär an den Bildquellen orientiert. Ein Instrument bildet hierbei die Melodieorgel, das andere die dazugehörige Begleitorgel⁵⁷. Es handelt sich hierbei jeweils um ein eigenständiges Instrument mit jeweils eigener Windversorgung, welche quellengetreu auf einem gemeinsamen Spieltisch aufgebracht wurden. Die Melodieorgel besitzt zudem zwei koppelbare Register, da diese bereits für die Antike nachweisbar sind. Sie wären ebenso im Mittelalter in entsprechender Bauweise umsetzbar gewesen, wie wir durch unseren Nachbau belegen konnten. Weiterhin wählten wir aus Kupfer und Blei gegossene Windladen, deren Bau bei Theophilus erläutert wird⁵⁸. Auch Notker Balbulus (Notker I. von St. Gallen) erwähnt für das Mittelalter Laden aus Metall⁵⁹. Dessen Bericht über einen vermeintlichen Orgelnachbau durch die Handwerksmeister am Hof Karls des Großen wird im weiteren Verlauf dieses Artikels noch ausführlicher vorgestellt werden.

Auch bei der Konstruktion der Pfeifen sind wir der Bauanleitung des Theophilus gefolgt. Die meisten Bild- und Schriftquellen allerdings berichten von deutlich weniger als den für die Winchester-Organ überlieferten 400 Pfeifen. Für Byzanz wird z. B. ein Instrument mit 60 Pfeifen erwähnt⁶⁰. Die Orgel von Aquincum besaß insgesamt 52 Stück⁶¹, Avenches

wahrscheinlich sogar 72⁶². Die in mittelalterlichen Bildquellen dargestellten Doppelorgeln besitzen mit beispielsweise insgesamt acht⁶³ bis zwölf oder auch 16 Stück deutlich weniger Pfeifen⁶⁴. Unser Nachbau einer Doppelorgel verfügt über insgesamt 34 Pfeifen.

Viel Wind um schöne Töne: der Aufbau einer Orgel

Die Basiskomponenten bilden bei Orgeln Windanlage, Windlade, Tontraktur, Registertraktur und Pfeifenwerk. Kernstück des Instrumentes ist die Windlade, sie führt die in der Windanlage erzeugte Druckluft dem den Klang erzeugenden Pfeifenwerk zu. Hier werden die Steuerimpulse umgesetzt, durch die der Spieler auf den Trakturen Ton und Klangfarben wählt⁶⁵. Bei der Windlade der Bordunorgel handelt es sich gleichsam um eine Schleiflade, wobei mit den Schleifen wie gehabt die einzelnen Töne direkt angespielt werden⁶⁶. Bei der Melodieorgel sowie der Orgel von Aquincum handelt es sich um Registerkanzellenladen⁶⁷ (**Abb. 4**).

Die Windlade beinhaltet, sofern vorhanden, die Registeranlage, welche für das Öffnen und Schließen der Windzufuhr für die einzelnen Register zuständig ist. Im Altertum besteht ein Register jeweils aus einer Pfeifenreihe eines bestimmten Pfeifentyps und somit Pfeifen der gleichen Klangfarbe. Die römische Orgel von Avenches besaß sechs, Aquincum vier Register⁶⁸. »In der »klassischen« Anordnung bei Orgeln mit rein mechanischer Traktur sind die Register als Züge meist

56 Markovits, Orgel 452-455.

57 Vgl. **Abb. 6**.

58 Brepohl, Theophilus 253-255.

59 Schuberth, Liturgie 120f.

60 Berger, Dimension 66.

61 Kaba, Aquincum 9.

62 Jakob, Avenicum 41.

63 Vgl. **Abb. 12**.

64 Markovits, Orgel 452-455.

65 Bauer/Bredenbach, Probieren 57.

66 An dieser Stelle nicht zu verwechseln mit der modernen Schleiflade, bei der mit einer Schleife alle Töne des jeweiligen Registers freigegeben werden. Persönliche Mitteilung Michael Zierenberg am 21.4.2017.

67 Walcker-Mayer, Aquincum 49.

68 Jakob, Avenicum 41.

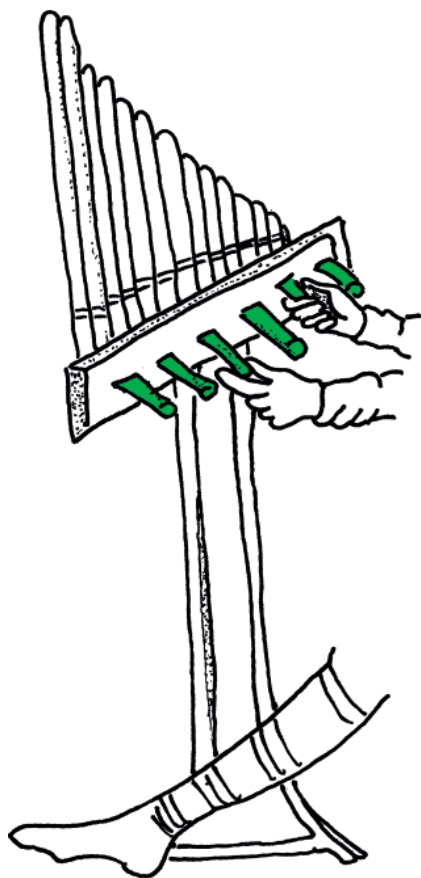


Abb. 5 Umzeichnung einer Orgeldarstellung mit Spieler aus dem Mittelalter. Die Zugschleifen sind hier zu Illustrationszwecken grün eingefärbt. – (Umzeichnung R. Gehler, Schwerin-Mueß. Nach: Buhle, Miniaturen, Taf. 14 Orgel Pommersfelden, Gräfl. Schönbornsche Bibliothek, Cod.2776).

beidseitig der Manuale, gelegentlich auch darüber oder nur linksseitig angelegt«⁶⁹. Es gibt zudem Windladen mit koppelbarer Registerschaltung. Diese ermöglichen beim Spiel, dass die Register meist beliebig miteinander kombiniert werden können und nicht nur jeweils eine einzelne Pfeifenreihe mit Luft versorgt wird. Die Orgel von Aquincum besaß bereits solch koppelbare Register⁷⁰. Die Konstruktionsbeschreibung des Theophilus hingegen sieht keinen derartigen Mechanismus vor⁷¹. Im Fall der drei Nachbauten sind die vorhandenen Registerzüge an der vom Spieler aus gesehen rechten Seite der Windlade angebracht⁷². Diese müssen, um das jeweilige Register zu öffnen, herausgezogen und zum Schließen wieder hineingeschoben werden. Beim Herausziehen wird eine durchbohrte Platte innerhalb der Windlade so verschoben, dass diese unterhalb einer weiteren Öffnung zum Liegen kommt und so Luft in den jeweiligen Windkanal des Registers strömen kann. Ein Ton erklingt schließlich dann durch das Betätigen einer sog. Zugschleife oder Taste⁷³. Hierdurch wird ebenfalls eine durchbohrte Platte bzw. sog. Schleife (daher auch die Bezeichnung Schleiflade) innerhalb der Windlade so verschoben, dass diese unterhalb einer weiteren Öffnung

parallel liegt und somit Luft in die jeweilige sog. Tonkanelle weiter zur Pfeife strömen kann. Somit erklingt die darüberstehende Pfeife. Eine Zugschleife als Spielmechanismus verhält sich in der Handhabung ähnlich zu einem Registerzug; beim Herausziehen erklingen eine oder mehrere Pfeifen, beim Hineindrücken verstummen diese wieder. Zugschleifen sind nach neuesten Erkenntnissen bereits für das 4. bzw. 5. Jahrhundert nachweisbar⁷⁴ (**Abb. 5**).

In Bezug auf Tasten als Spielmechanismus führt R. Hammerstein als früheste Bildquelle für eine Tastatur den Rutland Psalter aus Großbritannien an, welcher um 1250 gefertigt wurde⁷⁵. Zudem erwähnt er auch den Robertsbridge Codex, welcher den wohl frühesten Beleg für eine Notierung mit »Tastenmusik« darstellt und in die zweite Hälfte des 14. Jahrhunderts datiert⁷⁶. Eine antike Öllampe in Form einer Orgel mitsamt dem darauf spielenden Organisten zeigt allerdings 18 rechteckige Plättchen, deren Breite durch die Pfeifenabstände des Instruments definiert werden. Diese vermeintlichen Tasten sind durch Kerben angedeutet, ihre waagerechte Lage spricht allerdings bereits für eine Tastatur denn für Zugschleifen⁷⁷. Auch die Orgel von Aquincum besaß offensichtlich bereits Tasten mit einem Federmechanismus⁷⁸. Ähnliches gilt auch für die bei Vitruv und Heron⁷⁹ beschriebenen Spielmechanismen wie für spätere Erläuterungen aus dem Mittelalter⁸⁰. Aufgrund dieser Quellenlage muss die Erfindung einer Tastatur als Spielmechanismus für eine Orgel bereits ebenfalls in der Antike liegen. Im Fall der byzantinischen Doppelorgel haben wir uns zu Demonstrationszwecken für beide Möglichkeiten entschieden: Die Melodieorgel verfügt über eine Tastatur, die Begleitorgel über Zugschleifen (**Abb. 6**).

Das Pfeifenwerk bezeichnet den auf der Windlade aufgebraachten Pfeifenstock zusammen mit allen vorhandenen Pfeifen. Bei großen Orgeln, wie z. B. Kirchenorgeln, gliedert es sich in Teilwerke, in welchen jeweils mehrere Register zusammengefasst sind, die zusammen auf einer Windlade stehen. Es gibt sehr viele unterschiedliche Pfeifentypen. Sie unterscheiden sich primär in ihrer Klangfarbe, aber auch in ihrer Lautstärke. Prinzipiell lassen sich die verschiedenen Orgelpfeifen in zwei Gruppen einteilen: »1. die Labialpfeifen oder Lippenpfeifen, bei denen der Ton durch die schwingende Luftsäule im Pfeifenkörper erzeugt wird (eine Tonerzeugung wie z. B. auch bei der Blockflöte), 2. die Lingualpfeifen oder Zungenpfeifen, bei denen der Ton durch eine schwingende Metallzunge erzeugt wird (ein ähnliches Prinzip finden wir beim Harmonium und bei der Mundharmonika)«⁸¹. Bei den Zungenpfeifen muss man allerdings ebenfalls in zwei Gruppen unterscheiden: 1. solche mit aufschlagender Zunge (ähnlich der Klarinette und des Sa-

69 Bauer/Bredenbach, Probieren 66.

70 Walcker-Mayer, Aquincum 10.

71 Brepohl, Theophilus 255.

72 Vgl. **Abb. 4**.

73 Vgl. **Abb. 6**.

74 Rühling, Gipsmodell.

75 Hammerstein, Macht 94.

76 Hammerstein, Macht 94.

77 Markovits, Orgel 117.

78 Markovits, Orgel 715 **Abb. 36**.

79 Markovits, Orgel 714 **Abb. 34-35**.

80 Markovits, Orgel 717 **Abb. 38**.

81 Bauer/Bredenbach, Probieren 71.

Abb. 6 Zugschleifen (links) und Tasten (rechts) der Doppelorgel. – (Foto A. Minack, Schwerin).



xophons), 2. solche mit durchschlagender Zunge (vergleichbar mit dem Harmonium und der Mundharmonika)⁸². Obwohl einige Forscher der Meinung sind, dass es Lingual- bzw. Zungenpfeifen bereits im Altertum gegeben haben muss⁸³, sind diese im archäologischen Befund nicht nachweisbar. Bei Theophilus Presbyter wird lediglich der Bau einer einzigen Sorte von Labialpfeifen beschrieben⁸⁴. Orgelpfeifen sind häufig auch nach ihrer Fertigstellung mithilfe verschiedener Mechanismen nachträglich stimmbar. Eine Möglichkeit hierzu bieten die sog. Stimmringe, welche sich auch beim offenen Pfeifenregister der Aquincum-Orgel finden: »[...] Stimmringe, die über das obere Ende des Pfeifenkörpers geschoben sind: durch ihr Verschieben wird der Pfeifenkörper länger oder kürzer«⁸⁵. Die anderen drei gedackten Register der Aquincum-Orgel lassen sich mithilfe der in die Pfeifen eingeführten Holzstäbchen stimmen, indem man diese weiter aus der jeweiligen Pfeife herauszieht oder weiter hineinschiebt⁸⁶. Die Pfeifen der byzantinischen Doppelorgel hingegen besitzen keinen Stimmmechanismus. Man kann eine Tonkorrektur nur erreichen, indem man die jeweilige Pfeife selbst verändert, etwa indem man ihre obere Öffnung weitet oder verengt (**Abb. 7**).

Bevor man die Pfeifen einer Orgel baut, muss zunächst eine entsprechende Mensur erstellt werden. Damit beginnt auch Theophilus sein Kapitel über den Orgelbau: »Wer eine Orgel bauen will, muss zunächst ein Verzeichnis der Mensuren haben, wie groß die tiefen, hohen und ganz hohen Pfeifen bemessen werden sollen«⁸⁷. Diese unterscheiden sich folgen-

dermaßen: Längen-, Weiten-, Labien- und Aufschnittmensur. Für alle hier vorgestellten Nachbauten spielten gleichsam nur Weiten-, Längenmessungen und Labienbreiten eine Rolle bei der Dimensionierung der Pfeifen. Die Aufschnitthöhe wurde bei der Intonation festgelegt. Weitenmessungen bezeichnen das Verhältnis von Oktave zu Oktave, gleichsam das Verhältnis zur Länge der Pfeife⁸⁸. Je enger eine Pfeife, desto obertonreicher und weniger tragfähig ist ihr Klang, je weiter eine Pfeife, desto grundtonreicher und besser tragfähig ist er. Je länger also der Pfeifenkörper ist, desto tiefer ist der Ton. Gemessen wird in der Regel vom Unterlabium bis zum Ende des Pfeifenkörpers, da die Pfeifenfüße in der Regel von gleicher Länge sind⁸⁹. Orgelpfeifen bestehen meist aus Metall oder Holz, es gibt aber auch Pfeifen aus Kunststoff, Knochen, Horn oder Bambus. Früher wie heute verwenden Orgelbauer beim Pfeifenbau unterschiedliche Metalllegierungen als auch verschiedene Holzsorten. Heutzutage bestehen Metallpfeifen meist aus Zinnbleilegierungen. In Orgeln vorhandene Pfeifen aus Reinblei oder Kupfer wurden in der Regel vor der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gefertigt. Auch die von Theophilus verfasste Anleitung zum Bau von Orgelpfeifen aus Kupfer⁹⁰ erwies sich in ihrer Umsetzung als schwierig. In der Regel bestehen Orgelpfeifen aus einem Pfeifenfuß und dem sich oberhalb davon anschließenden Pfeifenkörper und werden daher aus zwei Teilen zusammengesetzt⁹¹. Im Gegensatz hierzu besitzen die von Theophilus beschriebenen Pfeifen nämlich keinen Pfeifenfuß im bautechnischen Sinn. Das La-

82 Persönliche Mitteilung Michael Zierenberg am 13.3.2017.

83 Markovits, Orgel 127-129. 340.

84 Brepohl, Theophilus 242-245.

85 Bauer/Bredenbach, Probieren 71.

86 Vgl. **Abb. 7**.

87 Brepohl, Theophilus 242.

88 Persönliche Mitteilung Michael Zierenberg am 13.3.2017.

89 Bauer/Bredenbach, Probieren 72.

90 Brepohl, Theophilus 242-245. – Vgl. **Abb. 1**.

91 Dies trifft für beide Pfeifentypen der Orgel von Aquincum zu. Bei der byzantinischen Doppelorgel ist dies nicht der Fall, dort sind alle Pfeifen aus einem einzigen Stück Kupferblech gefertigt.



Abb. 7 Der Nachbau der Orgel von Aquincum im RGZM. Hier im Bild die Tastatur und die drei gedackten Register mit den Holzstäbchen in den Pfeifen. – (Foto A. Minack, Schwerin).

bium wird in das noch flache Kupferblech eingeschnitten und das Blech hiernach auf einem konischen Eisendorn rund gebogen. Danach werden die Nähte überlappend gelötet und schließlich die Kernplatte durch die Labialöffnung eingelötet⁹².

Abschließend werden die Pfeifen intoniert. Die Intonation ist der wichtigste Vorgang zur Optimierung der Klangqualität. Hierbei wird jede einzelne Pfeife im Kirchenraum⁹³ einer

Art »Finetuning« unterzogen; Aufschnitthöhe, Kernstellung, Stellung der Labien, Weite der Fußlochöffnung und der Kernspalte werden gegebenenfalls leicht überarbeitet⁹⁴. Bei der Doppelorgel ist dies ein Vorgang, der gleichsam nur durch einen Orgelbauer bzw. fachkundigen Handwerker mit entsprechendem Werkzeug durchgeführt werden kann. Der Größe des Dorns zur Herstellung der Pfeifen bzw. des Konus der von Theophilus beschriebenen Labialpfeifen haben wir uns mithilfe weiterer Schriftquellen⁹⁵ und entsprechender Versuche angenähert. Beispielsweise wird ein Verhältnis der unterschiedlichen Durchmesser einer konischen Pfeife mit dem Verhältnis der Durchmesser eines Lerchen- und eines Taubeneis gleichgesetzt⁹⁶. Solche Angaben allein allerdings dienen lediglich einer Orientierung⁹⁷. So haben wir bereits vor Baubeginn u. a. anhand überlieferter Mensuren aus dem Mittelalter festgelegt⁹⁸, über welchen Tonvorrat die Doppelorgel verfügen soll⁹⁹.

Die byzantinische Doppelorgel verfügt über den folgenden Tonvorrat (von der dem Spieler zugewendeten Seite aus, links beginnend)¹⁰⁰:

Begleitorgel, im Umfang einer Septime

1. Register: Offene Pfeifenreihe: A – g (A, B, H, c, d, e, f, g)

Melodieorgel, im Umfang einer Duodezime

1. Register: Offene Pfeifenreihe: A – e' (A, H, c, d, e, f, fis, g, a, h, c', d', e')

2. Register: Offene Pfeifenreihe: d – a' (d, e, f, g, a, b, h, c', d', e', f', g', a')

Frischer Wind für die Forschung: Thesen, Ergebnisse und Ausblick des Projektes

Es gab, wie zu erwarten, bereits während der Fertigung wie auch bei der jetzigen Nutzung der Orgeln manche Schäden und Verschleißspuren, die kleine Reparaturen nötig machten. Spuren von Reparaturen fanden sich auch am Fund von Aventicum¹⁰¹. Der Grad der Beschädigungen im Laufe der Fertigung und der nachfolgenden häufigen Verwendung der Nachbauten kann Aussagen über Herstellungstechniken und die quantitative Nutzung des Originals geben. Zudem wurden und werden weiterhin die Reaktionen der Instrumente auf Umwelteinflüsse (z. B. Temperatur, Feuchtigkeit) getestet und dokumentiert. Hierdurch können Rückschlüsse über einzelne Komponenten, wie etwa die Materialwahl bei den Außenverkleidungen, gezogen werden¹⁰². Hier gab es bereits erste Ergebnisse in Bezug auf alle drei Nachbauten.

92 Brepohl, Theophilus 243 Abb. 81.1.

93 Gleichsam jedweder Raum der fixen Aufstellung der Orgel. Im Falle des Nachbaus der Orgel von Aquincum, welcher sich im Privatbesitz der Autorin befindet, wurde die Intonation bereits in der Orgelbauwerkstatt bei 21°C vorgenommen, da er regelmäßig an verschiedenen Orten gespielt wird.

94 Bauer/Bredenbach, Probieren 72.

95 Sachs, Mensurierung 96-103.

96 Sachs, Mensurierung 259. – Markovits, Tonsystem 55. 57.

97 Sachs, Mensurierung 100f.

98 Sachs, Mensurierung. – Markovits, Tonsystem 53-62.

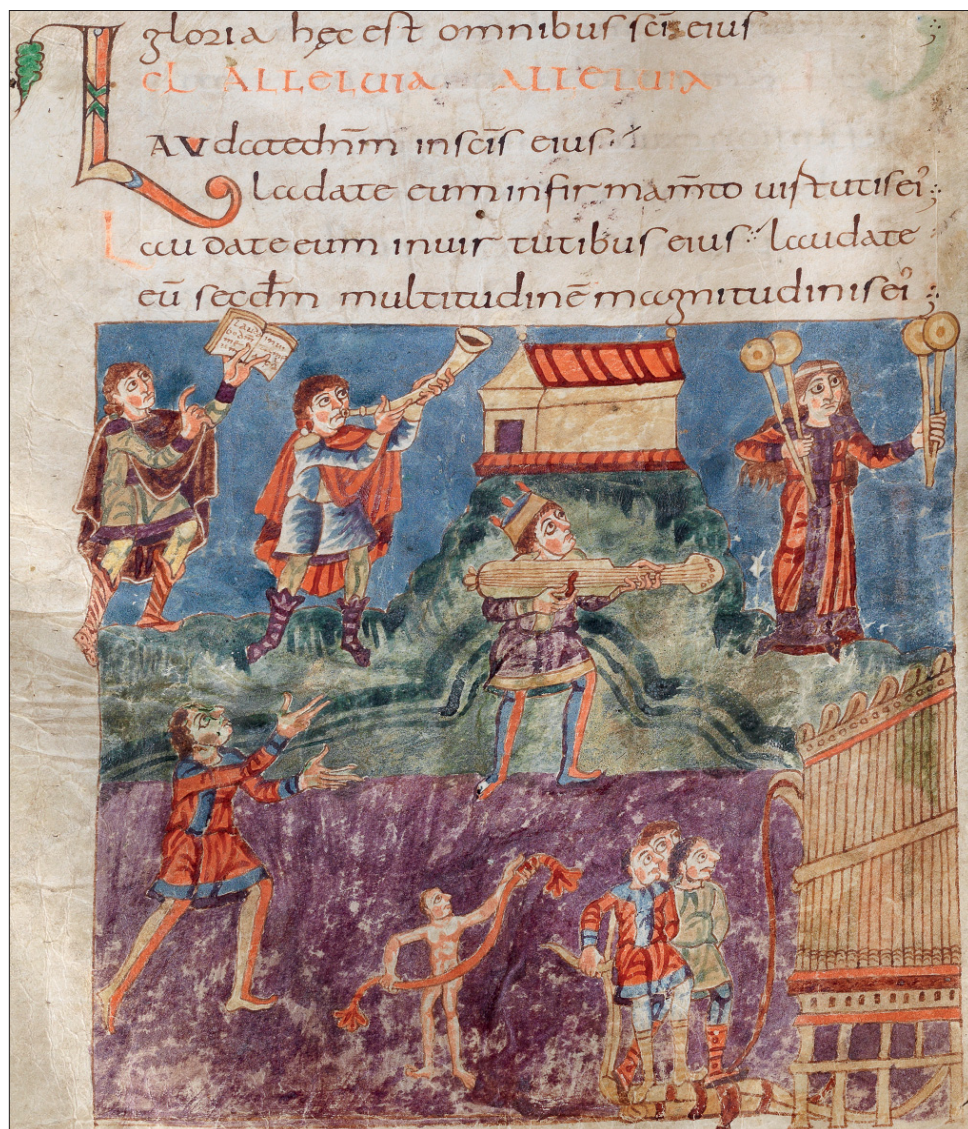
99 Eine detaillierte Beschreibung unserer Vorgehensweise beim Pfeifenbau sowie Thesen und konstruktionstechnische Versuchsreihen zur Festlegung des Tonvorrates werde ich ebenfalls innerhalb meiner Dissertation vorstellen.

100 Der Ton a entspricht 440 Hertz (4-Fuß bezogen). Somit entspricht das tiefere A 220 und das höhere a' 880 Hertz. Die Intonation wurde bei 20° C vorgenommen.

101 Jakob, Aventicum 26-28.

102 Gleichsam werden auch diese Untersuchungen innerhalb meiner Dissertation vorgestellt und ausgewertet.

Abb. 8 Darstellung einer Balgorgel im Stuttgarter Psalter. Drei Kalkanten pumpen den Wind mittels Fußbälgen. – (Württembergische Landesbibliothek Stuttgart, Stuttgart, Cod. bibl. fol. 23, Bl. 163^v).



Dieser Teilaspekt unserer Untersuchungen soll allerdings hier nicht weiter besprochen werden. Im Hinblick auf die Ausstellung »Byzanz & der Westen. 1000 vergessene Jahre« im Jahr 2018, wiederum wie bereits 2012 auf der Schallaburg, bietet der Nachbau der byzantinischen Doppelorgel den Besucherinnen und Besuchern erneut die Möglichkeit, gleichsam »der Vergangenheit zu lauschen«. Eine Änderung bzw. Erweiterung stellt das nach den bereits erwähnten historischen Quellen im Rahmen der Ausstellung neu rekonstruierte hydraulische Windwerk dar. Die Windversorgung der beiden Nachbauten der Orgel von Aquinum erfolgt zurzeit noch ausschließlich mit Hilfe elektrischer Gebläse. Hier stehen Versuche zur Windversorgung sowohl als Wasser- wie auch als Balgorgel gegenwärtig noch aus. Die Doppelorgel hingegen kann bereits wahlweise über ein ebensolches Elektrogebläse

oder durch das Pumpen mittels Blasebälgen mit Wind versorgt werden.

Der Grammatiker Julius Pollux bezeugt im 2. Jahrhundert erstmals die Existenz von Balgorgeln¹⁰³. Ein wichtiges Detail hierbei ist, dass Pollux Balgorgeln im Vergleich zu Wasserorgeln als kleinere Variante des Instrumentes beschreibt¹⁰⁴. Dabei scheint es sich in der Antike ausschließlich um fußgetriebene Bälge¹⁰⁵ gehandelt zu haben¹⁰⁶. Ein weiteres Beispiel für die Erwähnung einer Balgorgel entsprang der Feder des römischen Kaisers Flavius Claudius Iulianus (361-363), es handelt sich dabei um ein Epigramm in der Form einer Orgel. Es entstand in Konstantinopel und datiert in die Zeit vor dem Jahr 345¹⁰⁷. Dieses nennt bereits Rindsleder als Werkstoff für die Bälge, wie der auch bereits erwähnte und im späteren Verlauf hier noch ausführlich vorzustellende jüngere

103 Markovits, Orgel 127-130. 414.

104 Bartelink, Pneumatische Orgel 121.

105 Vgl. Abb. 8.

106 Degering, Orgel 57f.

107 Markovits, Orgel 202-207.

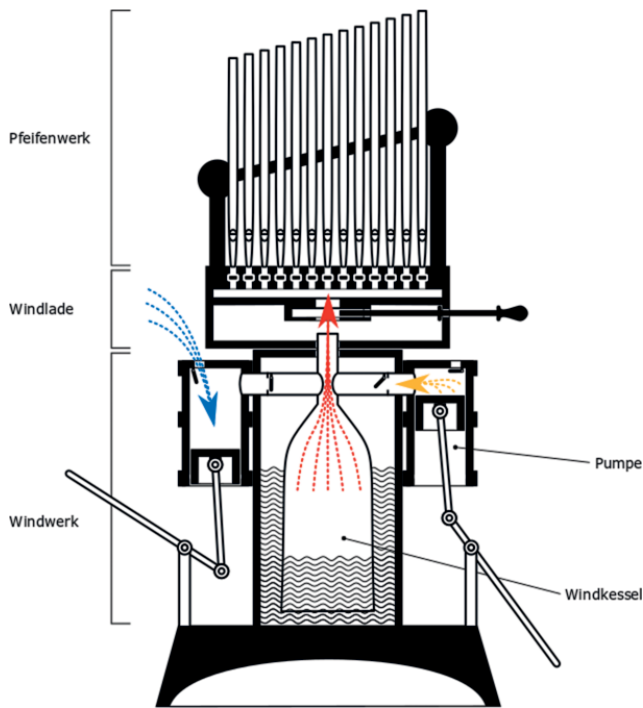


Abb. 9 Funktionsweise einer antiken Wasserorgel. – (Graphik A. Sturm, Aachen).

Bericht Notkers. Insgesamt liegen uns laut Markovits für das Altertum insgesamt neun Schriftbelege und fünf bildliche Darstellungen von Balgorgeln vor¹⁰⁸, den Stuttgarter Psalter aus dem 9. Jahrhundert¹⁰⁹ eingeschlossen, da dieser eventuell auf ältere Vorbilder zurückgeht¹¹⁰. Wann genau und vor allem warum die Entwicklung einsetzte, den Mechanismus der Wasserorgel durch Bälge zu ersetzen, entzieht sich allerdings unserer Kenntnis ebenso, wie die Beantwortung der Frage, zu welchem Zeitpunkt die letzte Wasserorgel ihren Betrieb einstellte. Noch im Mittelalter werden vereinzelt Orgeln mit einem Wasserantrieb abgebildet¹¹¹. Allerdings kann auch hier nicht ausgeschlossen werden, dass es sich dabei lediglich um Kopien älterer Vorlagen handelt¹¹². Die Bauweise von Blasebälgen wird u. a. ebenfalls durch Theophilus erläutert¹¹³. Allerdings haben wir uns aus logistischen Gründen gegen die bei Theophilus empfohlene Verwendung von Leder von Widern¹¹⁴ und stattdessen für Rindsleder entschieden. Dessen Verwendung ist, außer in dem bereits erwähnten Epigramm, durch mindestens eine weitere Schriftquelle belegt¹¹⁵, auf welche später noch eingegangen wird. Die insgesamt sechs Blasebälge der Doppelorgel, von denen je drei eine Orgel mit Wind versorgen, sind vom Typ eines Spitzblasebalges. Ihre

Form hat den Vorteil, dass sie auch von Laien bedient werden können. Ihre Existenz im Mittelalter ist durch unterschiedliche Bild- und Schriftquellen gut dokumentiert¹¹⁶ (Abb. 8).

Gerade im Fall der drei archäologisch belegbaren Instrumente aus der Antike ist nicht klar, ob es sich um Wasser- oder um Balgorgeln handelte. Aus den aufgefundenen Bestandteilen und Fragmenten lässt sich in keinem Fall mit absoluter Sicherheit die Art des Windwerkes ableiten, obwohl insbesondere ein heute nicht mehr vorhandenes Fragment der Orgel von Aquincum ein Teil hiervon hätte sein können¹¹⁷. Die Funktion dieses für die Antike so typischen elaborierten Windwerkes sei an dieser Stelle kurz erläutert¹¹⁸: Die Windanlage besitzt ein Pumpwerk zum Verdichten der Luft und in der Regel noch einen Ausgleichsbehälter, um einen gleichmäßigen Luftdruck zu gewährleisten. Dieser Teil der Orgel, welcher ebenfalls zum Windwerk gezählt wird, leitet die Luft durch die Windlade zum Pfeifenstock, auf welchem die Orgelpfeifen stehen. Die einzigartige Erzeugung des Orgelwindes unter Zuhilfenahme von Wasser sollte an dieser Stelle kurz erläutern werden: Seitlich an einem säulenförmigen Wasserbehälter sind ein bis zwei Pumpen angebracht, mit deren Hilfe man den Wind in einen weiteren, innenliegenden und glockenförmigen Druckbehälter pumpt. Dieser taucht in den Wasserbehälter ein. Die Luft verdrängt das Wasser im Innenbehälter, wodurch es im Außenbehälter ansteigt. Ein Rohr leitet nun die komprimierte Luft aus dem Druckbehälter in die Windlade der Orgel, welche die Spielpfeifen mit Luft versorgt. Beim Drücken einer Taste oder Zugschleife sinkt der Druck zunächst, sodass Wasser in den Druckbehälter zurückströmt. Das zurückströmende Wasser komprimiert die verbleibende Luft und sorgt so für einen gleichbleibenden Luftstrom zu den Pfeifen. Das aufwendige hydraulische System soll also lediglich verhindern, dass die Tonerzeugung durch Druckschwankungen gestört wird¹¹⁹ (Abb. 9).

Vorwiegend orientieren wir uns beim Nachbau an der Beschreibung einer Wasserorgel bei Vitruv¹²⁰ und den entsprechenden Bildquellen, wie den Illustrationen in dem ebenfalls bereits erwähnten Psalter von Utrecht. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Beitrages ist geplant, den Kessel aus Bronze zu fertigen, da verschiedene Kupferlegierungen auch für die Herstellung der Orgeln aus Aquincum¹²¹ und Avenches¹²² verwendet wurden. Innerhalb der Antike wird das Windwerk in Form eines Hexa- oder Oktagon abgebildet¹²³. Anders verhält es sich bei den späteren Darstellungen. Der Utrechter Psalter bildet die Kessel des Windwerkes rund ab, gleichsam als Tonne unterhalb des Spieltisches. Sie scheinen

108 Markovits, Orgel 414f.

109 Markovits, Orgel 305-308.

110 Markovits, Orgel 414f.

111 Psalter von Utrecht: Utrecht, Universitätsbibliothek, MS Bibl. Rhenotraiectinae I Nr 32. Digitale Sammlungen (2013). URL: hdl.handle.net/1874/284427 (18.9.2016).

112 Buhle, Miniaturen 79.

113 Brepohl, Theophilus 60f.

114 Brepohl, Theophilus 60.

115 Schubert, Liturgie 120f.

116 Weissgerber/Seifert, Gebläse.

117 Minárovics, Wasserorgel.

118 Vgl. Abb. 9.

119 Rühling, Hydraulik 55.

120 Markovits, Orgel 42-73.

121 Gegus, Spektralanalytische Untersuchung.

122 Jakob, Avenicum.

123 Vgl. Abb. 2.

Abb. 10 Abbildung einer vermeintlichen »Wasserorgel« im Eadwine Psalter. Lediglich die beiden Wassertanks und die Pfeifen sind dargestellt. In Anbetracht anderer Darstellungen wirkt diese hier nahezu realitätsfern. – (Master and Fellows of Trinity College, Cambridge, Ms. R.17.1, Bl. 121⁹).



durch einzelne Querringe bzw. Reifen verstärkt zu werden¹²⁴. Der Eadwine Psalter (**Abb. 10**), der den Psalter von Utrecht als Vorbild hatte, zeigt bei den gleichen Illustrationen ebenfalls die Reifen, teilweise bestehen die Tonnen sogar aus Dauben oder zwischen den Reifen befinden sich bunte Muster¹²⁵. Hier werden also mit einiger Wahrscheinlichkeit Holzfässer dargestellt, stellvertretend für eine zeitgenössische Form von Behältnissen für große Flüssigkeitsmengen. Bei den Illustrationen zu Psalm 150 unterscheidet sich sogar die Anzahl der Tonnen, der Utrechter Psalter zeigt zwei Stück, während der Eadwine Psalter drei abbildet. Ob der Zeichner des Letzteren, genau wie der Utrechter Illuminator, überhaupt jemals eine Wasserorgel gesehen hat, wird verschiedentlich bezweifelt¹²⁶. Trotzdem muss man sich die Frage stellen, ob hier vielleicht zumindest so viel technisches Verständnis vorlag, dass dieses dritte Fass vielleicht sogar einen »Ausgleichsbalg« darstellen soll. Denn drei Fässer würden das Grundvolumen erhöhen, da der Druck durch das Wasser in allen gleich ist, aber eben mehr Fläche zur Verfügung stehen würde. Allerdings werden wir nur die Bordunorgel mit einem solchen tonnenförmigen, hydraulischen Windwerk versehen, die Melodieorgel wird wie bisher mithilfe der Bälge mit Luft versorgt werden. Zudem wird sich auch weiterhin die Möglichkeit bieten, beide Orgeln durch den elektrischen Motor mit Wind zu versorgen – geschuldet ist dies vorwiegend einem »neuzeitlichen Mangel an Personal«. Als Pumpvorrichtung werden zwei Kolbenpumpen dienen, welche sich ebenfalls in ihrer Bauweise nach Möglichkeit an den historischen Vorbildern orientieren sollen¹²⁷. Aufgrund der Quellenlage, ihrer unterschiedlichen Interpretationen und den daraus resultierenden kontroversen The-

sen werden wir daher versuchen, mit einem entsprechenden Nachbau den Funktionsbeweis für eine solche Konstruktion anzutreten. Diese soll entsprechend auch Ergebnisse für einen späteren Nachbau eines hydraulischen Windwerkes, ausschließlich nach Vorbildern der Antike, liefern. Des Weiteren sind entsprechende Versuchsreihen u. a. zur Pumpfrequenz, des Schallpegels bzw. der Lautstärke der Wasserorgel beim Spiel und des hydraulischen Windwerkes an sich, sowie eine Evaluierung der Erfahrungen der Kalkanten¹²⁸ geplant.

Akustische High-End-Geräte für viele Gelegenheiten: Einsatz der Orgel in Antike und Mittelalter

Die Frage nach der Verwendung der Orgel ist bereits für die Antike nicht ganz einfach zu beantworten¹²⁹. Sie erklang an verschiedenen Orten wie dem Theater, Amphitheater, Odeum, Hippodrom, Tempel, Palast, in der Arena¹³⁰ und in Privathäusern¹³¹. Es gab viele Anlässe des Musizierens auf dem Instrument: Prozessionen, Bühnenaufführungen, Volksfeste, Hochzeiten, Haus- und Tafelmusik. Berühmt ist ihre Verwendung zur akustischen Untermalung der Gladiatorenkämpfe¹³². Sie fand als Soloinstrument Verwendung, ebenso wie im Zusammenspiel mit anderen Musikinstrumenten. Durch den Niedergang der antiken Theaterkultur im 4. Jahrhundert wurden die dort berufstätigen Musiker, Mimen und Pantomimen zu Wandermusikanten, Gauklern und fahrenden Spielleuten. Zeitgenössische Berichte vermitteln diese Wandlung eindrücklich¹³³. Dies mag einer der Gründe sein, weshalb

124 Vgl. **Abb. 11**.

125 Vgl. **Abb. 10**.

126 Markovits, Orgel 264 f.

127 Markovits, Orgel 706-710 Abb. 26-30.

128 Als Kalkant/Kalkanten bezeichnet man die Person/Personen, welche die Hebel oder auch Bälge zum Pumpen betätigen.

129 Markovits, Orgel 25.

130 Vgl. **Abb. 2**.

131 Wille, Musica 205-210.

132 Wille, Musica 203 f.

133 Bachmann, Musikinstrumentarium 129.

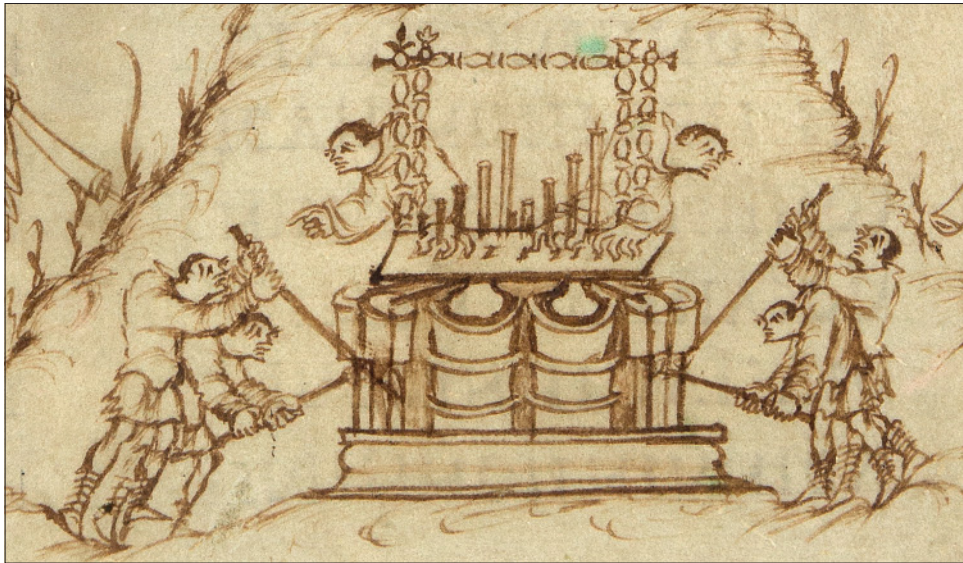


Abb. 11 Spieler und Kalkanten an einer Wasser- und gleichzeitig Doppelorgel auf einem Spieltisch im Psalter von Utrecht. Die Wasserbehälter sind mit Reifen verstärkt. – (Universitätsbibliothek Utrecht, Utrecht, Ms. 32, Bl. 83^v).

nach dem Zerfall des Römischen Reiches die Orgel im Westen offenbar zunehmend in Vergessenheit geriet. Die Ursachen hierfür werden bis heute diskutiert.

In Byzanz hingegen blieb die Orgel weiterhin rege in Gebrauch. W. Apel bemüht hier ebenfalls das berühmte Orgel-Epigramm und schreibt: »[...] there can be no doubt that organ building had been cultivated for a long time in Byzantium; probably uninterruptedly from the middle of the fourth century, the time when Julian wrote his inspired epigram on the instrument«¹³⁴. Angeblich verfasste Julian es nach dem Verlassen der Kirche in Konstantinopel und so vermutet Apel u. a. auch, dass der Kaiser vielleicht gerade dort eben eine Orgel gehört haben könnte. Er begründet dies damit, dass Quellen, die über eine Verbannung von Musikinstrumenten aus dem orthodoxen Ritus berichten, erst ab dem 8. Jahrhundert zur Verfügung stehen¹³⁵. Allerdings findet die Verwendung einer Orgel ansonsten innerhalb der Liturgie in Byzanz keine Erwähnung, was eigentlich auch nicht verwundern dürfte. Hierzu bemerkt auch N. Maliaras: »Doch genügt bereits eine flüchtige Kenntnis der Praxis der Ostkirche, um das Fehlen von Musikinstrumenten in der Liturgie zu verstehen«¹³⁶. In Byzanz wurden Orgeln primär bei weltlichen Zeremonien verwendet. Solch eine typische Gelegenheit bot sich im Mai 713, als Kaiser Philippikos (771-713) nach den Rennen in den Zeuxippus-Bädern Halt machte, um die Stadtgründung zu feiern, unter Begleitung von Orgeln. Später im 8. Jahrhundert wurden Irene und Konstantin VI. bei ihrer Triumph-Reise durch Thrakien mit Musikinstrumenten, u. a. Orgeln, begleitet. Denn dies stand im Zusammenhang mit dem Kaiserhaus und verlangte somit Orgeln, elaborierter Ins-

trumente von großer Lautstärke, um das Erscheinen oder den Auszug der Herrscher anzukündigen¹³⁷. Gut dokumentiert ist die Verwendung von Orgeln im Großen Palast während der Herrschaft von Theophilus (829-842), der zwei sehr große, goldene Orgeln bauen ließ, verziert mit prächtigen Steinen. Eine von ihnen besaß angeblich 60 bronzene Pfeifen. Sie besaß ebenfalls eine Goldene Palme, in welcher künstliche, singende Vögel saßen¹³⁸. In Konstantinopel selbst wurden die Orgeln gewöhnlich von der blauen und grünen Partei genutzt, deren silberne Orgeln bei den meisten Veranstaltungen im Hippodrom, sowie kaiserliche Prozessionen und anderen Gelegenheiten spielten¹³⁹. »Eine Besonderheit in Byzanz war die gleichzeitige Bespielung zweier Orgeln, u. a. durch die Zirkusparteien¹⁴⁰, in denen ein Großteil der Bevölkerung von Konstantinopel organisiert war«¹⁴¹. So wird ein Orgelpaar beim gemeinsamen Spiel auf dem Theodosius-Obelisk¹⁴² aus dem 4. Jahrhundert im heutigen Istanbul (Türkei) dargestellt und im jüngeren Psalter von Utrecht¹⁴³, entstanden in der Mitte des 9. Jahrhunderts, der eventuell auf antike Vorbilder zurückgeht¹⁴⁴. Trotzdem liegen auch Hinweise auf solch eine Praxis für das Mittelalter vor, die bereits vorgestellte Orgel von Winchester wurde angeblich von zwei Mönchen bespielt¹⁴⁵. Eventuell trugen auch schlichte Abbildungen der Spätantike zur Entstehung dieses Instrumententyps bzw. zu dieser Musikzierweise mit zwei Orgeln bei¹⁴⁶ (Abb. 11).

Das Protokoll des Hippodroms sah an drei Stellen vor, dass die Orgel spielte, währenddessen die Rufer akklamierten¹⁴⁷. »Seit spätröm. Zeit hatte sich die Akklamation als Kommunikationsritual etabliert. Bis zur mittelbyz. Zeit wurden diese durch die politisch einflussreichen Zirkusparteien als

134 Apel, Organ 204.

135 Apel, Organ 200f. Anm. 23.

136 Maliaras, Hofzeremonie 5.

137 Herrin, Constantinople 104.

138 Herrin, Constantinople 105.

139 Herrin, Constantinople 104.

140 Die Zirkusparteien waren auch politisch aktiv. – Vgl. Preiser-Kapeller, Byzanz 395-602. – Haldon, Byzanz ca. 600 bis 1000.

141 Maliaras/Rühling, Musikinstrumente 1077f.

142 Markovits, Orgel 226-230.

143 Markovits, Orgel 259-264.

144 Hammerstein, Macht 89-91.

145 Markovits, Tonsystem 54.

146 Markovits, Orgel 507.

147 Schuberth, Liturgie 85.

Volksakklationen ausgeführt; formal stilisiert entwickelten sie sich später zunehmend zu einem Bestandteil der höfischen Kultur. Hierbei wurden Lobpreisungen, Bekenntnisse, Forderungen und Schmährufe zum Besten gegeben. [...] Viele davon wurden von der Orgel begleitet«¹⁴⁸. Zu Beginn des 7. Jahrhunderts enden gleichzeitig mit dem spätantiken urbanen Leben auch die Spiele im Hippodrom in ihrer frühesten Weise. Die Demen, die ursprünglich die Zirkuspartei darstellten, verloren ihre Selbstständigkeit und wurden Teil der kaiserlichen Garden und ihre Vorsteher Beamte im Palast. Ähnlich wandelten sich Akklamationen und Gesänge der Demen von umgangssprachlich formulierten Meinungsäußerungen des Volkes zur hochsprachlichen Hofdichtung. Für die Orgel änderte sich damit auch ihr Einsatzort: weg von der Straße und dem Hippodrom, hin zum Palast ins Umfeld des Kaisers¹⁴⁹. Laut A. Berger wurde die Orgel wohl recht selten gemeinsam mit Singstimmen verwendet. Bei der auf ihr gespielten Musik handelte es sich um kurze Melodien, ähnlich Signalen, die bei bestimmten Handlungen erklangen, wie z. B. Prozessionen, Empfängen und beim Erscheinen des Kaisers¹⁵⁰. Maliaras hat die Verwendung der Orgel im Hofzeremoniell des mittelalterlichen Byzanz, insbesondere im 9. und 10. Jahrhundert, eingehend untersucht¹⁵¹. Berger betont die besondere Stellung von Klängen im Kaiserzeremoniell – insbesondere die der Orgel und der technischen Automaten –, die selbstständig zu spielen schienen. Allein ihre kunstfertige Konstruktion beeindruckte sowohl die Gesandten als auch das byzantinische Publikum. Ihr Einsatz, auch in Tiergestalt, sollte Macht und Überlegenheit darstellen und ist für den heutigen Menschen als Teil der Kultur des Mittelalters nur schwer zu erfassen¹⁵².

Aber nicht nur beim Zeremoniell, sondern auch zu höfischen Hochzeiten¹⁵³ und Festen spielte eine Orgel auf. Der Bericht eines Arabers namens Harun ibn Jahjah beschreibt den Gebrauch der goldenen, kaiserlichen Orgel beim weihnachtlichen Festmahl in Konstantinopel¹⁵⁴. Bei diesem waren arabische und bulgarische Staatsgäste zugegen. Harun hielt sich dort vermutlich zwischen den Jahren 880 und 900 als Kriegsgefangener auf¹⁵⁵. Berger führte die folgende Übersetzung des Berichtes an: »Dann bringt man ein Ding, das man al-Urkana nennt. Das ist ein außergewöhnliches Gerät aus Holz in der Form einer Ölpresse, und diese Presse ist mit massivem Kupfer beschlagen. Dann stellt man bis zur Mitte ihrer Länge sechzig kupferne Rohre im Inneren auf, mit ihren Spitzen nach oben. Über dem Kupfer sind die Rohre vergoldet. Man sieht von ihnen nur einen kleinen Teil entsprechend ihrer Größe, denn die einen sind länger als die anderen. Auf einer Seite dieses rechteckigen Geräts gibt es ein Loch, wo

man einen Blasebalg wie vom Schmied hineinsteckt. Dann bringt man drei Kreuze, von denen zwei an den Enden der Orgel befestigt werden und eines in der Mitte. Dann läßt man zwei Männer kommen, die den Blasebalg bedienen. Und der Organist steht auf und spielt auf den Rohren, und jedes Rohr gibt je nach seiner Stimmung und dem Druck des Meisters das Loblied auf den Kaiser von sich«¹⁵⁶. Weiterhin berichtet er, dass die Orgel zusammen mit 20 Cymbalisten musiziert habe. Dies geschah für die nächsten zwölf Tage, während die Gäste sitzend ihr Essen einnahmen¹⁵⁷. Harun scheint eine Orgel zuvor nicht gekannt zu haben, liefert allerdings einige entscheidende Hinweise. So etwa, dass die Windlade mit Kupfer beschlagen war, ähnlich der Aquincum-Orgel. Auch die 60 unterschiedlich langen Pfeifen sollen demnach aus Kupfer bestanden haben und an ihren oberen Enden vergoldet gewesen sein. Zudem wurde die Orgel mittels Blasebälgen mit Wind versorgt. Diese Quelle bestätigt ebenfalls die Wahl von Kupfer als Material für den Bau der Pfeifen unserer Doppelorgel als auch deren Konstruktion als Balgorgel. Maliaras vermutet, dass die von Harun angegebene Anzahl der Pfeifen auf einer Orgel mit mehreren Pfeifenreihen bzw. Registern hinweist, wie sie auch schon zu römischer Zeit üblich war¹⁵⁸. Die Byzantiner verwendeten Orgeln auch im militärischen Kontext, in welchem sie als Alarmsirenen fungierten. Ihre akustischen Signale waren vermutlich über eine beachtliche Distanz zu hören. Sie konnten die Bevölkerung über eine drohende Gefahr informieren, die eigenen Truppen ermutigen und den Feind verängstigen¹⁵⁹. Die Säle des Palastes, in denen die kaiserliche Orgel verankert war, waren im 14. und 15. Jahrhundert nicht mehr in ihrer ursprünglichen Funktion im Gebrauch. Womöglich existierten sie sogar bereits nicht mehr. Die Tradition der Zeremonie unter Begleitung der Orgel, wurde daher nicht weiter fortgeführt¹⁶⁰. Für das Hippodrom wird die Verwendung der Orgel zuletzt im Jahr 1200 genannt. Es liegt also nahe, dass dort und im Palast noch das Kaiserzeremoniell traditionell mit Orgeln und Klangautomaten durchgeführt wurde – wahrscheinlich sogar bis zur Eroberung durch die Kreuzfahrer im Jahr 1204¹⁶¹.

In der Mitte des 8. Jahrhunderts begann Rom damit, Botschafter an den Fränkischen Hof zu entsenden und umgekehrt. Im 9. Jahrhundert wurde das Amt eines römischen Repräsentanten am Aachener Hof zur Regel, obwohl die Linie des Öfteren lückenhaft ist¹⁶². Die Franken waren von Rom beeindruckt, insbesondere vom fortgeschrittenen Hofzeremoniell, dessen Vorbild in Byzanz lag. Man tauschte Geschenke aus, so z. B. liturgische Bücher, und der römische Gesang wurde allmählich adaptiert¹⁶³. Interessant ist in diesem Zu-

148 Maliaras/Rühling, Ensembleformen 1081 f.

149 Berger, Dimension 64.

150 Berger, Dimension 66.

151 Maliaras, Hofzeremoniell.

152 Berger, Dimension 67.

153 Maliaras, Hofzeremoniell 104-116.

154 Maliaras, Hofzeremoniell 223.

155 Maliaras, Hofzeremoniell 93.

156 Berger, Dimension 66.

157 Maliaras, Hofzeremoniell 94.

158 Maliaras, Hofzeremoniell 224 f.

159 Herrin, Constantinople 105.

160 Maliaras, Hofzeremoniell 284.

161 Berger, Dimension 72.

162 Herrin, Constantinople 95.

163 Herrin, Constantinople 99.

sammenhang eine Stelle in den Überlieferungen Einhards aus dem Jahr 787: »Desgleichen unterrichteten die römischen Kantoren, [...] die Kantoren der Franken in der Kunst des Organierens«¹⁶⁴. Hierbei dürfte es sich allerdings wohl nicht um Unterricht im Orgelspiel gehandelt haben, sondern vielmehr um Unterweisung in einer bestimmten Musizier- bzw. Gesangsart¹⁶⁵. Ob dies dennoch unter Einbeziehung einer Orgel geschah, ist nicht belegbar. Bis heute wird diskutiert, ob und wie Namensgebung und Muszierpraxis miteinander verflochten waren: »Über die Mehrstimmigkeit, das heißt über das Organum. Diese Gesangsart wird gewöhnlich Organum genannt: weil die menschliche Stimme in passender Tonabweichung Ähnlichkeit hervorbringt mit dem Instrument, das Organon heißt«¹⁶⁶. E. Buhle schreibt hierzu: »Der Ausdruck organum, der sich in den lateinischen Schriftstellern des Mittelalters zur Bezeichnung der Orgel findet, ist an sich so vieldeutig, daß das einfache Wort ohne nähere Bestimmung nicht unbedingt auf die Orgel zu beziehen ist«¹⁶⁷. Dies sei hier aber nur am Rande erwähnt: »One might argue that the more obvious relationship between the organ and early polyphony exists in the similarity of the mixture effect to parallel organum [...]«¹⁶⁸.

Die Wechsel der Zuwendung Roms, zunehmend weg von den Byzantinern, hin zu den Franken, begann demnach in der ersten Hälfte des 8. Jahrhunderts¹⁶⁹. Nachdem Byzanz sich der militärischen Hilfe Roms durch die Franken gewahr wurde, begannen umfangreiche diplomatische Betätigungen. So brachte eine Abordnung eine Orgel als Geschenk dar. Diese sollte nicht nur Eindruck schinden, sondern galt als ein Majestätssymbol, welches zuvor niemals an westliche Herrscher ergangen war¹⁷⁰. Diese Schenkung erfolgte im Jahre 757 durch den byzantinischen Kaiser Konstantin Kopronymos (741-775) an den Frankenkönig Pippin den Jüngeren (751-768). Im Mai 757, nachdem die Langobarden durch die Franken besiegt worden waren und der Reichstag zu Compiègne abgehalten wurde, wetteiferten päpstliche wie auch kaiserliche Gesandte um die Gunst des nun wichtig gewordenen Königs. Die Gesandtschaft aus Byzanz brachte, zusammen mit weiteren Geschenken, eine Orgel mit. Die große Bedeutung dieses Musikinstrumentes lässt sich erahnen, weil dessen Schenkung in vier weiteren Annalen als einziges Ereignis jenes Jahres verzeichnet ist¹⁷¹. Dieses Meisterstück byzantinischer Handwerkskunst sollte die fränkischen Herrscher beeindrucken, als Zeichen großer Stärke, Überlegenheit und Extravaganz. J. Herrin schreibt, dass hier gleichsam der Grundstein der byzantinischen Diplomatie der nächsten Jahrhunderte gelegt wurde¹⁷². Was später mit diesem wertvollen Instru-

ment geschah, ist leider nicht überliefert. Herrin glaubt, dass die Orgel am karolingischen Hof in Aachen eine ähnliche Funktion innehatte wie am byzantinischen Kaiserhof. Allerdings ist das Schicksal von Konstantins Geschenk einer Orgel gänzlich unklar. Es scheint, als ob unterschiedliche Ereignisse bzw. Quellen, in denen Orgeln und andere elaborierte mechanische Gerätschaften eine Rolle spielten, durcheinandergeraten sind¹⁷³.

Die nächste Erwähnung einer Orgel, gleichsam eingebettet in eine diplomatische Rahmenhandlung, stammt aus dem Jahre 812. Eine byzantinische Gesandtschaft huldigte dem Kaiser mit einer traditionellen Akklamation: »Denn in Aachen, sobald sie zum Kaiser gekommen waren, haben sie die Urkunde des Vertrages von ihm in der Kirche erhalten und auf ihre Weise, das heißt in griechischer Sprache, die Lobrufe ihm gesungen, wobei sie »Imperator« ihn und »Basileus« titulierten«¹⁷⁴. Ob diese allerdings von Orgelmusik begleitet wurde, muss offenbleiben. An dieser Stelle folgt nun die bereits erwähnte Stelle im Bericht Notkers, der beschreibt, dass diese Gesandtschaft auch eine Orgel im Gepäck hatte: »Es brachten auch dieselben Gesandten jeder Art Musikinstrumente und dazu die verschiedensten Dinge mit sich. Diese alle wurden von den Werkmeistern des außerordentlich umsichtigen Karl mit gespielter Uninteressiertheit in Augenschein genommen und dann aufs sorgfältigste als Nachbildung hergestellt; und zwar besonders jenes Musikinstrument, das das hervorragendste ist: das mit Laden, aus Metall gegossen, und Blasbälgen von Rindleder, die durch Pfeifen von Metall wundersam hindurchblasen, dass Rollen sozusagen des Donners mit seiner Lautstärke, die Stimme aber auch der Leier oder der Zimbel mit seiner Süßigkeit erreichte. Wo das aufgestellt werden sollte, wie lange es existieren würde und auf welche Weise es zusammen mit anderen (Staats-)verlusten später zugrunde gehen sollte, ist hier nicht Ort und Zeit zu berichten«¹⁷⁵. Maliaras bezweifelt allerdings, dass die eigentliche Zeremonie der Kaisererhebung bzw. -anerkennung Karls des Großen (768-800 als König / 800-814 als Kaiser) im Rahmen des sog. Friedens bzw. Vertrages von Aachen durch die byzantinische Gesandtschaft unter Begleitung einer Orgel erfolgte. Er begründet dies mit dem Umstand, dass eine Krönung des Kaisers in Byzanz nicht von Orgelklängen begleitet wurde. Einzig ein Beleg über Justin II. (685-695 und 705-711) vermerkt den Einsatz der Orgel für die sich an eine eigentliche Krönung anschließenden Feierlichkeiten¹⁷⁶. Nichtsdestotrotz liefert uns die Aussage Notkers einige wichtige Hinweise über das Musikinstrument. Demnach besaß es ein oder mehrere Windladen und Pfeifen aus Metall. Weiterhin wurde der Wind

164 Einhard, Vita Karoli magni, MGH SS I, 171 (zitiert nach Schuberth, Liturgie 119).

165 Markovits, Tonsystem 54.

166 Schuberth, Liturgie 118.

167 Buhle, Miniaturen 53.

168 McKinnon, Winchester 11.

169 Herrin, Constantinople 94.

170 Herrin, Constantinople 100.

171 Schuberth, Liturgie 114f.

172 Herrin, Constantinople 107.

173 Herrin, Constantinople 106.

174 Einhard, Annales 812, MGH SS I, 199 (zitiert nach Schuberth, Liturgie 129).

175 Notker Balbulus, Gesta Karoli, MGH SS II, 7 (zitiert nach Schuberth, Liturgie 120f.).

176 Maliaras, Hofzeremonie 175.

mittels Blasebälgen erzeugt und diese waren wiederum aus Rindsleder gefertigt. Auch diese Quelle bestätigt einmal mehr unsere Auswahl der Materialien für den Nachbau. Allerdings scheinen die Byzantiner bei ihrer Abreise das Instrument wieder mit zurückgenommen zu haben. Die Handwerksmeister am Hof von Aachen hingegen scheinen nach dem Besuch durch entsprechende Beobachtungen in der Lage gewesen zu sein, eine Orgel nachzubauen, welche allerdings später verlustig ging.

Dann, im Jahre 826, hat ein Geistlicher aus Venedig mit vermutlich byzantinischen Wurzeln eine »Orgel nach Art der Griechen« im Auftrag Ludwigs des Frommen (813/814-840) in Aachen gebaut¹⁷⁷. Maliaras bemerkt hierzu: »Es ist aber m. E. wahrscheinlicher, daß hier mit »Griechen« nicht die alten, sondern die zeitgenössischen Griechen, also die Byzantiner, gemeint sind, die ja die Kunst des Orgelspiels und folglich auch des Orgelbaus von der Antike an ohne Unterbrechung beherrschten«¹⁷⁸. Neben den Erwähnungen dieses Ereignisses in mehreren Chroniken, gibt es noch einige dichterische Zeugnisse für den Bau einer Orgel in Aachen unter Kaiser Ludwig¹⁷⁹. Die beiden dichterischen Quellen (Ermoldus und Walahfrid) führen ausdrücklich den Stolz der Byzantiner auf ihre Orgeln an. Somit trug der Erwerb einer Orgel für den Aachener Hof zur Angleichung des Prestiges des Westens gegenüber dem Osten bei. Dies betont abermals, dass der Besitz eines solchen Musikinstrumentes als ein Zeichen von Macht, Größe und Reichtum angesehen wurde¹⁸⁰. Ob jene Orgel nun als Balg- oder als Wasserorgel konstruiert wurde, ist unbekannt. Im Utrechter Psalter jedenfalls werden Wasserorgeln mehrfach abgebildet (**Abb. 12**).

Maliaras folgert aus einer zeitgenössischen Überlieferung, dass die Orgeln im Hippodrom in Byzanz wiederum nicht ständig an einem und demselben Platz standen, sondern bei jedem Wagenrennen erneut dorthin transportiert und dann aufgebaut wurden. Dieser Aufwand erscheint berechtigt, da Wagenrennen lediglich fünf- bis sechsmal im Jahr stattfanden¹⁸¹. Im Frankenland dagegen gab es keinen Zirkus oder ähnliches; Herrscher, Hof und Volk trafen in der Pfalz bzw. in der Kirche aufeinander. Diese waren somit die einzig logischen Aufstellungsorte für eine Orgel. Vielleicht war dies auch der Beginn der mehrheitlichen Nutzung der Orgel in der Kirche in späterer Zeit¹⁸². Es handelte sich demnach in den ersten tausend Jahren der Geschichte der Orgel meist um – aus heutiger Sicht – kleine Orgeln, die in der Regel transportfähig waren. Ihre Mobilität war somit ein direktes Bindeglied zu vielen musikalischen Funktionen innerhalb der jeweiligen Epoche, insbesondere der Antike.

Erst im Mittelalter scheinen die Orgeln dann an Größe rasant zugenommen zu haben, weil sie an einem fixen Ort aufgestellt waren und somit der Anspruch der Mobilität an das Instrument entfiel.

Anhand der Art und Weise, wie Schriftsteller des Mittelalters die Orgel beschreiben zeigt sich, dass diese damals selten und besonders war. Sie galt als prunkvoller Besitz geistlicher wie weltlicher Fürsten. Zudem hatte die Orgel eine Funktion als Lehrinstrument im Musikunterricht in Klöstern. Ihre zunehmende Verbreitung in den nächsten Jahrhunderten bewirkt ihre Einführung in die Kirche, was allmählich zu einer verbreiteten Tradition zu werden scheint¹⁸³. D. Schubert sieht als Ansätze für die Einbeziehung der Orgel in die Liturgie die gelegentlichen Aufführungen von Hofmusik in der Hofkirche bzw. die Übertragung des Privilegs dieser Musik auf Bischöfe und Kathedralen¹⁸⁴. R. Hammerstein fasst ihr mannigfache Verwendung wie folgt zusammen: »Zwischen der Verwendung der Orgel als Signal- und Akklamations-»automat« einerseits und als Träger komponierter Musik andererseits erkennt man noch eine weitere Funktion des Instrumentes im Mittelalter, nämlich seine Rolle im Unterricht und der Musiktheorie«¹⁸⁵. In der Mitte des 10. Jahrhunderts finden sich erstmals Passagen, die auf ihre Verwendung innerhalb der Liturgie schließen lassen. Diese beschränkte sich zuerst noch auf die hohen Festtage und bestimmte kirchliche Schriften. So verhielt es sich wahrscheinlich bis gegen Ende des 13. Jahrhunderts. Um 1400 schließlich scheint sich die Orgel dann vollständig innerhalb der Kirche etabliert zu haben. Trotzdem fand sie gemeinhin immer noch Verwendung bei großen weltlichen Festen, sogar im Zusammenspiel mit weiteren Instrumenten¹⁸⁶. »Seit dem Ende des 9. Jahrhunderts soll die Orgel Aufnahme in den Klöstern finden und möglicherweise auch für den Musikunterricht dienen. Die Orgelbauer und Orgelspieler dieser Zeit waren Mönche«¹⁸⁷, so Markovits.

Buhle glaubt laut Quellenlage, dass auch im Kölner Dom um 950 eine Orgel gestanden haben könnte. Diese erklang angeblich bei der Weihe des Erzbischofs Bruno im Jahre 953¹⁸⁸. Zwei weitere Nachrichten über Orgeln im Mittelalter liegen aus Bayern vor. Ein Instrument soll demnach in der Augsburger Frauenkirche um 800 gestanden haben, ein weiteres ebenfalls im 9. Jahrhundert in einer Kathedrale in München. Interessant ist hierbei, dass letztere Orgel Pfeifen aus Buchsbaum gehabt haben soll. Leider sind diese Quellen nur wenig glaubhaft¹⁸⁹. Auch gibt es Belege für drei Orgeln im England des 10. Jahrhunderts, u. a. die des Klosters Winchester, weiterhin für Orgeln des mittelalterlichen Italien und

177 Thegan, *Vita Hludowici imperatoris* 40, a. 826, MGH SS II 629, 42-630, 1 (Schubert, Liturgie 122f.).

178 Maliaras, Hofzeremoniell 177.

179 Schubert, Liturgie 123-125.

180 Maliaras, Hofzeremoniell 178.

181 Maliaras, Hofzeremoniell 118. – Perrot, Organ 175.

182 Schubert, Liturgie 132.

183 Buhle, Miniaturen 61.

184 Schubert, Liturgie 134.

185 Hammerstein, Macht 96.

186 Buhle, Miniaturen 61f.

187 Markovits, Tonsystem 55.

188 Buhle, Miniaturen 63.

189 Buhle, Miniaturen 59.



Abb. 12 Darstellung einer weiteren Wasserorgel, bestehend aus zwei getrennten Orgeln mit getrennter Windversorgung, im Utrechter Psalter. Es sind keine Kalkanten zu sehen. – (Universitätsbibliothek Utrecht, Ms. 32, Bl. 91^v).

Frankreich¹⁹⁰. In Deutschland beschäftigte man sich im 11. und 12. Jahrhundert rege mit dem Orgelbau, wie nicht zuletzt die Schrift des Theophilus hinreichend belegt. In dieser Zeit sollen demnach Instrumente in Halberstadt, Erfurt, Augsburg, Weltenburg, Konstanz, Petershausen, Freising und Merseburg gestanden haben¹⁹¹.

Alle sind »Ganz Ohr«: Eine erste akustische Auswertung unserer Doppelorgel

Wie wir bereits wissen, wurden Orgeln an so unterschiedlichen Orten wie großen Sportarenen, Palästen und Kirchen gespielt. Viele davon waren mobil und entsprachen in ihrer Größe unseren rekonstruierten Instrumenten. Daher stellte sich die Frage, ob unser Nachbau für solche Örtlichkeiten überhaupt laut genug wäre. Im Rahmen der akustischen Auswertung der Nachbauten erfolgten daher vom 7. bis zum 9. Dezember 2016 umfangreiche Untersuchungen der Lautstärke bzw. Messungen der bewerteten Schalldruckpegel (in

dB_A) an beiden Nachbauten innerhalb der Dauerausstellung des RGZM. Hiermit kann eine Aussage zur Akustik der Doppelorgel in Innenräumen getroffen werden¹⁹². Der Nachbau der Orgel von Aquincum befindet sich in der Abteilung Römerzeit, die byzantinische Doppelorgel in der Abteilung Frühes Mittelalter. Die Messungen erfolgten durch Dipl. Ing. (FH) A. Minack und der Autorin mittels eines Schallpegelmessgeräts. Es wurden Messungen mit beiden Instrumenten vorgenommen¹⁹³: »Schallmessungen an Arbeitsplätzen und in der Umwelt haben in der Regel das Ziel, ein Geräusch objektiv zu erfassen und mit einem Kennwert zu beschreiben, der der subjektiven Empfindung des Menschen bzw. der Wirkung auf den Menschen (Ohr) möglichst nahekommt«¹⁹⁴. Unsere Untersuchung, wie auch ein Teil der Ergebnisse, können innerhalb dieses Artikels aus Platzgründen nur stark vereinfacht dargestellt werden.

Die Hörschwelle eines Menschen liegt normalerweise bei 0 dB. Mit gesundem Gehör nimmt man also bereits 1 dB_A wahr. Die akustische Schmerzgrenze liegt bei etwa 120 dB_A ¹⁹⁵. Der Hörbereich des Menschen lässt sich daher im Bereich gut überblickbarer Zahlenwerte von 0 bis 120 dB darstellen¹⁹⁶. Eine Abnahme bzw. Zunahme des Schalldruckpegels um 10 dB wird subjektiv als Halbierung bzw. Verdoppelung der Lautstärke empfunden¹⁹⁷.

An der byzantinischen Doppelorgel wurden insgesamt 459 Einzelwerte in sechs verschiedenen Messachsen mit 19 Messreihen erfasst. Zuerst wurde an jedem Messpunkt der Schalldruckpegel der Hintergrundgeräusche erfasst. Dieser Grundlärmpiegel in der Abteilung Frühes Mittelalter betrug im Durchschnitt $46,8 \text{ dB}_A$ ¹⁹⁸, wobei der elektrische Motor zur Winderzeugung der Doppelorgel bereits eingeschaltet war. Die Abstände zum Instrument bei der Messung betrugen jeweils 0,5, 1,0, 2,0, 4,0 und 10,0 m innerhalb von sechs Messachsen bei einer Messhöhe von 1,0 m. Diese Entfernungen wurden jeweils vom baulichen Abschluss des Instrumentes ausgehend gemessen¹⁹⁹. Die Orgel steht auf einem Holzpodest an einer Wand, somit konnte nicht von allen Seiten gemessen werden²⁰⁰. Die Wand reflektiert, ähnlich wie andere in der Nähe zur Orgel oder den jeweiligen Messpunkten stehende Objekte, einen Teil des Schalldrucks. Dies hat Verstärkungen und Auslöschungen zur Folge²⁰¹. Diese speziellen akustischen Effekte sind den Gegebenheiten des Raumes geschuldet und fanden bei der Analyse und Auswertung der Messung keine besondere Beachtung. Ziel war der Nachweis der Leistungsfähigkeit der Instrumente und nicht die Beurteilung der Akustik des Raums (**Abb. 13**).

190 Buhle, Miniaturen 63-65.

191 Buhle, Miniaturen 66 f.

192 Eine entsprechende Untersuchung für eine Verwendung in unterschiedlichen Außengeländen steht zurzeit noch aus.

193 Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 128 f.

194 Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 106.

195 Diese Durchschnitts- bzw. Richtwerte variieren mitunter in der allgemeinen Literatur.

196 Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 60 f.

197 Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 62. 92.

198 Hierbei wurden die Werte der jeweiligen Messebene logarithmisch gemittelt. – Vgl. Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 66-69.

199 Diesen bildet hier der Spieltisch, auf welchem Windladen und Pfeifenwerk stehen.

200 Vgl. **Abb. 13**.

201 Persönliche Mitteilung Andreas Minack am 23.4.2017.

Abb. 13 Die Orgel auf ihrem Podest in den Ausstellungsräumen des RGZM. – (Foto A. Minack, Schwerin).



An dieser Stelle lohnt nun ein Blick auf einige bei der Messung ermittelten Durchschnittswerte²⁰². Das tiefe A, gespielt als Einzelton auf der Bordunorgel, erklingt immerhin schon mit 87,8 dB_A, das hohe a´ des höheren Registers der Melodieorgel mit 94,0 dB_A. Die beiden Töne A und d´ auf dem tiefen Register der Melodieorgel gemeinsam gespielt bringen es auf 97,1 dB_A. Beim Anspielen der Töne e´ und a´ gleichzeitig auf beiden Registern der Melodieorgel gekoppelt angespielt, kommen ebenfalls auf stolze 97,1 dB_A. Interessant war weiterhin die Abnahme des Schallpegels bzw. der Lautstärke in unterschiedlichen Entfernungen. Sie betrug bei 0,5 zu 10m immerhin 6,5 dB_A²⁰³. Die subjektiv wahrgenommene Lautstärke nimmt daher im Ausstellungsraum um ungefähr ein Viertel ab. Zum Vergleich: ein Presslufthammer erzeugt ungefähr 110 dB_A, eine Rockkonzert liegt zwischen 110 und 100 dB_A, eine Diskothek zwischen 100 und 90 dB_A, ein Staubsauger liegt bei 80 bis 70 dB_A²⁰⁴. Bereits in der Antike wurden Theaterbauten quasi »akustisch optimiert«, z. B. durch eingebaute Schallgefäße²⁰⁵. Daher waren vermutlich im Altertum und auch in späterer Zeit entsprechende technische und akustische Kenntnisse vorhanden, die Lautstärke von Musikinstrumenten wie die Orgel in den zum Erklingen

gedachten Räumen zu vergrößern. Innerhalb der Ausstellungsräume des RGZM jedenfalls hat die Doppelorgel, wie von uns durch die Schallpegelmessung nachgewiesen, bereits eine beachtliche Lautstärke.

Der Geschichte lauschen: Orgelrekonstruktionen im musealen Alltag

Die Rekonstruktionen der Orgel von Aquincum und der byzantinischen Doppelorgel sind bis heute meist im musealen Kontext gespielt worden. Eine regelmäßige Konzerttätigkeit mit meinem eigenen Nachbau der Orgel von Aquincum gemeinsam mit dem Ensemble für Frühe Musik »Musica Romana« lieferte weitere Ergebnisse im Hinblick auf Spieltechniken, Akustik und die historische Aufführungspraxis. Hierzu wurde ein entsprechendes Repertoire aus historischen und modernen Musikstücken zusammengestellt. Diese verschiedenen Veranstaltungen, bei denen die Nachbauten in der musikalischen Praxis erklingen, dienen der Beobachtung, wie solche Nachbauten eingesetzt werden können. Eine fortlaufende Evaluation der Zuhörer- und Besucherreaktionen wird

202 Um Messfehler von der Auswertung auszuschließen, wurden die Messreihen bei Notwendigkeit gewichtet. Vor der Berechnung der Durchschnittswerte wurden die Messwerte, die mehr als 10% vom Durchschnitt abweichen, deklariert und »winsorisiert« (benannt nach Charles P. Winsor 1895-1951). Die Messwerte werden nach aufsteigender Größe sortiert und die kontaminierten Werte am Anfang und Ende der Folge durch den nächstgrößeren bzw. -klei-

neren Wert der restlichen Daten ersetzt. Das betraf acht Messwerte in den durchgeführten Messreihen an der Doppelorgel.

203 Dieser Durchschnittswert wurde ebenfalls logarithmisch gemittelt. – Vgl. Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 66-69.

204 Alle Werte entnommen aus: Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel 61 Tab. 4.2.

205 Thielscher, Schallgefäße.

das zukünftige Angebot weiter verbessern. Denn Musik als akustische Vergangenheit überwindet alle Barrieren aus Sprache und Kultur. Sie berührt Menschen unmittelbar – kaum ein Zuhörer kann sich ihr entziehen. Im pädagogischen Kontext entfalten Klänge ihre Wirkung, indem sie den Menschen auf der emotionalen Ebene ansprechen und für ein ganzheitliches Lernen öffnen. So gibt das Orgelspiel der in Vitrinen archivierten Vergangenheit eine verlorene Dimension zurück. Im Ausstellungsalltag kann dies durch Hörstationen und sog. Klangduschen erreicht werden. Die bisherigen Veranstaltungen haben gezeigt, dass sich durch solche Angebote neue Besuchergruppen jenseits der klassischen Museumsklientel für archäologische Themen gewinnen lassen.

Danksagungen

Diese Studie wurde durch die Förderung der Leibniz-Gemeinschaft (Förderlinie Strategische Vernetzung) im Rahmen des »Leibniz-WissenschaftsCampus Mainz: Byzanz zwischen Orient und Okzident« ermöglicht. Sie ist Bestandteil des Projektes »Musizierpraxis zwischen profanem und sakralem Gebrauch im westlichen Europa und Byzanz«.

Für die enge und freundschaftliche Zusammenarbeit bin ich Herrn Michael Zierenberg von ganzem Herzen dankbar; ohne ihn wären die drei Nachbauten in dieser Formvollendung niemals möglich gewesen. Den entscheidenden Hinweis auf das Orgelmodell in der Sammlung des RGZM lieferte Frau Univ.-Prof. Dr. Vasiliki Tsamakda. Für weitere Hinweise auf ähnliche Abbildungen und Instrumentenkonstruktionen bedanke ich mich bei Herrn Dr. Ralf Gehler vom Zentrum für Traditionelle Musik am Freilichtmuseum Schwerin-Mueß, der weiterhin so freundlich war, die Umzeichnungen einiger historischer Abbildungen anzufertigen. Herr Dipl. Ing. (FH) Andreas Minack war so freundlich, zahlreiche Photographien anzufertigen und die Schallpegelmessung mit zu planen, durchzuführen und auszuwerten, wofür ich ihm sehr dankbar bin. Mein Dank geht weiterhin an Dr. Benjamin Furlas, Geschäftsführer des Leibniz-WissenschaftsCampus, Dr. Dominik Heher, Co-Kurator der Ausstellung »Byzanz & der Westen. 1000 vergessene Jahre«, und Dr. Jörg Drauschke vom RGZM. Andreas Sturm danke ich vielfach für die Bearbeitung der Abbildungen, zahlreiche Hinweise und das Lektorat dieses Beitrages. An dieser Stelle danke ich auch allen Institutionen, die mir freundlicherweise Abbildungen für diesen Artikel zur Verfügung gestellt haben.

Literatur

- Apel, Organ: W. Apel, Early history of the organ. *Speculum* 23/2, 1948, 191-216.
- Bachmann, Musikinstrumentarium: W. Bachmann, Das byzantinische Musikinstrumentarium. In: J. Kavka (Bearb.), Anfänge der slavischen Musik (Bratislava 1966) 125-138.
- Bartelink, Pneumatische Orgel: G. J. M. Bartelink, Het pneumatische orgel in teksten uit de late oudheid. *Hermeneus* 45, 1973, 121-126.
- Bauer/Bredenbach, Probieren: S. Bauer / I. Bredenbach (Hrsg.), Probieren und Studieren. Lehrbuch zur Grundausbildung in der evangelischen Kirchenmusik (München 21998).
- Behn, Musikleben: F. Behn, Musikleben im Altertum und Frühen Mittelalter (Stuttgart 1954).
- Berger, Dimension: A. Berger, Die akustische Dimension des Kaiserzeremoniells. Gesang, Orgelspiel und Automaten. In: F. A. Bauer (Hrsg.), Visualisierungen von Herrschaft. Frühmittelalterliche Residenzen: Gestalt und Zeremoniell. Internationales Kolloquium 3./4. Juni 2004 in Istanbul. *BYZAS* 5 (Istanbul 2006) 63-77.
- Brepohl, Theophilus: E. Brepohl, Theophilus Presbyter und die mittelalterliche Goldschmiedekunst (Wien u. a. 1987).
- Buhle, Miniaturen: E. Buhle, Die musikalischen Instrumente in den Miniaturen des frühen Mittelalters. Ein Beitrag zur Geschichte der Musikinstrumente I: Die Blasinstrumente. Reprint of the Leipzig, 1903 ed. (Hildesheim, New York 1975).
- Degering, Orgel: H. Degering, Die Orgel: ihre Erfindung und ihre Geschichte bis zur Karolingerzeit. Facsimile edition (Buren 1989).
- Gegus, Spektralanalytische Untersuchung: E. Gegus, Spektralanalytische Untersuchung der Bestandteile der Orgel von Aquincum. In: Kaba, Aquincum 45-53.
- Haldon, Byzanz ca. 600 bis 1000: DNP Supplemente 11 (2016) 61-63 s. v. Byzanz ca. 600 bis 1000 (J. F. Haldon).
- Hammerstein, Macht: R. Hammerstein, Macht und Klang. Tönende Automaten als Realität und Fiktion in der alten und mittelalterlichen Welt (Bern 1986).
- Herrin, Constantinople: J. Herrin, Constantinople, Rome and the Franks in the seventh and eighth centuries. In: J. Sheard / S. Franklin (Hrsg.), Byzantine Diplomacy. Papers from the Twenty-fourth Spring Symposium of Byzantine Studies, Cambridge March 1990 (Cambridge 1992) 91-107.
- Hyde, Budapest: W. W. Hyde, The recent discovery of an inscribed water-organ at Budapest. *Transactions and proceedings of the American Philological Association* 69, 1938, 392-410.
- Jakob, Avenicum: F. Jakob, Die römische Orgel aus Avenches, Avenicum. Veröffentlichung der Gesellschaft der Orgelfreunde 176 (Avenches 2000).
- Kaba, Aquincum: M. Kaba (Hrsg.), Die römische Orgel von Aquincum (3. Jahrhundert). *Musicologia Hungarica – Veröffentlichungen des Musikwissenschaftlichen Instituts in Budapest* 6 (Kassel 1976).
- Kat. Köln 2013: F. Naumann-Steckner (Hrsg.), *Lyra, Tibiae, Cymbala ... Musik im römischen Köln. Kleine Schriften des Römisch-Germanischen Museums der Stadt Köln [Ausstellungskat.]* (Köln 2013).

- Kjersgaard, Aspekte: M. Kjersgaard, Technische Aspekte des mittelalterlichen Orgelbaus in Schweden. *ISO Information* 27, 1987, 5-18.
- Körte, Winchester: K. Körte, Die Orgel von Winchester. Rekonstruktionsversuch einzelner Teile. *Kirchenmusikalisches Jahrbuch* 57, 1973, 1-24.
- Maliaras, Byzantina: N. Maliaras, *Βυζαντινά μουσικά όργανα / Byzantina musika organa* (Athēna 2007).
- Hofzeremoniell: N. Maliaras, Die Orgel im byzantinischen Hofzeremoniell des 9. und des 10. Jahrhunderts. Eine Quellenuntersuchung (München 1991).
- Maliaras/Rühling, Ensembleformen: DNP Supplemente 11 (2016) 1081-1082 s.v. Ensembleformen (N. Maliaras / S. Rühling).
- Musikinstrumente: DNP Supplemente 11 (2016) 1076-1081 s.v. Musikinstrumente und Klanggeräte (N. Maliaras / S. Rühling).
- Markovits, Orgel: M. Markovits, Die Orgel im Altertum (Leiden 2003).
- Tonsystem: M. Markovits, Das Tonsystem der abendländischen Musik im frühen Mittelalter. *Publikationen der Schweizerischen Musikforschenden Gesellschaft* 30 (Bern, Stuttgart 1977).
- Maue/Hoffmann/Lüpke, Dezibel: J. H. Maue / H. Hoffmann / A. v. Lüpke (Hrsg.), 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel. Einführung in die Grundbegriffe und die quantitative Erfassung des Lärms (Berlin 2009).
- McKinnon, Winchester: J. W. McKinnon, The tenth century organ at Winchester. *The Organ Yearbook* 5, 1974, 4-19.
- Minárovics, Wasserorgel: J. Minárovics, Weshalb konnte die Orgel der Aquincumer Feuerwehr eine Wasserorgel gewesen sein? *Budapest Régiségei* 28, 1991, 261-282.
- Nagy, Aquincum: L. Nagy, Az Aquincumi orgona (Kész. Modestus és Probus consulsága idején, Kr. u. 228. évben). *Az Aquincumi Múzeum Kiadványa* 2 (Budapest 1933).
- Pantermales, Dion: D. Pantermales, L'hydraule de Dion. *To Archaiolegiko Ergo stē Makedonia kai Thrakē* 6, 1995, 217-222.
- Perrot, Organ: J. Perrot, The Organ from its Invention in the Hellenistic Period to the end of the Thirteenth Century (London 1971).
- Preiser-Kapeller, Byzanz 395 bis 602: DNP Supplemente 11 (2016) 20-21 s.v. Byzanz 395 bis 602 (J. Preiser-Kapeller).
- Rühling, Gipsmodell: S. Rühling, Ein Gipsmodell aus der Spätantike – eine neue Orgeldarstellung im RGZM. In: J. Drauschke u. a. (Hrsg.), *Lebenswelten zwischen Archäologie und Geschichte. Festschrift für Falko Daim zu seinem 65. Geburtstag. Monographien des RGZM* 150 (Mainz 2018) 821-828.
- Hydraulis: S. Rühling, Die Hydraulis oder das Organum. In: *Kat. Köln* 2013, 55-59.
- Ohr: S. Rühling, Ein offenes Ohr für die Vergangenheit. Rekonstruktion und experimentelles Spiel antiker und byzantinischer Orgeln. *Archäologie in Deutschland, Sonderheft 07/2015 (Jahrgang 01/2015)*, 91-98.
- Organ: S. Rühling, Audible Splendor – The Organ. Development and Effects in Classical Antiquity and the Middle Ages. In: S. Zielinski / P. Weibel (Hrsg.), *Allah's Automata. Artifacts of the Arab-Islamic Renaissance (800-1200)* (Ostfildern 2015) 100-105.
- Vergangenheit: S. Rühling, Hörbare Vergangenheit. Nachbauten antiker und mittelalterlicher Orgeln – ein Beitrag zur Musikarchäologie. *Organ – Journal für die Orgel* 16/1, 2013, 30-36.
- Sachs, Mensurierung: K.-J. Sachs, *Mensura fistularum. Die Mensurierung der Orgelpfeifen im Mittelalter. Teil II: Studien zur Tradition und Kommentar der Texte* (Murrhardt 1980).
- Schuberth, Liturgie: D. Schuberth, *Kaiserliche Liturgie. Die Einbeziehung von Musikinstrumenten, insbesondere der Orgel, in den frühmittelalterlichen Gottesdienst. Veröffentlichungen der evangelischen Gesellschaft für Liturgieforschung* 17 (Göttingen 1968).
- Stowasser: M. Petschenig / F. Skutsch / A. Christ, Stowasser. *Lateinisch-deutsches Schulwörterbuch [Auf der Grundlage der Bearbeitung 1979 von R. Pichl u. a. neubearbeitet und erweitert von A. Christ]* (München 2008).
- Szonntag, Druckluftregler: J. Szonntag, Neuere Angaben zum Druckluftregler der Orgel von Aquincum. *Budapest Régiségei* 28, 1991, 283-293.
- Tamboer, Klänge: A. Tamboer, Ausgegrabene Klänge. *Archäologische Musikinstrumente aus allen Epochen. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland Beiheft* 25 (Oldenburg 1999).
- Thielscher, Schallgefäße: P. Thielscher, Die Schallgefäße des antiken Theaters. In: H. Kusch (Hrsg.), *Festschrift Franz Dornseifer zum 65. Geburtstag* (Leipzig 1953) 334-371.
- Walcker-Mayer, Aquincum: W. Walcker-Mayer, Die römische Orgel von Aquincum (Stuttgart 1970).
- Weissgerber/Seifert, Gebläse: G. Weissgerber / M. Seifert, Mittelalterliche Schmiede und ihre Gebläse. *Der Anschnitt* 44/1-2, 1992, 1-17.
- Wille, Musica: G. Wille, *Musica Romana. Die Bedeutung der Musik im Leben der Römer* (Amsterdam 1967).
- Williams, Organ: P. Williams, *The Organ in Western Culture 750-1250. Cambridge Studies in Medieval and Renaissance Music* (Cambridge 2004).

