

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zeitschrift:</b> | Publikationen der Schweizerischen Musikforschenden Gesellschaft.<br>Serie 2 = Publications de la Société Suisse de Musicologie. Série 2 |
| <b>Herausgeber:</b> | Schweizerische Musikforschende Gesellschaft   |
| <b>Band:</b>        | 30 (1977)   |
| <br>                |   |
| <b>Artikel:</b>     | Das Tonsystem der abendländischen Musik im frühen Mittelalter   |
| <b>Autor:</b>       | Markovits, Michael  |
| <b>Kapitel:</b>     | V: Die Mensur der Glockenspiele   |
| <b>DOI:</b>         | <a href="https://doi.org/10.5169/seals-858857">https://doi.org/10.5169/seals-858857</a>   |

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Die Mensur der Glockenspiele

Mit den *Cymbala*, *Tintinnabula*, *Nola* oder *Musae*, einer Reihe kleiner, nach einer Tonleiter gestimmter Glocken des Mittelalters, befassen sich zwei Untersuchungen: *Edward Buhle* beschrieb das Musikinstrument vorwiegend nach bildlichen Darstellungen und *Joseph Smits van Waesberghe* sammelte und veröffentlichte die Mensurtraktate<sup>1</sup>.

Diese Glocken haben meistens die Form eines Bienenkorbes mit zylindrischem Körper und halbkugelartiger Haube, nur selten sind sie halbe- oder spitzhutförmig. Sie besitzen nur ausnahmsweise einen Klöppel, da sie mit einem Hammer oder Holzstab angeschlagen werden, während sie an einem Stab beim Ohr befestigt der Reihe nach hängen<sup>2</sup>.

Ihre Zahl beträgt gewöhnlich nicht mehr als neun, nur selten berechnen die Traktate eine längere Reihe<sup>3</sup>. Die Töne ausserhalb dieses Umfangs werden durch Quint- oder Oktavversetzung in den zur Verfügung stehenden Skalenbereich gebracht<sup>4</sup>.

Das Glockenspiel wurde von Mönchen in den Klöstern hergestellt und diente, ähnlich wie die Orgel, zum Gesangunterricht<sup>5</sup>.

Über die Kunst des Glockengießens im 11. und 12. Jahrhundert ist einzig die Schrift des Benediktinermönchs THEOPHILUS PRESBYTER erhalten<sup>6</sup>. Nach ihm besteht die Gussform aus einem Lehmkerne, dessen Oberfläche mit einer Wachsschicht überzogen und darauf wieder Lehm gestrichen wird. Die getrocknete Form wird aufgewärmt, damit das Wachs schmilzt und ausfliesst, und zwischen Kern und Mantel ein Hohlraum für das Glockenmetall entsteht. Dies setzt sich aus Kupfer und Zinn im Verhältnis fünf oder sechs zu eins zusammen<sup>7</sup>.

Die Tonhöhenverhältnisse werden im Folgenden in solchen Mensuren untersucht, die vor der Mitte des 12. Jahrhunderts entstanden und eine Glockenreihe für eine lückenlose Tonleiter mit mindestens sieben Stufen fehlerfrei berechnen:

1 *Buhle*, Glockenspiel. *Smits van Waesberghe*, Klokken; ders., *Cymbala* in MSD 1.

2 Vgl. *Otte*, Glockenkunde 59–60, 88–89; *Walter*, Glockenkunde 94; *Mahrenholz*, Glockenkunde 6–7; MSD 1, 14, 17.

3 Vgl. MSD 1, 17–18.

4 Siehe Kap IV, Anm. 29 und MSD 1, 18.

5 Vgl. *Otte*, Glockenkunde 79; *Mahrenholz*, Glockenkunde 6; MSD 1, 18; *Perrot*, Orgue 360; *Schuberth*, Liturgie 105.

6 *Schedula diversarum artium* III, 84: *De campanis fundendis*, Ilg 318–331; *Theobald* 152–160; MSD 1: XXII; *Dodwell* 150–158. – Vgl. *Thompson*, *Theophilus* 199 ff.; *Hawthorne-Smith* 167–176.

7 Vgl. MSD 1, 17, 22.

*De cymbalorum ponderibus. Primum quanticumque ponderis . . .*, GS I, 149a, nach einer 1870 in Strasburg vernichteten Hs.; Smits van Waesberghe, Klokken 41; MSD 1 : XVII nach GS. – Vgl. Chailley 63.

*Primum cymbalum in octo dividitur . . .*, MSD 1 : XVI nach der Hs. München, Bayerische Staatsbibliothek, Clm. 14836, fol. 77rv und Schmid, Hss. 98, nach Clm. 18478, fol. 60v. – Vgl. Schmid, Hss. 11, 50.

*Mensura et pondus nolarum. Pone primam nolam . . .*, Sowa, Clm. 9921, 113; Smits van Waesberghe, Klokken 40; MSD 1 : X.

ARIBO, *De musica*, *De simplici cymbalorum mensura . . .*, GS II, 221ab; Steglich 68b–70b; Smits van Waesberghe, Klokken 30–32a; CSM 2, 38–39; MSD 1 : XII. – Vgl. CSM 2, I, IX; RISM B III 1, 27.

*Quaestiones in musica* I, 26: *Post monocordi divisionem . . .*, Steglich 68a–70a; Smits van Waesberghe, Klokken 30–32b; Schmid, Hss. 88–89; MSD 1 : V. – Vgl. Schmid, Hss. 19, 41; CSM 2, V, VII, XII; CSM 4, 35; RISM B III 1, 35, 38, 61.

*Dimidium G . . .*, MSD 1 : XVIII. – Vgl. Smits van Waesberghe, *Muziekgeschiedenis* I, 190; CSM 2, V, X, XII; RISM B III 1, 38.

*Si velis fundere cymbala . . .*, GS II, 285a–286b, nach einer 1768 verbrannten Hs. der Stiftsbibliothek Sankt-Blasien; MSD 1 : VIII. – Vgl. CSM 2, II; RISM B III 1, 64.

EBERHARD VON FREISING, *Regula ad fundendas nolas*, GS II, 282ab; Riemann, Notenschrift 301–302; Smits van Waesberghe, Klokken 41c; MSD 1 : Ia. – Vgl. Wantzloeben, Monochord 62, Anm. 1; Schmid, Hss. 14, 16, 48–49. Siehe auch die Variante bei GERLANDUS VON BESANÇON, *De nolis*, GS II, 277b–278a; Riemann, Notenschrift 304; Smits van Waesberghe, Klokken 41b; MSD 1 : Ib; Bröcker, Drehleier 691: Faksimile nach der Hs. Washington, The Library of Congress, Ms. ML. 171. C. 77 (früher Phillipps Ms. 1281), fol. 31v.

FRUTOLF VON BAMBERG, *Breviarium de musica* XVI: *Mensura cymbalorum*, Vivell 107–109; Smits van Waesberghe, Klokken 34–36; MSD 1 : XIV. – Vgl. Schmid, Hss. 19, 41; CSM 4, 15, 35; RISM B III 1, 125.

FRUTOLF VON BAMBERG, *Breviarium de musica* XVI: *Versus cuiusdam de eadem re*, Vivell 109; Smits van Waesberghe, Klokken 37; Schmid, Hss. 88; MSD 1 : IX. – Vgl. Schmid, Hss. 18, 40, 41, 47; CSM 4, 35; RISM B III 1, 64.

THEOPHILUS PRESBYTER, *Schedula diversarum artium* III, 85. 86: *De mensura cymbalorum*, Ilg 332–335; Theobald 161; Smits van Waesberghe, Klokken 37–38; MSD 1 : XIII; Dodwell 158–159. – Vgl. CSM 2, XII: Schmid, Hss. 41; RISM B III 1, 125; Hawthorne-Smith 167–179.

*Octo cimba sunt hac ratione dimetienda*, Smits van Waesberghe, Klokken 32a–33a; MSD 1 : VI. – Vgl. RISM B III 1, 42.

*Sonitum tintinnabulorum . . .*, Smits van Waesberghe, Klokken 42–43; MSD 1 : II. – Vgl. CSM 4, 8; RISM B III 2, 60.

*Si vis scire mensuram nolarum . . .*, Smits van Waesberghe, Klokken 39b–40; MSD 1 : VII. – Vgl. CSM 1, 6, 13; RISM B III 1, 42, 136.

Die meisten Mensuren bestimmen die Verhältnisse der Metallmengen der einzelnen zylindrischen Glocken durch die Gewichtsproportionen des zur Gussform verwendeten Wachses. Dabei wird das Material für das Glockenöhr weggelassen<sup>8</sup>, um die Verhältnisse nicht zu verfälschen. Die Gewichtsproportionen werden nach zwei Verfahren berechnet:

Das eine bezieht sich auf Glocken mit gleichen Wanddicken aber mit verschiedenen Durchmessern und Höhen. In diesem Fall verhalten sich die Gewichte der Glocken wie die den Tönen entsprechenden Saitenlängen auf dem Monochord, die Durchmesser und Höhen aber wie die Quadratwurzeln der Saitenlängen<sup>9</sup>.

Nach der anderen, weniger verbreiteten Methode bleiben die Innendurchmesser und Höhen aller Glocken gleich, und nur die Wanddicken sind verschieden. Bei einem solchen Vorgehen verhalten sich die Saitenlängen, die auf dem Monochord zu den betreffenden Tönen gehören, umgekehrt wie die Wanddicken und die Gewichte der Glocken<sup>10</sup>.

Die heute übliche Methode, nach der die Glocken mit ähnlichen Abmessungen, also mit proportional geänderten Durchmessern, Höhen und Wanddicken berechnet werden, fand in keinem Traktat des 10. bis 12. Jahrhunderts Verwendung. In einer solchen Disposition entsprechen die Verhältnisse der Saitenlängen denen der Glockenabmessungen, und die dritten Potenzen dieser Verhältniszahlen ergeben die Gewichtsproportionen<sup>11</sup>. *Abb. 24.*

Obwohl die Mensuren, die dem ersten Verfahren folgen, richtige Gewichtsverhältnisse enthalten, sind sie praktisch unbrauchbar, weil sie über die Größen der Gussformkerne nicht orientieren. Die zweite Methode dagegen eignet sich gut als Anleitung für den Glockengießer. Die meisten Traktate bestimmen also die Gewichtsproportionen vollkommen richtig, und einige sind auch praktisch verwendbar. Die Ansicht, nach der alle Glockenmensuren bloss theoretische Erörterungen wären<sup>12</sup>, ist demnach verfehlt.

Die Verhältnisse in den Traktaten gelten natürlich nur als Annäherungswerte, und die Glockentöne können von den berechneten Proportionen etwas abweichen. Solche Un genauigkeiten werden nachträglich korrigiert: für Tonerhöhung wird vom Rand unten, für Tonvertiefung vom Umfang weggeschliffen<sup>13</sup>.

Die aufsteigende Tonleiter der Glockenreihe ergibt sich entweder aus den proportional abnehmenden Durchmessern und Höhen verschieden grosser Glocken mit gleichen Wanddicken, oder aus den zunehmenden Wanddicken innen gleich grosser Glocken. Die Skala ist also nach den beiden Verfahren aufsteigend, obwohl die Glocken im ersten Fall der Reihe nach immer leichter, im zweiten aber immer schwerer werden. Für eine absteigende

8 MSD 1 : XIII. – Vgl. *Buhle*, Glockenspiel 63; *MSD* 1, 22, Anm. 34.

9 MSD 1 : V–X, XII–XIV, XVI, XVIII. – Vgl. *Chladni*, Akustik, § 86, 107, 172; *Biehle*, Glockenklang 293–294; *Trendelenburg*, Akustik 244.

10 MSD 1 : Ia, II. Zur Berechnung s. oben, Anm. 8.

11 Vgl. *Chladni*, Akustik, § 86, 172; *Otte*, Glockenkunde 95, 105; *Walter*, Glockenkunde 65; *Biehle*, Glockenklang 294; *Mahrenholz*, Glockenkunde 7.

12 Wie es *Otte*, Glockenkunde 95, Anm. 2, und auch noch *Smits van Waesberghe*, *MSD* 1, 23, und Organistrum 4a, meinen.

13 MSD 1 : XIII. – Vgl. *Otte*, Glockenkunde 99; *MSD* 1, 20.

| Töne         |                                   | c             | d                            | e                              | f                            | g                            | a                              | b                             | h                                | c'                           |
|--------------|-----------------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Saitenlängen | 1                                 | $\frac{8}{9}$ | $\frac{64}{81}$              | $\frac{3}{4}$                  | $\frac{2}{3}$                | $\frac{16}{27}$              | $\frac{9}{16}$                 | $\frac{128}{243}$             | $\frac{1}{2}$                    |                              |
| a            | Durchmesser und Höhen             | 1             | $\sqrt{\frac{8}{9}}$         | $\sqrt{\frac{64}{81}}$         | $\sqrt{\frac{3}{4}}$         | $\sqrt{\frac{2}{3}}$         | $\sqrt{\frac{16}{27}}$         | $\sqrt{\frac{9}{16}}$         | $\sqrt{\frac{128}{243}}$         | $\sqrt{\frac{1}{2}}$         |
|              | Wanddicken                        | 1             | 1                            | 1                              | 1                            | 1                            | 1                              | 1                             | 1                                | 1                            |
|              | Wachsmengen                       | 1             | $\frac{8}{9}$                | $\frac{64}{81}$                | $\frac{3}{4}$                | $\frac{2}{3}$                | $\frac{16}{27}$                | $\frac{9}{16}$                | $\frac{128}{243}$                | $\frac{1}{2}$                |
| b            | Durchmesser und Höhen             | 1             | 1                            | 1                              | 1                            | 1                            | 1                              | 1                             | 1                                | 1                            |
|              | Wachsmengen und Wanddicken        | 1             | $\frac{9}{8}$                | $\frac{81}{64}$                | $\frac{4}{3}$                | $\frac{3}{2}$                | $\frac{27}{16}$                | $\frac{16}{9}$                | $\frac{243}{128}$                | 2                            |
| c            | Durchmesser, Höhen und Wanddicken | 1             | $\frac{8}{9}$                | $\frac{64}{81}$                | $\frac{3}{4}$                | $\frac{2}{3}$                | $\frac{16}{27}$                | $\frac{9}{16}$                | $\frac{128}{243}$                | $\frac{1}{2}$                |
|              | Wachsmengen                       | 1             | $\left(\frac{8}{9}\right)^3$ | $\left(\frac{64}{81}\right)^3$ | $\left(\frac{3}{4}\right)^3$ | $\left(\frac{2}{3}\right)^3$ | $\left(\frac{16}{27}\right)^3$ | $\left(\frac{9}{16}\right)^3$ | $\left(\frac{128}{243}\right)^3$ | $\left(\frac{1}{2}\right)^3$ |

Abb. 24. a: Glocken gleicher Wanddicken, verschiedener Durchmesser und Höhen

b: Glocken gleicher Durchmesser und verschiedener Wanddicken

c: Glocken ähnlicher Abmessungen

Leiter gilt natürlich das Umgekehrte. Die Gewichtsproportionen unterrichten also nicht über die Richtung der Tonfolge.

Die Traktate beginnen die Bestimmung der relativen Gewichte der Wachsmengen für eine Reihe verschieden grosser Glocken entweder bei der kleinsten oder bei der grössten Glocke, für gleich grosse Glocken aber bei jener, welche die dünnteste Wand hat<sup>14</sup>. Masuren, welche die Glocken der Reihenfolge nach, stufenweise berechnen, beginnen die absteigende Leiter, die bei zunehmender Grösse entsteht, mit dem Ton *a* und die aufsteigende Skala bei abnehmender Grösse oder zunehmender Wanddicke mit *c*<sup>15</sup>. Von diesen Anfangstönen aus ist es nämlich möglich, die jeweilige dritte Stufe durch zwei Ganztonsschritte zu erreichen und somit dem umständlich messbaren Verhältnis der kleinen Terz auszuweichen. Die angewandten Zahlenverhältnisse sind dabei die der Mono-

14 Zunehmende Grösse: MSD 1 : XII–XIV, XVI–XVIII. – Abnehmende Grösse: MSD 1 : V–VII, IX, X. – Verschiedene Wanddicken: MSD 1: Ia, II.

15 Absteigende *a*-Leiter bei zunehmender Grösse: MSD 1 : XIII, XIV, XVI, XVII. – Aufsteigende *c*-Leiter bei abnehmender Grösse: MSD 1 : VII, X, und bei zunehmender Wanddicke: MSD 1 : Ia, II.

chord- und Orgelpfeifenmensuren, also die Proportionen der Oktave, Quinte, Quarte und des Ganztons.

Im allgemeinen sind die Glocken nummeriert, oft erhalten sie aber auch vokale oder instrumentale Tonbuchstaben<sup>16</sup>. Ihre diatonische Skala wird meistens mit dem Synemmenon erweitert, das die Traktate stets von *f* aus berechnen, gewöhnlich als zusätzlichen Ton nachträglich, seltener in der Reihenfolge der Skalenstufen<sup>17</sup>. Vereinzelt werden die Stufenintervalle oder nur die Halbtonstellen in den Leitern bezeichnet<sup>18</sup>.

Die Berechnungsmethoden der Mensuren, die vor der Mitte des 12. Jahrhunderts entstanden und das Gewicht des Wachses für eine ganze Tonleiter stufenweise und fehlerlos bestimmen<sup>19</sup>, können folgendermassen veranschaulicht werden: Abb. 25.

|                                      | 2  | $\frac{243}{128}$ | $\frac{16}{9}$  | $\frac{27}{16}$ | $\frac{3}{2}$ | $\frac{4}{3}$   | $\frac{81}{64}$ | $\frac{9}{8}$     | 1             | Gewicht bei<br>zunehmender Größe |
|--------------------------------------|----|-------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------------------------|
| VIII                                 |    | VII               | VI              | V               | IV            | III             | II              | I                 |               |                                  |
| A                                    | Sy | B                 | C               | D               | E             | F               | G               | a                 |               |                                  |
| A                                    | B  | H                 | c               | d               | e             | f               | g               | a                 | b             | h c'                             |
|                                      |    |                   |                 |                 |               |                 |                 |                   |               |                                  |
|                                      |    |                   |                 |                 |               |                 |                 |                   |               |                                  |
|                                      |    |                   |                 |                 |               |                 |                 |                   |               |                                  |
| Gewicht bei<br>abnehmender Größe     | 1  | $\frac{8}{9}$     | $\frac{64}{81}$ | $\frac{3}{4}$   | $\frac{2}{3}$ | $\frac{16}{27}$ | $\frac{9}{16}$  | $\frac{128}{243}$ | $\frac{1}{2}$ |                                  |
| Gewicht bei<br>zunehmender Wanddicke | 1  | $\frac{9}{8}$     | $\frac{81}{64}$ | $\frac{4}{3}$   | $\frac{3}{2}$ | $\frac{27}{16}$ | $\frac{16}{9}$  | $\frac{243}{128}$ | 2             |                                  |

Abb. 25. Glockenmensuren mit stufenweise bestimmten Gewichtsproportionen

Glockenspielmensuren, welche die Leiterstufen durch auf- und abspringende Quartnen und Quinten berechnen<sup>20</sup>, bilden, wie bei den Orgelpfeifen<sup>21</sup>, eine besondere Gruppe. Diese Bestimmungsmethode kam durch theoretische Spekulation zustande und weist auf die Kenntnis vom Bauprinzip des Tonsystems hin. Sie ist auf ARIBO zurückzuführen und wird zwischen um 1070 und 1150 für Glockenberechnungen häufig verwendet. In diesen Mensuren sind die Wachsmengen verschieden grosser Glocken für die absteigende *e'*- oder *h*-Leiter oder die aufsteigende *c*-Skala angegeben.

Die Mensur *Si velis fundere cymbala . . .*, die im 12. Jahrhundert in Österreich entstand, enthält die einzige bekannte Berechnung, welche die relativen Umfänge und Höhen und nicht die Gewichtsproportionen der Glocken bestimmt. Der Autor beginnt die Berechnungen bei der grössten der acht Glocken, gibt die Massverhältnisse für die aufsteigende diatonische Leiter *c – h* stufenweise fortschreitend an und bestimmt zuletzt auch das

16 Vokal: MSD 1 : VI, VII, X, XIII, XIV. – Instrumental: MSD 1 : Ia, II, VIII, XVIII.

17 Synemmenon: MSD 1 : Ia, II, V–VII, IX, X, XII–XIV, XVIII.

18 MSD 1 : Ia, II, XIII, XIV.

19 MSD 1 : Ia, II, VII, X, XIII, XIV, XVI, XVII.

20 MSD 1 : V, VI, IX, XII, XVIII.

21 Siehe Kap. IV, Anm. 31.

Synemmenon. Er ersetzt die Quadratwurzeln der Saitenlängen durch Annäherungswerte und stellt die Glockenumfänge in das Verhältnis 19 : 18 statt  $\sqrt{9} : \sqrt{8}$  bei den Ganztonabständen und 57 : 56 anstelle von  $\sqrt{256} : \sqrt{243}$  bei den Halbtonintervallen. Der Annäherungswert 19 : 18 ist ziemlich gut, besser wäre 17 : 16. Weniger genau ist dagegen der Wert 57 : 56, da dem Verhältnis  $\sqrt{256} : \sqrt{243}$  die Proportion 39 : 38 näher liegt. Die Berechnungsmethode kann sich nur auf Glocken mit gleichen Wanddicken beziehen<sup>22</sup>. Die Höhe jeder Glocke soll nach dieser Vorschrift  $\frac{1}{7}$  des Umfangs betragen. Demnach ist eine solche Glocke wenig niedriger als eine Halbkugel, deren Höhe annähernd  $\frac{1}{6,3}$  des Umfangs ausmacht. – Durch diese Verhältniszahlen gelingt dem Autor, dem Glockengiesser eine praktisch verwendbare Mensur zu bieten. Er fand jedoch die Proportionen vielmehr durch Abmessung fertiger Glocken als durch Berechnungen.

*Abb. 26.*

Die Frage, wie die sogenannte „instrumentale“ oder „fränkische“ Bedeutung der Buchstaben F G A B C D E F G A B C D E F entstand, in der sie die Töne *A – a'* bestimmen, hat die Forschung viel beschäftigt<sup>23</sup>. Eng verbunden damit ist das ebenfalls umstrittene Problem, warum die Tonleiter zahlreicher Mensuren die Struktur T T S T T T S aufweist, also mit dem Ton *c* beginnt. Die Analyse der Pfeifen- und Glockenmensuren und die Vergegenwärtigung der Arbeitsweise des Instrumentenbauers führen zur Lösung dieser grundlegenden Fragen.

Die Verwendung des Alphabets für die Bezeichnung von Saitenstrecken ist im Mittelalter zuerst im letzten Drittel des 9. Jahrhunderts nachweisbar<sup>24</sup>. Die musiktheoretischen Traktate, besonders Monochordmensuren, beginnen wie Boethius vorwiegend beim ersten Buchstaben. Sie bestimmen dabei die Töne, deren Stufenintervalle in der Anordnung T S T T S T T folgen, und die eine aufsteigende *A*-Leiter bilden.

Neben dieser Bedeutung erscheinen dieselben Buchstaben noch im 9. Jahrhundert auch in einem anderen Sinn<sup>25</sup>, in dem sie später meistens in Orgel- und Glockenmensuren die Töne markieren, die nach den Schritten T T S T T T S folgen und eine aufsteigende *c*-Skala ergeben. So tragen zwar die Pfeifen oder Glocken in zahlreichen Traktaten ebenfalls die Buchstaben des am Anfang begonnenen Alphabets, sie erklingen aber in einer *c*-Leiter.

Diese *c*-Leiter und die Tonbezeichnung *A = c* lassen sich auf antiken Einfluss nicht zurückführen. Ihre Entstehung kann wie folgt abgeleitet werden:

22 Der letzte Satz des Traktats kann zur irrtümlichen Annahme führen, dass sich das Verhältnis der Höhe zum Umfang nicht nur auf die inneren, sondern auch auf die äusseren Abmessungen bezieht. Die Folge wäre eine abnehmende Wanddicke, die aber mit der hier verwendeten Methode unvereinbar ist. – Vgl. *MSD* 1, 23–24.

23 Vgl. *Smits van Waesberghe*, Fundamentele toon; ders., *Origines de la notation*, mit einem Überblick der früheren Literatur; ders., Ursprung der Tonbuchstabreihe; ders., Antike und Mittelalter.

24 Siehe Kap. III, Anm. 13, 14, 16.

25 HUCBALD VON SAINT-AMAND, *De institutione harmonica*, GS I, 109b. *Scholia enhiriadis* III, GS I, 209b. – Vgl. *Smits van Waesberghe*, *Origines de la notation* 7.

|  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                                    |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
|  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                                    |
| Glocken nach<br>abnehmender Grösse:<br>Tonbuchstaben:<br>Töne: | I<br>A<br>c                 | II<br>B<br>d                | III<br>C<br>e               | IV<br>D<br>f                | V<br>E<br>g                 | VI<br>F<br>a                | VII<br>G<br>b               | c'                                 |
|  |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                             |                                    |
| Umfänge und Höhen<br>nach der Mensur:                          | <b>19:18</b><br>1,056:1,000 | <b>19:18</b><br>1,056:1,000 | <b>57:56</b><br>1,018:1,000 | <b>19:18</b><br>1,056:1,000 | <b>19:18</b><br>1,056:1,000 | <b>57:56</b><br>1,056:1,000 | <b>19:18</b><br>1,056:1,000 | <b>57:56</b><br>1,056:1,000        |
|  | 1<br>0,947                  |                             | 0,898                       | 0,882                       | 0,835                       |                             | 0,791                       | 0,777                              |
| Umfänge und<br>Höhen genau:                                    | 1<br>1,061:1,000            | 0,943<br>1,061:1,000        | 0,889<br>1,026:1,000        | 0,866<br>1,061:1,000        | 0,816<br>1,061:1,000        | 0,770<br>1,061:1,000        | 0,750<br>1,061:1,000        | 0,726<br>1,061:1,000               |
|  |                             | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$         | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$         | $\sqrt{256}:\sqrt{243}$     | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$         | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$         | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$         | $\sqrt{9}:\sqrt{8}$                |
| Wanddicken:  |                             | 1:1                         | 1:1                         | 1:1                         | 1:1                         | 1:1                         | 1:1                         | 1:1                                |
| Wachsmengen,<br>Gewichte oder<br>Saitenlängen:                 | 9:8<br>1                    | 9:8<br>$\frac{8}{9}$        | 256:243<br>$\frac{64}{81}$  | 9:8<br>$\frac{3}{4}$        | 9:8<br>$\frac{2}{3}$        | $\frac{16}{27}$             | $\frac{9}{16}$              | $\frac{128}{243}$<br>$\frac{1}{2}$ |

Abb. 26. Die Glockemensur *Si velis fundere cymbala . . .*.  
Die fettgedruckten Angaben stammen aus der Mensur

Der auf dem Monochord geschulte Konstrukteur beginnt den Bau des Instruments bei der grössten Pfeife oder Glocke, also beim tiefsten Ton, dem auch auf dem Monochord meistens die grösste Saitenlänge entspricht, und der die erste Stufe des traditionellen Zweioktavensystems bildet. Von dieser Pfeife oder Glocke aus will er die weiteren für die Stufen der *A*-Tonleiter des Monochords der Reihe nach, schrittweise berechnen.

Die grosse Zahl der Masuren, welche die Pfeifen oder Glocken stufenweise fort-schreitend bestimmen, bezeugt, dass diese Berechnungsweise sehr verbreitet war. Sie erscheint nämlich dem Handwerker übersichtlicher als die nur in der Theorie einfache Methode der auf- und abspringenden Quart-Quint Teilungen<sup>26</sup>. Die Ausführung der Messungen nach einer Mensur, die der Reihe der Töne in der Leiter folgt, ist leichter, weil der Instrumentenbauer bei den Feststellungen der Stufen stets nur subtrahieren oder absteigend immer nur addieren muss. Auch die Mündungskorrekturen sind einfacher zu bewältigen, wenn die Durchmesserbruchteile fortwährend abgezogen beziehungsweise hingefügt werden können. Ein solcher Bauvorgang beansprucht auch die Vorstellungskraft weniger, da die Pfeifen oder Glocken der Reihe nach entstehen. Dieser Disposition zuliebe wird sogar die Neunteilung hingenommen, obwohl sie unbequemer ist als die Division durch vier oder drei. Masuren mit Quart-Quint Kette sind zudem frühestens im 11. Jahrhundert nachweisbar, und solche waren im 9. Jahrhundert, in der Entstehungszeit der *A = c* Marken, höchstwahrscheinlich noch nicht vorhanden.

Der Instrumentenmacher will also die aufsteigende *A*-Leiter des Monochords schrittweise aufbauen. Von *A* aus aufwärts kann er aber das Mass nur für die zweite Pfeife oder Glocke bestimmen, das er durch eine Neunteilung erhält. Die dritte Stufe müsste nämlich entweder von der ersten durch die Proportion der kleinen Terz 32 : 27 oder von der zweiten mit Hilfe des Verhältnisses der kleinen Sekunde 256 : 243 berechnet werden. Die Zerlegung des Pfeifenrohrs oder der Wachsmenge der Glockenform in so viele Teile wäre jedoch überaus umständlich. Auch waren diese Proportionen zur Teilung der Monochord-saite nicht verwendet.

Der Instrumentenbauer muss deshalb das begonnene Projekt aufgeben und die Stufen der Skala rückwärts, von oben nach unten bestimmen. So kann er zwar die herkömmliche Stufenintervallfolge einer *A*-Leiter bewahren, er muss aber die ungewohnte rückwärtsschreitende Disposition auf sich nehmen.

Die aufsteigende Folge ist ihm dagegen vertraut, weil die in der Schriftrichtung aneinander gereihten Buchstaben des Alphabets auf dem Monochordzifferblatt und auch auf den Orgeltasten die Stufen einer aufsteigenden Skala bezeichnen. Wenn er sich deshalb doch für eine solche Leiter entscheidet, dann muss er für den Beginn der Messungen statt des Tons *A* eine andere Ausgangsstelle wählen, aus der die Bestimmung der weiteren Masse mit Hilfe der zur Saitenteilung verwendeten Proportionen durchführbar ist. Diese Stufe darf wegen des festgesetzten Tonumfangs vom ursprünglichen ersten Ton *A* nicht weit entfernt sein. Die Nachbartöne *G* und *H* scheiden jedoch aus: Das *G* liegt schon unter dem Ton der leeren Monochordsaite, und von *H* aus kann die kleine Obersekunde wegen ihrer grossen Proportionszahlen praktisch nicht bemessen werden. Die nächst-

26 Siehe die ersten vier Sätze der *Aribunculina fistularum mensura* des ARIBO, CSM 2,43–44.

liegende Möglichkeit zum Leiterbeginn bietet der Ton *c*, der dritte der Monochordskala. Von dieser Stufe aus kann eine aufsteigende Leiter leicht berechnet werden: Zwei aufeinanderfolgende Ganztonverhältnisse ergeben die Masse der zweiten und dritten Pfeife oder Glocke, durch einen Quartsprung wird die vierte erreicht, und zur Bestimmung der übrigen bieten die Quint-, Quart- oder Ganztonproportionen mehrere Möglichkeiten.

Auf diesen Zusammenhang zwischen der *c*-Leiter und den Proportionen weist der nachguidonische Autor des Traktats *De modorum formulis et cantuum qualitatibus*<sup>27</sup> hin, wenn er den Beginn der Leiter bei *c* als eine Folge von Zahlenverhältnissen erklärt.

Die aufsteigende *c*-Leiter und damit die neue Stufenintervallfolge entstand also aus einer praktisch-technischen Notwendigkeit und nicht aus musikalischen Gründen<sup>28</sup>.

Die Pfeifen und Glocken werden in vielen Mensurtraktaten mit Nummern und nicht mit dem Alphabet markiert, um eine Verwirrung mit den Monochordbuchstaben zu vermeiden. Einige Instrumentenbauer halten jedoch an dem alten Brauch fest und benutzen Buchstaben, ohne dabei an einen Tonnamencharakter dieser Zeichen zu denken. So setzen sie das Alphabet, das sie wie auf dem Monochord mit *A* beginnen, zu den Stufen der *c*-Skala. Auf diese Weise erhalten die Buchstaben den sogenannten „instrumentalen“ Sinn, der mit der ersten Mensur entstand, die eine aufsteigende *c*-Leiter berechnete und in der die Stufen mit den ersten sieben Lettern des Alphabets bezeichnet wurden.

Beide Mensurarten, die mit absteigender *a*- und die mit aufsteigender *c*-Leiter, sind im Laufe des 10. und 11. Jahrhunderts in Gebrauch<sup>29</sup>. Pfeifen-, Glocken- und Drehleiermensuren mit *c*-Leiter, jedoch mit Buchstaben in „vokaler“, *C – H = c – h* Bedeutung erscheinen erst im 11. Jahrhundert, nachdem diese Zeichen infolge der stetigen Benutzung des Monochords allmählich Tonnamencharakter erhielten.

Die Buchstabenbedeutung *A = c* wird von den Pfeifen- und Glockenmensuren bereits um 1000 auf das Monochord übertragen<sup>30</sup>. Um aber den herkömmlichen Tonumfang *A – a'* dieses Messinstruments zu bewahren, wird die *c*-Skala durch die Töne *H* und *A* erweitert. Diese Stufen erhalten ihren Oberoktaven gemäss die Versalien *G* und *F*. Als sich nun die Monochordskala zu Beginn des 11. Jahrhunderts auf das *G*, den neuen hingefügten Ton erstreckt, wird dieser mit der Letter *E* gekennzeichnet<sup>31</sup>. So entsteht die Reihe (*E*) *F G A B C D E F G A B C D E F*, deren Majuskeln die den Tönen (*G*) *A – a'* entsprechenden Saitenstrecken markieren. Die Übertragung dieser Buchstabenbedeutung auf das Monochord erfolgte, damit die Proportionen zusammen mit den dazugehörenden

27 Cap. II, CS II, 85a. – Vgl. *Handschin*, Toncharakter 337.

28 Smits van Waesberghe ist nicht dieser Ansicht. Er führt die *c*-Skala auf den Kontrastton *c* der ersten authentischen Tonart zurück. – Vgl. *Smits van Waesberghe*, Textbook of Melody, und oben, Anm. 23.

29 Die wenigen Traktate aus dem 9. bis 11. Jh., die von einem anderen Ton aus stufenweise disponieren, sind nur unter den Orgelpfeifenmensuren zu finden, und auch diese lassen sich teilweise auf eine irrtümliche Synemmenonbestimmung zurückführen. Von *e'* abwärts messen die *Scholia enhiriadis*, Sachs 54, und ARIBO, CSM 2,43; von *h'* abwärts rechnet die Mensur *Prima quantae cumque . . .*, Sachs 84; von *g* aufwärts disponieren schliesslich die Traktate *Mensuram et ordinem . . .*, Sachs 93–95, und *Longissimam fistulam . . .*, Sachs 97–112.

30 GERBERT VON REIMS, *Commensuralitas fistularum et monochordi*, Sachs 59–77.

31 NOTKER LABEO, *An demo regulari monochordo uuerden ze eirst . . .*, Piper I, 851–852.

Majuskeln für die Herstellung von Pfeifen unmittelbar von der Massaite abgelesen werden konnten. Ein solches Monochord findet also in der Werkstatt des Instrumentenbauers Verwendung, während das andere mit A = A Buchstaben seine Funktion in der Gesangsschule weiterhin behält.