

# GMTH Proceedings 2021

herausgegeben von  
Florian Edler und Immanuel Ott

## Tonsysteme und Stimmungen

21. Jahreskongress der  
Gesellschaft für Musiktheorie  
Basel 2021

herausgegeben von  
Moritz Heffter, Johannes Menke,  
Florian Vogt und Caspar Johannes Walter



Die GMTH ist Mitglied von CrossRef.  
<https://www.crossref.org>



Diese Ausgabe erscheint im Open Access und ist lizenziert unter einer  
Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.



This is an open access volume licensed under a  
Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Lujia Sun

## Zhu Zaiyu zwölfgleichstufige Temperatur

### Ein Thema für eine interkulturelle Geschichte der Musiktheorie?

In seinem Blogbeitrag *Can the History of Theory Be Decentered?* vertritt Alexander Rehding die These, dass sich die Lehrinhalte im Fach Geschichte der Musiktheorie fast ausschließlich auf den Kanon der wichtigsten – ausschließlich männlichen – (west-)europäischen Musiktheoretiker beschränkten. Als Reaktion darauf schlägt er ein Lehrkonzept für eine globale Geschichte der Musiktheorie vor, das mit den traditionellen Inhalten der europäischen Geschichte der Musiktheorie bricht, stattdessen die Musiktheorie verschiedener Kulturen in den Mittelpunkt stellt und auch Texte von Frauen einbezieht.

Zhu Zaiyu, der von Rehding im Rahmen eines von fünf Schwerpunktthemen erwähnt wird, war ein Musiktheoretiker der Ming-Dynastie (1368–1644) in China. Zhu veröffentlichte im Jahr 1584 sein Neues Traktat der Stimmung (律学新说), in dem er die zwölfgleichstufige Temperatur mathematisch herleitet. Dies könnte die früheste bekannte Theorie zur zwölfgleichstufigen Temperierung sein. Zhu Zaiyu löste das Problem der Inkonsistenz der Oktaven in der zwölftönigen Skala in einer ähnlichen Weise wie in der westlichen pythagoreischen Stimmung.

Neben ihrer Vorstellung und Erläuterung wird die Stimmungstheorie von Zhu Zaiyu in diesem Text als Beispiel verwendet, um Ähnlichkeiten und Widersprüche zu westlichen Theorien aufzuzeigen und zu diskutieren, inwiefern sich chinesische und westliche Theorien im Rahmen einer Globalgeschichte der Musiktheorie wechselseitig ergänzen können. Durch den Vergleich von Musiktheorien aus verschiedenen Kulturen wird deutlich, dass sowohl mit unterschiedlichen als auch mit vergleichbaren Methoden gearbeitet worden ist und am Ende häufig ähnliche Ergebnisse stehen. Ein solcher weltweiter Vergleich kann den bisherigen, oft kulturell engen Blickwinkel der Forschung zur Geschichte der Musiktheorie aufbrechen und eine vielfältigere Perspektive auf musiktheoretische Phänomene eröffnen.

In his blog »Can the History of Theory Be Decentered?«, Alexander Rehding argued that the content of teaching the history of music theory is almost exclusively limited to the canon of the most important – exclusively male – (Western) European music theorists. In response, Rehding proposed a teaching concept for a global history of music theory that breaks with the traditional content of the European history of music theory, instead focusing on the music theory of various cultures around the world and including texts by women.

Zhu Zaiyu, who was mentioned by Rehding as one of five focal points, was a music theorist of the Ming Dynasty (1368–1644) in China. He published his New Treatise on Tuning (律学新说) in 1584, in which he mathematically derived the twelve-tone-equal temperament. This theory may be the earliest known theory of twelve-tone-equal temperament. Zhu Zaiyu

solved the problem of the inconsistency of octaves in the twelve-tone scale in the manner of the Western Pythagorean temperament.

The tuning theory of Zhu Zaiyu will here be presented and explained. It will furthermore serve as an example to demonstrate similarities and contradictions with Western theories, and to discuss to what extent Chinese and Western theories can complement each other in the context of a global history of music theory. By comparing music theories from different cultures, it becomes clear that both differing and comparable methods exist, and that in the end, similar results regularly do emerge. Such a global comparison can break the previous, often culturally narrow, perspective of research on the history of music theory, enabling a more diverse view of the theoretical phenomena of music.

SCHLAGWORTE/KEYWORDS: global history of music theory; Globalgeschichte der Musiktheorie; Intercultural exchange; Interkultureller Austausch; Simon Stevin; Stimmungssystem; Tuning system; twelve-tone-equal temperature; Zhu Zaiyu; Zwölfgleichstufige Temperatur

In seinem Blogbeitrag *Can the History of Theory Be Decentered?*<sup>1</sup> schreibt Alexander Rehding, dass er für seinen Überblickskurs zur Geschichte der Musiktheorie immer wieder die wichtigsten Werke von Boethius, Zarlino, Rameau, Helmholtz und Schönberg in den Mittelpunkt stelle. Diese Auswahl ist insofern nicht untypisch, als dass sich die Lehrinhalte im Fach Geschichte der Musiktheorie allgemein fast ausschließlich auf den Kanon der wichtigsten – ausschließlich männlichen – (west-)europäischen Musiktheoretiker beschränken. Als Reaktion darauf hat Rehding ein radikal anderes inhaltliches Konzept für eine globale Geschichte der Musiktheorie entwickelt. Statt einen von (west-)europäischen Musiktheoretikern dominierten Kanon schlägt er fünf musiktheoretische Schriften aus verschiedenen Kulturen von drei Männern und zwei Frauen vor. Ein Theoretiker, der auf dieser Liste auftaucht, ist der Chinese Zhu Zaiyu.<sup>2</sup>

1 Rehding 2020

2 Zhu Zaiyu lebte von 1536 bis 1611 und war Musiktheoretiker, Mathematiker, Komponist und Kalenderforscher. Er war der Enkel des zweiten Sohns des vierten Kaisers der Ming-Dynastie und sollte den Fürstentitel seines Vaters übernehmen, verzichtete aber im Alter von 55 Jahren darauf, vermutlich wegen seiner akademischen Interessen und seiner Unzufriedenheit mit den politischen Zuständen. Schon in jungen Jahren war er von Literatur, Phonologie, Astronomie, Mathematik, Kalendarium, Musik, Tanz, dem Stimmsystem und Instrumentenbau fasziniert. Zu seinen Lebzeiten verfasste er 28 oder 29 Werke zu diesen Gebieten, von denen 21 erhalten sind; die wichtigsten davon sind die Werke zum Stimmsystem. (vgl. Gimm 2016 und Dai 2001, 23–27).

Beim Vergleich von Musiktheorien aus verschiedenen Kulturen wird deutlich, dass sowohl mit unterschiedlichen als auch mit gleichen Methoden<sup>3</sup> gearbeitet worden ist und am Ende nicht selten ähnliche Ergebnisse entstehen können. Ein solcher weltweiter Vergleich kann den bisherigen, häufig kulturell engen Blickwinkel der Forschung zur Geschichte der Musiktheorie erweitern und eine vielfältigere Perspektive auf musiktheoretische Phänomene eröffnen.

In diesem Text wird das Stimmungssystem von Zhu Zaiyu als Beispiel und Ausgangspunkt genommen, um die Ähnlichkeiten und Widersprüche nichtwestlicher Musiktheorien zu westlichen Theorien aufzuzeigen. Darüber hinaus wird auf dieser Basis diskutiert werden, inwiefern sich chinesische und westliche Theorien im Rahmen einer Globalgeschichte der Musiktheorie wechselseitig ergänzen können. Die Überlegungen gliedern sich in drei Abschnitte: Zuerst wird der Hintergrund der Theorie von Zhu Zaiyu im Hinblick auf die historische Stimmungsentwicklung in China und dem Westen erläutert. Weiter wird in die Theorie der zwölfgleichstufigen Temperatur von Zhu Zaiyu eingeführt und zum Abschluss die Rolle seiner Theorie in der interkulturellen Geschichte der Musiktheorie eingeordnet.

## Überblick der historischen Stimmungsentwicklung in China und dem Westen

In sehr grober Anlehnung an Start- und Wendepunkte, die innerhalb der Globalgeschichte existieren, hat Nicola Spakowski die »fuzziness«<sup>4</sup> dieses Konzepts aufgezeigt: die Globalgeschichte könne in die vier Phasen »[...] prehistory, the turn of the 16th century, the mid-19th century, and the late 20th century«<sup>5</sup> eingeteilt werden. Die Entwicklung der Weltgeschichte und der Geschichte der Musik sind untrennbar miteinander verbunden, obwohl Spakowski darauf nicht näher eingeht. Große Veränderungen in den sozialen Systemen, plötzliche Produktivität

3 Das Wort Methode hat zwei Bedeutungen. Im engeren Sinne bezieht es sich auf chinesische und westliche Methoden zur Berechnung des temperierten Stimmungssystems, wie in diesem Aufsatz explizit dargelegt wird. Im weiteren Sinne bezieht sich der Begriff im Kontext der Musikgeschichte und des interkulturellen Austausches implizit auf die Methodologie der Entwicklung der Musik, die die passiven historischen Anstöße für musikgeschichtliche Entwicklungen gibt.

4 Spakowski 2018, 226.

5 Ebd.

tätssteigerungen und andere historische Wendepunkte haben der Entwicklung der Musik wesentliche Anstöße gegeben. Vor diesem Hintergrund kann die parallele Entstehung der chinesischen und westlichen Stimmungssysteme, die einen Teil der Entwicklung der Musikgeschichte darstellt, spekulativ in drei Phasen<sup>6</sup> eingeteilt werden (s. Abb. 1).



Abbildung 1: Drei Phasen der parallelen Entwicklung der chinesischen und westlichen Musik

Die Zeit von der Vorgeschichte bis zum 16. Jahrhundert ist die erste Phase der Musik/Musiktheorie, in der das Tonsystem entstand. In der zweiten Phase fand eine Entwicklung in Richtung der zwölfgleichstufigen Temperatur statt, um das Problem<sup>7</sup> des Tonsystems zu lösen, die sich aus dem Quintenzirkel ergeben. In der dritten Phase ab Mitte des neunzehnten Jahrhunderts gab es zwar keine Konvergenz zwischen den chinesischen und westlichen Stimmsystemen, aber sie hatten beide weitgehend ein auf der zwölfgleichstufigen Temperatur aufbauendes Tonsystem etabliert.

6 Ich habe die vier Entwicklungsphasen von Spakowski durch drei ersetzt, da meiner Meinung nach dem neunzehnten und zwanzigsten Jahrhundert als eine Einheit aufgefasst werden können. Obwohl es in der Entwicklung des Stimmungssystems zwischen diesen beiden Phasen Fortschritte gab, kam es hier nicht zu einem qualitativen Durchbruch bzw. einem Wendepunkt.

7 Das Problem wird im chinesischen Kontext »Bu Neng Fan Gong« genannt, was bedeutet, dass es unmöglich ist, zum Ausgangston Gong zurückzukehren. Wenn die zwölf natürlichen Quinten vom Ausgangston Gong vollständig durchgespielt werden, entspricht der Wert des Ausgangstons nach dem Zyklus nicht mehr dem des neu gestarteten Tons. Das bedeutet, dass mit jeder weiteren Schleife der gesamte Quintenzirkel zunehmend vom ursprünglichen Ton Gong abweicht, was zu einer immer größeren Differenz führt und die Modulation erschwert. Die chinesische »Sanfen-Sunyi-Methode« (s. u.) und die westliche Methode ausgehend vom Quintzirkel sind identisch, sie unterscheiden sich nur in der Berechnungsweise. Das Problem des »Bu Neng Fan Gong« zu lösen, bedeutet im Wesentlichen, das Problem des Pythagoreischen Kommas im Westen zu lösen. Mit anderen Worten, sowohl im chinesischen als auch im westlichen Bereich wird in der Musiktheorie erforscht, wie der Quintenzirkel perfekt geschlossen werden kann. Vgl. Dai 2011, 55–59.

Ling Wang hat die Hypothese aufgestellt, dass das früheste Stimmungssystem (sowohl das chinesische als auch das westliche) aus der untergegangenen Zivilisation des alten Babylons stamme. Ausgangspunkt für diese These ist ein Mythos, der in der Sammlung Lü Shi Chun Qiu (吕氏春秋, 241 v. Chr.) überliefert wurde. Um ca. 2700 v. Chr. sei der chinesische Musiker Ling Lun in den Westen (vermutlich nach Babylon) gereist, um die dortige Musik kennenzulernen, und habe bei seiner Rückkehr die zwölf Stimmtöne nach China gebracht.<sup>8</sup> Wang geht außerdem davon aus, dass Pythagoras sein Stimmungssystem wiederum aus Ägypten übernommen habe, und dass dieses ebenfalls zuvor aus Babylon importiert worden war.<sup>9</sup>

Aus diesem vermuteten gemeinsamen Ursprung entwickelte sich das Stimmungssystem in China und im Westen in unterschiedliche Richtungen. Im Westen dominierte das pythagoreische System und in China die »Sanfen-Sunyi-Methode«, die offiziell ca. 700 v. Chr. das erste Mal angewandt wurde, wie in der Sammlung Guan Zi (管子, 21 v. Chr.) geschrieben steht.

China	Westen	China	Westen
Huangzhong	C	Ruibin	Fis
Dalü	Cis	Linzhong	G
Taicu	D	Yize	Gis
Jiazhong	Dis	Nanlü	A
Guxian	E	Wuyi	Ais
Zhonglü	F	Yingzhong	H

Abbildung 2: Vergleich chinesischer und westlicher Stimmtöne

Im alten China nutzten Musiker, wie auch im Westen, ein System von zwölf Tönen, die durch eine Oktave geteilt wurden. Diese zwölf Töne sind in Abstraktion identisch mit den zwölf Tönen, die im Westen verwendet werden, nur dass sie

<sup>8</sup> Wang 2004, 178 ff., vgl. Lü (2011), 147 f.

<sup>9</sup> Wang 2004, 177 f. Wang spekuliert über Pythagoras' Reise in den Osten und den Ursprung seiner Stimmsystemlehre: Griechische Schriftsteller, die vor der Eroberung Babylons durch Alexander den Großen schrieben, hätten geglaubt, dass Pythagoras Ägypten besucht habe, während spätere Autoren sagten, dass er auf seinen Reisen auch selbst bis nach Babylon gekommen sei. Iamblichus äußerte sich zum Beispiel dahingehend, dass das Wissen um die »musikalischen Proportionen« von Pythagoras aus Babylon nach Griechenland gebracht worden sei.

anders benannt sind (vgl. Abb. 2).<sup>10</sup> Um irrationale Zahlen bei der Berechnung der Werte der ersten fünf Töne zu vermeiden, entschieden sich die Chinesen dafür, mit der Berechnungszahl 81 zu beginnen (s. Abb. 3):<sup>11</sup>

Huangzhong	81	C	_____
Linzhong	$81 \times \frac{3-1}{3} = 54$	G	_____
Taicu	$54 \times \frac{3+1}{3} = 72$	D	_____
Nanlü	$72 \times \frac{3-1}{3} = 48$	A	_____
Guxian	$48 \times \frac{3+1}{3} = 64$	E	_____
Yingzhong	$64 \times \frac{3-1}{3} \approx 42.667$	H	_____

Abbildung 3: Berechnung nach der Sanfen-Sunyi-Methode

Bei dieser Methode wird zuerst die Saitenlänge für den Grundton Huangzhong (C) als 81 festgelegt. Dann wird ein Drittel der Saitenlänge von C abgezogen, um Linzhong (G) zu erhalten. Wenn dann die Saitenlänge von Linzhong (G) wiederum um ein Drittel vergrößert wird, entsteht Taicu (D) usw., bis man wieder bei Huangzhong (C) ankommt. Das Stimmungssystem der Sanfen-Sunyi-Methode ist dem pythagoreischen System sehr ähnlich. Gemeinsam ist beiden, dass sie auf überteiligen Verhältnissen ( $n+1:n$ ) basieren, z. B. 3:2, 4:3 etc.

Die Sanfen-Sunyi-Methode<sup>12</sup> steht allerdings vor einem unüberwindbaren Problem: Die Quinte und Quarte wechseln sich nach dem zwölften Mal ab, sodass der Zirkel nicht geschlossen werden kann.<sup>13</sup> Hier entsteht also die gleiche Differenz

<sup>10</sup> Der Standard für die spezifische Tonhöhe (oder Frequenz) von C, in China bekannt als Huangzhong, ist jedoch unterschiedlich. Möglicherweise war die Länge des Rohrs, mit dem die Tonhöhe des Huangzhong bestimmt wurde, in jeder Dynastie des alten Chinas unterschiedlich, was sich aus religiösen Ritualen ergab. Die Bestimmung der Länge der standardisierten Huangzhong-Tonhöhe durch Herrscher und Forscher wie auch Mathematiker, Astronomen, Kalendermacher und Musiker etc. stand in direktem Zusammenhang mit der Stabilität der Gesellschaft und dem Wohlstand des Staates. (Vgl. Wang 2013, 56–64 und Lü 2017)

<sup>11</sup> Guan 2004, 1080, vgl. Zhu 1986, 3f.

<sup>12</sup> Die »Sanfen-Sunyi-Methode« wurde auch als kalendarisches Gesetz verwendet, um Schlussfolgerungen zu ziehen, die die feudale Hierarchie der Könige herstellen und Frieden und Wohlstand vorhersagen können sollten, während das pythagoreische System eine mathematische Metapher der Sterne ist.

<sup>13</sup> Chen 1992, 45.

wie beim »pythagoreischen Komma«. <sup>14</sup> Um einen gemeinsamen Begriff für beide Phänomene zu verwenden, wird dieses Problem im Folgenden auch in den chinesischen Systemen als »pythagoreisches Komma« bezeichnet.

Das Problem des pythagoreischen Kommas konnte im 16. Jahrhundert – Spakowskis »zweiter Phase« – durch die Entstehung der zwölfgleichstufigen Temperatur gelöst werden. In China hatte Zhu Zaiyu die zwölfgleichstufige Temperatur erstmals um 1581 entworfen und diese ausführlich um 1584 sowie 1596 verschriftlicht; dies wird in einem späteren Abschnitt noch eingehender erörtert. Zur gleichen Zeit entstand im Westen eine fast identische Rechenmethode, die von dem niederländischen Mathematiker Simon Stevin vermutlich um 1585 vorgestellt wurde.

Die dritte Phase war eine der Annäherung und Vereinheitlichung. Die industrielle Revolution brachte einen Anstieg der Produktivität in China und im Westen mit sich, während die zunehmende Produktion von Musikinstrumenten zu einer Standardisierung der zwölfgleichstufigen Temperatur, insbesondere aufgrund der Verbreitung der Klaviermusik, führte. <sup>15</sup> Darüber hinaus förderte der technologische Fortschritt einen immer engeren akademischen Austausch zwischen dem Westen und China, was es beiden Kulturen ermöglichte, voneinander zu lernen und sich gemeinsam zu entwickeln. So haben sich beispielsweise Riemann und Helmholtz in ihren Schriften über die chinesische Musik geäußert. Gleichzeitig kamen Chinesen nach Deutschland, um dort Musik zu studieren.

## Die Theorie der zwölfgleichstufigen Temperatur von Zhu Zaiyu

Zhu Zaiyu war, wie auch Pythagoras, davon überzeugt, dass Zahlen die Essenz von allem und damit ein Naturerzeugnis seien. Alles ließe sich mathematisch erklären, mit Hilfe von Gesetzen und Logik; auch die Musik sei ein numerisches Zeugnis der Regelmäßigkeit der Natur. Zhu glaubte daher, dass es eine Regel der Natur sei, dass eine Oktave zwölfmal unterteilt und dass die zwölf Töne gleichmäßig verteilt sein sollten, so wie es auch zwölf Stunden am Tag oder zwölf Monate im Jahr gäbe.

Dass der Grund für das Problem des »pythagoreischen Kommas« in der Sanfen-Sunyi-Methode zu finden ist, da »diese alte Methode zu einfach war und nur

<sup>14</sup> Needham 2004, 213.

<sup>15</sup> Rasch 2008, 207.

einen ungefähren Wert, aber kein exaktes Ergebnis berechnen konnte [...]«,<sup>16</sup> ist eine weitere Erkenntnis Zhus. Vor diesem Hintergrund entwickelte er seine neue Methode, die im Gegensatz zur alten spekulativen Methode steht, die auf der Proportion 3:2 basiert. Er betonte, dass »die mit der neuen Methode erzielten Präzisionswerte einfacher und präziser sind als die der alten Methode. Die erhaltenen Werte werden mit denen der Guqin<sup>17</sup> (klassische Zither) abgeglichen und stimmen perfekt überein«. <sup>18</sup> Diese neue Berechnungsmethode und das Ergebnis wurde »Xin Fa Mi Lü« (新法密律, übersetzt: der präzise Wert aus der neuen Methode) genannt und standen im Weiteren im Mittelpunkt aller Schriften von Zhu Zaiyu.

Xin Fa Mi Lü wird zum ersten Mal in der Einleitung zu Zhu Zaiyus Werk Lü Li Rong Tong (律历融通), der Integration von Stimmung und Kalendarium von 1581 erwähnt. Eine ausführliche Demonstration findet sich in der Veröffentlichung Lü Xue Xin Shuo (律学新说), dem Neuen Traktat der Stimmung von 1584. Im Jahr 1596 wurde sein Werk Lü Lü Jing Yi (吕律精义), die Präzise Bedeutung der Temperatur und Stimmung, veröffentlicht.

Nachfolgend der Originalanfang der Berechnungsmethode und eine Grafik für die zwölfgleichstufige Temperatur von Zhu Zaiyu:

Ein Quadrat eines Fußes<sup>19</sup> wird zuerst als Rohrlänge von Huangzhong [C] festgelegt, die als die Länge der beiden gleichen Seiten 勾 [A] und 股 [B] eines gleichschenkligen Dreiecks aufgefasst wird und jeweils 10 Zoll beträgt. Das Quadrat der Länge A<sup>2</sup> und B<sup>2</sup> sind jeweils 100 Zoll und die Hypotenuse [X<sup>2</sup>] eines Dreiecks ist gleich 200 Zoll, [ähnlich dem Satz des Pythagoras: A<sup>2</sup> + B<sup>2</sup> = X<sup>2</sup>, Anm. d. Autors<sup>2</sup>]. [...] Daraus lässt sich errechnen, dass [die Länge] der Hypotenuse eines Dreiecks und der Durchmesser eines Kreises X gleich 1.414213562370095048801689 Fuß ist, was exakt [die Länge des] Doppelten Ruibin [Fis] ist.<sup>20</sup>

16 Ebd., 16.

17 Die Guqin ist ein chinesisches Zupfinstrument. Die früheste schriftliche Aufzeichnung zur Guqin stammt aus der Zeit um 1100 v. Chr. Ursprünglich hatte sie nur fünf Saiten, die später auf sieben erweitert wurde. Diese sieben Zeichenfolgen entsprechen normalerweise CDFGAcD. (vgl. Gimm 2015)

18 Ebd., 6.

19 Dai, 2011, 175–182: Ein Fuß entspricht 32 cm.

20 Zhu, 1596, Inneres Band. 1, Haupttext, 9f., Die Übersetzung stammt vom Autor dieser Arbeit.

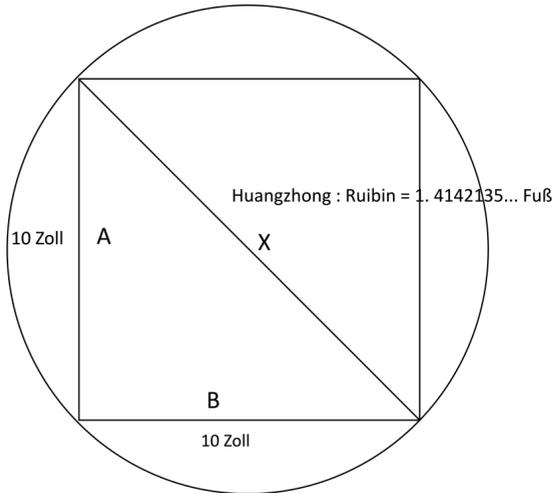


Abbildung 4: Ursprüngliche Berechnungsmethode<sup>21</sup>

Moderner formuliert kann seine Methode folgendermaßen erklärt werden (s. Abb. 5 und vgl. Abb. 4):

$A + B = \text{Doppelte Huangzhong } c$  :  $A = B = \text{Huangzhong } c^1$

2 : 1

$X = \sqrt[2]{1^2 + 1^2} = \sqrt[2]{2} = 1.414213562370095048801689$  — Ruibing (Fis)

→  $\sqrt[2]{\sqrt[2]{2}} = \sqrt[4]{2} = 1.189207115002721066717500$  — Nanlü (A)

→  $\sqrt[3]{\sqrt[2]{\sqrt[2]{2}}} = \sqrt[6]{2} = 1.059463094359295264561825$  — Yingzhong (H) — Halbton — Milü (Präziser Wert)

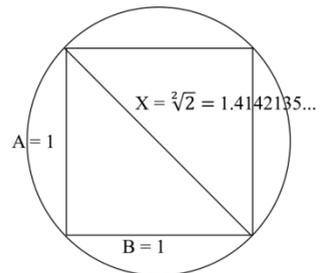


Abbildung 5: Moderne Erklärung

Das Verhältnis von Länge  $A+B$  – Doppeltes Huangzhong ( $c$ ) zur Länge  $A=B$ –Huangzhong ( $c^1$ ) ist 2:1. Die Länge der genau in der Mitte der Oktave liegenden Note Ruibin (Fis) lautet nach der Berechnung  $\sqrt[2]{2}$  (Zweite Wurzel aus Zwei). Anschließend wird daraus einmal die Quadratwurzel und danach die Kubikwurzel gezogen. Am Ende erhält man den Längenwert von Yingzhong (H) als

<sup>21</sup> Ebd., vgl. Zhuo (2009), 130–134.

1.059463094359295264561825 Fuß, gleich  $12\sqrt[2]{2}$  (Zwölfte Wurzel aus Zwei), also dem Wert eines Halbtons. Dieser Wert wird auf Englisch als die »common ratio« der zwölf Stimmtöne bezeichnet und heißt bei Zhu Zaiyu »Mi Lü« (密律, »präziser Wert«). Wenn man die Länge des ersten Tones (also Huangzhong) kennt, muss diese durch das »Xin Fa Mi Lü« geteilt werden, um die Länge des nächsten Tones zu ermitteln. Nach zwölf Berechnungen wird ein eine Oktave höheres Huangzhong (C) erreicht. Zum Beispiel gilt für das C: »Mi Lü« = H, H : »Mi Lü« = B, usw.

Die Rechenmethode Zhu Zaiyus ist, wie aus einem Vergleich deutlich wird, fast identisch mit der Herangehensweise von Simon Stevin (s. Abb. 6), die dieser vermutlich zwischen 1585 und 1600 entwickelte. Stevin bewies in mathematischen Gleichungen, dass das Verhältnis einer Oktave 2: 1 ist.<sup>22</sup> Zunächst zog er von der Zahl 2 einmal die Kubikwurzel, dann zweimal die Quadratwurzel, was schließlich auch eine »common ratio« ergibt, die dem Ergebnis bei Zhu Zaiyu gleicht.

Zhu Zaiyu, <i>Lüxue Xinshuo</i> (1584)		Simon Stevin, <i>Vande Spiegheling der Singconst</i> (1585–1600?)	
2 : 1	Oktave	2 : 1	Oktave
$\sqrt[2]{2}$	Tritonus	$\sqrt[3]{2}$	Große Terz
$\sqrt[2]{\sqrt[2]{2}} = \sqrt[4]{2}$	Kleine Terz	$\sqrt[2]{\sqrt[3]{2}} = \sqrt[6]{2}$	Große Sekunde
$\sqrt[3]{\sqrt[2]{\sqrt[2]{2}}} = \sqrt[12]{2}$	Kleine Sekunde	$\sqrt[2]{\sqrt[2]{\sqrt[3]{2}}} = \sqrt[12]{2}$	Kleine Sekunde

Abbildung 6: Die Ähnlichkeit der Berechnungsmethoden von Zhu und Stevin

### Exkurs: Kontroverse um den möglichen chinesischen Ursprung von Stevins zwölftönig gleichstufiger Stimmung

In Anbetracht der Ähnlichkeiten der Rechenmethoden von Stevin und Zhu sowie der Tatsache, dass ihre Theorien etwa zur gleichen Zeit entstanden, gibt es zwei unterschiedliche Sichtweisen auf die Frage, ob Stevin seine Theorie der zwölfgleichstufigen Temperatur aus China importiert haben könnte.

<sup>22</sup> Zhuo 2009, 147–155.

Ling Wang sowie die meisten zeitgenössischen chinesischen TheoretikerInnen und MusikwissenschaftlerInnen unterstützten diese Hypothese. Zur Zeit der Entstehung von Zhu Zaiyus Theorie befanden sich die Jesuiten schon seit langem in China, wo sie missionierten und wissenschaftliche Erkenntnisse austauschten. Dafür wurden chinesische Forschungsergebnisse in andere Sprachen übersetzt und an den Westen weitergegeben. Es ist daher durchaus nicht unmöglich, dass Stevin Zugang zu den neuesten Forschungsergebnissen von Zhu gehabt haben und diese in seine eigenen Theorien hätte einfließen lassen können.<sup>23</sup>

Andere ForscherInnen, auch solche aus China, nehmen jedoch die gegenteilige Position ein,<sup>24</sup> der auch ich mich anschließe. Das zentrale Argument hierbei ist, dass es keine ausreichenden Beweise für einen direkten Zusammenhang zwischen beiden Theorien gibt. Die Jesuitenmissionare schickten zwar die chinesischen Forschungsergebnisse in den Westen, doch kann über Stevins Kenntnis dieser Ergebnisse nur spekuliert werden, da es keine direkten Beweise gibt, die darauf hindeuten, dass er einen direkten Zugang zu Zhus Forschung hatte.

Die Diskussion der Ursprünge der Theorie der zwölfgleichstufigen Temperatur ist wichtig, da das Aufkommen dieser Theorie die Entwicklung des chinesischen und des westlichen Stimmungssystems verändert hat. Auf der Mikroebene handelt es sich bei dieser Diskussion um eine vergleichende Studie der Theorien von Zhu Zaiyu und Stevin, die auf der Makroebene eine wichtige Verbindung zwischen den chinesischen und den westlichen Theorien und Kulturen herstellt. Je nachdem, wie die Frage, ob Stevins seine Theorie der zwölfgleichstufigen Temperatur aus China importiert haben könnte, beantwortet wird, ergeben sich zwei mögliche Szenarien. Aus Mangel an stichhaltigen Beweisen ist man in akademischen Kreisen noch nicht zu einem einhelligen Urteil in Bezug auf diese Angelegenheit gelangt. Daher besteht das Hauptziel dieses Textes nicht darin, die eine Seite zu unterstützen und die andere zu widerlegen, sondern es soll durch die Widersprüche und Komplementaritäten, die sich zwischen diesen beiden Hypothesen ergeben, eine Chance und ein Anknüpfungspunkt für den interkulturellen Austausch aufgezeigt werden.

23 Zhuo 2009, 62–91, vgl. Liu 1932, 288–292, Needham 2004, 224–228.

24 An 2010, 83–85, vgl. Kuttner, 1975, 167–171.

## Die Rolle von Zhu Zaiyus Theorie in der interkulturellen Geschichte der Musiktheorie

Bruno Nettl beschreibt den Austausch der interkulturellen musikalischen kulturellen Konzepte wie folgt:

We sometimes say that culture is »what people in a society agree on,« but also, »what people in a society argue about,« suggesting that processes of various sorts are the defining components of what unifies a society. Taking this as a cue, we might also define the world of music as a group of processes that effects the interrelations of discrete musics and works, determining cohesion or diversity. As musical systems confront each other in the lives of individual societies [...], we can use the metaphor of debate to observe ways in which musics [...] persuade each other with the results, conquest, standoffs, and compromises<sup>25</sup>.

Der globale interkulturelle Austausch, die Aufrechterhaltung des Dialogs und die gegenseitige Infragestellung auf Augenhöhe können als Äquivalent zur Dezentralisierung nach Rehding angesehen werden, jedoch mit einem subtileren und spezifischeren Fokus auf die Richtung der Musikwelt. In seinem Artikel schlägt Rehding vor, die bisher stark von weißen Stimmen geprägte Geschichte der Musiktheorie durch die Einbeziehung der Theorien von vier weiteren Musikwissenschaftlern<sup>26</sup>, darunter Zhu Zaiyu, zu erweitern. Dadurch könnte nicht nur die sozio-historische und kulturelle Entwicklung verschiedener Regionen und Minderheitengruppen – von denen einige nicht zwingend numerische Minderheiten darstellen, jedoch trotzdem eine nicht-dominante Position innehaben – besser berücksichtigt werden, sondern auch der enge Fokus auf den europäischen Kontinent in der Musiktheorieforschung aufgebrochen werden. Dies könnte zu einem verstärkten interkulturellen Austausch im Studium der Musiktheoriegeschichte führen.

Diese Erweiterung des Forschungsrahmens oder der Versuch, sich von den etablierten Autoritätszentren der Musiktheorie zu lösen, könnte jedoch eine Herausforderung darstellen: Könnte die fortgesetzte Abhängigkeit von der klassischen Theorie unbewusst zur Ausgrenzung von nicht-mainstream Theorien führen? Dies könnte die Fähigkeit beeinträchtigen, etablierte Theorien objektiv zu hinterfragen und zu vergleichen, sowie neue Argumente zu entwickeln. Umgekehrt stellt sich die Frage, ob nicht-mainstream Theorien im Hinblick auf ihren Forschungswert mit den etablierten klassischen Theorien konkurrieren können.

<sup>25</sup> Bruno Nettl 2013, S. 47.

<sup>26</sup> Rehding 2020, Part II

Um die Dezentralisierung der Geschichte der Musiktheorie zu erreichen, ist ein Zusammenprall der Kulturen auch unvermeidlich. Wie man diese wohlwollende Konfrontation nutzen kann, um Theorien mit unterschiedlichem kulturellem Hintergrund zu verfeinern, ist ein Schlüssel zur Dezentrierung von Theorien. Das Einbeziehen weniger bekannter Theorien kann jedoch dazu beitragen, die vorherrschende Nutzung etablierter Theorien und die damit verbundene Denkrichtung zu durchbrechen. Positiv betrachtet, können diese Theorien die Forschungsperspektiven erweitern, mehr gedanklichen Freiraum schaffen, interkulturelle Begegnungen fördern und die Vorstellungskraft bereichern, was letztlich zu neuen Forschungsansätzen führt.

Auf der negativen Seite besteht jedoch die Gefahr, dass nicht mainstreamkonforme Theorien lediglich als oberflächliche kulturelle Ergänzung dienen, insbesondere dann, wenn die etablierten Theorien in den dominanten lokalen Diskursen tief verwurzelt und nur schwer herauszufordern sind. Diese Theorien tragen dann oft nur zur Wissensbereicherung bei, ohne wesentlichen Einfluss auf die theoretische Fundierung zu nehmen. Wenn theoretische Unterstützung in der Forschung erforderlich ist, werden nicht-mainstreamkonforme Theorien möglicherweise ignoriert, und die Forscher greifen bewusst oder unbewusst wieder auf die etablierten Theorien zurück. Dies hängt stark von den sozialen, politischen und kulturellen Bedürfnissen des jeweiligen Kontexts ab.

Es ist jedoch möglich, die verschiedenen Theorien trotz gewisser thematischer Einschränkungen so gleichberechtigt wie möglich zu behandeln und durch den Vergleich mit anderen Theorien zu vertiefen<sup>27</sup>. Das Ziel besteht darin, die Entwicklung der Musiktheorie im Hinblick auf die Förderung globaler musikalischer Zusammenhänge zu untersuchen. Zhu Zaiyu und Simon Stevin sind, abgesehen von ihrer gemeinsamen Erfindung der gleichschwebend temperierten Stimmung, historisch, sozial und kulturell kaum miteinander verwandt.

Wenn man die Entstehung dieser Stimmung als Ausgangspunkt und Kern betrachtet, bietet sich die Möglichkeit, die Entwicklungstendenzen der chinesischen und westlichen Musiktheorie zu vergleichen. Dabei kann der soziale Hintergrund der Entstehung beider Ansätze verknüpft werden, indem man die jeweilige Musikphilosophie und Musikästhetik heranzieht und die notwendigen Bedingungen für die Entwicklung der gleichschwebenden Temperatur analysiert. Dies macht

27 Working Group »Future Histories of Music Theory« 2019

sie zu wertvollen Referenzen für das Studium der Geschichte einer kulturell gemischten Musiktheorie<sup>28</sup>.

Redding war der Meinung, dass sein Entwurf in diesem Bereich kritisiert werden würde, weil sich die Auswahl der Inhalte und die Substitution seiner Theorie/Theoriearbeit nicht außerhalb des Mainstreams der westlichen Musiktheorie bewege. Diese Theorien stützen sich auf Stimmung und Konsonanz<sup>29</sup>. Er argumentiert daher, dass trotz der Verwendung von Theorien, die nicht dem Mainstream entsprechen, diese in einem Kontext übernommen werden sollten, der von der weißen, männlichen Mainstream-Theorie ausgeht<sup>30</sup>.

Obwohl die Theorie von Zhu Zaiyu als wichtiges Dokument für die Erfindung des zwölfgleichstufigen Temperaments gilt, kann sie im Kontext westlicher Theorien nur als historische Ergänzung und nicht als theoretischer Ersatz dienen, da es an ausreichender sprachlicher Unterstützung mangelt und westliche WissenschaftlerInnen oder TheoretikerInnen mit dem soziokulturellen und politischen Kontext der chinesischen Gesellschaft jener Zeit nicht vertraut sind, auch wenn sie durch Sekundärliteratur unterstützt wird.

Eine mögliche und konkrete Fragestellung in diesem Zusammenhang könnte vorgestellt werden: Kann Zhu Zaiyus Theorie aus dem fernen China in einen produktiven Austausch mit den heute dominierenden, von europäischen Theorien geprägten Diskurszentren treten?

Zhu Zaiyus Theorie könnte als ausländische Ergänzung zur Geschichte der Entwicklung der Theorie der zwölfgleichstufigen Temperaments im Westen verstanden werden. Stevins Stimmungstheorie weist nur wenige direkte Beziehungen zu beispielsweise Vincenzo Galilei und Gioseffo Zarlino auf.<sup>31</sup> Die wohltemperierte, die mitteltönige und die Werckmeister-Stimmung sind aus der langen Tradition von Galilei, Zarlino u.a. hervorgegangen. Anders gesagt scheint die Entstehung von Stevins Theorie nicht in die zentralen Entwicklungslinien der »traditionellen« westlichen Stimmungstheorie zu passen, weshalb sie im westlichen Stimmungssystem auch nicht gängig war. Daher bildet die Theorie von Zhu Zaiyu eine Ergänzung zur westlichen Stimmungstheorie und könnte als Voraus-

28 Working Group »Future Histories of Music Theory« 2019, im originalen Text wird es als hybrid music theory genannt.

29 Redding 2020, II. Part.

30 Ebd. IV. Part.

31 Rasch 2008, 204 ff.

setzung für die Entstehung der Theorie von Stevin und seinen Nachfolgern angesehen werden.

Geht man davon aus, dass es keine Verbindung zwischen Zhu und Stevin gibt, könnte dies als Beweis für eine parallele Entwicklung von China und dem Westen dienen und zeigen, dass sich die Geschichte oft auf ähnliche Weise entwickeln kann. Zhu Zaiyu beschäftigte sich mit der zwölfgleichstufigen Temperatur, um einerseits das Problem des »pythagoreischen Kommas« für wissenschaftliche Zwecke zu lösen. Andererseits hat er sich auch deshalb dafür eingesetzt, damit die moralische Hierarchie der feudalen Gesellschaft erhalten und die kaiserliche Macht konsolidiert werden konnte.<sup>32</sup>

Als europäischer Mathematiker hatte Stevin weder einen feudalen Hintergrund noch das Bedürfnis, die kaiserliche Macht zu festigen, sondern widmete sich ganz der Wissenschaft und seinen daraus erwachsenden Forschungsergebnissen. In diesem Zusammenhang ist es nur schwer zu beurteilen, ob das gleichzeitige Aufkommen derselben Theorien in China und im Westen, die die Entwicklung der Musikgeschichte als Ganzes beeinflusst haben, ein historischer Zufall oder unvermeidlich gewesen ist, da diese Bewertung von der eigenen Hypothese über den Ursprung der Musik abhängig ist. Es ist aber wertvoll, die Bedingungen zu vergleichen, unter der diese beiden fast identischen Berechnungsmethoden der zwölfgleichstufigen Temperatur in zwei unverbundenen Kulturen und vor unterschiedlichen gesellschaftlichen Hintergründen nahezu gleichzeitig entstanden sind.

Insgesamt betrachtet scheint die Theorie von Zhu Zaiyu einen exemplarischen Ausgangs- und Anknüpfungspunkt zwischen China und dem Westen darzustellen, der als Grundlage für den Versuch einer modernen Globalisierungstheorie dienen könnte. Sie kann als Mittelpunkt verwendet werden und strahlt in Bezug auf die Theorie von Stevin nach außen aus, indem sie andere Theorien in zwei Dimensionen miteinander verbindet (vgl. Abb. 7a und 7b, vgl. Abb. 1). Aus der

32 Xing 1998, 125 ff., vgl. Wang 2013, 108–119, 156–175. Im alten China waren Mathematik, Recht, Astronomie und das Kalendarium untrennbar miteinander verbunden. Beispiele sind die zwölf Monate des Jahres, die zwölf Stunden des Tages, die zwölf Sternbilder des Himmels und die zwölf Töne der Musik, die alle eng miteinander in Beziehung stehen (vgl. Anfang des 2. Abschnittes). Wenn diese zwölf Zahlen nicht in einem perfekten Verhältnis zueinander stünden, so dachte man damals, würde dies zu einem Ungleichgewicht in der Gesellschaft und der imperialen Macht führen, was eine Katastrophe zur Folge haben müsste. Daher wurde stets nach einem harmonischen Verhältnis von Zahlen und Proportionen zwischen Himmel, Erde und Menschen gesucht.

zeitlichen Dimension heraus betrachtet liegt die Entstehung der Theorie von Zhu Zaiyu in der Mitte der Entwicklung des Stimmungssystems, im 16. Jahrhundert, und steht am Schnittpunkt zwischen dem alten chinesischen Stimmungssystem und den Anfängen des modernen westlichen Stimmungssystems. Der geografische und räumliche Bezug der Theorien von Zhu Zaiyu zu denen von Stevin ermöglicht es, chinesische und westliche Stimmungstheorie miteinander zu verbinden.

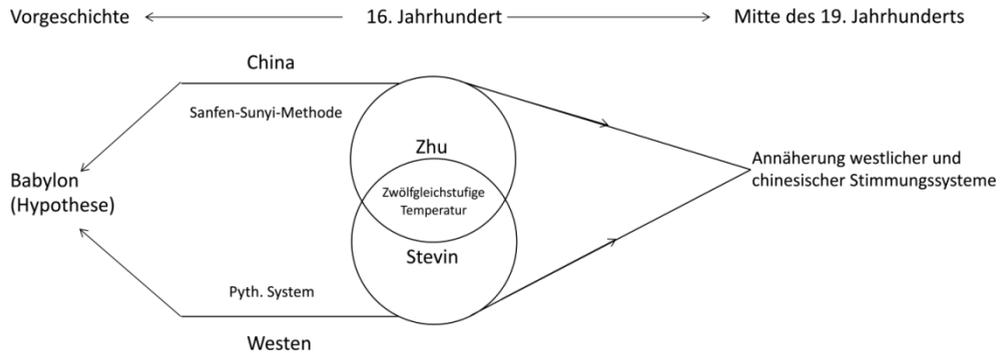


Abbildung 7a: Die zeitliche Dimension

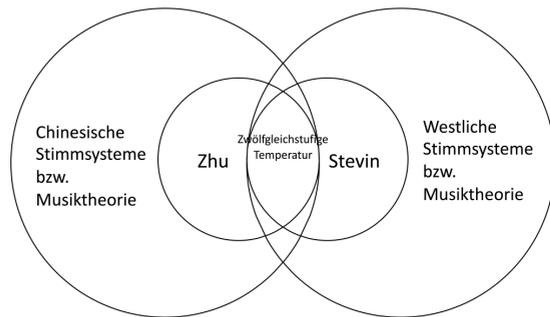


Abbildung 7b: Die räumliche Dimension

## Fazit

Im Austausch mehrerer Kulturen miteinander können die Errungenschaften der anderen Kulturen in angemessener Weise akzeptiert werden. So sollte beispielsweise die Frage nach den Ursprüngen der Stimmungstheorie von Zhu und Stevin unvoreingenommen betrachtet werden. Das Studium der Theorie von Zhu Zaiyu kann eine neue Perspektive auf die Entwicklung einer global gedachten Stim-

nungstheorie eröffnen, es gibt aber auch kulturelle Widersprüche, nämlich eine kulturelle Distanz, die in der Theorie versteckt ist. Diese Distanz führt dazu, dass jede Theorie auf ihren jeweiligen kulturellen Kontext begrenzt wird, obwohl ihre jeweiligen Inhalte einige Verbindungen zueinander aufweisen. Diese Einschränkung ist kulturell exklusiv und führt dazu, dass die Theorien aus verschiedenen Kulturen nicht vollständig füreinander offen sind. Eine weitere Schwierigkeit bei der Untersuchung der globalen Geschichte der Musiktheorie, die Rehding ebenfalls in seinem Blogbeitrag erwähnt, ist die Problematik der Sprache. Theorien aus verschiedenen Kulturen müssen in ihrer eigenen Sprache interpretiert werden. Die theoretische Forschung zu solchen Themen macht es daher erforderlich, dass Fachleute aus verschiedenen Regionen der Welt ihr Fachwissen bündeln und Theorien aus unterschiedlichen Kulturen miteinander in Verbindung setzen.

## Literatur

- An Cheng [安程] (2010), »Zur Beziehung zwischen der zwölfgleichstufigen Temperatur von Zhu Zaiyu und der westlichen« [浅论朱载堉十二平均律与西方十二平均律的关系], in: *Cultural Relics of Central China* 2010/4, 83–85, Henan: Cultural Relics of Central China.
- Bruno Nettl (2013), »On world music as a concept in the history of music scholarship«, in: *The Cambridge History of World Music*, hg. von Philipp V. Bohlman, Cambridge: Cambridge university press, 23–54.
- Chen Wannai [陈万甯] (1992), *Studie über Zhu Zaiyu [朱载堉研究]*, Taipeh: Nationales Palastmuseum, Teipeh.
- Cohen, David et. al. (2019), »Going Global, In Theory«, in: *Defamiliarizing the West* 3,1 (2019). <https://brainfood.musicology.org/vol-3-no-1-2019/going-global-in-theory/> (12.9.2024)
- Dai Nianzu [戴念祖] (2011), *Zhu Zaiyu, Superstar der Wissenschaft und Kunst der Ming-Dynastie [朱载堉, 明代的科学和艺术巨星]*, Beijing: People's Press.
- Gimm, Martin (2016), »Zhu Zaiyu, Erbfürst von Zheng«, in: *MGG-Online*, hg. von Laurenz Lütteken, Kassel: Bärenreiter. <https://www.mgg-online.com/article?id=mgg14190&v=1.0&rs=mgg14190&q=zhu%20zaiyu>.
- Gimm, Martin (2015), »Qin«, in: *MGG-Online*, hg. von Laurenz Lütteken, Kassel: Bärenreiter. <https://www.mgg-online.com/article?id=mgg15936&v=1.1&rs=mgg15936&q=guqin>.
- Guan Zi [管子] (2004), *Guanzi [管子校注]* (ca. BC 21), hg. von Li Xiangfeng [黎翔凤], Band 1, Beijing: Zhonghua Book Company.
- Kuttner, Fritz A. (1975), »Prince Chu Tsai-Yü's Life and Work: A Re-Evaluation of His Contribution to Equal Temperament Theory«, in: *Ethnomusicology* 19,2 (May 1975), Champaign: University of Illinois Press, 163–206.
- Ling Wang mit Kooperation von Kenneth Robinson (1962), *Physics and Physical Technology (Part I: Physics)*, 6. Auflage, hg. von Joseph Needham, Cambridge: Cambridge Press.

- Liu Fu [刘复] (1932), »Der Erfinder der zwölfgleichstufigen Temperatur Zhu Zaiyu« [七等律的发明者朱载堉], in: *Studies Presented to Tsai Yuan Pei on his sixty-fifth Birthday* [蔡元培先生六十五岁庆祝论文集], Beijing: Guo li zhong yang yan jiu yuan, 279–210.
- Lü Buwei, [吕待] (2011), *Lüshichunqiu* [吕氏春秋] (BC 241), hg. von Lu, Jiu [陆玖], Band 1, Beijing: Zhonghua Book Company.
- Lü Chang [吕畅] (2017), »Das Geheimnis der Übereinstimmung zwischen dem Klang und der Zahl des ›Sheng Huang Zhong‹ im Buch der Riten« [《史记·律书》生黄钟“声数相配之谜], in: *Musikkunst*, 2017/3, Shanghai: National Press and Publication Administration, 138–146.
- Rasch, Rudolf (2008), »Tuning and Temperament«, in: *The Cambridge History of Western Music Theory*, hg. von Thomas Christensen, Cambridge: Cambridge University Press, 193–222.
- Rehding, Alexander (2020), *Can the History of Theory Be Decentered?* <https://historyofmusictheory.wordpress.com/2020/04/03/can-the-history-of-theory-be-decentered-part-i-prequel-five-classics/>.
- Spakowski, Nicola (2018), »East Asia in a global historical perspective – approaches and challenges«, in: *Studies on a Global History of Music*, hg. von Reinhard Strohm, New York: Routledge Taylor & Francis Group, 220–235.
- Wang Jun [王军] (2013), *Eine Studie über das musikalische Denken von Zhu Zaiyu* [朱载堉乐律思想研究], Beijing: People's Music Publishing House.
- Xing Zhaoliang [刑兆良] (1998), *A Critical Biography of Zhu Zaiyu* [朱载堉评传], Nanjing: Nanjing University Press.
- Zhuo Renxiang [卓仁祥] (2009), *Zhu Zaiyu und seine akademischen Errungenschaften aus östlicher und westlicher kultureller Sicht* [东西方文化视野中的朱载堉及其学术成就], übers. von Yulin Long [隆玉麟], Beijing: Central Conservatory of Music Press.
- Zhu Zaiyu [朱载堉] (1581), *Die Integration von Phonetik und Kalendarik* [律历融通].
- Zhu Zaiyu [朱载堉] (1584), *Neuer Traktat der Stimmung* [律学新说].
- Zhu Zaiyu [朱载堉] (1596), *Präzise Bedeutung der Temperatur und Stimmung* [律吕精义].
- Zhu Zaiyu [朱载堉] (1986), *Neuer Traktat der Stimmung* [律学新说] (1584), hg. von Wenci Feng [冯文慈], Beijing: People's Music Publishing House.
- Zhu Zaiyu [朱载堉] (2006), *Präzise Bedeutung der Temperatur und Stimmung* [律吕精义] (1596), hg. von Wenci Feng [冯文慈], 4. Auflage, Beijing: People's Music Publishing House.

© 2025 Lujia Sun (luke90luke@gmail.com)

Sun, Lujia (2025), »Zhu Zaiyus zwölfgleichstufige Temperatur. Ein Thema für eine interkulturelle Geschichte der Musiktheorie?«, in: *Tonsysteme und Stimmungen. 21. Jahreskongress der Gesellschaft für Musiktheorie* (GMTH Proceedings 2021), hg. von Moritz Heffter, Johannes Menke, Florian Vogt und Caspar Johannes Walter, 513–530. <https://doi.org/10.31751/p.351>

eingereicht / submitted: 31/05/2022  
angenommen / accepted: 10/07/2023

veröffentlicht / first published: 01/09/2025  
zuletzt geändert / last updated: 01/09/2025