



Kirchturmtechnik aus einer Hand

Beitrag zum deutschen  
„Jahrbuch für Glockenkunde“

## Transpositive Replikationen von Glocken Nachgüsse von historischen Glocken als Ergänzung von Geläuten



*Verzierte Glockenform der neuen, in der Tonhöhe versetzten Glockerippe  
des Nürnberger Glockengießers CRISTOF aus 1566  
für die Kirche St. Sebastian in Oettingen (Bayern)  
in der Glockengießerei Grassmayr im Jahre 2010.*

Mit freundlichen Grüßen  
Ing. Peter Grassmayr  
Innsbruck, Februar 2012



Kirchturmtechnik aus einer Hand

## Transpositive Replikationen von Glocken

- Nachgüsse von historischen Glocken als Ergänzung von Geläuten

Von Ing. PETER GRASSMAYR

Mit Errichtung des Innsbrucker Glockenmuseums und der dadurch zunehmenden intensiven Beschäftigung mit historischen Glocken entstand die Neugierde, historische Meisterwerke mit ihren Geheimnissen zu erforschen und – ähnlich der Sehnsucht mancher Saurierforscher – auch der Wunsch, Glocken mit historischen Rippen wieder zum Leben zu erwecken.



Abb.1: Innsbruck, historische Glocken im Glockenmuseum (Photo: Grassmayr).

Jede Glocke ist ein Zeugnis der Handfertigkeit ihres Glockengießermeisters. Die Unterschiede in Rippenart, Ornamentik und Gussqualität innerhalb ein- und derselben Zeitepoche sind erstaunlich und beeindruckend.

In unserer Glockengießerei hatten wir damals Kenntnis über drei verschiedene Rippenarten, und die Rippen für neue Glocken wurden noch mit Großzirkeln gezeichnet. Bei der Ausübung dieser Tätigkeit versuchte ich mir immer wieder vorzustellen, wie wohl früher die Gießer ihre Glockenform entwickelt und verbessert haben mögen.

Auch wenn ich nicht in die Berechnungsart der jeweiligen Rippen bei meinen Praktika in verschiedenen europäischen Glockengießereien eingeweiht wurde, so prägte mich

damals die erstaunliche Erkenntnis, dass es nicht ein einheitliches technisches Verfahren zur Glockenherstellung gab, sondern jede Gießerei mit unterschiedlichen Rezepten und Handwerksschritten die Glocken fertigte. Aus diesem Gesichtspunkt erklärte sich für mich auch die große Erscheinungsvielfalt allein der Glocken unseres Museums.

Meine ersten Nachgüsse waren „einfache Kopien“ romanischer und gotischer Glocken unseres Museums sowie der ältesten Glocke aus Kärnten.



Abb.2: Nachguss der romanischen Glocke aus Hachen in Nordrhein-Westfalen (Original ca. 1100 n.Chr. im Glockenmuseum in Innsbruck).

Trotz meiner technischen Ausbildung und diverser beruflicher Erfahrungen merkte ich, dass der „DNA-Code“ historischer Glockenrippen nicht so einfach zu knacken ist und die damals in unserer Gießerei verwendeten Werkzeuge und Berechnungsmöglichkeiten dafür nicht ausreichten.



Kirchturmtechnik aus einer Hand

Gespräche mit Experten anderer Fachgebiete führten zu Kooperationen mit Universitäten und der Einbeziehung von Entwicklungsinstituten. Entscheidend für die Erforschung war auch das neue Werkzeug „Computer“, ein Glücksfall, den meine Vorfahren wohl als Zauberinstrument empfunden hätten.

Jedoch ging es nicht so einfach wie mit Harry Potters Zauberstab. Viele Arbeitsstunden und auch missglückte Versuche prägten die vergangenen 15 Jahre, getrieben durch die Sehnsucht, Glockenrippen weiter zu entwickeln bzw. historische Glocken nachzugießen. Mit der inneren Dankbarkeit über gelungene Nachgüsse historischer Glocken folgte der nächste – zum Glück auch erfolgreiche Schritt – historische Rippen mit versetzten Tonhöhen („transpositive Replikation“) zu gießen bzw. als weitere Steigerung historische Rippen klangtechnisch zu optimieren (z. B. erhebt sich die Frage, welche geringen Veränderungen an der historischen Rippe müssen erfolgen, damit sie zu einer „reinen“ Septim- bzw. Oktaverippe wird?).

Interessant und förderlich waren auch Resultate, die klangtechnisch „gelingen“ waren, sich jedoch formtechnisch als nicht Ziel führend erwiesen haben.

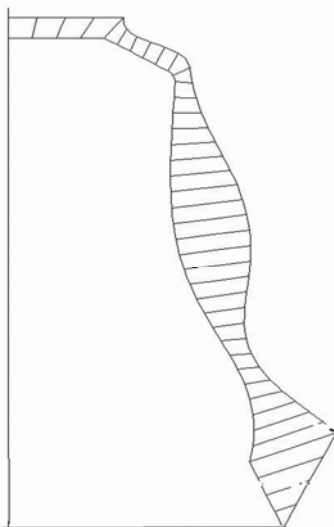


Abb. 3: „Klangtechnisch“ gelungene jedoch gusstechnisch unpraktische Glockenform.

Glocken sind geprägt durch die große Vielzahl verschiedener Tonfrequenzen, wobei die Herausforderung für den Gießer darin besteht, die gewünschten Frequenzen durch die Formgestaltung zu generieren.

Erkenntnisreich war für mich das Gespräch mit einem Hersteller von Motoren für Fahrzeuge. Motoren dürfen keine störenden Geräusche machen oder das Auto zum Vibrieren bringen. Mit Computersimulationen werden störende Frequenzen ermittelt und durch Versteifungen bzw. Veränderungen der Form eliminiert.

Bei meiner Herausforderung für die Glocke hatte ich jedoch die umgekehrte, viel komplexere Aufgabe: statt einzelne Frequenzen zu eliminieren, müssen die entsprechenden Rippensegmente so gestaltet werden, dass die gewünschte Frequenzen in einem verträglichen Miteinander entstehen.

Mittlerweile ist der Nachguss historischer Glocken mit versetzter Tonhöhe („transpositive Replikation“) zur Ergänzung historischer Glockengeläute eine meiner Lieblingsaufgaben.

Zur Erklärung der Vorgangsweise möchte ich als Beispiel das Glockengeläute der kath. Pfarrkirche St. Sebastian in Oettingen (Bayern) verwenden. Zu den drei bestehenden Glocken aus 1566 des Nürnberger Gießers CRISTOF sollten in Innsbruck zwei neue Glocken in ebendieser CRISTOF-Rippe, jedoch mit versetzter Tonhöhe gegossen werden.

Die einzelnen Arbeitsschritte waren wie folgt:

#### a) Frequenzanalyse

Zuerst habe ich die historischen Glocken bezüglich des Tonaufbaus analysiert und die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Glocken überprüft, z. B. ob eine Glocke von den anderen durch den Tonaufbau bzw. der Innenharmonie stark abweicht. Aufgrund der Gesamtanalyse habe ich mich entschlossen, die  $c^2$ -Glocke als Schwerpunkt für die Vermessung und Berechnung der Nachgüsse zu verwenden.



Kirchturmtechnik aus einer Hand



Abb. 4: Oettingen (Bayern): ges<sup>1</sup> Glocke des Glockengießers CRISTOF aus dem Jahre 1566

Tab. 1: Vergleich der Innenharmonie bzw. des Tonaufbaues der drei historischen Glocken von Oettingen (Bayern) im Cent-Abstand (1/100 Halbton)

CRISTOF 1566 – ges <sup>1</sup> – Ø 1160 mm		
	Frequenz	Verhältnis in Cent
Unterton	183	17
Prime	330	1037
Terz	426	1479
Quinte	563	1962
Oktave	725	2400
CRISTOF 1566 – g <sup>1</sup> – Ø 1060 mm		
Unterton	195,5	-4
Prime	365,5	1076
Terz	461,5	1483
Quinte	586	1896
Oktave	784	2400
CRISTOF 1566 – c <sup>2</sup> – Ø 800 mm		
Unterton	266	-6
Prime	478,5	1011
Terz	624	1470
Quinte	799	1898
Oktave	1067,5	2400
Oettingen (Bayern) Mittelwert der drei historischen Glocken		
Unterton		2
Prime		1042
Terz		1477
Quinte		1919
Oktave		2400

## b) Vermessung mit Laser

Die Rippe von CRISTOF habe ich mit Laser vermessen. Zur Kontrolle habe ich einige wichtige Bereiche zusätzlich mit einem Greifzirkel geprüft.



Abb. 5: Laservermessung der Glocke des Gießers GROSZE in Leipzig-Engelsdorf in der Glockengießerei GRASSMAYR in Innsbruck.<sup>1</sup>

## c) Simulationsberechnung

Die Daten der Lasermessung habe ich mit einem Computerprogramm bearbeitet und anschließend in ein Simulationsprogramm eingegeben. Ziel der Simulation ist es, die Teiltöne einer Glocke aufgrund der eingegebenen Rippendaten zu ermitteln.

## d) Datenvergleich

Dann kommt immer der spannendste Moment, ob die errechneten Teiltöne der Simulation mit den tatsächlichen Werten der Frequenzanalyse der Glocke übereinstimmen bzw. in welchen Bereichen Differenzen festgestellt werden können. Das Ergebnis der Simulation weicht

<sup>1</sup> Von der Vermessung der Glocke aus Oettingen habe ich leider kein Photo gemacht.



Kirchturmtechnik aus einer Hand

meistens etwas von der Frequenzanalyse der Glocke ab. Ausschlaggebend dafür sind Unschärfen bei der Rippenmessung und die „unreinen“ und von heutigen Standards abweichenden Metalllegierungen. Historische Glocken mit minderwertigen Legierungen lassen die Teiltöne in ihrer Gesamtheit etwas tiefer erklingen. Das Verhältnis der Innenharmonie bzw. des Tonaufbaus bleibt bei Metallabweichungen jedoch im Wesentlichen unverändert. Für den Neuguß verwenden wir stets eine hochwertige Bronzelegierung der heutigen Zeit.

#### e) Simulationsoptimierung

Die Ist-Abweichung der Frequenzanalyse zur Simulationsberechnung kombinierte ich mit der Sollabweichung auch unter Berücksichtigung des Schwundmaßes und berechnete mittels Simulation die zu gießende Rippe.

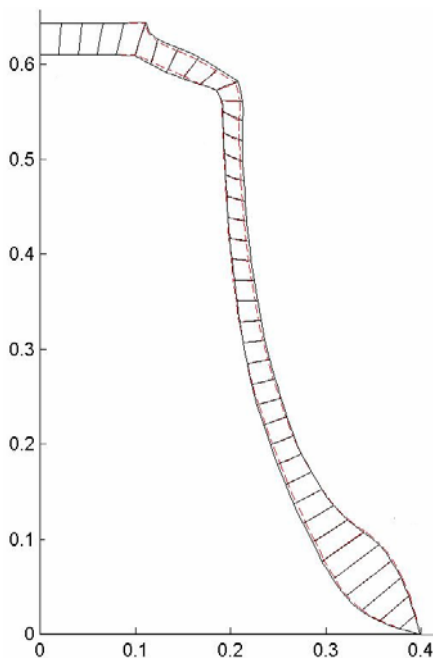


Abb. 6: Simulationsoptimierung der historischen Rippe des Gießers CRISTOF der Glocke von Oettingen.

Jedoch erfolgte die Simulationsoptimierung nicht automatisch, sondern ich benötigte einige Stunden an Annäherungsberechnungen, bis ich ein zufrieden stellendes Ergebnis erreichte. Die mit Laser gemessene Rippe der historischen

Glocke von Oettingen ist in der Abb. 6 mit einer strichlierten Linie dargestellt. Die korrigierte Glockenform ist als durchgehende Linie erkennbar, wobei bei diesem Projekt vor allem in den Bereichen der Prim und des Schlagringes mit Hilfe der Simulation Optimierungen notwendig waren.



Abb. 7: Schablonierter Kern mit ausgeschnittener Schablone für die Erstellung der „falschen Glocke“ der es<sup>2</sup> Glocke für Oettingen in der Innsbrucker Gießerei GRASSMAYR.

Ohne Simulationsberechnung mit Datenvergleich und anschließender Simulationsoptimierung der historischen Rippe würde ein Nachguss bzw. eine transpositive Replikation nicht den Erwartungen entsprechen. Es würde nur eine optisch gleich aussehende, jedoch hinsichtlich des Tonaufbaus abweichende Glocke entstehen.

Durch die Entwicklung der transpositiven Replikation ist es nicht nur möglich alte Glocken nachzugießen, sondern auch historische Geläute durch weitere bzw. fehlende Glocken in der historischen Rippe mit versetzter Tonhöhe zu ergänzen.



Kirchturmtechnik aus einer Hand



Abb. 8: Innsbruck, Glocke für Oettingen gegossen 2010 als transpositive Replikation von CRISTOF.

Tab. 2: Nachgüsse der CRISTOF-Rippe aus dem Jahre 1566 mit versetzter Tonhöhe (transpositive Replikation) für Oettingen (Bayern) in Cent-Abstand (1/100 Halbton)

GRASSMAYR 2010 – b <sup>1</sup> – Ø 883 mm		
	Frequenz	Verhältnis in Cent
Unterton	235,5	3
Prime	429	1041
Terz	548	1465
Quinte	708,5	1910
Oktave	940,5	2400
GRASSMAYR 2010 – es <sup>2</sup> – Ø 653 mm		
Unterton	318,5	5
Prime	579,5	1042
Terz	740,5	1466
Quinte	955,5	1907
Oktave	1270	2400

Zusätzlich zu den Replikationen der Glocken CRISTOF aus dem Jahre 1566 für Oettingen konnten wir innerhalb der letzten drei Jahre folgende Projekte verwirklichen:

- Bologna, für die *Chiesa di Santi Gregorio e Siro*: zum bestehenden Geläute mit drei Glocken des Gießers BRIGHENTI aus dem Jahre 1898 wurde

eine Glocke in der Rippe von BRIGHENTI gegossen.

- Leipzig-Engelsdorf, für die ev.-luth. *St. Pankratiuskirche*: zur bestehenden Septimglocke von GROSZE aus dem Jahre 1878 wurden zwei neue Glocken in der GROSZE-Rippe gefertigt, wobei eine Glocke in der gleichen und die zweite Glocke in einer schwereren Rippe gegossen wurde.



Abb. 9: Innsbruck, Kollaudierung der zwei neuen Glocken mit transponierten Rippen in Abstimmung mit der historischen Glocke von Grosze für Leipzig Engelsdorf durch die Glockensachverständigen Dipl.-Ing. Roy Kreß und Uhrmachermeister Rudolf Friedrich Meinhardt (\*1935 +2010)

Das bestehende Glockengeläute mit den zwei Septimglocken von JAUCK aus dem Jahre 1867 wurde für die ev.-luth. Stiftskirche in Dölzig (Sachsen) mit einer neuen Septimglocke in der Rippe von JAUCK ergänzt.

Zur Zeit der Niederschrift des vorliegenden Beitrags formen wir in Innsbruck zwei neue Glocken für die ev.-luth. Kirche in Taubenheim als Ergänzung zur bestehenden Glocke von J. G. GROSZE aus dem Jahre 1863 (es handelt sich dabei allerdings um eine gänzlich andere GROSZE-Rippe als diejenige, die im Geläute von Leipzig-Engelsdorf erklingt).

Persönliches Nachwort des Verfassers

*Lieber Leser, sollte Ihnen der Bericht gefallen haben und Sie Anregungen für eine künftige Weiterentwicklung haben, so würde ich mich über Ihr Feedback freuen: peter@grassmayr.at.*

Mit klangvollen Grüßen  
Peter Grassmayr