

DIE STEPHEN PAULELLO MUSIKSAITEN

Außer den mechanischen notwendigen Qualitäten (Toleranzen, Vollkommenheit des Zylinders, Gleichmäßigkeit des Ziehens, Korrosionsbeständigkeit, Druckbiegsamkeit usw.), wird beim Saitenherstellen danach gestrebt: Ein vortreffliches ausgeglichenes Klangspektrum, eine Verbesserung der inneren Dämpfung und eine Beschleunigung des Stabilisationsprozesses. Dank der erfolgreichen Bemühungen beim Drahtziehen, der langsamen Geschwindigkeit jenes, der Wahl der Zieheisenszahl, des gewählten Verformungsgrads und der Qualität des Polierens, haben diese Saiten ein gepflegtes Aussehen, ein merkwürdiges Halten des Tones und eine außerordentliche Gleichmäßigkeit der mechanischen Leistungen.

Die Qualität und die Klangfarbe der Musiksaiten haben ehemals Anlaß zu zahlreichen Debatten zwischen Musikern, Herstellern und Klavierbauern gegeben. Aus Mangel an Auswahl dennoch sind die Klaviersaiten seit Jahrzehnten nicht mehr Gegenstand von besonderen Erwägungen in der Klavierbausphäre.

Mit der Vermarktung von fünf verschiedenen Drähten in zwei Ausführungen bringt STEPHEN PAULELLO die Debatte wieder in Schwung, indem er die Notwendigkeit betont, über diese Auswahl für die Herstellung oder Restauration der „modernen“ Instrumenten oder der Klaviere der Vergangenheit zu verfügen.

Welches sind die Eigenschaften dieser verschiedenen Typen?

DIE FÜNF STAHLTYPEN :

Ultra-widerstandsfähig :

- **Typ XM:** Ultra widerstandsfähige Saiten.

Eher für intensiv gespielte Instrumente bestimmt, deren Saiten im Diskant und Baß überlastet sind (mit demTypogramm prüfen).
Die Zerreißgrenze liegt höher als der gegenwärtige Standard. Sie erstreckt sich von 2600 bis 3000 Newton pro mm² je nach Durchmesser.

POLIERT ODER VERNICKELT : 500 Gr Ringe : ab 0,775 mm bis 1,050 mm (13 bis 18½)
2 Kg Ringe : ab 0,975 mm bis 1,200 mm (17 bis 21½)

Modern:

- **Typ M:** Feine und strahlende Diskanttöne. Ein vortreffliches ausgeglichenes Klangspektrum.

Eher für Instrumente von **1880 bis heute bestimmt** (mit dem Typogramm prüfen*).
Die Zerreißgrenze liegt zwischen 2200 bis 2550 Newton/mm² je nach Durchmesser.

POLIERT : 500 Gr und 2 Kg Ringe ab 0,725mm bis 1,6 mm (12 bis 26)
VERNICKELT : 500 Gr Ringe : ab 0,775 bis 1,300 mm (13 bis 23)
2Kg Ringe : ab 0,775 bis 1,6 mm (13 bis 26)

* Das Typogramm ist ein Excel Programm, das auf der Webseite kostenlos heruntergeladen werden kann.

Alle Angaben und technischen Daten zum Zeitpunkt der Drucklegung 06/15. Änderungen vorbehalten.
Specifications and technical data at time of print 06/15. Subject to change without notice.

Postromantisch :

- **Typ 0** (Null): Ein reicher und komplexer Klang.

Für postromantische Instrumente oder bei hybridischer Besaitung auf den in der Mittellage unterlasteten modernen Instrumenten. Typ 0 in der Mittellage, Typ M im Diskant und XM im Hochdiskant ist ein typisches Beziehen (mit dem Typogramm prüfen).
Die Zerreißgrenze liegt zwischen 1700 bis 2200 Newton/mm² je nach Durchmesser.

POLIERT : 500 Gr und 2 Kg Ringe ab 0,725mm bis 1,6 mm (12 bis 26)
VERNICKELT : 500 Gr Ringe : ab 0,775 bis 1,175 mm (13 bis 21)
2Kg Ringe : ab 0,975 bis 1,6 mm (17 bis 26)

Romantisch :

- **Typ 1**: Cello ähnlicher Klang.

Für romantische Instrumente oder bei hybridischer Besaitung auf den im Übergang unterlasteten modernen Instrumenten (mit dem Typogramm prüfen).
Die Zerreißgrenze liegt zwischen 1200 bis 1900 Newton /mm² je nach Durchmesser.

POLIERT : 500 Gr Ringe : ab 0,575mm bis 1,6 mm (9 bis 26)
VERNICKELT : 500 Gr Ringe : ab 1,000 bis 1,175 mm (17½ bis 21)

- **Typ 2:** Dem romantischen Pianoforte zugeeignet.

Eher dem Pianoforte zugeeignet: Die Triftigkeit der Benutzung des Typs 2 mit dem Typogramm prüfen.
Die Zerreißgrenze liegt zwischen 1000 bis 1400 Newton/mm² je nach Durchmesser.

POLIERT : 500 Gr und 250 Gr Ringe : ab 0,400mm bis 1,4 mm (5 bis 24)

DIE VERNICKELTE AUSFÜHRUNG :

Ein Schutz des Stahles gegen Korrosion ist unentbehrlich. Deshalb sind die Typen XM, M, 0 und 1 heute auch in vernickelter Ausführung lieferbar.

Eine oxydierte Saite ist schwer stimmbar, sogar unstimmbar. Ihre klanglichen Eigenschaften sind verdorben. Der Klang wird scharf und hält nicht lange. Die Vernickelung schützt den Stahl vor Korrosion und erhöht die Lebensdauer der Saite. Außerdem bringt die vernickelte Version einen zusätzlichen klanglichen Reiz.

Diese Verarbeitung hat nichts mit Verzinnung zu tun. Die eingesetzte Technologie ist umständlicher, was erklärt, warum solche Saiten noch nie hergestellt worden sind. Die viel härtere 4µ Nickelschicht ist, dank einer Elektrolyse, mit Stahl eng verbunden. Kein Abblättern der Nickelschicht beim Ösenschlingen, beim Zwicken oder Stimmen ist zu befürchten.

* Das Typogramm ist ein Excel Programm, das auf der Webseite kostenlos heruntergeladen werden kann.

Alle Angaben und technischen Daten zum Zeitpunkt der Drucklegung 06/15. Änderungen vorbehalten.
Specifications and technical data at time of print 06/15. Subject to change without notice.

DIE RICHTIGE WAHL TREFFEN:

- **Die Marke, das Baujahr und die Ortsangabe des Instruments: Diese Daten sind dokumentarisch aber nicht genügend.**

- **Die volumische Masse des Metalls**: **Ein belangloser Faktor.**
  Es ist eine wichtige Angabe, die der Berechnungsformel der Zugkraft einer Saite gehört. Die volumische Masse drückt sich in Gr/cm^3 und liegt, je nach Material, zwischen Mindestwerten von 7,65 gr/cm^3 für Eisen und Maximalwerten von 7,95 gr/cm^3 für gewisse Stähle. Da wir zwischen diesen zwei Extremen nur 4 % Zugkraftunterschied feststellen, darf man dennoch diesen Faktor außer Acht lassen.

- **Der Elastizitätsmodul oder E-Modul: Ein interessanter Faktor.**
  Der Elastizitätsmodul hat eine winzige Auswirkung auf die Zugkraftsberechnung. Hingegen nimmt es an dem Berechnen der Saiteninharmonizität teil. Durch viel Vermessen von alten in gutem Zustande Stahlsaiten von historischen Instrumenten wurde festgestellt, daß die elastischen Eigenschaften der zahlreichen Drähte je nach Epoche sehr ähnlich waren.

- **Die prozentuale Auslastung : Das unerläßliche Kriterium.**

  Dieses Kriterium betrifft den Klang und das mechanische Verhalten der Saite.

  Der Klang: Es wird einstimmig angenommen, daß eine Saite mit einer prozentualen Auslastung von **50 bis 75%** der ***praktischen Zerreißgrenze (PZG)*** gespannt werden muß, um in seiner ganzen Fülle und mit einer minimalen inneren Dämpfung zu schwingen. (Dieser Begriff wird später erklärt). Eine Unterbelastung (**unter 45 %**) sowie eine Überbelastung (**über 85 %)** geben schlechte klangliche Ergebnisse.

  Das mechanische Verhalten :
  Die drei folgenden Begriffe müssen verstanden werden:
  - Die ***nominale Zerreißgrenze (NZG):*** Dieser Wert entspricht der maximalen Zugkraft womit der Stahldraht beansprucht werden kann. Die unter Laborbedingungen hervorgebrachten Ergebnisse liegen je nach Durchmesser und Saitentyp zwischen 1000 und 3000 Newton/ mm².
  - Die ***praktische Zerreißgrenze (PZG)*:** das sogenannte Ermüdungsphänomen und die verschiedenen Biegungen, Ösen und Knicke reduzieren die Leistungen der Saiten. Die Werte der nominalen Zerreißgrenze müssen 15 % für den Typ 2 und 25% für die anderen Typen verringert werden. Diese Werte sind für jeden Typ und jeden Durchmesser in einer Tabelle unten vermerkt.
  - Die ***elastische Grenze:*** Außer der letztmöglichen sogenannten Bruchphase, kommt die Einspannung einer Saite durch zwei erste Phasen zustande:
    - Die ***elastische Phase***, während deren eine mittelmäßige Belastung eine Dehnung bewirkt, die verschwindet, sobald diese Belastung aufhört.
    - Die ***plastische Phase***, während deren eine erhebliche Belastung eine Dehnung bewirkt, die teilweise bleibt, sobald diese Belastung aufhört. Es handelt sich um eine irreversible Verformung, die Saite hält die Stimmung nicht mehr, wird sehr inharmonisch und bricht.

Die Grenze zwischen der elastischen Phase und der plastischen Phase darf nicht überschritten werden. Sie liegt ungefähr 85 % der praktischen Zerreißgrenze je nach Saitentyp.

Unter oder Überlastung soll vermeidet werden. So weit wie möglich muss die ideale im Typogramm empfohlene prozentuale Auslastung erreicht werden. Die ist weiter unten detailliert.

Alle Angaben und technischen Daten zum Zeitpunkt der Drucklegung 06/15. Änderungen vorbehalten.
Specifications and technical data at time of print 06/15. Subject to change without notice.

Wie wird diese ideale Auslastung praktisch erreicht?

Die Schwinglängen und Durchmesser bemessen und die Werte in das **Typogramm** aufschreiben.

Das **Typogramm** ist ein Excel Berechnungsblatt, das der Bedienungsanleitung verbunden ist. Es wird Ihnen langwierige Berechnungen sparen.

Folgende Richtlinien gelten:

Baßbereich :
Eine prozentuale Auslastung von 50 bis 55% ist ideal.

Blanke Saiten :
50% circa für die erste blanke Saite im Übergang
60% circa für a1
65% circa für a2
70% circa für a3
75% circa für a4

Bei einer Neubesaitung ist es ratsam mehrere Stahltypen (**hybridische Besaitung**) zu verwenden, um den gesamten Klang dank einer optimalen prozentualen Auslastung zu optimalisieren.

Diese Vorarbeiten sind zeitaufwendig aber diese präzisen Berechnungen werden mit einem besseren Klangergebnis und einer Zeitersparung beim Intonieren belohnt. Für gewisse bekannte Modelle, deren Mensur seit langem stabil ist, werden vorher festgelegte Datenblätter auf der Webseite zur Verfügung gestellt.

BEISPIEL FÜR DIE VERBESSERUNG DES ÜBERGANGES :

Steinway Modell O (1,80 m): Die erste Stahlsaite nach dem Übergang ist H. (Kammerton: 442 Hz)

Note	Typ	Schwinglänge mm	Durchmesser mm	Zugkraft N	Auslastung %
H	**Typ M**	1110mm	1,025mm	491, 1 N	**34.07**
H	**Typ 0**	1110mm	1,025mm	491, 1 N	**39.94**
H	**Typ 1**	1110mm	1,025mm	491, 1 N	**50.87**
H	**Typ 2**	1110mm	1,025mm	491, 1 N	**60.56**

Es besteht keine Veranlassung den **Typ XM** im Übergang als blanke Saite zu verwenden.
Mit der Verwendung vom **Typ M** ist die prozentuale Auslastung viel zu gering.
Wird der **Typ 0** verwendet, **ist die Zugkraft gleich**, aber die Auslastung mit 39.94% noch nicht ausreichend.
Wird der **Typ 1** verwendet, **ist die Zugkraft gleich**, aber die Auslastung mit 50.87 % jetzt ausreichend.
Wird der **Typ 2** verwendet, **ist die Zugkraft gleich**, die Auslastung mit 60.56 % auch befriedigend.

Aber in diesem Fall ist die Anwendung des Typs 2 bei einem modernen Instrument wegen der konnotierten Klangfarbe des Typs 2 nicht beraten.

Nach dem Baujahr 1880 wird die Verwendung des Typs 2 bei einer hybridischen Besaitung nicht empfohlen.

➔ **Wir würden letztendlich den Typ 1 für diesen Chor wählen.**

Alle Angaben und technischen Daten zum Zeitpunkt der Drucklegung 06/15. Änderungen vorbehalten.
Specifications and technical data at time of print 06/15. Subject to change without notice.

Die blauen Ziffern folgender Tabelle geben die praktischen Zerreißgrenzen (PZG) oder die verminderten Zerreißgrenzen (-25% oder -15%) von jedem Durchmesser jedes Typs in Newton an, was im Typogramm schon gespeichert ist.

Typ XM			Typ M			Typ 0			Typ 1			Typ 2		
N°	∅	PZG	N°	∅	PZG	N°	∅	PZG	N°	∅	PZG	N°	∅	PZG
									9	0,575	373,93	5	0,4	158,00
									9,5	0,6	402,91	5,5	0,425	177,00
			12	0,725	762,28	12	0,725	674,66	10	0,625	432,58	6	0,45	197,00
			12,5	0,75	810,79	12,5	0,75	716,69	10,5	0,65	462,90	6,5	0,475	217,00
13	0,775	1048	13	0,775	862,20	13	0,775	759,60	11	0,675	493,83	7	0,5	238,00
13,5	0,8	1088	13,5	0,8	914,96	13,5	0,8	803,37	11,5	0,7	525,31	8	0,525	261,00
14	0,825	1154	14	0,825	969,23	14	0,825	847,95	12	0,725	557,31	8,5	0,55	283,00
14,5	0,85	1198	14,5	0,85	1020,77	14,5	0,85	893,31	12,5	0,75	589,78	9	0,575	307,00
15	0,875	1354	15	0,875	1077,19	15	0,875	939,41	13	0,775	622,68	9,5	0,6	331,00
15,5	0,9	1384	15,5	0,9	1134,85	15,5	0,9	986,23	13,5	0,8	655,96	10	0,625	356,00
16	0,925	1422	16	0,925	1193,99	16	0,925	1033,71	14	0,825	689,58	10,5	0,65	381,00
16,5	0,95	1514	16,5	0,95	1256,74	16,5	0,95	1081,84	14,5	0,85	723,50	11	0,675	407,00
17	0,975	1582	17	0,975	1315,64	17	0,975	1130,57	15	0,875	757,66	11,5	0,7	433,00
17,5	1	1649	17,5	1	1378,08	17,5	1	1179,86	15,5	0,9	792,03	12	0,725	460,00
18	1,025	1717	18	1,025	1441,66	18	1,025	1229,69	16	0,925	826,57	12,5	0,75	488,00
18,5	1,05	1786	18,5	1,05	1506,67	18,5	1,05	1280,02	16,5	0,95	861,22	13	0,775	516,00
19	1,075	1855	19	1,075	1572,80	19	1,075	1330,81	17	0,975	895,94	13,5	0,8	544,00
19,5	1,1	1924	19,5	1,1	1646,81	19,5	1,1	1382,02	17,5	1	930,70	14	0,825	573,00
20	1,125	1994	20	1,125	1715,06	20	1,125	1433,62	18	1,025	965,44	14,5	0,85	601,00
20,5	1,15	2064	20,5	1,15	1792,13	20,5	1,15	1485,59	18,5	1,05	1000,12	15	0,875	631,00
21	1,175	2135	21	1,175	1854,63	21	1,175	1537,87	19	1,075	1034,69	15,5	0,9	660,00
21,5	1,2	2205	21,5	1,2	1934,39	21,5	1,2	1590,43	19,5	1,1	1069,12	16	0,925	690,00
			22	1,225	2007,43	22	1,225	1643,25	20	1,125	1103,36	16,5	0,95	720,00
			22,5	1,25	2081,46	22,5	1,25	1696,28	20,5	1,15	1137,36	17	0,975	750,00
			23	1,3	2236,37	23	1,3	1818,76	21	1,175	1171,09	17,5	1	780,00
			23,5	1,35	2396,14	23,5	1,35	1944,18	21,5	1,2	1204,49	18	1,025	811,00
			24	1,4	2559,60	24	1,4	2072,39	22	1,225	1237,52	18,5	1,05	841,00
			24,5	1,45	2733,93	24,5	1,45	2203,25	22,5	1,25	1270,14	19	1,075	872,00
			25	1,5	2905,85	25	1,5	2336,61	23	1,3	1353,87	19,5	1,1	902,00
			25,5	1,55	3068,13	25,5	1,55	2472,34	23,5	1,35	1438,55	20	1,125	933,00
			26	1,6	3254,19	26	1,6	2610,29	24	1,4	1523,99	20,5	1,15	963,00
									24,5	1,45	1610,02	21	1,175	994,00
									25	1,5	1696,46	21,5	1,2	1024,00
									25,5	1,55	1783,14	22	1,225	1054,00
									26	1,6	1869,88	22,5	1,25	1084,00
												23	1,3	1158,00
												23,5	1,35	1232,00
												24	1,4	1308,00



Von **Pitthan Draht** für Stephen Paulello exklusiv hergestellt

Vertrieb durch:
Jahn Pianoteile
www.pianoteile.com

Mittlere volumische Masse:

Typ XM: 7.85 g/cm^3
Typ M: 7.85 g/cm^3
Typ 0: 7.81 g/cm^3
Typ 1: 7.85 g/cm^3
Typ 2: 7.82 g/cm^3

Young's modulus: E:

Typ XM: 202 Gpa
Typ M: 202 Gpa
Typ 0: 202 Gpa
Typ 1: 202 Gpa
Typ 2: 202 Gpa

STEPHEN PAULELLO

September 2014

Tel. +49 (0) 95 60 - 98 12 0 Fax +49 (0) 95 60 - 17 34 www.pianoteile.com contact@jahn-pianoteile.de

Alle Angaben und technischen Daten zum Zeitpunkt der Drucklegung 06/15. Änderungen vorbehalten.
Specifications and technical data at time of print 06/15. Subject to change without notice.