

# musik international

Instrumentenbau-Zeitschrift  
39. Jahrg. Heft 1 Jan. 1985

## SONDERDRUCK

### **Neue Forschungen und Entwicklungen**

**Entscheidender Durchbruch in der Entwicklung von Nylon-Gitarrensaiten**

**Neue Generation umspinnener Saiten für Zupf- und Streichinstrumente**

**Freie Untersattelhalterung (DBP) ermöglicht erstmalig sichere Intonation für Konzert- und Westerngitarren - traditionelle Grundlage bleibt gewahrt**

## Bericht aus dem Institute of Stringed Instruments Guitar & Lute, Düsseldorf (ISIGL).

Von Friedrich Karl Sandvoss

Erstmals gelang vor kurzem einer Forschergruppe des ISIGL aufgrund einer für die gesamte Saitenindustrie konzipierten neuen Glattsaiten-Technologie – ebenfalls einer ISIGL-Entwicklung (DBPa) – die bisher von der Fachwelt für technisch undurchführbar gehaltene marktreife Entwicklung extrem glatter Nylon-Baßsaiten für Gitarre auf dem klanglichen Niveau runddrahtumspinnener Qualitätssaiten.

Auf der Basis dieser neuen Saitentechnologie, der sogenannten True Tone Smooth String Envelope (TTSSE) ist auch eine gravierende Steigerung der Oberflächenqualität aller umspinnenen Saiten mit allen gängigen Saitenkern-Werkstoffen (Natur- und Kunststoffe sowie Metalle) für alle Zupf- und Streichinstrumente, also neben der Konzertgitarre die Westergitarre, die E-Gitarre sowie alle Streichinstrumente etc. erzielbar.

Die neuen Saiten wurden von ersten Fachleuten unter Einbindung verschiedener Musikhochschulen spiel- und meßtechnisch erfolgreich getestet.

Es ist eine weltweite Umstrukturierung in der Produktion von Nylon-Saitenbezügen für Gitarre zu erwarten.

Der Grund dafür liegt darin, daß die Herstellungskosten der neuen Saiten bei entsprechender Fertigung auf dem Niveau derzeit gebräuchlicher Saiten liegen – und soweit vorhersehbar – nach Markteinführung der neuen Saiten von seiten der Musiker kein Bedarf mehr an jetzt gebräuchlichen Saiten, insbesondere runddrahtumspinnenen, besteht, weil kein Musiker auf den Vorteil der Lagenwechseleräuschfreiheit und besserer Spielbarkeit verzichten kann.

Zudem ist die Gebrauchsdauer der TTSSE-Saiten höher als die gebräuchlicher Saiten. Auf der Basis dieser neuen Technologie werden auch die blanken Nylon-Saiten zumindest teilweise von umspinnenen verdrängt.

So konnte z.B. das jahrhundertalte g-Saitenproblem der Konzertgitarre erstmalig gelöst werden, indem eine neuartige g-Saite extrem hoher Glätte mit dem von Musikern gewünschten (aber bisher nie erreichten) Klangverhalten bis zur Großserien-Fertigungsreife entwickelt wurde.

Auch auf dem Gebiet konventioneller Nylon-Baßsaiten für Gitarre konnten wesentliche Verbesserungen erzielt werden. Die im ISIGL abgeschlossenen Entwicklungsarbeiten brachten folgende Ergebnisse (ein zugehöriges Edelprodukt (AURUM I-Baßsaiten) befindet sich seit kurzem auf dem gehobenen Saitenmarkt):

1. Einprägung eines hochsensiblen Klangcharakters in Qualitätssaiten (HS = High Sensitive Strings);
2. Gravierende Verlängerung der Gebrauchsdauer; (LL = Long Life Strings);

3. Hoher Korrosionsschutz (G = 24 Karat Gold fully electroplated string envelope);
4. Einführung des Material-Recycling;
5. Kombination der vorgenannten Eigenschaften.

Die vorgenannten Eigenschaften sind teilweise auch auf die TTSSE-Saiten übertragen worden.

Im Zusammenhang mit den Forschungsarbeiten wurde auch unter anderem erstmalig das Intonationsproblem der Konzertgitarre und der Westergitarre gelöst. Es handelt sich dabei ebenfalls um ein Forschungsergebnis des ISIGL (DBP, Auslandspatente angem.).

Voraussetzung für korrekte Intonation ist bei Bundinstrumenten prinzipiell die Feinmensurierung. Während bei E-Gitarren die Lösung zum Stand der Technik gehört, konnte bei akustischen Gitarren bisher keine befriedigende Lösung gefunden werden. Der Grund liegt darin, daß es sich dabei nicht allein um ein technisches, sondern um ein technisch-ästhetisches Problem handelt.

Die Lösung geschieht durch die im zweiten Teil des Beitrags beschriebene, ebenfalls für die gesamte Industrie konzipierte Freie Untersattelhalterung ISIGL, die eine Feinmensurierung und damit sichere Intonation unter allen Bedingungen der Musikpraxis auf traditioneller Basis gewährleistet.

Bei der Freien Untersattelhalterung steht der Untersattel nach Art eines Geigen-

steps frei, jedoch im Gegensatz zu diesem kippstabil auf dem Saitenhalter. Diese Lösung bedeutet gleichzeitig eine wesentliche Fertigungserleichterung für Instrumente und Saiten.

Die Freie Untersattelhalterung ist von der Elite künstlerischer Gitarrenbauer in der Bundesrepublik dankbar aufgenommen worden und auch der größte deutsche industrielle Gitarrenhersteller, die Karl-Höfner GmbH, ist seit kurzem Lizenznehmer des ISIGL-Patents.

## Allgemeines zur akustischen Gitarre

### Einführung

In den letzten Jahren fanden unter dem Einfluß steigenden spieltechnischen Niveaus bedeutsame Entwicklungen auf dem Gebiet akustischer Gitarren, insbesondere der klassischen Konzertgitarre, statt:

*Das jahrhundertealte technisch-ästhetische Problem der Intonationssicherheit der Konzertgitarre (aber auch anderer akustischer Gitarren) konnte vor kurzem erstmalig gelöst werden*, indem die Gitarre unter Beibehaltung ihres traditionellen Erscheinungsbildes und der traditionellen Werkstoffe einen auf dem Saitenhalter frei positionierbaren Untersattel traditioneller Bauart erhält, DBP 333 1123 C1<sup>1,2</sup>. Bei dieser Lösung ist die akustische Austauschbarkeit mit dem traditionellen Saitenhalter gewährleistet, so daß nicht nur eine visuelle, sondern vor allem auch die klangliche Gleichheit gegeben ist.

*Es sind sehr wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der Saitentechnologie gemacht worden.*

Der klangliche und spieltechnische Standard von Künstlergitarren erfährt eine weitere Steigerung. Das Einspielverhalten von Gitarren konnte weitgehend geklärt werden<sup>3</sup>.

Die akustische Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Konzertgitarre kam zu neuen, tiefgreifenden Forschungsergebnissen. Hier sind besonders die Arbeiten im Musikakustischen Laboratorium der Physikalisch Technischen Bundesanstalt Braunschweig (Leitung: Prof. Dr. Jürgen Meyer) zu nennen.

Diese ausgezeichneten Grundlagenarbeiten bedürfen jedoch noch der Fortführung auf der Basis derzeit aktueller Konstruktionen und unter Einbeziehung spieltechnischer Aspekte, da die einzelnen Gitarristen – auch was die führenden Persönlichkeiten angeht – sehr verschiedene Arten der Anschlagstechnik und Auffassung haben. Beides hat akustische Konsequenzen auf die Instrumentenkonstruktion bzw. den Entwurf von Saiten. Die Anforderungen einer breiten Schicht guter Spieler an das Instrument und die physiologischen Kenntnisse über den humanen Bewegungsapparat<sup>4</sup> sind gewachsen. Die Vorstellung aber, welche Eigenschaften ein gutes Instrument ausmachen, sind – was die Musiker angeht – nicht, wie etwa bei der Geige, im wesentlichen einheitlich.

Dies gibt Anlaß zur Irritation und ist die eigentliche Ursache für die nicht selten konträre Einschätzung selbst von Weltelite-Gitarren und die Abkehr hochbegabter Instrumentenbauer vom künstlerischen Gitarrenbau.

In grober Vereinfachung kann man sagen, daß zwei Tendenzen einander gegenüberstehen. Sie sind durch die Anschlagstechnik „Kurze Auslösedauer“ des Nagels von der Saite (= Spitzer Anschlag) und „Lange Ablösedauer“ (= Breiter Anschlag) gekennzeichnet.

Ob ein Anschlag „hart“ oder „weich“ bzw. „Spitz“ oder „Breit“ ist, hängt nämlich nach Untersuchungen am ISIGL (der Einfluß des Anschlagortes auf der Saite, der sogenannten Anschlaglage, ist gleichfalls getrennt untersucht worden) von der Funktion bzw. Zeitdauer des Loslassens des Nagels von der Saite ab, wie dies bei der Fast-Fourier-Transformation (FFT) sichtbar ist, wenn Ablösevorgang und Spektrum des erzeugten Tons einander gegenübergestellt werden.

Darüber hinaus besteht noch ein grundsätzlicher Unterschied zwischen dem inneren spektralen Aufbau nicht nur bei der Anschlaglage auf der Saite<sup>5</sup>, sondern beider Anschlaggrundformen. Im ersten Fall (= „Spitzer Anschlag“) verlangt der Musiker nach einem Instrument mit grundtönigem, im zweiten Fall (= „Breiter Anschlag“) nach einem mit schlankem Klangcharakter<sup>6</sup>. Diese Erkenntnis wurde vor Jahren im ISIGL-Labor erarbeitet.

Der Beitrag vermag in Anbetracht der sehr großen Stoff-Fülle, der Geheimhaltung bei den Herstellern und der Berührung wirtschaftlicher Interessen nur einige wesentliche Fakten in Skizzenform zu erfassen.

Die mitgeteilten Ergebnisse beruhen sämtlich auf Forschungen des *Institute of Stringed Instruments Guitar & Lute* und erheben keinen Absolutheitsanspruch. Das

Eindringen in den Stoff war nur möglich, indem wir in unserem Institut eine eigene Laboratoriums-Saitenproduktion begannen und alle wesentlichen Schritte der Entwicklung und Herstellung selbst nachvollzogen haben.

## Die Saiten im allgemeinen

### Einführung

Man unterscheidet bei akustischen Gitarren, genau wie bei Geigen – vom Ohr des Instrumentalisten oder Zuhörers aus betrachtet – drei miteinander gekoppelte Resonanzsysteme (Schwingungssysteme):

1. die Saite,
2. das System Steg (Untersattel, Saitenhalter) – Korpus/Luftsäule des Instruments
3. die Raumakustik.

Alle drei Resonanzsysteme haben jeweils nicht eine einzelne Resonanz-Gipffrequenz, sondern jeweils eine Folge von Resonanzgipfeln. Diese Eigenschaften drücken sich wie in der Hi-Fi-Technik, beim Übertragungsverhalten von Lautsprechern, Schallplatten-Abtastsystemen, Verstärkern und anderen Bausteinen in dem sogenannten Frequenzgang, d. h. der akustischen Übertragungskurve (Gesamt-Resonanzkurve) des Systems aus.

Die Lage der Resonanzgipfel ist allerdings, wenn man von kleinen Abweichungen aufgrund der Biegesteife (Transversalsteife) der Saiten absieht (die blanke g-Saite ist leider sehr biegesteif), nur bei den Saitenresonanzen harmonisch. Durch die Transversalsteife wird die Lage der Harmonischen mit zunehmender Ordnungszahl gespreizt, d. h. die Harmonischen liegen nicht mehr mathematisch-harmonisch.

Diese Saitenresonanzen sind die Grundschwingung und die sog. Obertöne. Der Akustiker sagt die „Harmonischen“, wobei die erste Harmonische die Grundschwingung ist. Deshalb fällt den Saiten jeweils die Tongeneratorfunktion zu, und die beiden anderen Resonanzsysteme werden lediglich zum Mitschwingen, d. h. zu sogenannten erzwungenen Schwingungen angeregt.

Im Gitarrenbau ist man wie im Geigenbau im Rahmen des Möglichen bestrebt, Resonatoren mit dichter Folge der Eigenresonanzen zu erhalten. Einzelne Töne sollen weder herauspringen noch herauffallen.

Der Glanz des Gitarrentons entsteht bei den Diskantsaiten bekanntlich nicht direkt durch den Ton der angeschlagenen Saite, sondern durch Mitschwingen bzw. Resonanz der Nachbarsaiten. Die Resonanz erstreckt sich auf Grund- und Ober-

<sup>1</sup> Sandvoss, K.: „Eine Lösung für Intonationsprobleme“ in *Gitarre + Laute* 5/1984, S. 60/61.

<sup>2</sup> Zills, A.: Untersattelhalterung für rein akustische Zupfinstrumente. Internationale Patentnachrichten“ in *Das Musikinstrument* 9/1984.

<sup>3</sup> Sandvoss, K.: „Aspekte des Einspiel- und Klangverhaltens von akustischen Gitarren“ in *Gitarre + Laute* 6/1980.

<sup>4</sup> Szende, O.: *Handbuch des Geigenunterrichts*, hrsg. v. K. Sandvoss. Düsseldorf: ISIGL 1977.

<sup>5</sup> Sandvoss, K. (Hrsg.): *Index Classical Guitar*. Düsseldorf: ISIGL 1974/84.

<sup>6</sup> Sandvoss, K.: Konstruktive Grundregeln zum Bau intonationssicherer Gitarren und das Saitenproblem in: *Gitarre + Laute* 6/1984 und 1/1985.

töne der einzelnen Saiten, was schon Jonquiere<sup>4</sup> entdeckt hat.

Bei der Intensität der Resonanz spielt sowohl die Lage und Höhe der einzelnen Resonanzgipfel als auch die Präzision der Stimmung bzw. Intonation eine Rolle, weil das hörwirksame Mitschwingen nur an den Resonanzpunkten oder in dessen unmittelbarer Nähe möglich ist.

Bei schwach intonierenden Saiten bzw. Instrumenten werden oft solche Mitnahmepunkte der Saitenresonanzen als Stimmpunkte benutzt (z. B.  $a^1$  und  $e^2$ ). Natürlich muß die Resonanzkurve eines guten Instruments noch vielen anderen Forderungen, insbesondere hinsichtlich der Grundklangfarbe, des Ein- und Ausschwingungsverhaltens, der Lautstärke etc. genügen.

## Saitentechnik

Der Ton eines jeden Saiteninstrumentes kommt wie wir gesehen haben primär nicht vom Instrument, sondern von den Saiten. Das wird leider allzuoft vergessen. Der Grundgedanke der Besaitung der Gitarre ist „gleicher“ Spielwiderstand und damit „gleiche“ Saitenzugkraft für jede Saite, weil nur so die Voraussetzung für ein ausgeglichenes Spiel erfüllt ist. Damit alle Saiten „gleiche“ Stimm-Zugkraft bei unterschiedlicher Stimmung haben, müssen sie in einem umgekehrten Verhältnis zur Tonhöhe unterschiedlich schwer sein (Masse haben), d. h. ihre längenbezogene Masse muß der Beziehung eines Feder-Masse-Systems (vereinfacht)

$$f_n \sim \frac{n}{L} \left( \frac{F}{m} \right)^{1/2}$$

gehörchen.

Dabei sind  $m$  die längenbezogene Masse bei der Stimm-Zugkraft  $F$ ,  $L$  die schwingende Saitenlänge,  $f$  die Tonhöhe (Frequenz in Hz) und  $n$  die Harmonischen 1, 2, 3, 4, 5 ... mit  $n = 1$  als erster Harmonischen oder Grundschwingung. Feder-Masse-System bedeutet, die vom Anschlag zugeführte Energie schwingt bei der Saite im ständigen Wechsel von Bewegungsenergie der Saitenmasse und der in der Saite durch Federung (über die Zugkraft) bis zur maximalen Auslenkung gespeicherten Energie hin und her.

Die Tonhöhe ist also auch (in sehr geringem Maße) von der Anschlagsstärke abhängig. Wendet man diese Beziehung auf blanke Nylon- oder Darmsaiten an, so würden die Baßsaiten noch wesentlich dicker als die g-Saite ausfallen.

Wie jeder Informierte weiß, ist die blanke Nylonmonofil-g-Saite schon jetzt der Schwachpunkt der Besaitung und in der Rangfolge danach bei Saitensätzen mit hoher Stimm-Zugkraft die h-Saite. Das liegt daran, daß diese Saite zu biegesteif

(transversalsteif) und damit zu sehr bedämpft ist.

Die Federung der Saite beim Schwingen von einem Zustand in den anderen beruht dann also nicht nur auf der Zugspannung im Kern, sondern auf Biegespannung, d. h. Zug- und Druckspannung im biegeverformten Querschnitt der Saite, wobei unter anderem das polare Trägheitsmoment und der Schubmodul (der die Elastizität des Werkstoffes hinsichtlich Schubbeanspruchung ausdrückt) eine Rolle spielen.

## Umspinnung

Die Menschheit ist glücklicherweise schon sehr früh auf den genialen Gedanken der Beschwerung einer Saite bzw. des Saitenkerns durch Umspinnen gekommen, um dem Teufelskreis zunehmender Biegesteife zu entgehen.

Es liegt auf der Hand, daß sich schwere Metalle (Wolfram  $\varrho \approx 19,3$  scheidet leider aus technischen Gründen aus), insbesondere Edelmetalle, zur Saitenbeschwerung durch Umspinnen prinzipiell gut eignen. Nach neueren Untersuchungen eignen sich Gold  $\varrho \approx 19,5$  und Platinmetalle  $\varrho \approx 21,5$  hervorragend, wenn man diese Werkstoffe technologisch richtig einsetzt. Leider ist der Einkaufsmaterialwert eines Bezuges größer als DM 400,-. Da Silber  $\varrho \approx 10,5$  (Einkaufsmaterialwert eines Bezuges ca. DM 10,-) nur etwa halb so schwer wie Gold ist (aber immer noch 18% schwerer als Kupfer  $\varrho \approx 8,9$  oder Nickel) ist seine Überlegenheit gegen Kupfer nicht gravierend. Es läßt sich aber dennoch technologisch richtig verarbeitet hervorragend einsetzen. Wenn einige Spieler nicht so gute Erfahrungen gemacht haben, so liegt dies nachweisbar nicht am Werkstoff Silber, sondern an der angewandten Technologie (es spielen hier noch weit mehr Größen eine Rolle als angegeben).

Da über das beinahe unüberschaubare Angebot von Saitensätzen viel Unklarheit besteht, wollen wir im folgenden einige Gedanken dazu skizzieren:

## Stimm-Zugkräfte (Tension)

Die heute im Handel erhältlichen Saitensätze führender Saitenfirmen sind von sehr hoher, früher nicht für erreichbar gehaltener Qualität. Es wäre allerdings von Vorteil, wenn die Saitenhersteller sich darauf verständigen würden, die Stimm-Zugkräfte ihrer Saiten anzugeben, Bezugsgröße müßte eine Norm-Griffbrettmensur von 650 mm sein.

Ein bekanntes Unternehmen bietet sehr verdienstvoll einen sogenannten Saitenrechner an. Es ist aber nach unseren Untersuchungen so, daß sich *klangliche*

*Optimalpunkte* bei der Besaitung ergeben, der *eine einzige Stimm-Zugkraft zugeordnet* ist. Wir sehen daher die beste Anwendung bei Lauten oder abweichenden Mensurgrößen.

Das bekannte Intervall der Mensurgröße von 650 bis 665 mm ist kein so großes Kriterium, weil die daraus resultierende Stimm-Zugkraftdifferenz nur knapp 5% beträgt, während die Abweichungen in der Stimm-Zugkraft der einzelnen Bezüge ca. 33%, entsprechend Zugkräften von 6 bis 8 kg (daN), beträgt.

Stimm-Zugkräfte an sich weisen jedoch keinen Qualitätscharakter aus. Allerdings kann man sagen, daß ohne Einhaltung einer bestimmten Stimm-Zugkraft ein Optimum an Klangschönheit und Kraft nicht erzielbar ist. Die Stimm-Zugkräfte von Nylonmonofil, d. h. der blanken Saiten lassen sich schon deshalb nicht ungestraft immer weiter erhöhen, weil die Saiten gemäß den vorangehenden Darlegungen zu dick und damit zu steif werden und somit klanglich in der gleichen Weise abfallen, wie dies bei der g-Saite in unüberhörbarer Weise schon üblicherweise der Fall ist.

Ohne daß dies den Spielern im allgemeinen bekannt wäre, haben blanke g-Saiten bei vielen Saitensätzen aus klanglichen Gründen eine zu kleine Stimmzugkraft, so daß ihr Spielwiderstand aus dem Bezug herausfällt.

Bei Baßsaiten sieht es aus den genannten Gründen günstiger aus. Aber die Baßsaiten allein in der Stimm-Zugkraft zu erhöhen, fördert lediglich die Unausgewogenheit des Saitenbezuges und verlangt am Ende noch stärkere Saitenkerne und führt somit zu biegesteiferen Saiten, d. h. zu klanglich weniger edlen Baßsaiten. Extrem hohe Zugkräfte des Saitenbezuges sind außerdem nicht förderlich für das Instrument, da Künstlerinstrumente sensibel gebaut sein müssen.

Die große Biegevorspannung der Decke (das Hochwölben der Decke gehört in gewissem Sinne auch dazu) hat einen ungünstigen Einfluß, weil sich diese Belastung sehr negativ auf die Lebensdauer der Decke auswirken kann und außerdem nach physikalischem Grundgesetz jede Biegevorspannung bedämpfend wirkt.

Hohe Stimm-Zugkräfte müssen laut unseren Messungen auch nicht gleichbedeutend mit der Anhebung hoher Frequenzen (hard) sein. Es handelt sich vielmehr um zwei in einem interessanten Bereich voneinander unabhängige Parameter, die eigentlich auch von den Saitenherstellern angegeben werden können.

## Nylon®

Gitarrenfreunde benutzen den gängigen Begriff Nylon® bzw. Nylonsaiten etc.



Nylon ist ein Markenname für Polyamide von Dupont de Nemours. Diese Firma hat sich mit der Einführung von Nylonsaiten hervorragende Verdienste um die Klassische Konzertgitarre erworben, und ihre Produkte spielen auch für die heutige Saitentechnik eine wichtige Rolle. Für Saiten geeignete Polyamide werden auch von anderen großen Chemiefirmen hergestellt, z. B. von der Bayer AG unter dem Namen Perlon, von Enka (Glanzstoff) u. a. Es gibt Polyamide bzw. Nylon mit sehr verschiedenen chemischen und physikalischen Eigenschaften, aber auch mit gleichen chemischen und dennoch verschiedenen physikalischen Eigenschaften. Die physikalischen Eigenschaften lassen sich z. B. durch Recken verändern. Bei den Diskantsaiten haben wir es mit Nylon-Drähten, sogenannten Monofilen und bei den Baßsaiten mit Kernen aus Nylonseide, sogenannten Filamenten zu tun. Nylonseide wird in gigantischen Mengen für die Reifenindustrie und für Antriebsriemen, Textilien etc. hergestellt. Die Verwendung verschiedener Qualitäten bedeutet auch in der Regel hörbar verschiedenes Klangverhalten der Saite. Dies gilt für Baß- und Diskantsaiten gleichermaßen.

Die Zugfestigkeit von Nylonseide liegt derzeit bei max. ca. 8.5 dN/tex und die normale Stärke der Baßsaitenkerne bei 1880 dtex. Die Zugfestigkeit liegt damit bei ca. 16 kg (daN) für einmalige Belastung bis zum Reißen, was noch nichts über die Dauerzugfestigkeit des Saitenkerns auf der Gitarre aussagt.

Die Stimm-Zugkraft der Saiten liegt, wie eingangs vermerkt, bei 6 bis 8 kg (daN) und hat damit, wie wir alle vom Reißen der Saiten wissen, derzeit für diese Kernstärke ihren Höchstwert erreicht. Abgesehen von den leider unvermeidbaren Knicken der Saitenführung, die ebenfalls festigkeitsmindernden Einfluß haben, ist es derzeit aus klanglichen Gründen nicht möglich, die Saiten vollkommen reißsicher zu machen.

Dies ist derzeit nur möglich, wenn der Kern wesentlich dicker gehalten wird, was sich unweigerlich negativ auf den Klang auswirken muß. Zur Frage der Fügung von Nylonseiden-Kernen bzw. Kernteilen konnten wir keinen klanglichen Unterschied feststellen, ob die Kerne aus einem Strang oder mehreren Strängen aufgebaut sind (Voraussetzung hierfür ist die richtige Verarbeitung).

#### Monofile

Bei Monofilen, d. h. blanken Nylonsaiten, kommt es unter anderem auch auf gleichmäßige geometrische Gestalt an. Diese kann durch sorgfältiges Ziehen oder besser noch durch nachträgliches Schlei-

fen erzeugt werden. Nachdem einige Zeit leicht raue Diskantsaiten „in“ waren, werden jetzt zu Recht extra glatte Saiten bevorzugt.

Soll gute Geometrie mit extremer Glätte einhergehen, so empfiehlt sich das Schleifen mit anschließendem Polieren. Dabei besteht jedoch die sehr naheliegende Gefahr, mit dem Polieren die Geometrie wieder zunichte zu machen.

Polierte Saiten müssen deshalb keine gehobene Geometrie haben. Nach unseren Erfahrungen zeichnen sich gute Saitensätze durch kleine Abweichungen in den Stimm-Zugkräften der einzelnen Saiten aus. Brüche, d. h. größere Abweichungen müssen dagegen unter allen Umständen vermieden werden. Es ist also demnach kein Qualitätsmerkmal, wenn die Saitenzugkräfte innerhalb des Saitensatzes völlig gleich sind.

#### Kalibrierung – Präzisionsrund-Schleifen

Die Angabe „kalibriert“ bedeutet nach Angabe der Hersteller „engere“ Durchmessertoleranzen, insbesondere für blanken Nylonsaiten (Monofile, siehe auch Abschnitt „Monofile“). Kalibriert bedeutet demnach noch nicht zwingend besserer oder, künstlerisch ausgedrückt, interessanterer Klang.

Die genannte Kalibrierung wird bei Monofilen durch Spitzenlos-Schleifen erzeugt. Nicht als kalibriert ausgewiesene Saiten können aber auch gleich gut geschliffen sein. Es ist natürlich immer ein Vorteil, wenn die Geometrie bzw. die sogenannte Massenbelegung möglichst gleichmäßig ist. Eine klangliche oder intonationsmäßige Überlegenheit kann daraus allein noch nicht abgeleitet werden. Nicht ausdrücklich als kalibriert oder präzisions-rund (PR) ausgewiesene Fabrikate können unter Umständen gleich gute klangliche Endergebnisse (oder bei ungünstiger Auslegung der kalibrierten Saite auch bessere Ergebnisse) zeigen.

#### Bundreinheit

Zur Intonation ist gemäß dem Vorangehenden zu sagen, daß keine Saite (im Gegensatz zu manchmal falsch gelesener Werbung) von sich aus Bundreinheit beinhaltet. Sie kann lediglich aufgrund ihrer Geometrie und geringen Transversalsteife die Voraussetzung zur Bundreinheit bzw. korrekten Intonation liefern. Die Bundreinheit herzustellen, ist dann Sache des Instrumentenbauers. Intonationssicherheit kann im übrigen – wie wir später noch sehen werden – nur unter der Voraussetzung der flexiblen Feinmensurierung eintreten.

#### Weiche und mittelharte Umspinnung

In der älteren Literatur finden sich Hinweise, daß eine gute Baßsaitenumspinnung aus sehr weichem Umspinnungsmaterial zu bestehen habe. Es ist nicht bekannt, ob diese Ansicht verständlicherweise damals mit Blick auf den Umsatz von Saitenfabrikanten in die Welt gesetzt worden ist oder ob es damit zusammenhängt, daß man früher glaubte, sowohl die Lebensdauer der Saiten als auch des früher traditionell viel zu weichen Bunddrahts (der trotzdem, wie wir alle wissen, kräftig abnutzte), zu verlängern.

Diese sehr weiche Umspinnung ist heute von führenden Saitenherstellern zugunsten einer etwas härteren aufgegeben worden. Ebenso ist heute auch der Bunddraht im allgemeinen härter bzw. verschleißfester. Eine wesentliche Steigerung der Verschleißfestigkeit des Mantels umspinnener Saiten ist jedoch nicht unproblematisch, weshalb es im Normalfall wohl noch lange bei dem jetzt erreichten Standard bleiben wird (siehe auch „LLG-Bass Strings . . .“)

#### Geometrie der Umspinnung

Eine sehr wichtige, oft vernachlässigte Frage ist die der geometrischen Ausbildung der Umspinnung der Saite. Siegfried Behrend hat schon vor Jahren mit Recht auf diesen Punkt in der NMZ hingewiesen, offenbar ohne daß diese Hinweise von den richtigen Adressaten gelesen worden sind. Dieser Sachverhalt ist nach Erfahrungen des Verfassers ganz allgemein typisch für das Niveau der Gitarre.

Es hat den Anschein, als ob auch kleinste Fortschritte nicht zur Kenntnis genommen werden, was natürlich auch ein entsprechendes Licht auf die Berater vieler Hersteller bzw. deren Wertschätzung wirft. Dies ist umso erstaunlicher, als die von Andres Segovia beratene Firma Augustine Saiten mit der vorteilhaften linksgängigen Umspinnung herstellt.

Technisch ausgedrückt gibt es jedoch nicht – wie angeführt – einen Spinngrat, sondern es geht darum, wie die Steigungsrichtung der Umspinnungswendel ist, bzw. ob die Umspinnung rechts- oder linkslaufend in Richtung von der 6. bis 1. Saite von der Senkrechten zur Saitenachse liegt.

Im Normalfall (Rechtshänder, Daumenanschlag) gibt die rechtslaufende Wicklung geringere Nebengeräusche und angenehmeres Spiel, weil die Anschlagsrichtung dann parallel zur Wicklung verlaufen kann. Die Steigungsrichtung ist aber kein fundamentales Qualitätscharakteristikum an sich. Der Verfasser empfiehlt, dies mit parallel gespannten Saiten (am besten der 6. Saite) unterschiedlicher Spinnrichtung

auszuprobieren, bevor man sich ein Urteil bildet. Der Unterschied kann frappierend sein! (Bild 1)

Die rechtslaufende Richtung entspricht technisch ausgedrückt einer sogenannten linksgängigen Wicklung. Auf guten Sai-

ten von der Spannung im Saitenkern, dem Betriebspunkt, von der Dauer der Aufspannung der Saite und von den Klimabedingungen wie Temperatur und Luftfeuchte. Das leichte Verstimmen der Saiten sowie viele gegenwärtige Probleme

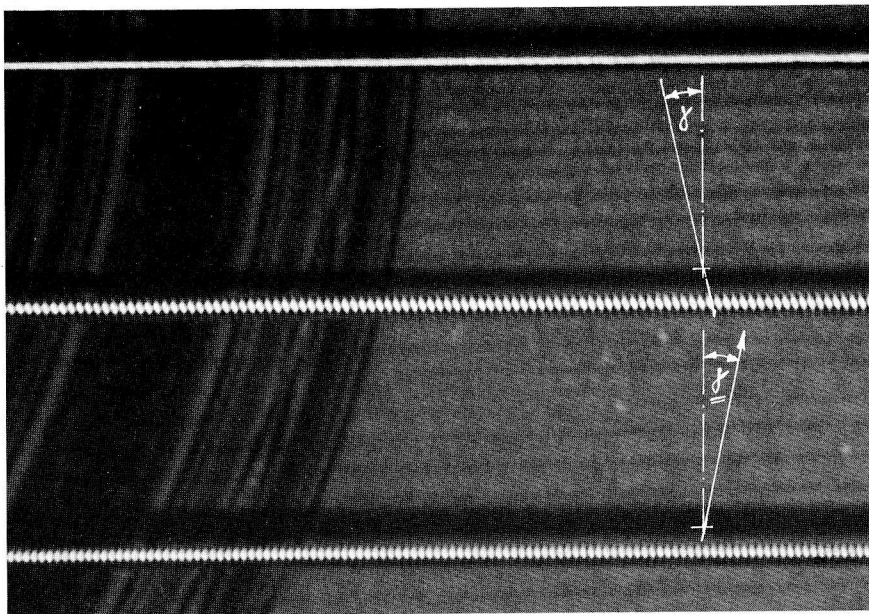


Bild 1: Geometrie der Baßsaitenumspinnung. Auf dem 6. Chor liegt eine Baßsaite mit linksgängiger Umspinnung, auf dem 5. Chor gleichfalls eine E-Saite eines anderen Fabrikats mit rechtsgängiger Umspinnung zur Demonstration der verschiedenen Richtungen des Steigungswinkels.

tenspinmaschinen kann man ohne Änderung der Arbeitsrichtung durch Drehrichtungsumkehr rechts- und linksgängige Wicklungen erzeugen. In diesem Punkt ist die Literatur inhaltlich also nicht ganz zutreffend.

Die einzelnen auf dem Markt befindlichen Saitenbezüge weisen zum Teil ein sehr unterschiedliches Klangverhalten und unterschiedliche Längssteife (Longitudinalsteife) auf, ohne daß damit eine Qualitätsaussage verbunden wäre.

Wie wir in dem Abschnitt Intonation noch sehen werden, ist die Longitudinalsteife eine bestimmende Größe für die Intonation, weil die Longitudinalsteife die Zugkraftehöhung (und damit die Tonhöhenzunahme) beim Niederdrücken der Saite auf das Griffbrett aufgrund der damit verbundenen Längung der Saite bestimmt. Die Longitudinalsteife resultiert aus dem Produkt von Saitenkernquerschnitt und dessen Elastizitätsmodul im Betriebspunkt.

Der Elastizitätsmodul gibt das auf den Querschnitt bezogene Verhältnis von Zugkraft zur Dehnung des Materials bezogen auf den Querschnitt und damit den Materialwiderstand gegen eine Dehnkraft an. Dieser Wert ist bei Nylon abhängig

beim Stimmen haben ebenfalls indirekt auch damit zu tun.

### Vorspannstock

Um den Einfluß der Aufspanndauer neuer Saiten schon im Hinblick auf das Verstimmen, was mit dem sogenannten Relaxationsverhalten (einer Form der Beharrung) der Werkstoffe zusammenhängt (auch wird die Zugkraft der Saite mit der Dauer der Einspannung stets geringer, weil die Saite immer länger gezogen wird und die längenbezogene Masse damit abnimmt), ist für Konzertierende ein Saitenvorspannstock empfehlenswert. Der Zeitraum zwischen dem Umspannen muß dabei wegen des Relaxationsverhaltens der Saiten so kurz wie möglich gehalten werden.

### Spielwiderstand

Der Spielwiderstand einer Saite ist nicht nur von der Zugkraft und Längssteife der Saite abhängig, sondern auch von dem Widerstand, den das Instrument über den Untersattel der Saite entgegengesetzt (Impedanzverhalten). Hier kann es hinsichtlich der Saitenkonstruktion aber auch der Instrumente leicht zu Irrtümern kommen.

### Saitenfehler

Wenn neue Saiten ein visuell nicht korrektes Schwingungsverhalten zeigen („taumeln“), so kann dies sowohl an der Saite als auch an starken Resonanzspitzen des Instruments bzw. an Saitenresonanzen niedriger Ordnungszahl auf einer steilen Flanke der Instrumenten-Resonanz liegen. Klarheit kann man dann durch Umstimmen oder ein anderes Instrument schaffen.

### Klangqualität

Die klanglichen Eigenschaften guter Saiten auf interessanten Instrumenten zu schildern, ist nicht Gegenstand dieser Arbeit und würde Bände füllen. Das Ohr des Spielers und seine Hände empfinden eine Vielzahl sehr differenzierter Größen, wenn Besaitung und Instrument der Aufnahme und Umsetzungskapazität des Musikers entsprechen.

Das Zustandekommen hoher Klangqualität und langer Klang-Lebensdauer einer Saite ist von vielen technologischen Größen abhängig. Die Kenntnis aller dieser Größen ist Betriebsgeheimnis der Wissenden.

Wie viele Verantwortliche bekannter Firmen zu den Wissenden zählen, kann aus den Produkten dieser Firmen geschlossen werden.

### HS-Baßsaiten (High Sensitive Strings)

Neue Forschungen am ISIGL erschlossen – soweit bekannt – erstmalig tiefere Schichten fundamentaler physikalisch-akustischer Zusammenhänge. Diese Grundlagenforschungen wurden die Basis für einige wesentliche Neuentwicklungen auf dem Saitensektor. Ohne sie wären die in diesem Beitrag beschriebenen gravierenden Neuerungen nicht möglich geworden. Bei dem zuerst beschriebenen Phänomen geht es darum, Qualitätssaiten einen neuen hochsensiblen Klangcharakter aufzuprägen. Dies gelang mit der Entwicklung der sogenannten HS-Saiten (HS = High Sensitive Strings).

### Gebrauchsdauer

Für korrekte Intonation und gutes Klangverhalten ist es a priori erforderlich, die Saiten während ihrer Gebrauchsdauer praktisch unverletzt und sauber zu halten. Die Praxis sieht bekanntlich meist völlig anders aus. Es wird allzuoft vergessen, daß der Ton nicht von der Gitarre, sondern von den Saiten kommt.

### LL-Baßsaiten (Long Life Bass-Strings)

Im Labor des ISIGL wurden neue Long-Life-Saiten entwickelt, deren Saitenman-

tel eine extrem geringe Abnutzung aufweist. Diese Entwicklung wurde wie folgt erweitert:

#### *LLG-Baßsaiten (Long Life 24 Karat Gold Bass Strings)*

##### Material Recycling

Unter Long Life Gold Bass Strings werden aufgrund der vorgenannten Forschungen kürzlich am ISIGL entwickelte Hochqualitätssaiten, die inzwischen auf dem gehobenen Saitenmarkt für gut befunden wurden, verstanden, die neben einer extrem geringen Abnutzung und HS-Eigenschaften eine durchgehende 24-Karat-Goldaufgabe der gesamten Umspinnung aufweisen (AURUM I-Saiten). Diese Goldaufgabe dient in erster Linie als innerer Korrosionsschutz. Die Abnutzung wurde meßtechnisch mit weniger als einem Hundertstel des Wertes einer gewöhnlichen umspinnenen Saite bzw. einer Qualitätssaiten bestimmt. Der Hersteller nimmt die Saite zur Wiedergewinnung des Goldes und des Basismaterials zurück.

Ein solches Material-Recycling wurde erstmalig mit einer bekannten Gitarrenhandlung vereinbart. Bei solchen Saiten, deren Technologie von namhaften Firmen nach Vereinbarung übernommen werden kann, ist natürlich eine sehr sorgfältige Reinigung sinnvoll. Dabei wird die Saite in einer abgestimmten Prozedur in Wundbenzin auf dem Instrument „gewaschen“.

Bei den seit Jahren benutzten Bundmaterialien guter Qualität gibt es dabei keine Probleme.

Bezüglich der Einschätzung des Preises von Saiten wird voraussichtlich ein Umdenken ganz genereller Art einsetzen: Man wird zweckmäßig zwischen dem Spielstundenpreis und dem Anschaffungspreis von Saiten unterscheiden, da z. B. LLG-Saiten trotz höherer Anschaffungskosten im Spielstundenpreis statistisch nur einen Bruchteil traditioneller Saiten kosten.

Abgesehen von dem Vorteil höherer Klangqualität ist es damit wie mit Dingen des täglichen Gebrauchs auch, bei denen Dinge hoher Qualität am Ende preisgünstiger sind.

#### **Entscheidender Durchbruch in der Entwicklung von Nylon-Gitarrensaiten durch neue Glattsaiten-Technologie.**

#### **Neue Generation umspinnener Saiten für Zupf- und Streichinstrumente aufgrund der TTSSE-Saiten-Technologie (TTSSE = True-Tone Smooth String Envelope)**

Jedem unvoreingenommenen Hörer wird beispielsweise bei Hunderten von Schallplattenproduktionen namhaftester Kon-

zertgitarristen die große Zahl störender Nebengeräusche auffallen. Und in der Tat ist – rein technisch betrachtet – die Abstellung der Nebengeräusche bei gleichzeitiger Kultivierung des Klangverhaltens seit Generationen eines der Hauptanliegen der Musiker.

Die stärksten Nebengeräusche sind im allgemeinen die sogenannte *Lagenwechsel-Nebengeräusche*. Diese Geräusche werden vom tonbildenden Aufsetzfinger im Zusammenhang mit dem Lagenwechsel beim Kontakt mit der Saite erzeugt. (Lagenwechsel = Änderung der Handstellung auf dem Griffbrett). Dabei ist die Oberflächenstruktur der Saite maßgebend für die Art und Stärke des erzeugten Nebengeräusches.

Diese Geräusche würden in der Praxis auf Null reduziert, wenn die Baßsaiten die Glätte blanker polierter Nyloonsaiten aufwiesen. Die Saiten müßten außerdem runddrahtumspinnenen Qualitätssaiten klanglich gleichwertig sein. Wie bekannt, gelang es der Saitenindustrie in den letzten Jahren, die Forderung nach Glattheit des Saitenmantels im Bereich von Nylon-Gitarrensaiten wenigstens zum Teil zu erfüllen. Wenn auch solche z. B. Professional-Studio-Saiten nicht völlig glatt sind, so kann damit doch das Lagenwechsel-Nebengeräusch entscheidend reduziert werden. Solche Saiten zeigen jedoch in ihrem Klangverhalten einen starken Höhenabfall bzw. Verlust an Klangbrillanz, so daß sie die Stellung runddrahtumspinnener Saiten nicht gefährden können.

*Beide Forderungen, d. h. die nach völliger Glattheit und nicht eingeschränktem Klangverhalten gleichzeitig zu erfüllen, gilt unter Fachleuten als technisch nicht machbar.* Die Gründe dafür sind vielgestaltig und liegen in der Gefahr des Gratauf-

wurfs bei geschliffenen runden Ausgangsprofilen, der in jedem Fall anderen Massenverteilung gegenüber runddrahtumspinnenen Saiten etc. etc. . . .

Hier setzten nun vor Jahren die Forschungen im akustischen Labor des ISIGL an, und es gelang in jahrelanger Kleinarbeit, das *Fundament der letztgenannten Behauptung Stein für Stein zu erschüttern, indem gleichzeitig das neue Fundament der ISIGL-Glattsaitentechnologie gelegt wurde. Die neuen (ISIGL) TTSSE-Saiten (TTSSE = True Tone Smooth String Envelope) bringen endlich den Musikern extrem glatte Saitenoberflächen und brillanten Klang. Die Saiten sind so glatt, daß sie auf den ersten Blick nicht sofort als umspinnenen erkenntlich sind, während ihr aus patentrechtlichen Gründen noch geheimgehaltener innerer Aufbau und das Herstellverfahren das klangliche Niveau runddrahtumspinnener Saiten gewährleistet.* Auf der Basis dieser TTSSE-Technologie können soweit wir feststellen konnten die Saiten-Manteloberflächen sämtlicher umspinnener Saiten (egal ob Nylon, Darm, sonstige Natur- oder Kunststoff- oder Stahl oder andere Metalle bei Zupf- und Streichinstrumenten) sehr wesentlich verbessert werden.

Die neue Saitentechnologie wurde am Beispiel von Nylon-Gitarrensaiten erprobt. Die betreffenden Produkte sind inzwischen von ersten Fachleuten unter Einbindung verschiedener Hochschulen einem geheimen Test erfolgreich unterzogen worden. Außerdem wurden im Demo-Zentrum von Hewlett Packard eindeutige Frequenzanalysen erstellt, die bei der g-Saite die Überlegenheit und bei der d-Saite die Gleichwertigkeit gegenüber handelsüblichen Qualitätssaiten dokumentieren. In Bild 2 sehen wir die An-



Bild 2:  
Anordnung des Meßplatzes  
im Demo-Zentrum  
Düsseldorf der Firma  
Hewlett Packard, v. l. n. r.  
FFT-Analysator, Mikrophon-  
Vor- und Endverstärker,  
Digital Plotter



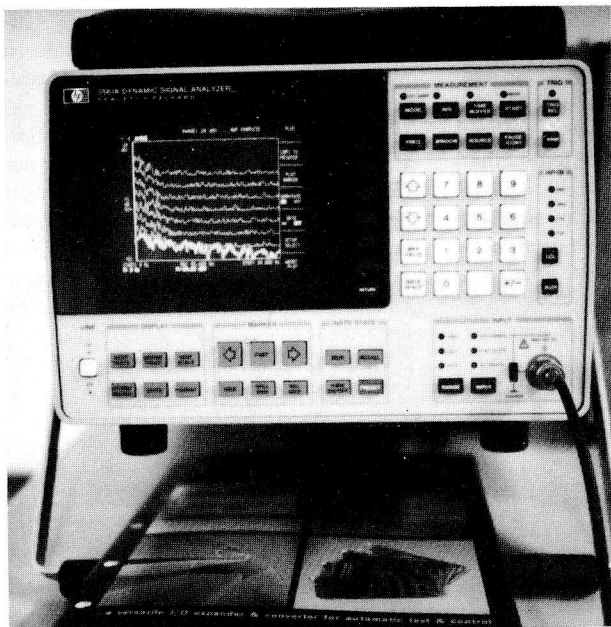


Bild 3:  
Mit dem HP-Dynamic Signal Analyzer 3561 A wurden die Analysen ausgeführt

ordnung des Meßplatzes, Bild 3 zeigt den HP-Dynamic Signal Analyzer 3561 A, mit dem die dynamischen Frequenzanalysen erstellt wurden. Bild 4 weist das klangliche Niveau einer TTSE-d-Saite im Vergleich mit einer runddrahtumspunnenen Qualitätssaiten aus. Aufgrund der geschaffenen Fakten ist eine weltweite Umstrukturierung in der Produktion von Nylonsaiten-Bezügen für Gitarre und danach auch in wesentlichen Bereichen der Gitarren-Stahlsaitenproduktion und auf dem Streichinstrumenten-Saitenbereich zu erwarten.

Der Grund dafür liegt darin, daß die Herstellungskosten der neuen Saiten bei entsprechender Fertigung auf dem Niveau derzeit gebräuchlicher Saiten liegen – und soweit vorhersehbar – nach Markteinführung der neuen Saiten von seiten der Musiker kein Bedarf mehr an jetzt gebräuchlichen umspunnenen Saiten besteht, weil kein Musiker auf den Vorteil der Lagenwechselgeräuschfreiheit und den Vorteil der besseren Spielbarkeit verzichten kann. Auch die Gebrauchsdauer der TTSE-Saiten ist höher als die guter gebräuchlicher Saiten.

Um wieder auf die Konzertgitarre zurückzukommen:

Es konnte erstmalig das jahrhundertalte sogenannte g-Saitenproblem gelöst werden und die Fertigungsplanung bis zur Großserienreife gebracht werden. Nähere Angaben sind auch hier aus patentrechtlichen Gründen leider noch nicht möglich.

FFT-Messungen zeigen in Langzeitspektren gegenüber erstklassigen Monofil-g-Saiten in mittleren und höheren Lagen im Bereich oberhalb 5 kHz (der letzte Bereich ist sehr wesentlich für die Transparenz des Klages) einen 10 dB und mehr höheren Schalldruckpegel, ohne den bei der g-Saite gewünschten traditionell weichen Klangeindruck zu gefährden, Bild 5.

### Die Gitarre und ihre Intonation

#### Instrumentenbauliche Voraussetzungen für korrekte Intonation

##### Einführung

Voraussetzung für korrekte Intonation sind außer guten Saiten geometrisch richtig bemessene (vor allem nicht zu hohe) praktisch unverletzte Bundstäbe, eine geometrisch richtige Bundeinteilung, ein unverletztes Griffbrett sowie ein gerader Hals bzw. eine gerade Hüllkurve der Bündel im Betriebszustand der Gitarre (die Hüllkurve der Bündel ist die Linie oder Kurve, die die Saitenauflegepunkte der Bunddrähte miteinander verbindet).

In der Praxis wird man von diesen Forderungen, zu denen sich – wie wir später sehen werden – noch eine flexible Feinmessurierung der Saitenmensur gegenüber der Griffbrett-Mensur gesellen muß, einige gehörmäßig nicht erfassbare Abstriche machen müssen.

Nach Messungen am ISIGL wird die Intonation innerhalb ca. 1 Cent unter allen Bedingungen als korrekt empfunden (1 Cent = 1/100 Halbtonintervall = 1/100 Bundstababstand in jeder Lage). Dieser Wert ist überraschend klein und bedeutet bezogen auf die leeren Saiten eine Gesamttoleranz von max. 0,4 mm für die Saitenmensur.

Bei Saitenmessungen, aber auch den durch die Bundstäbe verkürzten Saitenlängen, sind die tatsächlichen Ablösepunkte der Saitenschwingung einzusetzen. Will man scharfkantige Ecken am Obersattel (die die Saiten einschneiden können) vermeiden, so liegt die Ablösekante nicht am Beginn des Griffbretts. Auch bei den Bundstäben sollen, wegen einer kleinen gewünschten Abplattung, wie wir sehen werden, die Ablösepunkte nicht genau auf der Mitte des Bundstabes liegen.

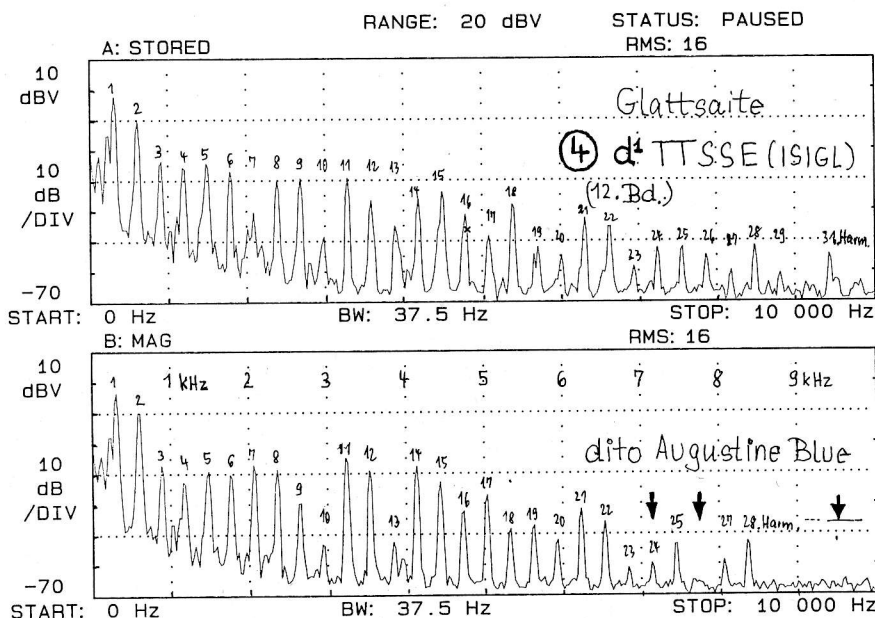


Bild 4: Analysenbefund einer d<sup>4</sup>-TTSE-ISIGL-Glattsaiten (oben) gegenüber einer d<sup>4</sup>-Augustine Blue-Saiten (unten). Tonerzeugung d<sup>1</sup> im 12. Bund, Breiter Nagelanschlag. Mittelwerte bei realen Spielbedingungen aus 16 Zeitfenstern von je 40 ms Dauer (Hanning-Filter). Die einzelnen Spitzen (peaks) zeigen die Stärke der einzelnen Harmonischen, die die Gleichwertigkeit beider Saiten ausweisen. Ab ca. 7 kHz zeigen sich in diesem Fall sogar Vorteile der TTSE-Glattsaiten (siehe Pfeile).



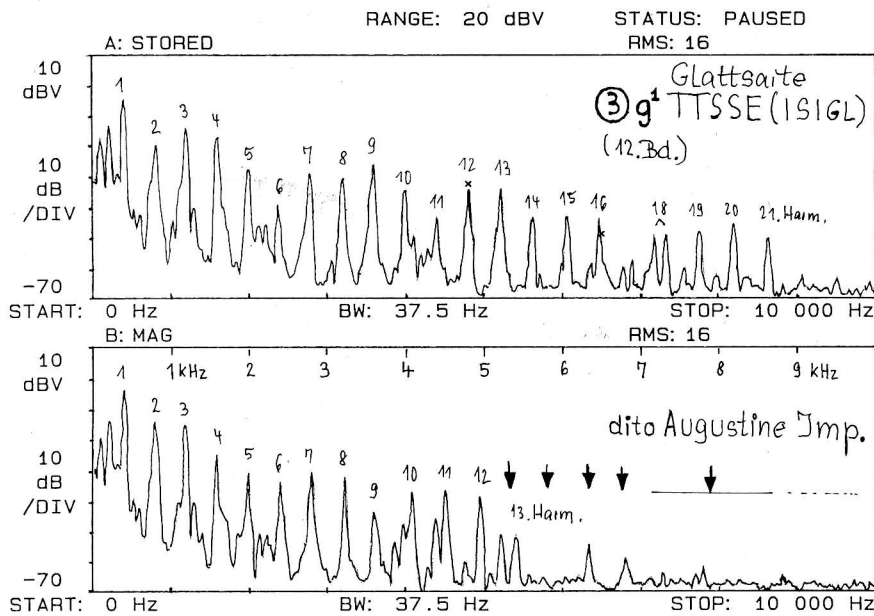


Bild 5: Analysenbefund einer g 3-TTSSE-ISIGL-Glattsaiten gegenüber einer g 3-Augustine Imperial-Saiten (unten). Tonerzeugung g<sup>1</sup> im 12. Bund, Breiter Nagelanschlag. Meßbedingungen wie bei Bild 4. Hier zeigt sich die eindeutige Überlegenheit der TTSSE-ISIGL-Glattsaiten gegenüber der Augustine Imperial Nylon-Monofil-Saiten. Oberhalb 5 kHz fällt der Schalldruckpegel der Augustine Imperial um 10–20 dB – siehe Pfeile (20 dB entspricht lt. Definition dem 10. Teil des Schalldrucks). Da nur die sehr hohen Frequenzen angehoben werden, bleibt die Weichheit des Klanges dennoch erhalten.

*Neue Bundstäbe, die bei Nylonsaiten praktisch nicht mehr abnutzen – Long Life Frets*

Das Problem der Haltbarkeit der Bünde bzw. der Bundstäbe ist vor kurzem im ISIGL gelöst worden. Die im Labor gemessene Lebensdauer der Bundstäbe ist wesentlich mehr als zehnmal höher als die üblicher guter Bundstäbe (Nylonsaiten). Ebenso konnten Richtlinien für die optimale Auslegung von Bundstäben erarbeitet werden. Maßgebende Größe für die Abnutzung unter sonst gleichen Bedingungen ist die sogenannte Hertzische Pressung zwischen Bundstab und Saitenmantel, die wiederum von der Oberflächenform (flacher Kopfverlauf ist günstig) gängiger Bunddrähte mehr abhängig ist als von der Bundbreite, soweit die Bunddrahtbreite im Rahmen des Üblichen bleibt.

Der Verfasser steht im gemeinsamen Interesse der Sache – soweit die Kräfte reichen – jedem ernsthaft interessierten sachkundigen Gitarrenbauer mit Auskunft zur Verfügung. Das neue Bundmaterial hat eine Werkstoffgrundlage auf hochnickelhaltiger Neusilberbasis, wird entsprechend verarbeitet (Erstlieferung Wielandwerke, Ulm. Rücksprache ISIGL) und sieht poliert silberartig aus. Das neue Material ist gut bearbeitbar, also nicht hart, sondern halbhart. Eine spieltechnische Veränderung durch den neuen Werkstoff war nicht nachweisbar.

*Hals und Griffbrett*

Zum Thema Hals ist zu sagen, daß ein im unbelasteten Zustand gerader Gitarrenhals (bzw. Griffbrett und Bundhüllkurve) nach physikalischem Grundgesetz der Elastizität der Werkstoffe bei aufgezogenen Saiten konkav (hohl) elastisch verformt sein muß. Diese je nach Biegesteife des Halses mehr oder weniger geringe Konkavität kann im Interesse einer niedrigen Saitenlage über dem Griffbrett von Vorteil sein.

Leider haben sehr viele, insbesondere Künstlergitarren, nach längerem Gebrauch keinen geraden Hals im unbelasteten Zustand mehr. Gute Schülergitarren sind darin – selbst ohne Ölen des Griffbretts – besonders, was einen großen Hersteller angeht, vorbildlicher. Sehr bekannte namhafte Hersteller glauben leider noch immer, sie kämen ohne ein Sicherheitssystem gegen Verzug, wie Innensperrung, Einlagen etc. aus und verweisen voll Stolz auf fehlende Reklamationseingänge, die aber für einen Sachkundigen überhaupt kein Ausweis für die wirkliche Sachlage sind.

*Die Bundeinteilung*

Nachfolgend geben wir einen Auszug eines Computer-BASIC-Programms, 1. Entwurf (Bild 6) für eine Mensurberechnung nach der 12teilig-gleichteilig temperierten Stimmung, die Dr. Alfred Schreiber für ISIGL hergestellt hat und in Buchform beziehbar ist, und Griffbrett-

messungen von 100 bis 1000 Millimeter (Stufung 1 Millimeter) erfaßt<sup>7</sup>. Der Computerausdruck in Tabellenform (Bild 7) hat den Vorteil absoluter Fehlerfreiheit und geringer Kosten. Der Zusammenhang ist sehr einfach: Die Saitenlänge muß sich gemäß Saitenformel (siehe Saiten) umgekehrt proportional zur Frequenz, d.h. der Tonhöhe ändern, d.h. jeder Bundstab wird so plziert, daß die Saitenlänge sich mit jedem Halbton um den Faktor 2<sup>1/12</sup> ändert (= 1,059463).

Es handelt sich also bei den Bundabständen um eine geometrische Reihe wie bei einer Zinseszinsrechnung mit 1,059463 % Zinsfuß, wobei die Bezugsgröße nicht die Saitenmessur, sondern die Griffbrettmensur ist, der doppelte Abstand Sattel – 12. Bundstab.

Die Saitenmessur muß noch um die Zugabe Z größer als die Griffbrettmensur sein, weil – wie unter „Longitudinalsteife“ gesagt – die Zugkraft in der Saite durch das Längen der Saite beim Niederdrücken auf das Griffbrett steigt und diese höhere Zugkraft zu einer Tonerhöhung führt, die eben durch diese Zugabe ausgeglichen wird.

*Griffbrettmensur, Intonationszugabe und Saitenmessur*

Dieser wie gesagt sehr einfache formelmäßige Zusammenhang für die Bundein-

```

10 REM -----
20 REM BUNDEINTEILUNG FUER
30 REM ZWOELFTEILIG GLEICH-
40 REM TEILIG TEMPERIERTE
50 REM STIMMUNG VON GITARREN
60 REM -----
70 :
80 REM AUTOR: A. SCHREIBER
90 REM (C) ISIGL
95 REM DUESSELDORF, 1984
97 :
98 REM -----
99 :
100 LET K=1/(2^(1/12)):REM HALBTONSCHRITT
105 REM -----
110 REM MENSUREN
120 DIM M(22)
130 LET ME(0)=645
140 FOR T=0 TO 19
150 : LET ME(T+1)=ME(T)+1
160 NEXT T
170 LET ME(T+1)=100
180 REM -----
190 :
200 REM -----
210 OPEN 1,4:REM DRUCKERFILE
220 FOR J=0 TO 21
222 LET SB=0:REM ABSTAND SATTEL-BUND
225 LET Z=0:REM ZAEHLER
230 : PRINT#1,ME(J)
240 : LET SB=(SB-ME(J))*K+ME(J)
250 : LET NN=2:XX=SB
260 : GOSUB 1000:REM RUNDEN AUF 2 STELLEN
265 GOSUB 1500:REM FORMATIEREN SB#
270 : PRINT#1,SPC(1)SB#
275 : LET Z=+1
280 : IF Z<21 THEN 240
285 PRINT#1
290 NEXT J
300 CLOSE 1
310 REM -----
900 END
10000 REM -----
10010 REM UP/RUNDENN.BSC.0.10
10020 REM -----
10030 REM INPUT:NN,XX
10040 REM OUTPUT:XR=XX AUF NN STELLEN GERUNDET
10050 REM -----
10060 IF XX=0 THEN XR=0
10070 IF XX>0 THEN XR=10^(--NN)*INT((XX*10^NN+0.5))
10080 IF XX<0 THEN XR=10^(--NN)*(-INT(-XX*10^NN+0.5))
10090 RETURN
10100 REM -----
103000 REM -----
103010 REM UP/CHARPOS.BSC.0.13
103020 REM -----
103030 REM INPUT:MM#,CC#
103040 REM OUTPUT:PP=POSITION DES ZEICHENS CC# IN MM#
103050 REM -----
103060 LET PP=1
103070 IF LEN(CC#)>1 THEN 13110
103080 IF CC#=MID$(MM#,PP,1) THEN 13120
103090 LET PP=PP+1
103100 IF PP<LEN(MM#) THEN 13080

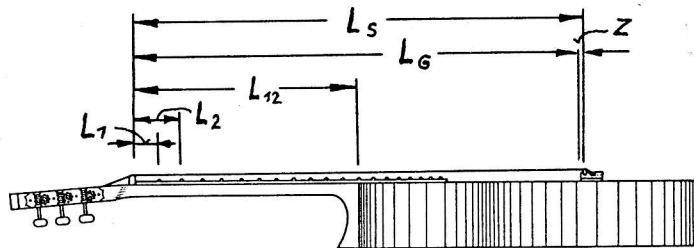
```

Bild 6: Basic-Programm für Bundeinteilung

<sup>7</sup> Schreiber, A.: Griffbrettmensuren, Computer-Tabellenwerk. Düsseldorf: ISIGL 1984.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
645	036.20	070.37	102.62	133.06	161.80	188.92	214.51	238.68	261.48	283.01	303.32	322.50	340.60	357.69	373.81	389.03	403.40	416.96	429.76	441.84	453.24	464.00	474.16	483.75
646	036.26	070.48	102.78	133.27	162.05	189.21	214.85	239.05	261.89	283.44	303.79	323.00	341.13	358.24	374.39	389.63	404.02	417.60	430.42	442.52	453.94	464.72	474.90	484.50
647	036.31	070.59	102.94	133.48	162.30	189.50	215.18	239.42	262.29	283.88	304.26	323.50	341.66	358.79	374.97	390.24	404.65	418.25	431.09	443.21	454.65	465.44	475.63	485.25
648	036.37	070.70	103.10	133.68	162.55	189.79	215.51	239.79	262.70	284.32	304.73	324.00	342.18	359.35	375.55	390.84	405.27	418.90	431.76	443.89	455.35	466.16	476.37	486.00
649	036.43	070.81	103.26	133.89	162.80	190.09	215.84	240.16	263.10	284.76	305.20	324.50	342.71	359.90	376.13	391.44	405.90	419.54	432.42	444.58	456.05	466.88	477.10	486.75
650	036.48	070.92	103.42	134.09	163.05	190.38	216.18	240.53	263.51	285.20	305.67	325.00	343.24	360.46	376.71	392.05	406.53	420.19	433.09	445.26	456.75	467.60	477.84	487.50
651	036.54	071.02	103.58	134.30	163.30	190.67	216.51	240.90	263.91	285.64	306.14	325.50	343.77	361.01	377.29	392.65	407.15	420.84	433.75	445.95	457.46	468.32	478.57	488.25

Bild 8:



teilung ist wie folgt gemäß Bild 8 darstellbar:

$$L_n = L_G \left( 1 - \frac{1}{2^{n/12}} \right)$$

Darin bedeutet  $n$  die Bund-Nr. 1, 2, 3 . . . , d. h. die Ordnungszahl und den Index für den 1., 2., 3. . . Bund,  $L_n$  den Abstand der Saitenschwingungs-Ablösepunkte vom Obersattel zum Bundstab.  $L_G$  die Griffbrettmuster (=  $2 L_{12}$ , gleich doppelter Abstand Obersattel - 12. Bundstab) und  $L_S$  die Saitenmessur ( $L_S = L_G + Z$ ) mit  $Z$  als Intonationszugabe.

Die maßgebenden Größen für die Intonationszugabe  $Z$ , die im allgemeinen 1 bis 3 Millimeter beträgt und von deren Erfordernis man sich durch seitliches Auslenken der Saite längs der Bünde bei auf dem Griffbrett aufgesetztem Finger (Tonerhöhung) leicht ein Bild machen kann, sind:

1. die Saitenhöhe über dem Griffbrett, am besten über dem 12. Bundstab,
2. die Longitudinalsteife der Saite, d. h. das Produkt aus Elastizitätsmodul und Querschnitt des Saitenkerns (bzw. des Monofils). Beide Werte im Betriebszustand, d. h. bei länger aufgezogenen gestimmten Saiten bei den jeweilig herrschenden Klimabedingungen gemessen und
3. der Fertigungsfehler-Ausgleich für die jeweilige Saite.

Bei der praktischen Ermittlung der Intonationszugabe  $Z$  für die jeweilige Saite, die üblicherweise bei der Oktave, d. h. dem 12. Bund vorgenommen wird, gehen wir von der Annahme aus, daß sich dieser Wert korrekt für jeden Bundstab verteilt. Dies kann aber nach Lage der Dinge geometrisch unmöglich der Fall sein, auch dann nicht, wenn alle Toleranzen auf 0,01 Millimeter eingehalten würden. Die eintretenden Abweichungen sind jedoch so klein, daß sie im allgemeinen unterhalb der Hörschwelle für Tonhöhenunterscheidung liegen.

Wie schon eingangs gesagt, ist die Longitudinalsteife jeder Nylonsaite alters-, gebrauchsdauer- und klimaabhängig, so daß schon von daher, wozu sich noch andere Werte, die fertigungs- und nylonchargen-

abhängig sind, keine festen Zugaben und damit auch keine festen Saitenmessungen für korrekte Intonation einstellen können.

Es ist sehr erstaunlich und bezeichnend für eine gewisse Erstarrung im Bau akustischer Gitarren, daß sich bei ihr im Gegensatz zur E-Gitarre (wo das gleiche Problem seit langem gelöst ist) bis heute Musiker, Instrumentenbauer und Saitenhersteller mit der traditionell festen Mensurierung durch den in einer Nut gehaltenen Untersattel zufrieden gegeben haben, denn vor der Einführung des festen Untersattels bzw. des Untersattels überhaupt im 18. Jahrhundert war eine gewisse Mensurierung durch die Art der Knüpfung gegeben.

Wir finden die Parallele heute noch bei der historischen Laute. Es hat über einen langen Zeitraum nicht an Versuchen gefehlt, das Feinmensurierungsproblem zu lösen. Das Problem läßt sich prinzipiell auch durch verstellbare Bünde regeln, die seit langer Zeit ein beliebtes Erfindertema geblieben sind. *Walter Vogt* hat sich in letzter Zeit mit Erfolg dieses Themas angenommen. Der Schwerpunkt dieser Bemühungen liegt freilich in der Einführung historischer Stimmungen, einem klanglich höchst reizvollen Gebiet. Diese Systeme sind für schnelle Klimaanpassungen der Saiten etc., wie sie im Konzertsaal auftreten können, nicht in der gleichen Weise geeignet wie ein frei mensurierbarer Untersattel. Es bedarf keines großen Scharfsinns, um zu erkennen, daß - sollten verstellbare Bünde überhaupt eine Rolle spielen - diese zweckmäßig mit frei mensurierbaren Untersätteln kombiniert werden sollten.

Die stärksten Antriebskräfte zur Lösung des Intonationsproblems, welches eigentlich ein Saitenproblem ist, kommen jetzt endlich offen von den Saitenherstellern<sup>8,9</sup>, denn sie stehen wie gesagt vor einem schlicht unlösbaren Problem (siehe Abschnitt „Saiten“). Wie wir im Vorangehenden dargelegt haben, treffen Angaben wie „bundreine Saiten“ etc. schon aus der all-

← Bild 7: Tabellenauszug der berechneten Bundabstände für unterschiedliche Griffbrettmensuren (Abstände Obersattel zu Bundstab)

<sup>8</sup> Junger, K.: Leserbrief zur Saitenfrage in *Zupfmusik-Magazin* 3/1984.

<sup>9</sup> Kubik, M.: „Die Saitenfrage“ in *Zupfmusik-Magazin* 3/1983.

gemeinen technischen Sachlage heraus nicht den Sachverhalt.

Der Grund für den heute von vielen tragenden Musikern (auch unbewußt) beklagten Sachverhalt der fehlenden Intonationssicherheit ist die Tatsache, daß bei der Konzertgitarre die Mensurierung kein rein technisches, sondern ein ästhetisches Problem (und im Kern ein „reines Saitenproblem“) ist. Da die Gitarre nach ihrer Blütezeit noch nicht völlig aus ihrer „kulturellen Abstinenz“ herausgetreten ist, mag es nicht an Lesern fehlen, die die Intonationsfrage als für nicht existent ansehen.

Die Intonation ist aber zweifellos bei der Gitarre auch ein künstlerisches Ausdrucksmittel, und die individuelle Einregulierung kann auch in diesem Sinne interessant sein.

Es ist ferner klar, daß bei einigen in großer Stückzahl gebauten Schülergitarren, die nicht eigentlich Gegenstand dieses Beitrags sind, das Problem im reinen Laden-Neuzustand durch die sehr sorgfältige Abstimmung mit dem Saitenbezug zum Teil verdeckt wird, während die Dinge nach einiger Zeit mit anderen Saiten, anderer Saitenlage etc. völlig anders ausschauen.

Auch hier muß das Phänomen der souveränen Mißachtung der Intonationsregeln gerade bei manchen „Großen Gitarren“ genannt werden.

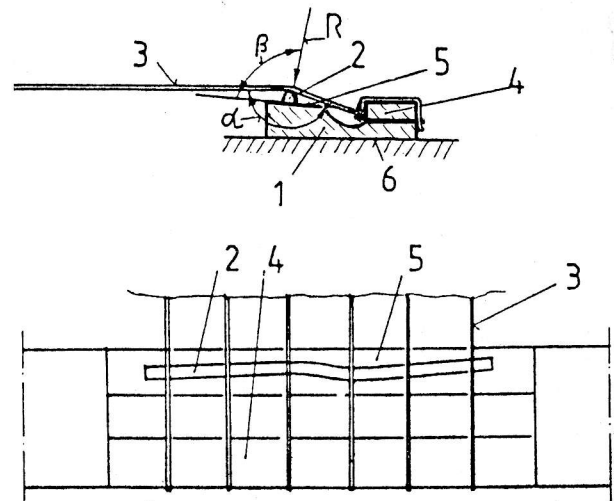
**Freie Untersattelhalterung (DBP) ermöglicht erstmalig sichere Intonation bei Konzert- und Westerngitarren unter Wahrung der Tradition.**

Mit der Feinmensurierung des Untersattels nach DBP 3331123, einer ISIGL-Entwicklung<sup>10, 11</sup> konnte erstmalig die Intonationssicherheit unter Beibehaltung des traditionellen Erscheinungsbildes und der traditionellen Werkstoffe unter allen Bedingungen der Musikpraxis gewährleistet werden.

Zur Einführung zeigt Bild 9a einen reinen Knüpfsteg, wie er jahrhundertlang bei der Gitarre in verschiedenem Gewande üblich war. Durch die Art und

Bild 10: Saitenhalter einer klassischen Konzertgitarre nach DBP 3331123 C1

- 1) Saitenhalter
- 2) Untersattel
- 3) Saiten
- 4) Knüpfsteg
- 5) Positionierfläche
- 6) Deckenebene
- a) Saitenknickwinkel
- b) Untersattelstützwinkel
- R) Resultierende



Enge der Knüpfung der Saiten war eine gewisse Feinmensurierung möglich (mit den Bündeln allein war dies nicht machbar). Bild 9b zeigt eine heute gängige traditionelle Untersattelhalterung. Der Untersattel (1) liegt in der Saitenhalternut (2). Die Resultierende R erzeugt ein Kippmoment auf die Halterung. Bild 9c

heit gekürzt wurde. Der Untersattel steht frei saitenkraftschlüssig positionierbar auf der damit geschaffenen Positionierfläche (3), DBP.

Bild 10 zeigt den Saitenhalter im Schnitt. Zusätzlich kann die erstaunlich hohe Eigenelastizität des Elfenbein- oder Edelkunstharz-Untersattels in Querrichtung

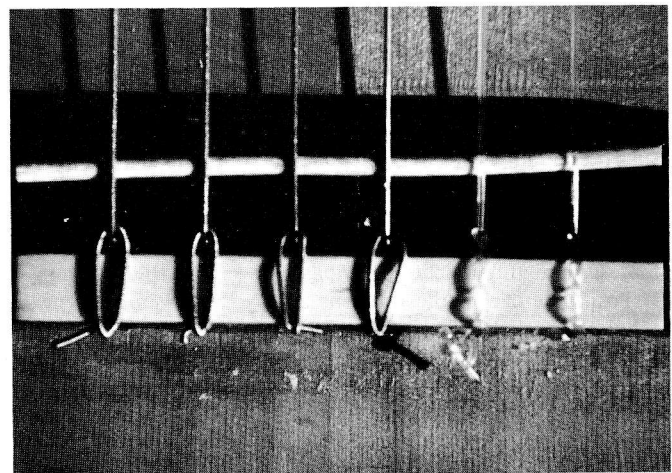


Bild 11: Saitenhalter mit Freier Untersattelhalterung. Hier zeigt sich die Elastizität des Elfenbein-Untersattels (Muster ISIGL)

zeigt eine kippmomentfreie Halterung, weil die Untersattelnut in Richtung der Resultierenden ausgebildet ist. Schließlich gibt Bild 9d die gleiche Anordnung wie Bild 9c wieder, jedoch ist die Nut entfallen und die Auflagefläche ist verbreitert, wobei gleichzeitig die Höhe des Untersattels aus Gründen der Kippsicher-

zum Ausgleich nicht in einer Linie laufender Saitenmensur-Punkte genutzt werden, Bild 11. Hiermit lassen sich bei einem 2,2 mm breiten, weichen Elfenbeinsattel benachbarte Mensurdifferenzen bis ca. 2 mm ausgleichen. Dieser Betrag läßt sich durch Einkerbungen, Teilung des Untersattels in Diskant- und

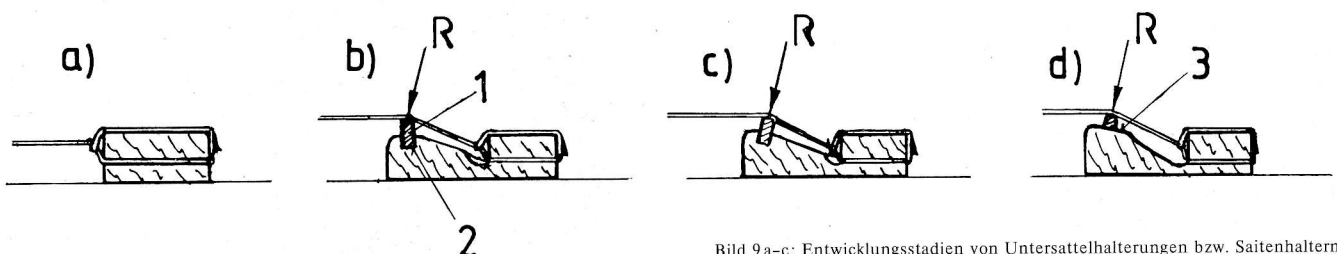


Bild 9a-c: Entwicklungsstadien von Untersattelhalterungen bzw. Saitenhaltern

<sup>10</sup> Sandvoss, K.: „Das Intonationsproblem der klassischen Konzertgitarren ist gelöst“ in *Das Musikinstrument* 12/1984.

<sup>11</sup> Sandvoss, K.: DBP 3331123 C, ISIGL 1984.

Baßbereich etc. noch erhöhen, jedoch ist die Freie Untersattelhalterung nicht zum Ausgleich fehlerhafter Saitenprodukte geschaffen worden.

Der Entwickler der Untersattelhalterung ist der Ansicht, daß zumindest bei der klassischen Konzertgitarre die neue Halterung nicht als Reparaturmaßnahme für schwach konzipierte Saiten mißbraucht werden sollte. In der gegenwärtigen Saitenpraxis kann der Wert bei guten Saiten ohnehin nicht ausgeschöpft werden. Da die Enge der Knüpfung bei der Freien Untersattelhalterung einstellbar ist, aber auch aus Gründen der Konstruktion, können mit der gleichen Halterung Untersättel unterschiedlicher Höhe sicher gehalten werden. Bei einem 2,2 mm breiten Untersattel, diese Breite wird empfohlen, beträgt die gut nutzbare Höhe 1,5 bis 4 mm (2 bis 3 mm sind optimal). Noch größere Unterschiede lassen sich bei der Fertigung durch Variation der Höhe der Positionierfläche überbrücken. Für die Fertigung werden – wie bei der konventionellen Halterung auch – Saitenhaltersätze empfohlen. Aufgrund der Konstruktion ist völlige klangliche Austauschbarkeit der Saitenhalter mit Freier Untersattelhalterung mit denen der Nuthalterung gewährleistet.

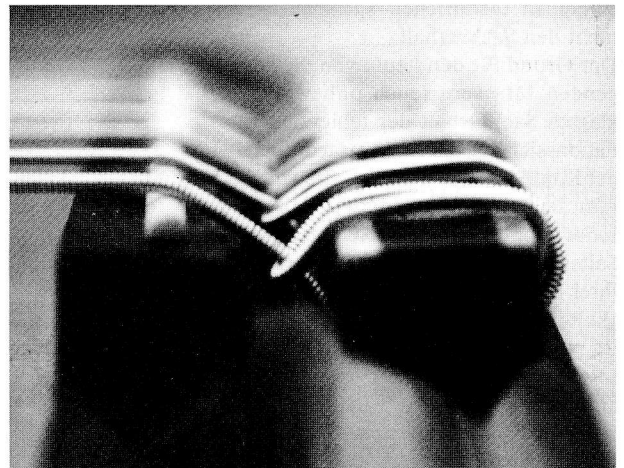
In bezug auf die Höhe des Untersattels hat die neue Konstruktion selbstregulierende Eigenschaften. Die bekannten Auswüchse aufgrund der Nichteinhaltung der Toleranzen bei der alten Konstruktion und ihre Folgen entfallen. Ein Nachteil der neuen Konstruktion besteht darin, daß bei nicht deckenparalleler Positionierfläche (die übrigens auch technisch möglich wäre, jedoch nicht als so empfehlenswert angesehen wird) mit der Einstellung der Mensur auch die Saitenhöhe verändert wird. Der Betrag ist bei einer 8° Schräge (ca. 1:7) für ca. 2 mm Verstellweg ca. 0,15 mm am 12. Bundstab. Dies sind bei 4 mm Saitenhöhe bei der 6. Saite weniger als 4% und damit bei richtiger Auslegung unbedeutend wenig. Trotzdem sollten zu jeder Gitarre aus Gründen der Flexibilität, des Klimas, wechselnder Auffassung usw. verschiedene hohe Untersättel gehören.

Ein weiterer Nachteil der Freien Untersattelhalterung besteht darin, daß die Einstellung sensibel vorgenommen werden muß. Außerdem taugt die Freie Untersattelhalterung – wie gesagt – nicht als Reparaturmaßnahme für untaugliche Saiten.

### *Einzelheiten der konstruktiven Ausbildung der Saitenhalter*

Die Ableitung der Konstruktion der Saitenhalter wurde bereits in Bild 9a bis d gezeigt und Satzeigenschaften für die

Bild 12:  
Freie Untersattelhalterung –  
Die empfohlene, höhere  
Saitenhalterung, basierend  
auf traditioneller  
Querschnittsform des  
Saitenhalters  
(Kazuo Sato)



Höhe der Positionierfläche empfohlen. Mit der Konstruktion sind Saitenhöhen über der Decke im gesamten bisher üblichen Bereich ohne Probleme ausführbar. Der interessante Bereich umfaßt bekanntlich Saitenhöhen von 8 bis 14 mm über der Decke.

Es ist allbekannt, daß große Saitenhöhen über der Decke klangliche (Wirkungsgrad) und auch beanspruchungsmäßige Nachteile haben, während sehr niedrige Saitenhöhen konstruktive Probleme aufwerfen können und nicht von allen Spielern akzeptiert werden. Für den Entwurf des Saitenhalters empfehlen wir eine Neigung der Positionierfläche von ca. 8° und bei niedrigen Saitenhöhen eine entsprechend tiefe Lage der Befestigungsbohrungen.

Die Bilder 12 und 13 zeigen Saitenhalter für verschiedene Saitenhöhen über der Decke mit Freier Untersattelhalterung, wobei die Ausführung nach Bild 12 von ISIGL empfohlen ist. Die traditionelle Querschnittsform soll also belassen wer-

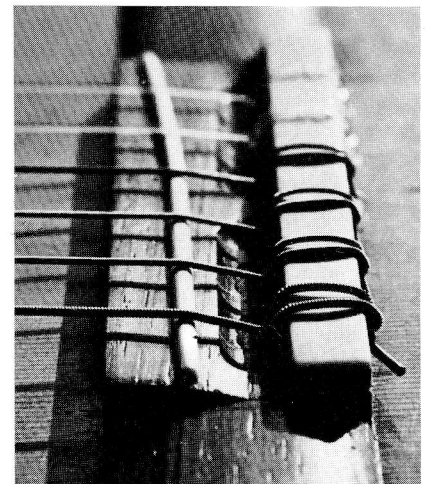


Bild 13: Tiefere Saitenlage (Muster ISIGL)

den, es entfällt lediglich die Nut; an ihre Stelle tritt die Positionierfläche, die nicht breiter als ca. 6 mm zu sein braucht. Bild 14 gibt einen Ausschnitt des Saitenhalters einer Künstlergitarre mit Freier Untersattelhalterung wieder.

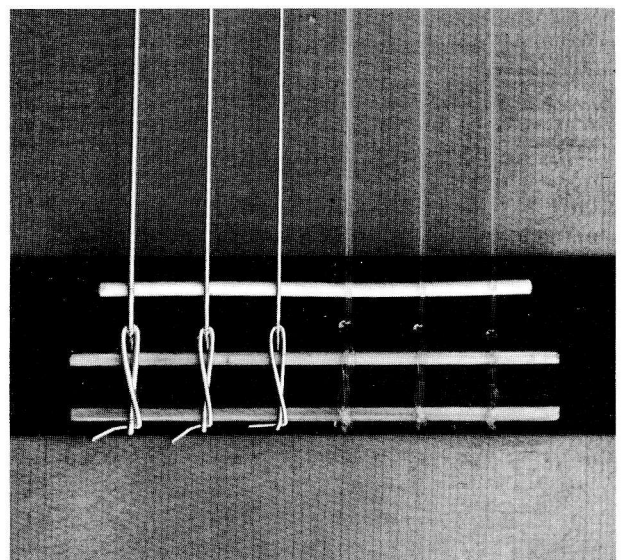


Bild 14:  
Draufsicht auf den  
Saitenhalter nach Bild 12



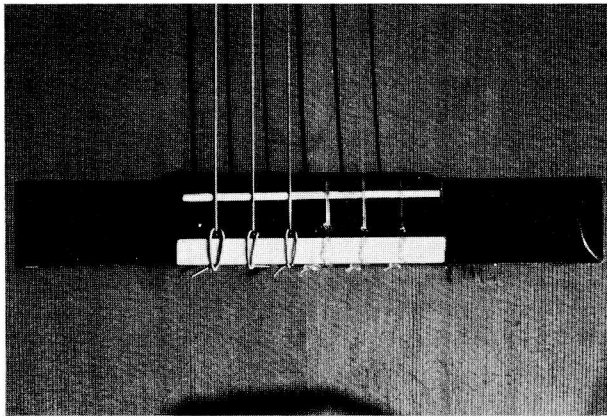


Bild 15:  
Draufsicht auf einen  
Höfner-Saitenhalter mit  
Freier Untersattelhalterung

Bild 15 zeigt die Freie Untersattelhalterung an einem Serienmodell (Karl Höfner GmbH, Bubenreuth).

In Bild 16 ist die erste nach dem System der Freien Untersattelhalterung von Kazuo Sato gebaute Künstlergitarre abgebildet.

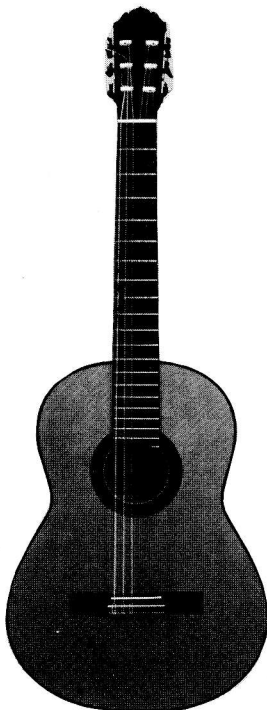


Bild 16: Künstlergitarre mit Freier Untersattelhalterung. Das äußere Erscheinungsbild dieses Prototyps unterscheidet sich praktisch nicht vom herkömmlichen

Die Befestigungsbohrungen sind so klein wie möglich zu halten. Wie bei der Nuthalterung ist als Vorbeugung gegen Aufweiten der Bohrung ein Ausbuchschen der Befestigungsbohrungen mit Hartgewebe oder Aramiden etc. ästhetisch interessant, jedoch nicht üblich oder zwingend erforderlich. Interessant ist auch ein bloßes Imprägnieren der Bohrung.

Es ist laut einem Hinweis von *Gerhard Schnabl* bei Verstärkung mit Buchsen und

Platten darauf zu achten, daß keine scharfe Kante an dem inneren Befestigungsbohrungs-Austritt entsteht. Entscheidet sich der Gitarrenbauer für steigende Saitenhöhen über der Decke, weil die Baßsaiten über dem Griffbrett eine höhere Saitenlage erfordern und nicht jeder Gitarrenbauer das Griffbrett bzw. den Hals schräg zur Decke legen will, so ist es zweckmäßig, die Positionierfläche in der Höhe über der Decke in der gleichen Weise ansteigen zu lassen.

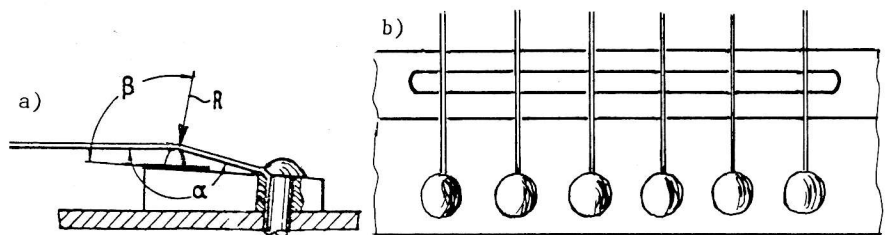


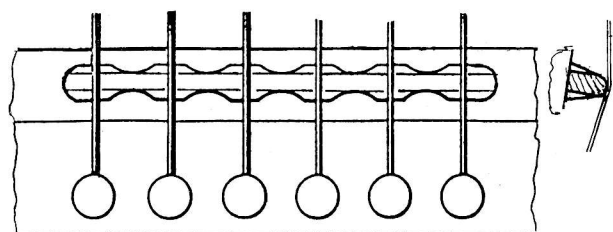
Bild 17: Freie Untersattelhalterung bei einer Westergitarre, Bezeichnungen wie Bild 10. a) Querschnitt, b) in der Draufsicht - von bisherigen Lösungen optisch nicht zu unterscheiden

Bei gewölbtem Griffbrett kann die Wölbung auch auf die Positionierfläche übertragen werden. Nach einem Vorschlag von *Kazuo Sato* ist es bei blanken Nylonsaiten und kleinen oder mittleren Andruckkräften genau wie bei der traditionellen Nuthalterung am Untersattel zweckmäßig, die Saitenaufgestelle am Untersattel ca. 0,2 mm einzumulden, was sich bei jeder Art von Untersattelhalterung positiv auswirkt.

auch hier - unabhängig von der Art des verwendeten Saitenhalters - stets von Vorteil, die Saitenhöhe über der Decke und damit auch das Gewicht des gesamten Saitenhalters möglichst gering zu halten. Hier bestehen für einen Fachmann noch erhebliche Möglichkeiten der Qualitätssteigerung!

Beim Wechsel der Saitenstärke bzw. Saitenkernstärke (siehe Abschnitt „Saiten“) ist auch deren Intonationsverhalten ein

Bild 18:  
Freie Untersattelhalterung  
wie Bild 17, jedoch mit  
verbreiteter Auflage  
und Kerben zur Sicherung  
der Querelastizität.  
Rechts im Bild Schnitt  
durch den Untersattel



anderes und es wird eine Saitenmensurkorrektur erforderlich.

Bild 18 zeigt eine Lösung unter Wahrung der Tradition der Westerngitarre mit breitem, hohem und dennoch flexiblem Untersattel. Der Untersattel weist Einkerbungen zur Erhöhung der Querelastizität auf. Auf diese Weise ist es möglich, die Masse des Westerngitarren-Saitenhalters auch in ungünstigen Fällen gering zu halten und das traditionelle Erscheinungsbild zu belassen.

### *Handhabung der Intonationsregelung*

Die Handhabung der Intonationsregelung für die Freie Untersattelhalterung ist denkbar einfach: Der Untersattel wird unter vollem Saitenzug mittels eines Einstellstockes (notfalls von Hand) in der Weise verstellt, daß Flageolett-Ton-Oktave und gegriffene Oktave am 12. Bund bezogen auf die Technik des jeweiligen Spielers übereinstimmen, wobei bis zu einem gewissen Grade auch persönliche Auffassungen sowie das Phänomen der sogenannten Oktavspreizung<sup>12</sup> einfließen können. Als Einstellstock haben sich Geigenwirbel, die angeschärft sind und zusätzlich eine Saitenkerbung erhalten, bewährt.

### **Ausblick und Dank**

Der Verfasser hofft, daß die vorgetragenen Anregungen alle Interessenten erreichen. Aufgrund der inzwischen geschaffenen Tatsachen ist ein Ende der Lagenwechsel-Nebengeräusche ohne Klangeinbußen oder andere Nachteile verbunden mit noch eleganterem Spiel aufgrund der vollkommenen Glätte der TTSSE-Saiten abzusehen. Ebenso dürften gewisse Klang- oder Intonationseigenheiten im musikalischen Vortrag mit der Gitarre langsam ausbleiben. Nicht zuletzt unter dem bislang weitgehend brachliegenden musikerzieherischen Aspekt der Gehörbildung beim Unterricht an Bundinstrumenten bedeutet die Freie Untersattelhalterung einen entscheidenden Durchbruch. Die TTSSE-Glattsaiten dagegen haben nicht nur für die Gitarre größte Bedeutung, sondern ermöglichen auch bei Streichinstrumenten einen bisher nicht erreichten Klang- und Spielkomfort.

Die Arbeiten hätten auf den verschiedenen Gebieten niemals den heutigen Stand erreichen können, wenn uns nicht viele Gitarrenfreunde, Freunde und Kollegen und Schüler, die aufzuzählen hier leider nicht möglich ist, selbstlos mit Kritik und Rat beigestanden hätten. Ich

möchte aus dem Hochschulbereich hier neben vielen ihrer Kollegen vor allem die Herren *Michael Koch* und *Dieter Kreidler* nennen. Für konstruktive Anregungen schulde ich Herrn *Eliot Fisk* gleichfalls Dank. Mein herzlicher Dank gilt auch der Düsseldorfer Niederlassung der Firma *Hewlett Packard*, weltweit führender Anbieter von Meßgeräten, für die unabhängigen Analysen, die von Herrn *Dipl.-Ing. Hansch* vorgenommen wurden. Aus dem Bereich des künstlerischen Gitarrenbaus bin ich ganz besonders den Herren *Gerold Karl Hannabach*, *Gerhard Schnabl* und *Kazuo Sato* zu Dank verpflichtet. Dank schulde ich auch Herrn *Heiner Viertmann* sowie den *führenden Persönlichkeiten der Firma Karl Höfner, Bubenreuth*.

<sup>12</sup> Terhardt, E.: „Die Tonhöhe harmonischer Klänge und das Oktavintervall“ in *Acustica* 1971, S. 26 (Vgl. auch weitere Beiträge des gleichen Verfassers über das gleiche Thema in der gleichen Zeitschrift).

© Copyright ISIGL 1985

F. K. Sandvoss, Irmerstr. 6, 4000 Düsseldorf 30, Tel.: 0211-454 15 98.

## New research projects and developments

### Major breakthrough in the development of nylon guitar strings

#### New generation of covered strings for plucked and bowed instruments

#### Independent saddle-holder makes reliable intonation for concert and Western guitars possible for first time – traditional basis assured Report by the Institute of Stringed Instruments Guitar and Lute, Düsseldorf

Something which has, up to now, been considered technically impossible by the experts, has been achieved by an ISIGL (see title) research team: they have succeeded in developing extremely smooth nylon bass strings for guitars equal to the acoustic quality of wound strings.

On the basis of this new string technology (known as the True Tone Smooth String Envelope – TTSSE), a major improvement in the surface quality of all wrapped strings with a core of all known materials (natural, synthetic, metal) for all plucked and bowed instruments (concert guitars, Western guitars, electric guitars, bowed instruments) is now achievable.

These new strings were tried out successfully by both experts and various music colleges.

A further world-wide restructuring in the production of nylon-string covering for guitars is anticipated.

The reason of this stems from the fact that the production costs for the new strings will be no more than those of the strings being currently used and – as far as can be foreseen – that there will be no further call by musicians for the traditional strings (once the new ones are on the market), particularly the wire-wrapped variety, since no musician can afford to ignore the advantage of the noiseless changing of finger positions and the improved playability.

What is more, the TTSSE strings last longer than the present variety. On the basis of this new technology the smooth nylon strings will be (at least) partially ousted by the wrapped strings.

In this way, the centuries-old problem with the G string on concert guitars could be solved for the very first time by means of a very smooth new type of G string with the acoustic qualities (which have never been realized) desired by musicians and which can now go into mass production. Major improvements have been achieved in the field of nylon bass strings for guitar. The ISIGL activity, now concluded, has produced the following results (a relevant refined product [AURUM I bass strings] has recently become available on the market for quality strings):

1. Endows quality strings with a highly sensitive tonal quality (HS = High Sensitive Strings);
2. Pronounced life-span of the strings; (LL = Long Life Strings);
3. Highly improved protection against corrosion (G = 24 karat gold fully electroplated string envelope);
4. Introduction of material recycling;
5. Combination of the above-named properties.

The above-mentioned qualities have been transferred, in part, to the TTSSE strings.

Research work has also, inter alia, solved the problem of intonation in respect of concert and Western guitars. This is a further research achievement by the ISIGL. The basic requirement for precise intonation in the case of fretted instruments is, in principle, the fine scaling. Whereas in the case of electric guitars the solution is linked with latest technological developments, no satisfactory solution could be found for acoustic guitars up to now. The problem is not merely of a technical nature: it is also linked with technical-esthetic problems.

The solution is described in the second part of the article and concerns a "Freie Untersattelhalterung ISIGL" (see title) which guarantees fine scaling and thus reliable intonation on a traditional basis, regardless of the conditions under which music is performed.

This technique consists of a saddle which, like a violin bridge, is unattached but, unlike the latter, is placed on the fishtail (string-holder) and highly stable. This solution considerably facilitates the production process for both instruments and strings.

The unattached saddle holder has been warmly welcomed by leading guitar makers in the FRG and even Karl Höfner GmbH, the largest German industrial manufacturer of guitars, has recently become a licensee of the ISIGL patent.