

Inhaltsverzeichnis

Vorwort Siegfried H. Hogenmüller	9	2.2.3 Schneckenrad	48
Vorwort Dietmar B. Streu	13	2.2.4 Beinwellen	51
		2.2.5 Knöpfe	53
		2.2.6 Schmierung	54
		2.2.7 Reinigung	56
1 WERKZEUGE		2.3 Flamencokopf mit	
1.1. Allgemeines	17	durchgesteckten Wirbeln	57
1.2. Handwerkzeug	18	2.3.1 Kopfbohrungen	57
1.3. Maschinen	24	2.3.2 Wirbel	57
1.4. Hilfsstoffe	29	2.3.3 Das Einsetzen	58
1.4.1 Leime	29	2.3.4 Umbauen auf Mechaniken	59
1.4.1.1 Warmleim	29		
1.4.1.2 Weißleim	31	3 HALS	
1.4.1.3 Epoxidharz-Klebstoff	32	3.1 Defekte am Hals	67
1.4.1.4 Cyanacrylat-Klebstoff	33	3.1.1 Verzogener Hals	67
1.4.2 Klebebänder	35	3.1.2 Verdrehter Hals	70
1.4.2.1 Kreppband	35	3.1.3 Bruch im Stock	71
1.4.2.2 PVC Band	35	3.1.4 Halsform ändern	74
1.4.2.3 Doppelseitiges Klebeband	35	3.1.5 Oberfläche	76
1.4.3 Folien und Karton	35	3.2 Defekte am Griffbrett	78
1.4.4 Schaumstoffe	36	3.2.1 Griffbrett ausgespielt	78
1.4.5 Balsaholz	36	3.2.2 Farbe/Oberfläche	78
		3.2.3 Intonation und Griffbrett	79
		3.2.4 Abrichten des Griffbrettes	86
		3.2.5 Griffbrett erneuern	93
2 KOPF		3.3 Defekte an den Bündeln	99
2.1. Defekte im Holz	39	3.3.1 Bündel ausgespielt	99
2.1.1 Bruch des gesamten Kopfes	39	3.3.2 Bündel locker	99
2.1.2 Bruch von Kopfteilen	40	3.3.3 Ganzes Griffbrett bündeln	101
2.1.3 Anpassen der Mechaniken	42	3.3.4 Form der Bündel	105
2.1.4 Furnieren und Sattelsitz	45	3.3.5 Material der Bündel	107
2.2. Defekte der Mechanik	47	3.4 Defekte am Sattel	109
2.2.1 Böckchen lose	47	3.4.1 Sattelsitz	109
2.2.2 Schnecke	47		

3.4.2 Sattel zu niedrig	111	4.2.4 Boden öffnen/schließen	170
3.4.3 Sattel- und Rillenform	112	4.3 Zarge	176
3.4.4 Material für Sättel	115	4.3.1 Risse und Löcher	176
3.4.5 Das Einsetzen mit Wachs	116	4.3.2 Nacharbeit	177
3.4.6 Zur Einstellung des Sattels	118		

4 KORPUS

4.1 Decke	125
4.1.1 Deckenbalken lose	125
4.1.2 Rand lose	128
4.1.3 Steg lose	131
4.1.3.1 Warum ist der Steg abgegangen	131
4.1.3.2 Beseitigung der Folgen	132
4.1.3.3 Wiederaufleimen	134
4.1.3.4 Lackarbeiten	135
4.1.3.5 Notreparaturen	136
4.1.3.6 Abnehmen des Steges	136
4.1.3.7 Neuer Steg	139
4.1.3.8 Arbeiten an der Stegeinlage	140
4.1.4 Deckenrisse	142
4.1.4.1 Geschlossene Risse	142
4.1.4.2 Offene Risse	145
4.1.5 Deckenteile ersetzen	152
4.1.6 Neue Decke	155
4.1.7 Eingefallene Decke	159
4.1.7.1 Verbesserung ohne Abnahme des Bodens	160
4.1.7.2 Verbesserung mit Abnahme des Bodens	161
4.2 Boden	164
4.2.1 Balken lose	164
4.2.2 Risse	165
4.2.3 Offene Mittelnaht	168

5 OBERFLÄCHENBEARBEITUNG

5.1 Allgemeines	181
5.2 Werkzeuge und Hilfsmittel	183
5.2.1 Pinsel	183
5.2.2 Schwämme	183
5.2.3 Watte	184
5.2.4 Leinen	184
5.2.5 Wolle	184
5.2.6 Dosen für Polierballen	184
5.2.7 Alkohol	186
5.2.8 Polieröl	186
5.2.9 Verdünner	186
5.2.10 Verteilerflüssigkeit	186
5.2.11 Ziehklinge	187
5.2.12 Stahlwolle	187
5.2.13 Poliermaschinen	188
5.2.14 Schwabbelscheiben	188
5.2.15 Schwabbelpasten	188
5.2.16 Schleifmittel	189
5.2.17 Schleifflüssigkeiten	189
5.2.18 Schleifklötze und Schwingschleifer	190
5.2.19 Porenbürste	190
5.2.20 Farben für Überzüge	191
5.2.21 Polish	192
5.2.22 Pariser Wasser	193
5.3 Vorbereitung	194
5.3.1 Abbeizen	194

5.3.2 Entflecken	196	6.2.4.7 Blinde oder fehlende Einzeltöne	251
5.3.3 Bleichen	196	6.2.4.8 Blinde oder fehlende Flageolett-Töne	251
5.4 Farbmanipulation	198	6.2.4.9 Luftton stimmt nicht mit Deckenton überein	251
5.4.1 Beizen	198	6.3 Optimieren der anderen Gitarrenteile	253
5.4.2 Färben	200	6.3.1 Saitenaufhängungen und Saitenaufleger	253
5.5 Grundieren und Porenfüllen	202	6.3.2 Der Boden	257
5.5.1 Leimgrund	202	6.3.3 Der Hals	257
5.5.2 Lackgrund	202	6.3.4 Die Zargen	259
5.5.3 Porenfüllen	203		
5.6 Die Überzugstoffe	204		
5.6.1 Nitrolacke	204		
5.6.2 Polyurethan-Lacke	209		
5.6.3 Schellack	215		

7 TIPS

6 ABSTIMMEN VON GITARREN

6.1 Allgemeines	229	7.1 Zur Lagerung von Gitarren	263
6.1.1 Grundlagen	231	7.2 Saiten	264
6.1.2 Saiteninstrumente	232	7.2.1 Auswahl	264
6.1.3 Funktion der Decke	236	7.2.2 Methodik	265
6.2 Optimieren der Deckenfunktion	240	7.2.3 Vorbereitung	265
6.2.1 Grundlagen	241	7.2.4 Befestigen am Knüpfblock	265
6.2.2 Die Eigentöne der Gitarre	241	7.2.5 Befestigen am Kopf	266
6.2.3 Methodik des Abgleichens	243	7.2.6 Saiten im Gebrauch	267
6.2.4 Besondere Fehler und ihre Behebung	248	8 REPARATUREN AN ELEKTROGITARREN	
6.2.4.1 Ungleiche Ansprache der Saiten	248	8.1 Allgemeines	271
6.2.4.2 Klang der Saiten zu grundtönig	249	8.2 Kopf	272
6.2.4.3 Klang der Saiten zu spitz	249	8.2.1 Mechaniken mit Schraubhülsen	272
6.2.4.4 Gitarre ist baßlastig	250	8.2.2 Niederhalter	273
6.2.4.5 Baßsaiten bullern	250	8.3 Hals	274
6.2.4.6 Baßsaiten wenig grundtönig	251	8.3.1 Sattel	274

8.3.2 Bünde	275	9 EINBAU VON PIEZO-ABNEHMERN IN KONZERTGITARREN	
8.3.3 Truss rod	276	9.1 Allgemeines	294
8.3.4 Hals-Korpus Verbindung	277	9.2 Einbohren des Endknopfes	294
8.4 Korpus	278	9.3 Vorbereiten der Stegrille	295
8.4.1 Festigkeit	278	9.4 Bohren des Anschlußloches	296
8.4.2 Einbauten	278	9.5 Richten des Steges	296
8.4.3 Saitenaufhängung	278	9.6 Einbau des BIGTONE	297
8.4.4 Endknopf	281	9.7 Anschluß an den Endknopf	298
8.5 Elektrische Ausrüstung	283	9.8 Verstärkerwahl	298
8.5.1 Abnehmer	283		
8.5.2 Bauteile	284		
8.6 Das Einstellen von Elektrogitarren	287	10 ÜBER EIN HOLZAUSWAHL- VERFAHREN ZUM BAU VON SAITENINSTRUMENTEN	
8.6.1 Die Saitenlage	287	Historischer Rückblick	301
8.6.1.1 Einstellungen am Steg	287	Theoretische Grundlagen	301
8.6.1.2 Einstellungen am truss rod	288	Elektronische Messung	303
8.6.2 Die Stimmung	289	Manuelles Messen	303
8.6.2.1 Oktavreinheit	289		
8.6.2.2 Spielprobe	289		
8.6.3 Das Tremolo	290		
8.6.4 Die Pickups	290		

2.2. Defekte der Mechanik

2.2.1 Böckchen lose

Zuerst versucht man nach Ausbau der Rolle das Nachnieten des Böckchens. Hierbei ist zu beachten, daß die Auflage des Böckchens niemals auf einer harten ebenen Fläche erfolgen darf. Beachtet man dieses nicht, wird man die Lager für die Schnecke stauchen und beschädigen. Man könnte sich zwar ein Formteil richten, welches die Böckchen formschlüssig aufnimmt. Das ist aber ziemlich aufwendig. Ich fand, daß man ohne Beschädigung die Lager gut nachnieten kann, wenn man die Schnecke mit ihren Lagern auf eine dicke Bleiunterlage legt, die ihrerseits auf einem schwerem Metallteil liegt und zum Nieten einen leichten Hammer von höchstens 30 g benützt. Streckt man dann mit der Hammerfinne den Nietkopf nach allen Seiten aus, ehe man ihn mit der Bahn glatt schlägt, ist das Böckchen wieder fest.

Fehlt aus irgendeinem Grunde jedoch der Nietkopf, vielleicht hat ihn jemand abgefeilt, statt ihn im Holz zu versenken, kann man das Weichlöten probieren. Kann man die Böckchen herausnehmen, ist es kein Problem, die Auflage, das Loch und die eingesteckten Enden der Böckchen gut zu reinigen (Schaber) und einzeln mit Drahtzinn und LötKolben zu verzinnen. Dann kann man über der Flamme des Spiritusbrenners die Teile ineinander stecken und hinten noch etwas Zinn nachgeben, daß eine schöne Kuppe entsteht. Alles langsam abkühlen lassen (nicht abschrecken).

Beim Verzinnen darauf achten, daß sich kein (oder nur wenig) Zinn auf der Oberfläche ausbreitet. Man schabt deswegen nur die Teile, die verzinkt werden müssen blank.

Lassen sich die Böckchen nicht herausnehmen, versucht man nur von der Rückseite zu löten. Hierzu empfehle ich eine Weichlötpaste, wie z.B. STANNOL oder TINOL, welche sehr wirksame Flußmittel enthalten. Damit besteht die Aussicht, daß Zinn auch in das Loch läuft und nicht nur obenauf liegt. Zum Löten gibt man nach gutem Umrühren der Paste eine Menge hinten auf die Nietstelle, die alles gut bedeckt. Über dem Spiritusbrenner wird langsam erhitzt, bis das Zinn fließt. Wenn möglich, bewegen Sie dabei die Böckchen, das begünstigt das Eindringen des Lotes. Sollte es dabei leise Quietschen, hatten Sie Glück; der „Zinnschrei“ zeigt an, daß Zinn in das Innere eingedrungen ist. Auch hier können Sie, falls erforderlich, noch etwas Drahtzinn auf die Lötstelle geben, um eine schöne Kuppe zu erhalten. Danach wird zur Entfernung von Flußmittelresten die ganze Mechanik mit kochendheißem Wasser ausgewaschen, sonst könnte diese nach einiger Zeit schlimm aussehen und Schaden nehmen.

2.2.2 Schnecke

Die Schnecken geben im allgemeinen wenig Anlaß zu Reparaturen. Wenn diese oxidiert sind, das kommt schon mal vor, da sie aus

Stahl sind, werden sie mit der Drahtbürste und Petroleum kräftig ausgebürstet. Auch das Einlegen in eine Entrosterlösung ist möglich. Ist die Knopfwelle krumm, nimmt man zuerst den Knopf ab, wenn er nur aufgesteckt oder angeschraubt ist. Das geht einfach, wenn man ihn etwas mit Heißluft anwärmt. Angenietete Knöpfe bleiben dran. Dann spannt man die Mechanik vorsichtig in den Schraubstock und dreht die Krümmung der Welle so, daß sie rechtwinkelig zu den Schraubstockbacken steht. Dann kann man mit einem 100 g-Hammer unter Zwischenschaltung eines Holzstückes die Welle leicht gerade richten. Schlagen sie nicht auf den Knopf und versuchen sie nicht das Biegen mit Zangen oder dergleichen; die Welle bricht dabei leicht ab. Es ist eine alte Erfahrung, daß sich Metalle durch Schläge besser richten lassen als durch Biegen.

Bei abgebrochenen Knopfwellen muß die Schnecke ersetzt werden. Nur in seltenen Fällen, bei ausgefallenen Modellen an alten, wertvollen Gitarren, sollte man durch einen Großuhrenmacher oder Feinmechaniker eine neue Welle durch Tamponieren [Abb.4] ansetzen lassen. Bei Sammlergitarren ist der Aufwand gerechtfertigt und wird erfahrungsgemäß auch gerne bezahlt. Bei neueren Gitarren wird man ohnehin einfach die Mechanik austauschen.

Will man die Welle dennoch ersetzen, muß man ein Bockchen, am besten das obere entfernen. Mit einem scharfen Kreuzmeißel rich-

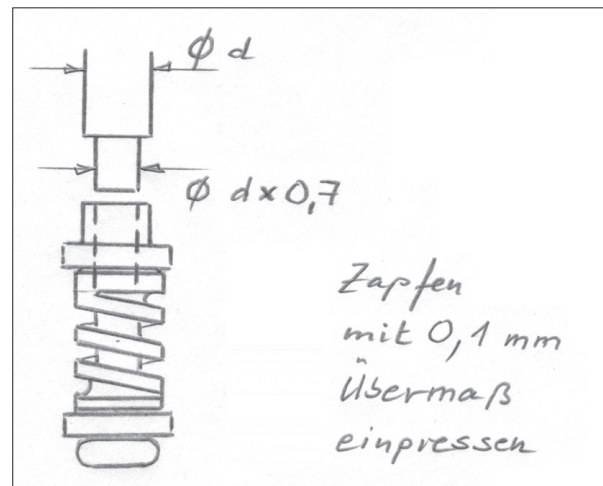


Abb. 4 Das Tamponieren von Knopfwellen

tet man den angeschlagenen Nietbart auf und schlägt mit einem Durchschlag von hinten das Bockchen heraus. Hierbei muß man natürlich ringsherum eine gute Auflage schaffen, daß die Schläge auch „ziehen“. Zum Wiedereinsetzen muß man prüfen ob zum nachnieten noch ein genügender Kopf da ist, oder man lötet das Bockchen ein, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben. Da Schnecken nicht im Handel sind, muß man, falls man sie ersetzen muß, eine passende aus einer Altmechanik ausbauen.

2.2.3 Schneckenrad

Eigentlich ist die Bezeichnung Schneckenrad in den meisten Fällen gar nicht richtig, da es sich bei Gitarrenmechaniken vorwiegend um sogenannte Schraubgetriebe handelt. Echte Schneckengetriebe wurden und werden sehr

selten angeboten. Die LANDSTORFER-Mechaniken, wie sie Hauser verwendete und die heute von REISCHL gebaut werden, haben echte Schneckengetriebe. Bekanntlich liegt bei Schneckengetrieben der ganze Zahn kreisbogenförmig an der Schnecke an und nicht nur an einem Punkt wie bei geraden Zähnen. Der Verschleiß ist entsprechend geringer. Schneckengetriebe finden sich also nur an wirklichen Präzisionsmechaniken und der Preis ist entsprechend. Aus den USA kommt neuerdings eine gute Mechanik die IRVING SLOANE konstruiert hat; diese hat wieder echte Schneckengetriebe. Bei den Rädern ist es wie bei den Schnecken; wenn ein Rad fehlt oder gewechselt werden muß, hilft nur ein Blick in die Abfallkiste. Räder werden nicht gehandelt. Es sei denn es ist eine neue, noch beziehbare Mechanik und sie schreiben an den Hersteller.

Die Räder sind mittels Vierkant, mit zwei Flächen oder durch Verzahnung gegen Verdrehen gesichert. Dieser Formschluß ist beim Wechsel zu erhalten. Hat das Rad hier Luft, sitzt also auch ohne Schraube nicht absolut verdrehfest, wird die Befestigungsschraube sich ewig lockern; die Schraube allein kann das Rad nicht zuverlässig halten. Findet man kein unmittelbar passendes Rad, ist es eine Preisfrage, ob man das alte, gut auf der Welle sitzende Rad mit den defekten Zähnen von einem Feinmechaniker abdrehen und ein sonst nicht passendes Rad, jedoch mit der richtigen Zähnezahl und dem richtigen

Durchmesser, aufgebohrt als Buchse aufpressen läßt.

Gar mancher hat sich schon gewundert, daß nach Demontage einer Mechanik, z.B. zum Reinigen, diese nach dem Zusammensetzen nicht mehr sauber lief. Einige Umdrehungen gehen die Wirbel leicht, dann fangen sie an zu klemmen: die Räder eiern. Das muß man lernen: Die Räder passen selten auf Umschlag, wie der Mechaniker sagt. Das heißt, nur in einer der möglichen Steckungen läuft das Rad rund. Es empfiehlt sich also, sich ein Kästchen mit sechs nummerierten Fächern zu richten und die Teile nach dem Demontieren zusammengesteckt abzulegen. Außerdem kennzeichne ich auf Rad und Welle die originale Steckposition mit einer Marke. Ist die Vertauschung aber passiert, die Mechanik klemmt, muß man frisch paaren. Mit der Handbohrmaschine im Schraubstock wird eine Drehbank imitiert. Die Wellen werden nacheinander eingespannt und solange Räder verdreht aufgesetzt und gewechselt, bis alle sechs Räder rund laufen.

Eine andere Unart der Mechaniken ist die zu kurze Achse zwischen Schulter und Zahnrad, also der Teil, der im Plattenlager läuft. Schuld ist die maßlich nicht richtig angeordnete Achsschulter. Sie legt sich beim Anziehen der Radschraube von hinten an die Platte an und klemmt die Platte ein. Wenn man die Schraube fest anzieht ist die Welle arretiert. Wäre die Steckpassung absolut ohne Ver-

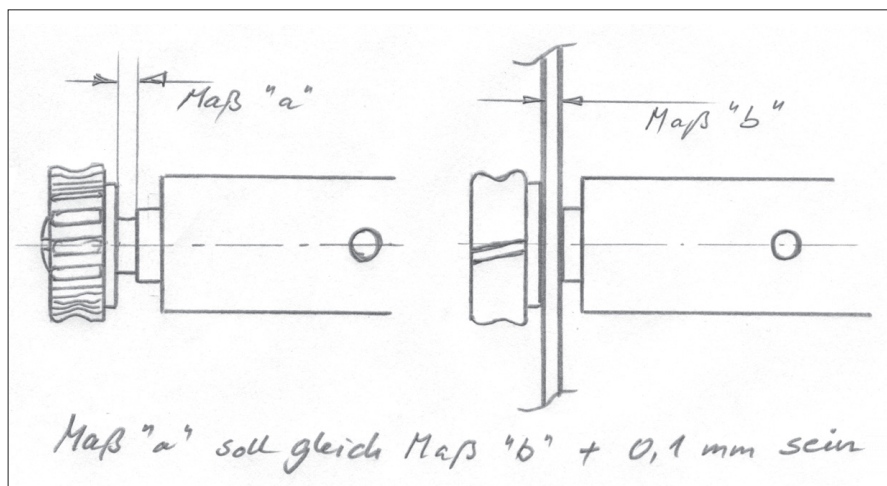


Abb. 5 Das Abdrehen der Wellenschulter

drehluft, wäre gegen diese Art der Einstellbarkeit der Lagerluft gar nichts einzuwenden, aber die Verhältnisse sind nicht so: das Rad verdreht sich beim Stimmen immer etwas in die jeweilige Richtung, mit der Folge, daß die Schraube sich lockert und ewig lose ist (...da klappert doch was!), oder gar verlorenght. Eine gewisse Besserung kann das Festlegen der Schraube im Gewinde mit einem Sicherungslack (z.B. LOCTITE) bringen. Man hat auch schon die Flächen der Stecksitze in den Messingrädern verzinkt und dann im Schraubstock die Achse wieder eingepreßt; der Zapfen räumt sich dann einen spielfreien Sitz. Das beste und einzig richtige ist jedoch, die Schulter der Welle, mit dem sie hinten an der Platte anliegt, auf der Drehbank soweit zurückzusetzen, bis das Zahnrad auf der Welle aufsitzt ohne die Platte einzuklemmen; die Welle läuft bei fest angezogener Schraube also frei. Diese Arbeit wird allerdings nicht

jeder Kunde bezahlen wollen. Sie beginnt mit der Messung des Spaltes zwischen Rad und Schulter an der demontierten Welle mittels Spion (Fühlplättchen genauer Dicke). Die Schraube wird fest angezogen. Das ermittelte Maß wird kleiner sein als die Platte dick ist. Dieses Maß wird nun von

der Dicke der Lagerplatte abgezogen. Die Differenz plus 0,1 mm ergibt das Maß, um das die Schulter der Welle abgedreht werden muß [Abb.5]. Da man auf der Drehbank die Beinwelle nur auf dem relativ ungenauen weißen Teil im Dreibeckenfutter einspannen kann, muß man lange zentrieren bis der Lagerzapfen der Welle einwandfrei rundläuft, denn der Durchmesser des schon bestehenden aber zu kurzen Lagerzapfens darf natürlich auf keinen Fall angeschnitten oder reduziert werden.

Wenn die Rolle beim Zurückstimmen der Saite nicht sofort folgt, sondern verzögert mit einem Ruck zurückspringt, ist der Eingriff der Schnecke in das Rad zu wenig tief, zu seicht, wie der Fachmann sagt. Dieses Verhalten ist für den Spieler sehr lästig. Durch Einreiben von Kernseife in die hölzernen Innenlager der Welle kann das Verhalten

3.2 Defekte am Griffbrett

3.2.1 Griffbrett ausgespielt

Spieler mit langen Nägeln an der Greifhand neigen dazu das Griffbrett auszuspielen, d.h. mit der Zeit deutlich sichtbare Vertiefungen in das Griffbrett einzugraben, vor allem in den Hauptlagen. Sind die Einspielungen sehr tief ($> 0,3$ mm) und über das ganze Griffbrett verteilt, bietet sich nur an, das ganze Griffbrett anlässlich einer Neubundung abzurichten.

Weniger tiefe Einbuchtungen kann man sehr gut mit der Ziehklinge begradigen, indem man von Bund nach Bund abzieht. Man steht am Kopfende und arbeitet auf den Korpus zu. Entlang den Bündeln bleiben dabei unvermeidbar schmale Streifen stehen, die man anschließend mit dem Winkelschaber scharf am Bund entlang entfernt.

Ich hatte auch schon öfters den Fall, daß nur in einzelnen Bundfeldern tiefe Ausspielungen beseitigt werden mußten, was mit der Ziehklinge allein nicht zu schaffen war. Nach Entfernen der Bündel wurden mit der DREMEL-Tool (kleines Bohr- und Fräsgerät) diese Einspielstellen etwa 1 mm tief ausgefräst. Genau parallele Ausfräsungen, gerade so breit wie die Vertiefung, von Bundschlitz zu Bundschlitz. Etwas dickere Ebenholzplättchen wurden genau in diese Kanäle eingepaßt und mit schwarz eingefärbtem Epoxid eingeleimt. Nach Abrichten auf Griffbretthöhe und Nachsägen der Bundschlitze kann wieder

gebundet werden. Zum Egalisieren kleiner Farbunterschiede im Ebenholz kann schwarz nachgefärbt werden, z.B. mit Leinöl, das mit schwarzem Farbextrakt versetzt wurde. Bei einwandfreier Arbeit sind diese Ausbesserungen unsichtbar. Diese Methode ist etwas aufwendig, vermeidet aber sichtbare Spuren an den Griffbrettkanten, die sich gerne ergeben, wenn man die ganzen Felder ausfräst und belegt. Die Arbeit lohnt sich allerdings nur in besonderen Fällen, wenn z.B. ein gutes Solisteninstrument wieder hergerichtet werden muß, das ein paar Jahre wohl in falschen Händen war. Nach dieser Methode habe ich auch schon nachträglich eingelegte Perlmutteraugen aus Griffbrettern klassischer Gitarren entfernt, die dort absolut stilfremd waren.

Es gibt aber auch die Meinung, daß Ausspielstellen an alten Gitarren diese gewissermaßen adeln und nicht beseitigt werden sollten. Vor solchen Arbeiten ist eine Absprache mit dem Besitzer also angeraten.

3.2.2 Farbe/Oberfläche

In manchen Fällen muß man die bearbeiteten Flächen des Griffbrettes nachfärben, besonders wenn helle Streifen im Ebenholz sind, deren ursprüngliche Deckbeizung durch die Bearbeitung entfernt wurde. Da Wasserbeize von alten Griffbrettern schlecht oder gar nicht angenommen wird, mische ich schwarzen Farbextrakt, wie er zum Anfärben von

Lack und Polituren verwendet wird mit Nitroverdünnung und beize mit dieser Lösung.

Ich habe auch schon mit Erfolg Leinöl auf diese Art schwarz eingefärbt und damit die Griffbretter eingelassen. Es empfiehlt sich eine Woche Trockenzeit, sonst färbt das Griffbrett ab.

Zum Nachfärben von Griffbrettern an ganz einfachen Instrumenten, meist aus Jacaranta mit schwarzem Farbüberzug, gibt es im einschlägigen Fachhandel (GEWA MUSIC GmbH) eine spezielle Griffbrettfarbe (Mattlack, schwarz). Beim Auftragen dieser Farbe hatte ich mit Aufwischen bessere Ergebnisse als beim Auftrag mit dem Pinsel. Über den Zeigefinger kommt zuerst ein abgeschnittener Finger eines Gummihandschuhes, dann der Lappen. Nach gutem Auftrocknen der nur dünn aufzutragenden Farbe kann der Auftrag wiederholt werden, bis Deckung erreicht ist. Mit ganz wenig Nitroverdünnung und einer Spur Öl am Lappen kann auf der getrockneten Schicht eine Art Politur erzielt werden.

3.2.3 Intonation und Griffbrett

Man muß bei der Diagnosestellung von Intonationsfehlern zwischen drei möglichen Fehlern unterscheiden: falsche Position des Sattels, falsche Position einzelner Bündel und falsche Position des Steges. Während eine fal-

sche Sattelposition in erster Linie unsaubere Akkorde in der ersten Lage verursacht, weil das Zusammenspiel von leeren und gegriffenen Saiten nicht stimmt (C-Dur, E-Dur, a-Moll), eine falsche Stegposition dagegen vor allem eine Oktavverschiebung hervorruft (Fehler beim Vergleich: gegriffene Oktave zu Oktavflageolet), machen sich falsche Bündelpositionen durch unsaubere Barré-Akkorde in bestimmten Lagen bemerkbar, vor allem dadurch, daß die in den Akkorden enthaltenen Oktaven nicht rein klingen; aber auch Akkorde mit gegriffenen und offenen Saiten klingen dabei unrein. Allen Fehlern gemeinsam ist die schlechte Stimmbarkeit des Instrumentes, die meist vom Spieler auch bemerkt und angegeben wird.

Es kommt gar nicht so selten vor, daß an handwerklich hergestellten Gitarren Fehler der Bündelpositionierung auftreten. An spanischen Gitarren, vor allem an Flamencogitarren, habe ich das verhältnismäßig oft gefunden. Nicht so bei Fabrikgitarren, hier werden die Bündel bekanntlich nicht einzeln eingeschnitten sondern alle auf einmal eingesägt. Die richtigen Abstände sind daher durch die vom Werkzeugmacher genau einggerichtete Sägewelle der Maschine unveränderlich vorgegeben.

Am häufigsten ist wohl eine falsche Stegposition anzutreffen. Da hat sich z.B. der Steg beim Aufleimen aus der korrekten Position verschoben oder aber der Stegeinsatz ist nach

vorne gekippt, weil er in der Rille Luft hat oder die Rille schlecht geschnitten ist. Ferner kann sich durch den Saitenzug der Steg gedreht haben (sog. eingefallene Decke), durch Biegung des Halses kann die Saitenlage gestiegen sein (höhere Saitenlage bedingt größere Kompensation) oder es handelt sich um Längenschwund bei sehr alten Instrumenten. Es kann aber auch von Anfang an eine zu große oder zu kleine Kompensationsbemessung vorliegen. Notwendigkeit und Bemessung der Kompensation wurden um die Jahrhundertwende in den spanischen Werkstätten noch als Geheimnis behandelt; viele Werkstätten haben nicht kompensiert oder aber sehr wenig, da die damaligen „weichen“ Darmsaiten weniger Kompensation benötigten als die heutigen Materialien. Offensichtlich haben aber auch die dünnen Decken der damaligen Instrumente und deren niedere Saitenlage dazu beigetragen. Ganz deutlich wird die Abhängigkeit der Kompensation von der „Saiten Härte“, wenn man alte Bemessungen mit denen vergleicht, die bei Stahlsaiten notwendig werden.

Sattel

Eine falsche Sattelposition zeigt sich vor allem auf der G-Saite, wenn beim Übergang vom Ton der sauber gestimmten leeren Saite zum ersten gegriffenen Ton, also von G auf Gis, das Intervall nicht stimmt. Aber auch die nachfolgenden Töne A, B, H, usw. werden,

allerdings abnehmend, von der falschen Stellung des Sattels beeinflusst. Die Schwierigkeit dieses relativ häufigen Fehlers liegt darin, daß die richtige Stellung des Sattels sich oft nicht mit der theoretischen Position des nullten Bundes deckt. Beim Nachmessen von gut kompensierten Gitarren wird man oft finden, daß der Abstand des Sattels zum ersten Bund gegenüber dem theoretischen Maß um ± 1 mm schwankt. Das nennt man Sattelkompensation. Der Betrag der notwendigen Kompensation kann von Instrument zu Instrument sehr unterschiedlich sein. Da gegenläufige Faktoren auf dieses Maß Einfluß haben, ist die Situation hier etwas unübersichtlich. Sie wird deswegen nachfolgend etwas näher untersucht. Sättel mit einzeln verstellbaren Saitenlagern sind bekannt, haben sich aber nicht einführen können.

Der Halbtonsprung beim Übergang von der offenen zu der auf dem ersten Bund gegriffenen Saite ist bekanntlich nicht nur eine Funktion der Saitenverkürzung, sondern auch eine der erhöhten Saitenspannung durch das Greifen. Diese zusätzliche Tonerhöhung hängt von der Zusatzspannung ab, die die Saite beim Greifen erfährt. Bei hohen Bündlen, die einen entsprechend hohen Sattel erfordern, wird das mehr sein als bei niederen. Daß sich das auf der G-Saite am deutlichsten zeigt, hängt mit der unterschiedlichen Elastizität der Saiten zusammen. Die G-Saite einer Nylonbesaitung ist im allgemeinen die „härteste“: sie braucht beim Aufziehen bekanntlich die

4.1.3 Steg lose

Da das Kapitel über die Reparatur an Stegen sehr umfangreich ist, unterteile ich es in folgende Abschnitte:

- Warum ist der Steg abgegangen
- Beseitigung der Folgen
- Wiederaufleimen
- Oberfläche
- Notreparaturen
- Abnehmen des Steges
- Neuer Steg
- Arbeiten an der Stegeinlage

4.1.3.1 Warum ist der Steg abgegangen

Hat sich ein Steg von der Decke gelöst, gibt es dafür Gründe. Damit sich das Ereignis nicht wiederholt, muß die Ursache ermittelt und beseitigt werden.

Der einfachste Fall: die Gitarre lag in der Sonne und der Weißleim wurde weich. Bei gewissen Fabrikaten geschieht das ab etwa 60°C, bei anderen erst bei 80°C. In diesem Fall kann man nach Reinigung der Leimflächen und sofern die ursprüngliche Leimstelle über die ganze Fläche getragen hat, den Steg direkt wieder aufleimen (siehe Abschnitt *Wiederaufleimen*). Meist ist aber Nacharbeit am Steg oder am Instrument notwendig.

Oft ist die Leimfläche zu klein, weil der Halter schlecht aufgepaßt war oder weil aus der Lackierung der Decke eine zu kleine Fläche freigeschabt wurde. Es ist nämlich eine fest installierte Technik industrieller Hersteller, vor dem Aufsetzen des Halters die Decke zu lackieren oder zu polieren und erst nachträglich die Leimfläche frei zu schaben, jedoch findet man leider gerade hierbei die meisten nachlässig aufgesetzten Stege. Eine alte Unsitte ist auch das kreuzweise Einschneiden der Leimfläche auf der Decke und das Aufrauen der Unterseite des Steges mit dem Zahnhobel; beides soll die Haftung verbessern. Das Gegenteil ist der Fall. Was inzwischen als gesichert gilt: auf glatten Flächen wirken die Adhäsionskräfte des Leimes am besten (es gibt darüber ausführliche Untersuchungen).

Bei alten Gitarren und bei Flamencogitarren mit sehr leicht gehaltenem Querriegel (wie der Steg auch genannt wird) kann sich die Leimstelle auch durch Verwerfung des Steges lösen. Die mittlere Partie des Steges mit dem Knüpfblock ist dann gegenüber den beiden abgeplatteten Enden durch den Saitenzug so verdreht, daß der Steg sich von der Decke mit der Zeit abschält. Dabei geht er allerdings nicht plötzlich ab, sondern er beginnt sich zuerst in der Mitte von der Decke zu lösen. Wird das nicht beachtet und die Gitarre wird so weiter gespielt, wird der Steg eines Tages abgehen. Hier hilft nur ein ganz neuer Steg. Das warme Richten des verdrehten Steges ist

zwar möglich, kann aber nicht empfohlen werden, weil diese Korrektur nicht von langer Dauer ist. Ein neuer Steg ist immer eine lohnende Reparatur, weil er, richtig gewölbt, auch die meist etwas eingefallene Decke wieder aufrichtet: das Instrument klingt danach wie neu. Beim Aufsetzen eines neuen Steges muß jedoch dem Gewicht und der Holzsorte des originalen Steges Beachtung geschenkt werden, will man nicht Gefahr laufen, die Abstimmung zu verändern. So wog der originale Steg einer alten BARBERO Flamenco-Gitarre mit 1,5 mm dünner Decke z.B. nur 18 Gramm; mein erster maßlich korrekter Nachbau jedoch 26 Gramm. Ich mußte lange nach einem geeigneten Palisander suchen, bis ich Erfolg hatte (bei Fa. NAGEL, Hamburg).

Eine ähnliche Ursache für das Ablösen liegt vor, wenn der Steg sich nach oben gerollt hat, weil er falsch geschnitten war (gewölbte Seite des Rohlings nach unten statt nach oben). Dabei verformt sich der Steg auf seiner ganzen Länge derart, daß sich Vorder- und Hinterkante von der Decke wegbiegen. Jeder Anpreßversuch solcher in sich verzogener Stege ist vergeblich. Auch hier ist ein neuer Steg fällig.

Die meiste Arbeit macht jedoch ein abgegangener Steg, wenn als Ursache eine zu hohe Stegeinlage erkannt wird. Zusätzlich zur Reparatur des Steges muß in diesem Fall auch der Anlaß für die zu hohe Stegeinlage beseitigt werden: ein verbauter, verzogener oder

hochgekommener Hals. Immer wieder machen sich nämlich manche Nothelfer die Sache zu einfach, wenn sie Probleme mit dem Hals oder dem Griffbrett generell mittels einer überhöhten Stegeinlage zu lösen versuchen. Ganz abgesehen von der vergewaltigten Decke und dem daraus resultierenden Ton einer so „reparierten“ Gitarre, ist eine wiederkehrende Ablösung des Steges vorprogrammiert.

Je nach der erkannten Ursache für das Problem mit dem Steg sind also die folgenden Arbeiten einzurichten. Leider sind die Fälle sehr selten, bei denen man sich damit begnügen kann, den abgegangenen Steg einfach wieder aufzuleimen.

4.1.3.2 Beseitigung der Folgen

Wenn ein Steg abspringt, geht das oft unter unangenehmen Begleiterscheinungen vor sich. Besonders wenn die Decke unter der Leimstelle mit dem Schnitzer eingeschnitten wurde, um die Leimung zu „verbessern“, können beim Bruch große Teile der Decke am Steg hängenbleiben. Manchmal kann man diese Teile mit einem heißen Spatel ablösen und in die Decke zurück leimen. Meistens muß man jedoch den entstandenen Löchern in der Decke eine günstige Form geben und kann dann passende Füllstücke des gleichen Holzes einsetzen. Das ist eine mühsame Arbeit, denn man kann die einzelnen Späne

nicht breiter als etwa 5 mm machen, sollen sie gut passen. Im Gegensatz zur späteren Leimung des Stegs leime ich die Füllstücke mit Epoxid ein. Nach dem genauen Abrichten der eingelegten Teile mit dem Schaber muß eine zusammenhängende, dem Steg genau anliegende Leimfläche vorliegen. Man legt die Fläche etwa 1/10 mm unter das Niveau der Decke und richtet sie zonenweise ab. Man richtet sich nach dem Lichtspalt, der sich zwischen der Leimfläche und einem beidseitig auf der Decke aufliegenden Haarlineal ergibt. Größte Vorsicht, daß man nicht in die lackierten Deckenteile hineinschabt.

Noch unangenehmer ist es, wenn der abgesprungene Steg Späne aus der lackierten Decke abgezogen hat. Sind die Späne vorhanden, lohnt es sich, diese mit großer Akribie wieder einzuleimen. In diesem Fall mit Weißleim, oder noch besser Warmleim, weil er die Bruchlinien am wenigsten markiert. Nachdem der Span mittels wenig Leim aufgelegt ist, wird ein Stück blankes 3 mm-Plexiglas entsprechender Größe direkt auf die Leimstelle gelegt und kräftig angepreßt (Pfeiler stellen). Entschließen sie sich für im Holzton eingefärbtes Epoxid, müssen sie bei dieser Technik eine dünne PVC-Einpackfolie unter das Plexiglas legen, sonst klebt die Beilage hoffnungslos fest. Nur bei Weißleim kann Plexiglas direkt aufgelegt werden. Epoxid sollte vor dieser Anwendung einmal kräftig bis zur Dünnschmelze erhitzt werden und dann etwa 15 min abliegen. Weil es danach schnell

er abbindet, dringt es weniger in das Holz ein und markiert die Bruchlinien entsprechend weniger. Maximale Bindekraft ist hierbei ja nicht gefragt.

Sind die herausgezogenen Späne nicht vorhanden, wird es schwieriger. Zuerst leimt man die Rillen in der Decke mit Spänen des gleichen Holzes aus, falls diese tiefer als etwa 1 mm sind. Nach dem Einebnen schabt man genau in Richtung der Jahre mit einem etwa 2 mm breiten, auch an den Kanten haarscharfen Stemmeisen an einem kleinen vorübergehend auf der Decke festgelegten Stahllineal entlang die linke und rechte Begrenzungsrille für eine Belegung aus der Decke. Die Belegung soll nicht viel breiter als die Verletzung sein und wird nicht tiefer als 0,5 mm bis 1 mm eingelassen. Das geht besonders gut, wenn man an das Eisen einen Grad anzieht wie an eine Ziehklinge; das Lineal fixiere ich mit zweiseitigem Klebeband (Zeichenbedarf). Auf scharfe Kanten der Rillen ist größter Wert zu legen. Das zwischen den Begrenzungsrillen liegende Holz wird freihändig ausgeschnitten. Das eine Ende der entstehenden Bahn endet unter dem Steg, das äußere sichtbare Ende wird schräg oder pfeilförmig abgeschlossen. Nun versucht man ein Stück Deckenholz zu finden, das in Jahresringbreite, Faserrichtung und Farbe möglichst genau zum Original paßt. Auch die auf beiden Seiten eines Jahresringes immer unterschiedlichen Übergänge vom Frühholz in das Spätholz müssen seitengleich zum Original liegen.

5.3.2 Entflecken

Gewisse Stellen der Gitarre, die mit dem Körper des Spielers über längere Zeit direkt in Berührung kamen, können derart mit Schweiß und Fett durchtränkt sein, daß sie sich nach sonst ausreichender Wäsche immer noch markieren. Beim Boden sind es die auf der Brust aufliegenden Zonen und bei den Zargen die auf dem Knie aufliegenden und mit dem Kinn in Berührung kommenden Abschnitte. Manche Flamencospieler haben nämlich die Angewohnheit, zur Stützung das Kinn auf das Instrument aufzulegen. Ich hatte einmal eine BARBERO zur Reparatur, bei der das Zargenholz an dieser Stelle bereits durchsichtig war wie Pergament oder Marmor. Bei den Decken ist meist die Stelle eingetrübt, an der der Ellenbogen aufliegt.

Das Beseitigen dieser Flecken ist eine zeitraubende Angelegenheit. Die zur Anwendung gelangende Methode ist die des Ausziehens. Da Leichtbenzin zu schnell verdunstet, rühre ich Terpentinersatz mit Magnesiapulver zu einem nicht zu dicken Brei an, der auf diese Stellen aufgetragen wird. Weil die Gefahr eines sich ergebenden Randes besteht, wird man nicht einfach einen runden Fleck auftragen, sondern als Begrenzung Linien wählen, die eine gewisse optische Einordnung gestatten. Auf der Decke sollten die Ränder z.B. mit den Jahren laufen. Nach 24 Stunden wird das nunmehr trockene Magnesia abgebürstet und mit Schleifwasser nachgewaschen. Ist der

Fleck nicht verschwunden, muß der Vorgang entsprechend oft wiederholt werden. Auf die gleiche Art kann bei oberflächlichen Flecken auch mit Leichtbenzin allein, oder mit Terpentinersatz und Benzin zu gleichen Teilen vorgegangen werden. Oft bleibt auf hellem Holz an diesen Stellen noch eine Graufärbung zurück, die mit Ausziehen allein nicht mehr zu entfernen ist. Das sind z.B. Eisenablagerungen, die mit dem Schweiß in das Holz eingedrungen sind. Hier hilft nur Bleichen mit Oxalsäure oder Kleesalz.

5.3.3 Bleichen

Da die beim Bleichen verwendeten Chemikalien alle mehr oder weniger ätzend oder gar giftig sind, ist mit entsprechend großer Vorsicht vorzugehen, also wenigstens Schutzbrille tragen und Hände sofort abspülen, falls sie mit den Chemikalien in Berührung kommen. Ein anderes Problem ist die Bildung von Rändern, wenn man gezielt Flecken entfernt. Noch wichtiger als bei den bisher genannten Reinigungsmethoden ist es beim Bleichen, optisch plausible Zonen zu bilden. Ist mehr als ein Drittel der Decke fleckig, sollte man die ganze Decke in das Bleichen einbeziehen.

Die schon erwähnten grauen Flecken in der Decke oder auf hellem Holz, aber auch schwarze Punkte, werden mit Kleesalz (saures Kaliumoxalat) entfernt. Man nimmt etwa 2 g der in Pulverform käuflichen Chemikalie auf

50 ccm warmes Wasser und trägt nach Auflösung mit dem Pinsel auf. Nicht ganz so gut geht in gleicher Konzentration zubereitete Oxalsäure. Sie hat jedoch durch Kleesalzbildung eine verstärkte Wirkung, wenn man auf die zu bleichende Stelle vorher eine Lösung von 2 g Pottasche (Kaliumkarbonat) in 50 ccm Wasser heiß aufträgt und antrocknen läßt. Wenn es sich um Eisenflecke handelte, reagieren diese Bleichen sofort. Alle andere Bleichmethoden brauchen mehr Zeit um zu wirken.

Andere Flecke auf hellen Hölzern, besonders auf Ahorn, reagieren gut auf Natriumbisulfit, welches ebenfalls in der schon mehrfach genannten Konzentration angewendet wird. Die Wirkung wird verstärkt, wenn die Stelle nach Antrocknen mit 10%iger Essigsäure überwischt wird. Bei dieser Bleichung entsteht schweflige Säure, wundern Sie sich nicht über den Geruch.

Wichtig: Nach allen drei Bleichverfahren muß mit warmen Wasser kräftig nachgewaschen werden, will man spätere Fleckenbildung vermeiden. Vorsicht vor Rändern: Alle drei Bleichverfahren entfernen nicht nur Flecke sondern haben auch auf die Umgebung eine bleichende Wirkung.

Zum Ausgleichen der ganzen Decke und zum Bleichen großer mißfarbiger Flächen, ist die klassische Bleichung mit Wasserstoffperoxid (-superoxid) vorzuziehen. Man mischt 20 ccm

vom 30%igem Superoxid mit 20 ccm Wasser und setzt 1 ccm vom sog. 3-fachen Salmiakgeist (25%ige Ammoniaklösung) zu. Diese Lösung wird sofort mit dem Schwamm aufgetragen, weil sie sich im Gefäß nach kurzer Zeit zersetzt und unwirksam wird. Den entstehenden Schaum nicht entfernen. Die Bleichzeit sollte mindestens 12, besser jedoch 24 Stunden betragen. Derart mit Superoxid gebleichte Flächen können im allgemeinen ohne Auswaschen sofort weiterbearbeitet werden. War die Bleichwirkung unzureichend, kann die Behandlung wiederholt werden. Wird die angegebene Zeit nicht eingehalten, müssen Reste des Wasserstoffperoxids durch Waschen mit der zuvor angegebenen Natriumbisulfit-Lösung zersetzt werden.

Zur Hervorhebung der Maserung sind früher auch Mahagoni- und Palisanderflächen gebleicht worden, besonders von französischen Instrumentenbauern. Dem zum Teil prächtigem Aussehen steht der Nachteil der Fleckenbildung gegenüber, wenn im Gebrauch Schweiß und Körperfett durch die Politur in das Holz eintritt, die oberflächliche Bleichung aufheben und diese Stellen sich dunkel färben. Durch Ausziehen des Fettes wird die Bleichung wieder sichtbar.

5.4 Farbmanipulation

5.4.1 Beizen

Obgleich das Beizen in erster Linie in der Möbelindustrie zu Hause ist, sollte auch der Instrumentenbauer damit umzugehen wissen. Es ist ein offenes Geheimnis, daß mit dem Überzug allein, sei es nun Politur oder Lack, die volle Schönheit des Holzes nicht zur Geltung gebracht werden kann. Vergleichen Sie nur das Aussehen einer alten Geige mit dem einer Warenhausgitarre, bei der meistens nur eine trüb-orange eingefärbte Lackschicht auf das weiße Grundholz aufgetragen ist. Während das Holz der Geige aus der Tiefe heraus leuchtet, wirkt die Farblackierung stumpf und matt, wie ein Plastikerzeugnis. Dazu kommt die Veränderung des Aussehens durch Gebrauchsspuren. Sieht das farblackierte Instrument nach einigen Absplitterungen bereits furchtbar ramponiert aus, weil an diesen Stellen sofort das unbehandelte weiße Holz zutage tritt, erfährt das Aussehen der Geige dadurch nahezu keine Einbuße, selbst wenn große Partien z.B. am Boden bereits keinen Lack mehr aufweisen. Diese gekonnte Grundierung der alten Instrumente war nach unserem heutigen Sprachgebrauch nichts anderes wie Beizen. Sicherlich kamen zusätzlich meistens auch sogenannte fette Gründe zur Anwendung, wie z.B. Pflanzenöle und Wachse, die aber mehr für das Aussehen der bloßgelegten Holzoberflächen verantwortlich sind. Da solche fetten Gründe aber auch für das gelegentlich zu beobachtende Reißen der Lacke verantwortlich sind, wird man diese,

trotz ihrer guten Eigenschaften, bei Gitarren nicht anwenden wollen. Gitarren müssen eben aufpoliert werden, wenn der Überzug stellenweise abgenutzt ist. Keiner wird, wie bei Geigen, auf die Idee kommen, die neue Oberfläche stellenweise wieder abzuwaschen, nur um ein antikes Aussehen zu imitieren.

Beizen heißt, den Farbton des neuen, noch rohen Holzes zu verändern, es ausdrucksvoller zu machen, etwa so, wie wir es von natürlich gealterten Hölzern her kennen. Deswegen ist die älteste und natürlichste Beizmethode wohl die Lichtbeizung, wie ich sie nennen möchte. Sie entsteht, wenn man das weißfertige Instrument, versehen mit einer feinen Leinölschicht, einige Wochen dem hellen Tageslicht aussetzt. Obwohl die Schönheit der dadurch auf Fichte und Ahorn entstehenden Färbung wohl durch keine andere Methode zu erzielen ist, fehlt heute dazu oft die Zeit. Weniger bei handwerklichen, als bei industriell erzeugten Instrumenten. Ein späteres Reißen des Lackes ist übrigens nach dieser Trockenzeit auch nicht mehr zu befürchten, da sich das Leinöl unter dem Einfluß des Lichtes und des Luftsauerstoffes in festes Linolin verwandelt hat. Moderne und weniger zeitaufwendige Methoden müssen sich also, wie ich meine, an dem natürlichen Alterston des Holzes orientieren: Die beste Beizmethode ist die, die im Resultat diesem möglichst nahe kommt.

Gründe, warum sich ein Instrumentenbauer mit einem Instrument individuell nicht mehr so lange beschäftigen kann wie es die alten Meister taten. Zum anderen halte ich es für eine *conditio-sine-qua-non*, daß ein Instrumentenbauer das erbaute Instrument auch spielen kann. Er muß alle Anschlagsweisen beherrschen und sollte auch die Literatur von den alten Lautenübertragungen über die Italiener bis mindestens TARREGA kennen und möglichst einige Stücke selbst „drauf“ haben. Er sollte auch einige der Klangzeugnisse kennen, die auf alten Instrumenten eingespielt wurden, z.B. die historischen Aufnahmen von LLOBET oder neuerdings die auf einer von mir restaurierten TORRES eingespielte CD von LIESKE. Zum Abhören empfehle ich unbedingt einen guten Kopfhörer, über Lautsprecher sind Feinheiten nicht zu hören. Ohne eine gefestigte Klangvorstellung und eine gewisse Musikalität ist ein Vergleichen und Optimieren von Instrumenten nicht möglich.

Das Nachstehende ist mein Versuch, gemachte Erfahrungen dem Suchenden als Anstoß weiterzugeben. In der Hoffnung, daß er weitere und vielleicht bessere Erfahrungen dazu macht. Es wäre zu wünschen, daß zum reinen handwerklichen Gitarrenbau das heute etwas in das Abseits geratene „Gewisse Etwas“ wieder dazukommt, das zusammen mit dem perfekten handwerklichen Können erst den Musikinstrumentenbauer ausmacht.

6.1.1 Grundlagen

Das uns interessierende Gebiet gehört physikalisch zur Lehre von den Schwingungen, denn Schwingungen sind das grundlegende Prinzip aller Musikinstrumente. Das triviale Modell eines an einem Gummiband auf- und abfedernden Gewichtes zeigt uns bereits, welche zwei Elemente immer zu einem schwingungsfähigen Gebilde gehören: Masse und Feder. Nach einer einfachen Formel (Thomson-Formel) kann man, sind Masse und Elastizität bekannt, die Vollschrwingungen pro Sekunde, also die Frequenz in Hertz (Hz) berechnen. Die beiden Elemente unseres Beispiels, Feder und Masse, müssen aber nicht getrennt sein. Die schwingenden Zungen einer Harmonika oder die Zinken einer Stimmgabel enthalten beide Eigenschaften zugleich, wie grundsätzlich jeder Körper. Da es jedoch sowohl leicht als auch schwer zum Schwingen erregbare Materialien gibt, kennzeichnet offensichtlich noch ein weiteres Merkmal einen *Tonpflz*, wie Physiker eine einzelne schwingfähige Masse/Feder-Kombination mitunter bezeichnen.

Da ist einmal die unterschiedliche zur Schwingungsanregung notwendige Kraft. Jeder Tonpflz besitzt einen inneren Widerstand, der eben groß oder klein sein kann. Je elastischer (fester) und dabei masseloser (leichter) ein Material ist, je müheloser kommt es zum Schwingen und je akustisch hochwertiger ist es. Das zeichnet eben Ton-

holz gegenüber stummen Hölzern aus, aber z.B. auch ein Stück Styropor, wo oft schon das leichte Reiben mit der Hand genügt, um es zu hörbaren Schwingungen anzuregen. Eine weitere Eigenschaft schwingender Körper ist, daß angestoßene Schwingungen nur begrenzte Zeit anhalten. Verursacht wird dieses Verhalten durch die Dämpfung.

Ein schwingendes Fadenpendel wird z.B. im wesentlichen nur von der umgebenden Luft gedämpft, also von der Arbeit des Pendelgewichtes und des Fadens, die Luft bei jeder Schwingung zu verdrängen. Dabei erwärmt sich die Luft etwas und entzieht dabei dem pendelnden System fortlaufend Energie. Dieses führt schließlich zum Stillstand. Bei schwingenden, also sich fortlaufend etwas verformenden oder biegenden Körpern liegt der Großteil der Dämpfung im Inneren der Materialien. Die innere Reibung entnimmt hier ebenfalls laufend etwas Energie aus dem Energievorrat, mit dem die Schwingung ursprünglich angestoßen wurde und verwandelt sich auch hier in Wärme. Daher ist das Vermeiden von Reibungsverlusten und unerwünschten Dämpfungen für den Instrumentenbauer von großer Bedeutung. Während wir auf die Hölzer und ihre Dämpfung nur wenig Einfluß nehmen können, außer z.B. durch schonendes Trocknen der Hölzer, ist bei der Montage der Instrumente sehr darauf zu achten, daß ein möglichst verlustfreies Ganzes entsteht. Ein unganzer Korpus kann nicht schwingen, so wenig wie eine Glocke mit Sprung.

Endlich hat für den Saiteninstrumentenbauer die besondere Form eines Tonpilzes noch eine große Bedeutung: die des Hohlraum- oder Helmholtz-Resonators. Jeder kennt den charakteristischen Ton, den eine Flasche beim Anblasen an ihrer Öffnung erzeugt. Hier ist die in der Flasche enthaltene Luft Feder und Masse zugleich und das enthaltene Luftvolumen ist für die Tonhöhe im wesentlichen maßgebend. Allerdings sind auch die Weite der Öffnung und ein eventueller „Kamin“, der die Öffnung rohrartig verlängert, von Einfluß. Die im Korpus unserer Saiteninstrumente enthaltene Luft bildet zusammen mit den Deckenöffnungen ebenfalls einen Hohlraumresonator, dessen Eigenfrequenz in die Konstruktion des Instrumentes unbedingt mit einbezogen werden muß. Als Besonderheit gegenüber der schallharten Flasche haben allerdings bei Instrumenten die Nachgiebigkeiten von Decke und Boden einen zusätzlichen (frequenzabsenkenden) Einfluß auf den sich bildenden Luftton.

6.1.2 Saiteninstrumente

Da schwingende Saiten die eigentlichen Tongeneratoren dieser Instrumente sind, ist Kenntnis einiger Besonderheiten der Saitenschwingungen und der Tonübertragung auf die Decke von besonderem Interesse für den Instrumentenbauer.

Die nachfolgenden Experimente zur Tonübertragung auf die Decke sollten direkt an einem Instrument nachvollzogen werden. Wir machen den Versuch direkt an der E- oder A-Saite einer Gitarre. Damit zunächst keine Obertöne erzeugt werden, fassen wir die Saite in Höhe des 12. Bundes nur zwischen zwei Fingern, spannen sie zur Seite und lassen sie nach dem Spannen los. Nach dem Loslassen schwingt die Saite in einer Ebene parallel zur Decke. Die Tonübertragung auf die Decke erfolgt hierbei ausschließlich durch die periodischen Saitenverkürzungen bei seitlichem Ausschwingen. Angetrieben von einem senkrecht auf der Decke stehendem Hebel, gebildet durch den Steg mit Stegeinlage, dreht sich dabei dieser Steg um seine Längsachse und drückt dabei die Decke bei jeder Verkürzung vorne nach unten und zieht sie hinten nach oben. Beim Zurückschwingen der Saite federt die Decke durch eigene Federkraft sofort zurück. Dieses kann sie allerdings in ausreichendem Umfang nur, wenn sie nicht durch Alterung „eingefallen“ ist und dadurch keine ausreichende Federwirkung mehr hat. Interessant ist, daß jede Vollschiwingung zwei Saitenverkürzungen erzeugt und daher beim deklarenparallelen Schwingen bevorzugt der erste Oberton angeregt wird. Der Ton klingt daher verhältnismäßig reich, aber dünn. Ganz anders klingt das Instrument, wenn wir die Saite vertikal auslenken, wenn sie also senkrecht zur Decke angeregt wird. Dann kommt durch Schleuderkräfte der Saite auch der Grundton zur Wirkung und der erzeugte Ton

klingt viel voller, meistens sogar etwas fett. Erst bei schrägem Schwingen zur Decke kommen musikalisch interessante Färbungen zustande, die der gute Spieler durch unterschiedlichen Anschlag auch zu Formen versteht.

Das Prinzip der beschriebenen mechanischen Anregung der Decke durch die Saite ist von grundsätzlicher Natur und gilt auch für die noch zu besprechenden nicht genau in der Mitte liegenden Anschlagstellen. Hierbei ist die Schwingungsform der Saite eine ganz andere. Während bisher nur ein seitliches Pendeln der Saite um die Mittellage zustande kam, beginnt bei außerhalb der Mitte liegenden Anregungsstellen die Saitenauslenkung gewissermaßen zwischen Sattel und Steg hin und her zu laufen; bei gegriffenen Saiten natürlich zwischen dem jeweiligen Bund und dem Steg. Lenken wir also die Saite in der Gegend des Schalloches aus, läuft die Auslenkung zuerst zum Sattel und wird dort beim Auftreffen „gespiegelt“, denn sie läuft von dort nicht auf der gleichen, sondern auf der Gegenseite zurück. Bei jeder Reflektion gibt die wandernde Welle Energie an das Auflager ab, falls es, wie die Decke, nachgiebig ist. Die Höhe der Saitenauslenkung wird also bei jeder Reflektion am Steg um den Betrag der abgegebenen Energie reduziert. Bei der Reflektion an massiven Auflagern, wie an einem gut sitzenden Sattel oder Bund, geht dagegen fast keine Energie verloren. So wandert die Welle, immer wieder an den Aufla-