

**Kurz zusammengefasst ergibt sich folgende Situation** (ausführlicher in Kap. 7.12.3):

Bei E-Gitarren mit dicken Saitensätzen und relativ hoher Saitenlage sind Saite/Bund-Kontakte eher selten, die tiefen Teiltöne können sich gut entwickeln, der E-Klang ist volltönend, die Saitenschwingung kann näherungsweise linear modelliert werden. Bei dünnen Saiten und den damit verbundenen geringeren Spielkräften (Kap. 7.4.1) kann (insbesondere bei starkem Anschlag) jeder einzelne Ton von Saite/Bund-Kontakten begleitet sein, wodurch ein perkussiver, höhenreicherer Klang entsteht; die tieffrequenten Teiltöne sind eher schwach ausgeprägt, weil ihnen die nötige Amplitude fehlt. Natürlich ist immer der individuelle Anzupfvorgang maßgeblich: Man kann auch eine dicke Saite mit brachialer Kraft zum Anschlagen bringen, oder eine dünne Saite so schwach anzupfen, dass sie keinen Kontakt zu den Bündlen bekommt. Genau darauf gründet die Aussage: **Auf die Finger kommt es an.**

Der **Korpus** hat bei kurz gespielten Tönen so gut wie keinen Einfluss auf den E-Klang, bei länger ausgehaltenen Tönen ist bei Massivgitarren ebenfalls fast kein Einfluss feststellbar. Bei Hohlkorpusgitarren findet man vor allem zwei Effekte: Da insbesondere die tiefen Teiltöne effektiver abgestrahlt werden, ist ihre Abklingzeit tendenziell kürzer, und aus dem gleichen Grund neigen sie schneller zum Rückkoppeln.

Die nach der Spielweise wichtigste Klangbeeinflussung leisten bei guten E-Gitarren Saiten und Tonabnehmer, danach kommen die mechanischen Eigenschaften des Steges, danach die Bündle – auch die "nie gespielten" der obersten Lagen. Dass hingegen der von einer E-Gitarre abgestrahlte Akustikklang "alles" über den elektrischen Klang offenbart, ist ein nie verstummendes Märchen. Schon Leo Fender und Les Paul hatten erkannt: Die Schwingungsenergie muss bestmöglich in der Saite bleiben, sie soll so wenig wie möglich in den Korpus gelangen. Der Akustikklang muss – umgangssprachlich ausgedrückt – "durch" den Korpus, weswegen dessen Material relevant ist. Aber eben nur für den A-Klang. Den E-Klang kann der Korpus hingegen nur durch Absorption beeinflussen, und weil aber, wie jeder Gitarrist fordert, das Sustain möglichst lang sein soll, muss die Absorption möglichst gering sein – damit ist aber auch der Einfluss des Korpus-Holzes auf den E-Klang geringstmöglich. Weiß man das einmal, verwundert es nicht mehr, dass eine aus undefiniertem, astigem Tribünenholz gebaute E-Gitarre wegen ihres Klanges die Gitarristen begeistern kann (G&B 7/10).  
... Wegen ihres E-Klanges – natürlich.

### 7.12.3 Die Ursachen des E-Klanges

Natürlich "klingt" die Tonabnehmerspannung noch nicht, hierzu bedarf es eines Verstärkers, eines Lautsprechers, und – nun wird's philosophisch – eines Zuhörers, denn man könnte trefflich darüber streiten, ob Luftschall, den keiner hört, schon die Bezeichnung Klang verdient. Doch das ist dann die Welt der Physiker, die um Himmels Willen nicht Dr. rer. nat., sondern Dr. phil. werden wollen, also eine dem Dr.-Ing. völlig fremde Sphäre. Wenn's kurz werden muss: Unverstärkt erzeugt die E-Gitarre den A-Klang (Akustik-Klang), verstärkt dementsprechend den E-Klang (Elektro-Klang). Und nur um den geht es im Folgenden, und die Analyse und Beschreibung seiner Entstehung.

#### **Sprunganregung und Plektrumfilter**

Systemtheoretisch stellt das Saitenanzupfen die Einprägung eines Kraftsprungs dar, der aber nicht mit der idealen Sprungfunktion stattfindet, sondern mit einer durch das Plektrumfilter modifizierten (Kap. 1.5.2). Wegen Modenkopplungen in den Auflagern (Steg, Bündle) und

magnetischer Anziehungskräfte bleibt die Saitenschwingung nicht eben, stattdessen beginnt eine räumliche Taumelbewegung (zirkulare Polarisation, Kap. 7.7.4). Mit Plektrum-Anstellwinkel, Stärke und Richtung der Anzupfkraft und durch zusätzliche Finger/Saite-Kontakte kann der Gitarrist (bzw. die Orianthi) in ganz erheblichem Maß den E-Klang gestalten.

### **Saitenschwingungen**

Von der Anzupfstelle laufen in beide Richtungen Transversal- und Dehnwellen, die an den Auflagern reflektiert werden und (näherungsweise) stehende Wellen ergeben. Dehnwellen, die sich dispersionsfrei ausbreiten, sind von untergeordneter Bedeutung, können aber zu frequenzselektiven Absorptionsverlusten führen (Kap. 7.7.4.2). Transversalwellen, der wichtige Wellentyp, breiten sich dispersiv aus; ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit nimmt zu hohen Frequenzen hin zu, was zu einer inharmonischen Spreizung des Linienspektrums führt (Kap. 1.3). Die vom Saitendurchmesser abhängige Inharmonizität ist durchaus erwünscht, sie belebt den Klang, insbesondere bei nichtlinearen Verzerrungen (Differenztöne, Kap. 10.8.5).

### **Saitenmaterial**

Das (herstellerspezifische) Verhältnis von Kern- zu Umspinnungsdraht (Kap. 1.2) ist neben dem Außendurchmesser der zweite wichtige Parameter für die Teiltoninharmonizität. Wie straff die Umspinnung aufgewickelt wurde, kann ein weiterer Einflussfaktor sein, tritt aber meist gegenüber der Wirkung von Alterungsprozessen (Hautfett, Korrosion) zurück.

### **Anzupf-Position**

Die Anzupf-Position teilt die gegriffene Saite in zwei Teile, deren Längenverhältnis über die Nullstellen des Anzupf-Interferenzfilters entscheiden: Je näher am Steg angezupft wird, desto weiter auseinander liegen die Filter-Nullstellen, und desto härter und höherreicher wird der Klang (Kap. 2.8). Das Anzupf-Interferenzfilter arbeitet für jede Saite mit individueller Charakteristik, es kann nicht mit einem einfachen Effektgerät nachgebildet werden.

### **Tonabnehmer-Position**

Das Tonabnehmer-Interferenzfilter ist wie das Anzupf-Interferenzfilter ein Kammfilter – nur dass über seine Nullstellen nicht die Anzupf-Position entscheidet, sondern die Tonabnehmer-Position (Kap. 2.8). Beim Singlecoil-Tonabnehmer ergibt sich ein Kammfilter pro Tonabnehmer, beim Humbucker zwei. Sind die beiden Humbuckerkreise unterschiedlich, ergeben sich weitere Freiheitsgrade in der Signalfilterung. Auch das Tonabnehmer-Interferenzfilter arbeitet saitenspezifisch, und abhängig von der gegriffenen Tonhöhe.

### **Magnetische Apertur, Nichtlinearität**

Das Aperturfilter ist ein saitenspezifischer Tiefpass (Kap. 5.4.4), der von der Breite des Magnetfensters definiert wird. Verkleinern des Magnet/Saite-Abstandes und Vergrößern der Magnetstärke erhöhen die Grenzfrequenz. Das Filter ist saitenspezifisch. Der auf dem Induktionsgesetz beruhende mechanoelektrische Transfer (Kap. 5.8) zeigt bei starkem Anschlag eine nicht mehr zu vernachlässigende Nichtlinearität, die aber saitenspezifisch wirkt, und deshalb nicht mit Verstärkerverzerrungen verwechselt werden darf.

### **Tonabnehmer-Richtcharakteristik**

Wenn das Polstück des Magnet-Tonabnehmers genau unter der Saite positioniert ist, nimmt dieser praktisch nur die griffbrettnormale Saitenschwingung ab (Kap. 5.11). Daraus folgt allerdings, dass verschobene Tonabnehmer auch einen Teil der griffbrettparallelen Schwingung abnehmen können, was für Prellvorgänge (Kap. 7.12.2) von Bedeutung sein könnte.

### Saitendämpfung

Die Schwingung der Saite wird durch mehrere Mechanismen bedämpft (Kap. 7.7), vor allem innere Dämpfung und Auflagerdämpfung verhindern ein "unendliches Sustain". Innere Dämpfung entsteht beim Verformen der Saite aufgrund von Mikroreibung, und im weiteren Sinne lässt sich auch die zwischen Kerndraht und Umspinnung auftretende Dämpfung hierzu rechnen. Bei den umspinnenen Saiten führen schon geringe Haut- oder Talgablagerungen zu einer dramatischen Verringerung der Abklingzeit (Kap. 7.7.6). Auflagerdämpfung entsteht am Steg und an den Bündeln (bzw. am Sattel), weil ein kleiner Teil der Schwingungsenergie nicht reflektiert wird, sondern in das Auflager abfließt. Dies ist der einzige Mechanismus, über den der **Korpus** Einfluss auf den E-Klang nehmen kann\*, aber da für langes Sustain diese Dämpfung möglichst gering sein soll, ist der Korpuseinfluss ebenfalls nur gering. Insbesondere bei Massivgitarren ist der Korpus kaum absorbierend, der zwischen Saite und Korpus liegende Steg kann demgegenüber schon größeren Einfluss auf die Saitenschwingung nehmen.

### Hals, Saitenlage, Bünde

Bei kräftigem Spiel und/oder geringer Saitenlage wird die Saite häufig auf die Bünde aufprallen (Kap. 7.12.2), der hiervon verursachte perkussive Klang hängt dann zum großen Teil von der Höhe jedes einzelnen Bundes ab – auch die "nie gespielten" obersten Bünde sind hier relevant. Wenn ein Musiker also bemerkt, wie sich der Klang seiner Gitarre im Lauf der Zeit ändert, wird dies nicht – wie Neil Young in G&B 12/05 meinte – daher kommen, dass jeder gespielte Ton irgendwie in der Gitarre bleibt ☺, sondern vom Abspielen der Bünde ☺. Was auch erklärt, warum die für Fünfstelliges erworbene Vintage-Gitarre nach der dringend erforderlichen Neubundierung plötzlich gar nicht mehr "vintage" klingt.

### Finger- und Handdämpfung

Sobald der Gitarrenhals von der Greifhand berührt wird, wirkt diese als Absorber und verringert das Sustain, und ähnlich ist es mit dem Finger, der die Saite gegen die Bünde drückt. Mag man auch mit fabrikneuen, leer gespielten Saiten noch relevante Frequenzabhängigkeiten entdeckt haben – diese verlieren schnell an Bedeutung, sobald man eine halbe Stunde gespielt hat, und nicht nur leer gespielte Saiten analysiert.

### Tonabnehmer-Übertragung

Die Übertragungsfunktion des Magnet-Tonabnehmers wird im Wesentlichen von der Wicklungsinduktivität und der Kabelkapazität bestimmt (Kap. 5). Sie bilden einen Tiefpass, dessen Grenzfrequenz unter 2 kHz, aber auch über 5 kHz liegen kann, und deswegen ist der Tonabnehmer entscheidend am E-Klang beteiligt. Auch der Übertragungskoeffizient, der leicht um bis zu +300% variieren kann, trägt bei verzerrender Eingangsstufe wesentlich zum Klang bei. Es kann folglich keine Rede davon sein, der Tonabnehmer würde zum "Holzton" lediglich "Nuancen" hinzufügen. Neben dem LC-Tiefpass kann der Tonabnehmer weitere frequenzbestimmende Komponenten enthalten, wie z.B. wirbelstromdämpfende Bleche, oder Magnetfeldführungen, die eine räumlich größere Abtastung ergeben. Beim Humbucker können auch induktive und kapazitive Spulenkopplungen für komplizierte Filterungen sorgen. Die Parameter scheinbar baugleicher Tonabnehmer können erheblich streuen: Insbesondere bei alten Tonabnehmern variieren Windungszahl, Draht- und Lackdicke, Magnetmaterial, Passungen, und selbst verkehrt herum montierte Magnete kommen vor. Darüber hinaus bilden sich vor allem bei alten Tonabnehmern Windungsschlüsse aus, sodass es weder "den" Strat-Pickup gibt, noch "den" 1958er Strat-Pickup.

---

\* Zu Korpus- und Halsresonanzen siehe Kap. 7.7.4.4.

### **Gitarren-Elektrik**

Die in der Gitarre angeschlossenen elektrischen Bauteile (Potentiometer, Kondensatoren, u.U. auch Spulen) bilden ein elektrisches Netzwerk, dessen Filterwirkung ohne großen Aufwand beschreibbar ist. Die alten Bauteilen zugesprochene "heilige Aura" ist physikalisch nicht begründbar und rechtfertigt insbesondere keine horrenden Preisaufschläge, auch wenn das von verkrachten HiFi-Autoren gerne zelebriert wird. Das am Tonabnehmer angeschlossene Koaxkabel kann hingegen durch seine besondere, feuchteabhängige Kapazität für Überraschungen sorgen (Kap. 9). Nicht vergessen: Verstärker/Lautsprecher/Raum (Kap. 10 + 11).

### **Unwichtiges**

Natürlich können Änderungen im Ausschwingverhalten gemessen werden, wenn die Mechaniken (Tuner) ausgetauscht werden. Oder wenn der Lack abgeschliffen wird. Oder durch eine andere Lackart ersetzt wird. Doch all diese Änderungen sind gegenüber den von der Greifhand verursachten Änderungen so gering, dass ihnen keine Bedeutung zukommt.

### **Kaputtes**

Und dann sind da natürlich all die kaputten, eigentlich unspielbaren Gitarren, deren Bünde inakzeptabel hervorstechen, deren Hälse wackeln, deren Stahlstäbe rappeln, deren Stege bei der kleinsten Berührung von einer Auflageposition in die nächste kippen, deren Tonabnehmer Wicklungsschlüsse aufweisen, deren Potentiometer kratzen, oder die vom Herrn Piepenbrink "veredelt" worden waren. Möge der Eternal Shredder ihre Seelen gnädig aufnehmen...

**Ihr anderen aber, die ihr eine unkaputte Gitarre in Händen haltet: Suchet nicht nach immer neuen Gimmicks, sondern lernt spielen – der Rest ergibt sich.**

#### **7.12.4 Alle nichts, oder?**

Dass in diesem Kapitel versucht wurde, kleinste Messartefakte aufzuspüren und Konduktanzen mit möglichst 80 dB Dynamik zu erfassen, bedeutet nicht, dass all die nun messbar gewordenen kleinen Zacken auch hörbar sind. So wie Exekutive und Justiz zu trennen sind, ist auch bei der Schallanalyse die Messtechnik von der Psychoakustik zu trennen. Je besser die Analytik, desto sicherer kann man sein, dass ein gemessener Effekt tatsächlich vom Messobjekt kommt, und nicht vom Messgerät (vulgo: vom DUT, und nicht vom Gear). Es ist doch auch ein schönes Ergebnis, wenn eine mit großem Aufwand gemessene spezielle Steg-Konduktanz sich als so gering erweist, dass ihre Irrelevanz nun erwiesen ist. Und selbst wenn sich ein hörbarer Effekt zeigt: Nicht jeder Klangunterschied weist auf die Ursache des angeblich nicht mehr reproduzierbaren Vintage-Tones (was immer das sein mag), nicht jeder Furz macht die Erde unbewohnbar.