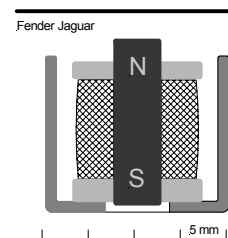
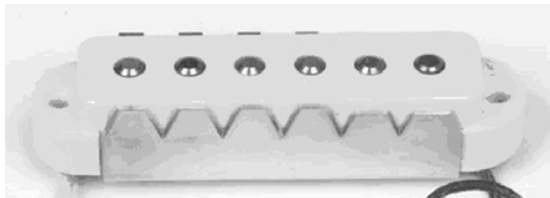


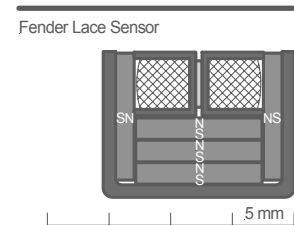
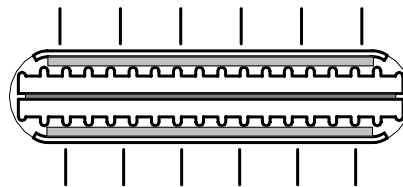
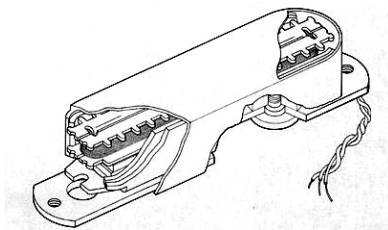
### 5.4.7 Fender: Jaguar und Lace

Sowohl der von Fender vertriebene Lace-Tonabnehmer als auch der Jaguar-Tonabnehmer erzeugen mithilfe eines u-förmigen Jochblechs ein spezielles Magnetfeld, das im Folgenden genauer untersucht wird. Dass die Lace-Werbung unermüdlich versucht, uns glauben zu lassen, der Fender-Lace-Sensor sei gar kein Tonabnehmer, sondern ein *acoustic emission sensor*, ist üblicher Werbe-Blödsinn (jeder Tonabnehmer ist ein Sensor), dass gleichzeitig aber auch behauptet wird, der Lace könne den Sound *aller* existierender Tonabnehmer nachbilden (*the ability to accurately reproduce the sound characteristics of any existing conventional pickup*), ist hochgradige Musiker-Verarschung\*. Schon die Lace-Patentschrift (US 4,809,578) weist ja darauf hin, dass alle anderen Pickups die Saitenschwingung bedämpfen – nur der Lace nicht. Dann kann er aber schwerlich die Charakteristik aller anderen Pickups reproduzieren, oder?

Im Hause Fender gab es über die Jahre mehrere Versuche, das Magnetfeld eines Singlecoil-Tonabnehmers zu verbiegen: Beginnend mit der Basisplatte des Tele-Steg-Pickups über den Jaguar-Pickup bis zum 1980 patentierten Keramikmagnet-Tonabnehmer. Leo Fender war der irrigen Meinung, je mehr Saite abgetastet wird, desto besser klingt's, und deshalb bekommt die Jazzmaster einen Tonabnehmer mit besonders breiter Spule, und der Jaguar-Tonabnehmer ein spezielles Jochblech. Denn, so steht's in der Jaguar-Patentschrift, bei den herkömmlichen Tonabnehmern würden die magnetischen Feldlinien *pass through only very small portions [of the string], with small harmonic content*. Demgegenüber soll beim Jaguar-Pickup das gezahnte Jochblech die Saite in einem ca. 2 cm langen Bereich magnetisieren (**Abb. 5.4.35**), beim Lace-Pickup sollen die Streifenmagnete das Feld nach außen drängen, also verbreitern (**Abb. 5.4.36**). Aber sind nicht Aperturbreite und Frequenzbandbreite reziprok? Natürlich, je kürzer das abgetastete Saitenstück, desto besser ist die Höhenwiedergabe (deshalb waren ja auch die Spalte der Tonband-Magnetköpfe möglichst schmal).



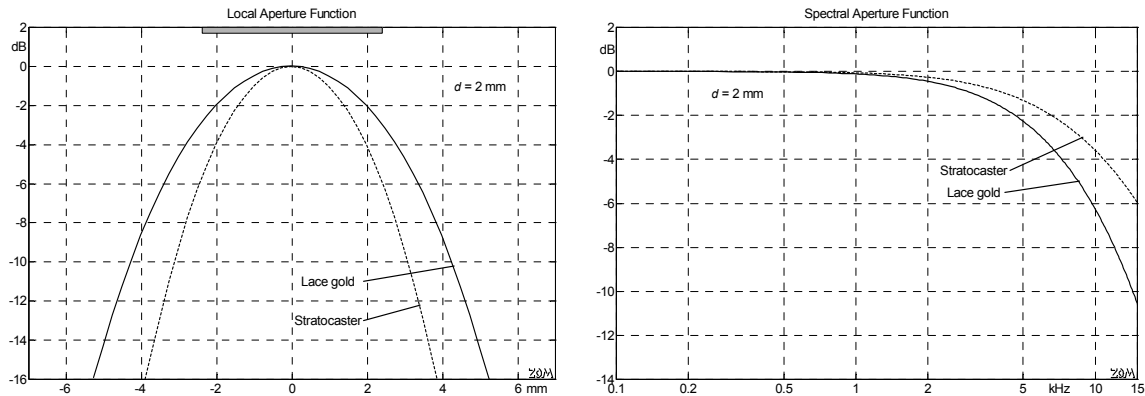
**Abb. 5.4.35:** Fender-Jaguar-Tonabnehmer [www.guitar-parts.com, www.jimshine.com]; die gezahnte U-Schiene (engl. "claw") leitet einen Teil des von der Saite rückfließenden Magnetflusses zum Südpol zurück.



**Abb. 5.4.36:** Lace-Pickup [Fender-Actodyne]. Der ferromagnetische Spulenkörper ist an seiner Oberseite gezahnt, um "ein möglichst inhomogenes" Magnetfeld zu erzeugen. Die Zahnabstände haben keinen regulären Bezug zu den Saitenabständen (im mittleren Bild für zwei typische Fälle angedeutet: oben 51mm, unten 49mm)..

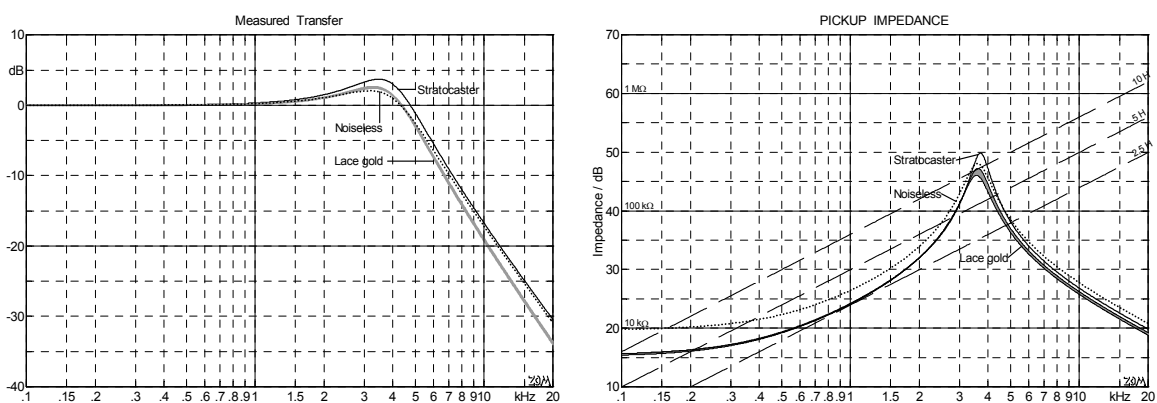
\* Liebe Anwälte, ich habe mich als Sachverständiger schon vor dem BGH wacker geschlagen – so ihr denn eure Designer-Schreibtische überhaupt verlassen wollt: ihr seid eingeladen ...

Zum Glück ignorieren die Magnetfeldlinien aber die Patentschrift weitgehend, und suchen stattdessen ihre Wege nach physikalischen Gesetzen. **Abb. 5.4.37** zeigt im linken Bild das mit der rotierenden Saite ermittelte Magnetfeld-Fenster des **Lace-Pickups**, im rechten Bild den daraus abgeleiteten Apertur-Frequenzgang. Ja, zum Strat-Pickup besteht ein Unterschied, der Höhenverlust hält sich aber doch in Grenzen, wie auch die Transfer-Messung mit dem Laser-Vibrometer belegt (**Abb. 4.5.38**, Messaufbau siehe Kap. 5.10.5).



**Abb. 5.4.37:** Links: Magnetfeld-Apertur. Rechts: Apertur-Frequenzgang ( $E_2$ , mit Dispersion,  $b = 1/8000$ ).

Der Impedanz-Frequenzgang (**Abb. 4.5.38**) offenbart weitere Unterschiede: Die Jochbleche führen beim Lace zu stärkeren Wirbelstromverlusten, sodass die Güte etwas kleiner ist als beim herkömmlichen Stratocaster-Tonabnehmer. Ähnliche Unterschiede lassen sich aber auch leicht durch Ändern der Potentiometer-Widerstände erzielen, sodass Lace- und Stratocaster-Tonabnehmer bezüglich der Übertragung sehr ähnlich sind. Große Unterschiede gibt es hingegen bei der **Brummempfindlichkeit** (Kap. 5.7) und bei der Stärke des statischen **Magnetfeldes** – dies ist beim Lace ca. 60% geringer als beim herkömmlichen Stratocaster-Tonabnehmer. Nicht unbedingt Leo-konform, denn der hielt es beim Jaguar-Tonabnehmer für patentwürdig, ein Magnetfeld zu erzeugen, das stärker ist als bei herkömmlichen Tonabnehmern. Beim Lace ist hingegen patentwürdig, dass sein Magnetfeld schwächer ist als bei herkömmlichen Tonabnehmern. Darauf muss man erst mal kommen ...



**Abb. 5.4.38:** Links: Mit dem Laser-Vibrometer gemessener Frequenzgang. Rechts: Impedanz-Frequenzgang. Vom Lace wurden zwei verschiedene Exemplare analysiert. (Noiseless = Fender Noiseless-Strat-Pickup).

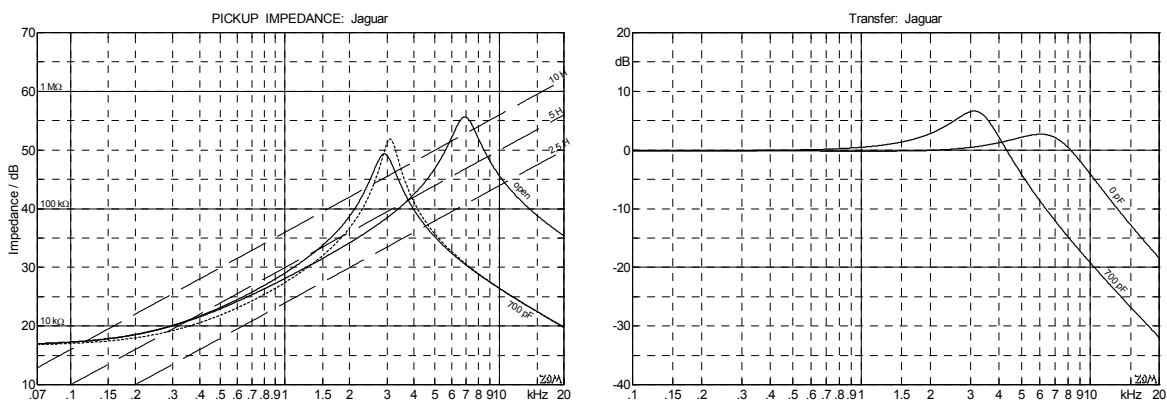
Ist der Lace nun gut oder schlecht? Kurz und knapp: Schlecht ist nur die Werbung, der Pickup ist schon OK. Gute Brummunterdrückung\*, bei nur leichten Höhenverlusten. Der Herr Black-

\* Beim Fender Noiseless-Strat-Pickup ist der Brumm-Abstand allerdings nochmals 13 dB besser als beim Lace.

more meinte übrigens auf die Frage, ob er mit dem Lace zufrieden sei: *Ja klar, sonst würde ich ihn doch nicht benutzen* [G&B 5/05]. Da hatte der Frager ja direkt Glück, dass es bei der Antwort nicht auch noch was gesetzt hat. Inzwischen sind übrigens beide etwas aus der Mode gekommen: Fender baut den Lace fast nirgendwo mehr ein, und der Herr Blackmore, wer war der gleich wieder...

Auch der **Jaguar-Tonabnehmer** spielt nicht mehr in der ersten Reihe, dabei ist er besser als sein Ruf. Würde sein u-förmiges Jochblech tatsächlich ein 2 cm breites Aperturfenster erzeugen, ein erheblicher Höhenverlust wäre die Folge, doch auch hier bleibt fast alles beim Alten. Was auch daran liegt, dass Fender – im Gegensatz zur Patentschrift – die Unterseite des U-Blechs eben nicht ohne Luftspalt an den Magnet angrenzen lässt, sondern einen 1 mm breiten ringförmigen Luftspalt vorsieht (**Abb. 5.4.35**). Erst zum Patentamt, dann ausprobieren, nicht wahr, Leo? Ohne Luftspalt könnte die Mikrophonie überhand nehmen, und das wollen wir doch nicht, oder? Und allzu stark braucht das Magnetfeld auch gar nicht zu sein, und dann können wir das U-Blech auch gleich noch etwas dünner machen als in der Patentschrift, und zwei Zähne kürzen, und (1964) zu "staggered magnets" übergehen, und schon passt's.

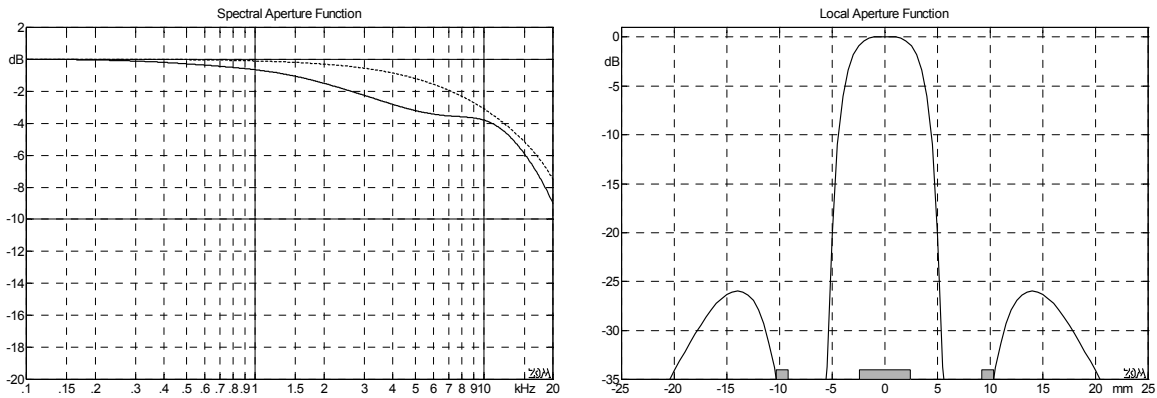
Die Impedanzmessung (**Abb. 5.4.39**) zeigt mit U-Blech 3,8 H, ohne U-Blech 3,15 H, also mehr als beim "normalen" Strat-Pickup (der hatte ca. 2,2 H). Auch der Gleichstromwiderstand ist größer als bei der Strat (6,8 k $\Omega$  gegen 5,7 k $\Omega$ ), was auf eine höhere Windungszahl hinweist. Das ferromagnetische U-Blech vergrößert die Induktivität, reduziert aber wegen der in ihm entstehenden Wirbelströme die Resonanzgüte. Die Hauptunterschiede zum Strat-Pickup: Die Resonanzfrequenz ist niedriger, die Resonanzüberhöhung (Güte) geringer, dafür ist der Jaguar-Pickup lauter und brummt deutlich weniger (Kap. 5.5, 5.7).



**Abb. 5.4.39:** Impedanz-Frequenzgang (--- = ohne U-Blech). Transfer für 333 k $\Omega$  Last ermittelt (Amp = 1 M $\Omega$ ).

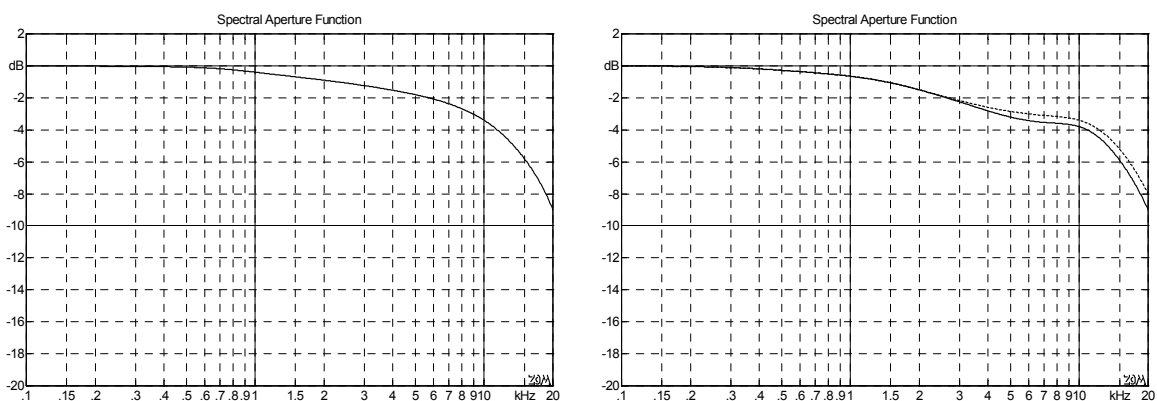
Der Vergleich der beiden *Gitarren* offenbart eine weitere Besonderheit: Bei der Strat haben die Potis je 250 k $\Omega$ , bei der Jaguar je 1 M $\Omega$ ! Und deshalb ist die Resonanzüberhöhung der Jaguar *größer* als die der Stratocaster. Sehr zweckmäßig sind 1-M $\Omega$ -Potis allerdings nicht: Dreht man die Lautstärke auch nur leicht zurück, verliert man Höhen (Kap. 9). Doch das ist nicht alles, die Jaguar hat ein **Geheimnis**, das die Fangemeinde seit Jahrzehnten beschäftigt: Warum sind zwei Zähne gekürzt (Abb. 5.4.35), und wie herum muss der Pickup eingebaut werden? Selbst bei Fender wurde das wohl kontrovers diskutiert, und so kamen die kurzen Zähne mal unter E2- und A-Saite, aber auch unter H- und E4-Saite. Wäre es nur die Saitenlautstärke, das Problem wäre mit Einführung der "staggered magnets" behoben gewesen. Es muss wohl der Wunsch gewesen sein, den beiden Basssaiten zu mehr Brillanz zu verhelfen. Tendenziell richtig gedacht – die Verbesserung beträgt aber nur einige Zehntel dB, sodass man die Angelegenheit abhaken sollte. Myth busted.

Der Vergleich zwischen berechneter Übertragungsfunktion ( $H_{UV}$  Kap. 5.9.3) und Lasermessung (Kap. 5.10.5) zeigt einen leichten Höhenverlust (**Abb. 5.4.40**), dessen Ursache ziemlich sicher die spezielle Magnet-Apertur ist. Im rechten Bild ist die zur Übertragungsfunktion gehörende örtliche Gewichtsfunktion dargestellt, man erhält sie über die inverse Fourier-Transformation. Die sattelförmige Einsenkung um 5 kHz kommt von den Nebenmaxima der Apertur-Funktion; ohne Nebenmaxima hat die Übertragungsfunktion den gestrichelten Verlauf.



**Abb. 5.4.40:** Jaguar-Tonabnehmer, Apertur-Frequenzgang (— mit, --- ohne Nebenmaxima). Rechts: örtliche Gewichtung. Umsponnene Saite, Außen-Durchmesser = 1,1mm, Saite/Magnet-Distanz = 4 mm,  $f = 82$  Hz für 65-cm-Mensur. Die Abmessungen des Magneten und der Zahnspitzen sind am unteren Bildrand grau angedeutet.

Bei dem analysierten Jaguar-Tonabnehmer tritt das Magnetfeld über dem Magnetpol (N) in die Saite ein, und verlässt sie wieder ab ca. 7 mm (vergl. Abb. 5.4.8). Die Rückflüsse zum Südpol erzeugen die **Nebenmaxima** der Apertur-Funktion, die ein kleines Stück außerhalb der Zähne liegen. Das u-förmig gebogene Zahnblech kann diese Rückflüsse etwas fokussieren, woraus (neben der verringerten Brummempfindlichkeit) der sattelförmige Höhenverlust resultiert. Ohne Zahnblech ist der Rückfluss natürlich auch vorhanden, aber räumlich mehr verteilt, und deshalb weniger höhendämpfend. In den Messungen zeigen sich hierbei Nebenmaxima um ca. -40 dB, die aber nur näherungsweise bestimmbar sind, weil ab 5 kHz die Messgenauigkeit schon deutlich nachlässt.



**Abb. 5.4.41:** Links: Jaguar-Tonabnehmer ohne Zahnblech, sonst wie Abb. 5.4.40. Das rechte Bild zeigt Messungen mit Zahnblech, über dem D-Magnet (—) bzw. über dem A-Magnet (---, verkürzter Zahn).

In **Abb. 5.4.41** ist links die Übertragungsfunktion ohne Zahnblech dargestellt, rechts der von der Zahnkürzung hervorgerufene Höhengewinn. Nicht der Rede wert. Die Abschirmung ist hingegen gut gelungen, sie erreicht Platz 2 der untersuchten (echten) Singlecoils.