

## 5. Magnettonabnehmer

Beim magnetischen Tonabnehmer (TA) produziert die schwingende Saite ein magnetisches Wechselfeld, das in einer Drahtwicklung (Spule) eine elektrische Spannung erzeugt. Die Saite an sich ist im ursprünglichen Zustand allerdings unmagnetisiert; ihre Magnetisierung kommt von einem am Gitarrenkorpus dicht unter der Saite angebrachten Dauermagnet (Permanentmagnet). Somit besteht ein Tonabnehmer aus einem Dauermagnet und einer Spule, sowie Gehäuseteilen, die alles zusammenhalten. Manchmal sind auch noch zusätzliche Metallteile zur Magnetfeldführung vorhanden.

Der Magnettonabnehmer gehört zu den passiven magnetischen Wandlern [3], und nutzt das elektromagnetische Wandlungsprinzip: Die schwingende Stahlsaite ändert den magnetischen Widerstand des Permanentkreises, wodurch aufgrund zeitlicher Magnetflussänderungen in der Wicklung eine elektrische Spannung induziert (erzeugt) wird. Die mechanoelektrische Wandlung darf nicht mit dem elektrodynamischen Wandlungsprinzip verwechselt werden, bei dem in einem im Magnetfeld bewegten elektrischen Leiter eine Spannung induziert wird. Beispiele für elektrodynamische Wandler sind der dynamische Lautsprecher und das dynamische Mikrofon; bei beiden bewegt sich die Schwingspule relativ zum Magnet – beim Gitarrentonabnehmer sind Spule und Magnet miteinander fest verbunden. Zwar entsteht auch in der bewegten Stahlsaite eine winzige Induktions-Spannung, dieser Effekt wird aber nicht ausgenutzt.

### 5.1 Singlecoil-Tonabnehmer

Die 6 Saiten einer Gitarre haben in Stegnähe zueinander etwa 1cm Abstand. Damit eine möglichst laute Wiedergabe erzielt wird, muss jede Saite einem starken Magnetfeld ausgesetzt sein. Bei vielen TA werden hierzu 6 parallel angeordnete zylinderförmige Dauermagnete verwendet. Sie haben etwa 5mm Durchmesser und sind einen guten Zentimeter lang. Ihre Orientierung ist gleichpolig, so dass alle Nordpole in dieselbe Richtung zeigen. Die Magnete stecken im **Spulenträger**, dessen Wicklung gegen Beschädigung durch Isolierband oder ein eigenes Gehäuse geschützt ist. 2 – 4 Befestigungsschrauben halten den TA knapp unter den Saiten. Die meisten Elektrogitarren haben zwei oder drei TA, seltener einen oder vier. Eine besondere Bauform stellen Doppelspulentonabnehmer (Humbucker) dar; bei ihnen sind zwei Spulen eng benachbart im selben Gehäuse angeordnet. Durch diese Bauweise wird die Empfindlichkeit gegen externe Störfelder reduziert (Kap. 5.2).

Als Alternative zu den 6 Einzelmagneten wird auch ein unter der Spule liegender **Balkenmagnet** verwendet. Zur besseren Feldführung sind dann 6 zylindrische Eisenstifte durch die Spule gesteckt; sie berühren an ihrer Unterseite den Magnet oder sind in einen Metallbalken eingesteckt, der seinerseits den Magnet berührt. Oft sind diese Stifte (*engl.: Slug, Polepiece*) als Schraube ausgeführt, wodurch die Lautstärke einzelner Saiten individuell eingestellt werden kann. Im Laufe der Zeit entstanden unterschiedliche Bauformen; die wichtigsten sind am Ende des Kapitels zusammengestellt.

Um den TA gegen **elektrostatische Felder** abzuschirmen, werden manchmal metallene Abschirmhauben über die TA-Spule gestülpt. Diese **Schirmwirkung** ist in der Praxis aber eher bescheiden, denn die Hauptstörungen kommen nicht von elektrostatischen, sondern von magnetischen Störfeldern (wie sie z.B. Transformatoren erzeugen), und gegen magnetische Felder soll ein TA prinzipbedingt nicht abgeschirmt werden: Die Saitenschwingung erzeugt ja ebenfalls ein magnetisches Feld, das der TA erfassen muss – eine Abschirmhaube aus magnetischem Material scheidet folglich aus. Aber auch Abschirmhauben aus unmagnetischem Material (z.B. Messing oder Neusilber) können Auswirkungen auf das Magnetfeld haben, weil in ihnen **Wirbelströme** (Kap. 5.9) erzeugt werden, die ihrerseits Magnetfelder generieren. Viele Gitarristen entfernen deshalb die ab Werk montierten Abschirmhauben, und erreichen hiermit eine leichte Klangänderung: Die Tonabnehmer-Resonanz kommt dann stärker zum Vorschein, was häufig als besser klingend beurteilt wird.

Der magnetische Gitarrentonabnehmer hat eine lange Vorgeschichte: Der englische Physiker MICHAEL FARADAY (1791 – 1867) macht im Jahre 1831 die fundamentale Entdeckung, dass in einer geschlossenen Leiterschleife ein elektrischer Strom fließt, wenn die Schleife von einem sich ändernden Magnetfeld durchdrungen wird. Zeitgleich, aber unabhängig voneinander, kommt der amerikanische Physiker JOSEPH HENRY (1797 – 1878) zu ähnlichen Erkenntnissen. Die quantitativen Zusammenhänge zwischen der sich ändernden magnetischen Flussdichte und der hiervon induzierten Spannung beschreibt das **Induktionsgesetz** (Kap. 4.10), das nach seinen Entdeckern auch FARADAY-HENRYsches-Gesetz heißt. Etwa 100 Jahre nach seiner Entdeckung liefert dieses Gesetz die Grundlage zur mechanoelektrischen Wandlung der bis dahin eher leisen Gitarrentöne: Der elektromagnetische Tonabnehmer entsteht. Wer den allerersten magnetischen Gitarrentonabnehmer gebaut hat, ist nicht mehr mit absoluter Sicherheit festzustellen. DeArmond, Rowe und Beauchamp werden häufig genannt, und Hersteller wie Rickenbacker, Gibson, Epiphone, Gretsch, National – und natürlich Fender.

**Leo Fender** verhalf der "Solid Body Guitar" zum kommerziellen Durchbruch. Zusammen mit George Fullerton entwickelt er 1949 den Prototyp einer massiven Elektrogitarre, die bei ihrer Markteinführung im Frühling 1950 als **Esquire** angeboten wird. Im Herbst 1950 folgt die mit 2 Tonabnehmern ausgestattete **Broadcaster**, die kurz darauf in **Telecaster** umbenannt wird. Sie gilt als Urmutter aller Massivgitarren, auch wenn Lester Polfus, besser bekannt unter seinem Künstlernamen **Les Paul**, schon über 10 Jahre lang an einem ähnlichen Konzept arbeitete. Aber seine von Gibson aufgegriffenen Ideen schafften es erst 1952 in die Produktion.

Die ersten Fender-Gitarren waren mit einfachen Singlecoil-Tonabnehmern ausgestattet – eine Tradition, die bis heute beibehalten wird. Leo Fender verwendete für jede Saite einen eigenen Zylindermagnet, um – wie er sagte – Interaktionen zwischen benachbarten Saiten klein zu halten. Die 6 Zylindermagnete bilden zusammen mit zwei aufgedrückten Flanschen (flat work, plate) den Wicklungsträger, auf den sehr dünner Kupfer-Lack-Draht aufgewickelt wird. Der Magnetdurchmesser beträgt 3/16", also etwa 4,8 mm, die Magnetlänge variiert im Lauf der Jahre und quer über verschiedene Fender-Modelle zwischen 12 – 19 mm. Magnet-Material ist fast immer Alnico-5 (auch als Alnico-V bezeichnet), eine in den Vierziger-Jahren entwickelte Magnetlegierung. Die Flansche bestehen zunächst aus ca. 2mm dickem Vulkanfiber, einem hochfesten, hornartigen Isolationsmaterial. Flansch-Farbe und -Dicke wechseln im Lauf der Jahre, ab 1980 kommen dann auch Spritzgusswickelungsträger zum Einsatz. Der Durchmesser des um die 6 Magnete gewickelten CuL-Drahtes bemisst sich nach dem **American Wire Gauge**: Die meisten Tonabnehmer-Spulen sind mit AWG #42 bewickelt, in einigen Fällen kommt auch der dünnere AWG-#43-Draht zum Einsatz (Kap. 5.5).

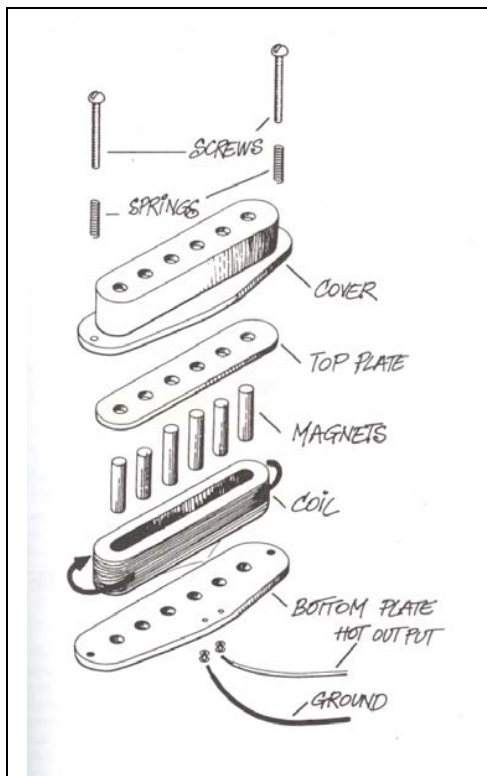


Abb. 5.1.1: Bestandteile eines Fender-Stratocaster-Tonabnehmers [Duchossoir].

Abb. 5.1.1 zeigt die Bestandteile eines Fender-Singlecoil-Tonabnehmers. In diesem Fall handelt es sich um einen Stratocaster-Tonabnehmer, wie an der Plastik-Kappe (Cover) zu erkennen ist. Charakteristikum: Die 6 Zylindermagnete, auf denen die Wicklung direkt aufliegt. Ähnlich aufgebaut sind auch die beiden Telecaster-Tonabnehmer, wenngleich im Detail kleinere Unterschiede bestehen. Dem selben Bauprinzip folgt auch der 1957 entwickelte Jazzmaster-Tonabnehmer, allerdings weichen die Maße hierbei schon offensichtlich von den Vorgängern ab. Leo Fender wollte einen anderen Klang, und verbreiterte die Spule von 12 auf 35 mm, bei gleichzeitiger Längenreduktion: *“The Jazzmaster pickup wasn’t so deep, and it was wider, thinner, more spaced out. See, the more spaced out the coil is – the wider the spectrum under the string – the warmer the tone. But a broad spectrum of tone places a lot bigger demand on the amp, and the earlier tube amps we had were kind of limited in the amount of power they could handle.”* [Wheeler].“

Diese Erklärung Leo Fenders ist aus Sicht der heutigen Systemtheorie nicht nachvollziehbar. Man kann vermuten, dass (aus damaliger Sicht) mit einer breiteren Spule ein längerer Teil der Saitenschwingung abgetastet werden sollte, also ein längeres Magnetfenster (Magnet-Apertur) entstehen sollte. Die in Kap. 5.4.4 gezeigten Analysen beweisen aber, dass die Aperturlänge praktisch nur vom Magnetdurchmesser abhängt, und nicht von der Wicklung. Was Fender mit *Spectrum* meint, bleibt auch unklar: Wenn man eine größere Fensterlänge vermutet, müsste man eine *kleinere* Bandbreite erwarten, denn Zeit und Frequenz sind zueinander reziprok. Leo Fender spricht aber von einem *breiteren* Spektrum, dem er einen *wärmeren* Klang attestiert. Wieder passt's nicht: Wärmere Klänge entstehen, wenn die Höhen beschnitten werden, wenn also die Bandbreite abnimmt. Bandbegrenzung kann Fender jedoch auch nicht gemeint haben, denn seine Aussage, dass ein breitbandiges Signal höhere Anforderungen an den Verstärker stellt, ist zutreffend. Große Theorien sollte man aber gar nicht hinter den ersten Tonabnehmern suchen: Die Systemtheorie war in jenen Tagen noch jung, und Entwicklungsziele wurden nicht von Wissenschaft, sondern vor allem von Empirik und Sales reports bestimmt.

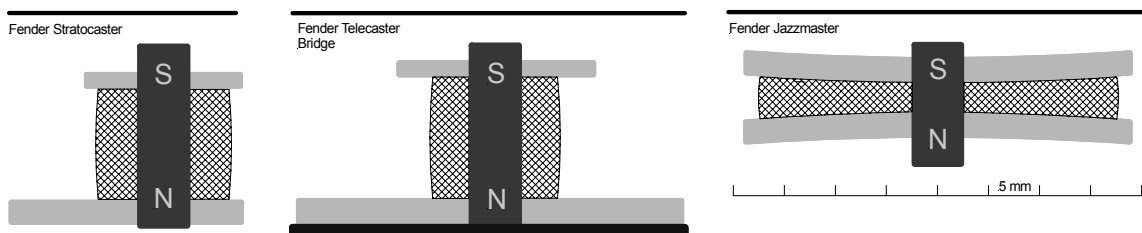


Abb. 5.1.2: Querschnitte durch Fender-Tonabnehmer: Stratocaster, Telecaster (Steg), Jazzmaster.

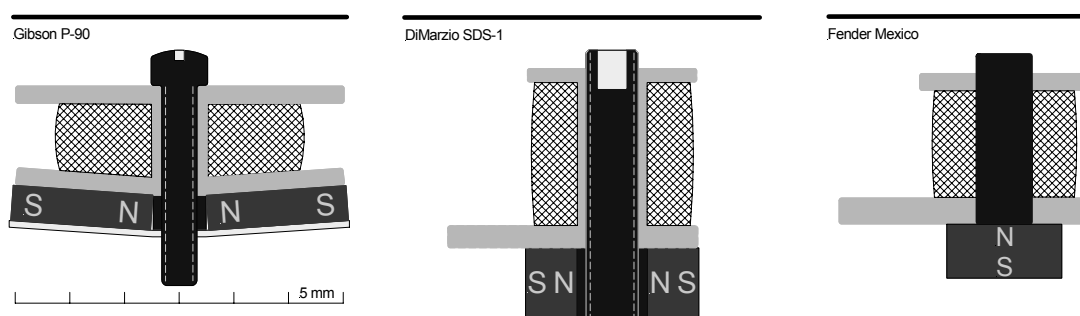
In **Abb. 5.1.2** sind Querschnitte durch Fender-Tonabnehmer dargestellt. Der dicke Strich am oberen Bildrand markiert den Verlauf der Saite, der Wicklungsquerschnitt ist schraffiert dargestellt. Die Länge und der Überstand der Magnete änderten sich bei Stratocaster und Telecaster mehrfach; lediglich der Jazzmaster-Tonabnehmer, dem ein relativ kurzes Leben beschieden war, behielt seine Geometrie. Die Magnete der ersten Tonabnehmer saßen bündig in der oberen (saitennahen) Flanschplatte, aber schon ab ca. 1954 werden **staggered pole pieces** eingeführt. Staggered heißt *versetzt*, und bedeutet, dass die Magnete ungleich lang aus dem oberen Flansch herauschauen. Hierdurch lässt sich die unterschiedliche Saiten-Lautstärke ausgleichen – aber nicht vom Musiker! Empfehlungen, durch leichte Hammer-Schläge die Magnete so zu verschieben, dass jede Saite gleich laut klingt, können einen ungeahnten Erfolg bringen: Wenn hierbei der direkt auf den Magneten aufliegende Draht reißt, ist die Lautstärke aller Saiten tatsächlich gleich – nämlich null! Die Philosophie hinter dem Staggering ist undurchsichtig: Bei den ersten staggered Pickups schaut der D-Magnet am weitesten heraus, dann ändert sich das Profil, und der G-Magnet ist am saitennächsten. Später werden auch Tonabnehmer mit gleich langen Magneten gebaut (**level pole pieces**, flush pole pieces), dann ist wieder der D-Magnet am saitennächsten, "um *chorusy warble* zu eliminieren". Das Staggering führt dazu, dass die Gitarre insgesamt leiser wird, denn die Spule rückt weiter von den Saiten weg (5.4.5). Ob die G-Saite umspannen ist oder nicht, mag eine individuelle Begründung liefern, die Vielzahl der heute angebotenen Tonabnehmer beweist aber, dass Staggering nicht zwingend erforderlich ist.

Das Magnetmaterial der frühen Fender-Tonabnehmer war **Alnico-V**, eine Aluminium-Nickel-Kobalt-Eisen-Legierung. Auch wenn in der Magnet-Literatur genaue Prozentangaben zu den Legierungsbestandteilen gemacht werden, so ist bei den Magnetdaten doch mit erheblichen **Streuungen** zu rechnen. Die Form der Hysteresekurve hängt nicht nur von der chemischen Magnetzusammensetzung ab, sondern auch ganz wesentlich vom Herstellungsprozess (4.4.1). Und dann ist noch zu berücksichtigen, dass – kriegsbedingt – Kobalt knapp wurde. Heute weiß niemand mehr, was da so alles verkauft wurde. Und verbaut wurde. Seth Lover, der Entwickler des Gibson-Humbuckers, meinte: "*We also used Alnico II and III, and the reason is, that you couldn't always buy Alnico V, but whatever was available we would buy as they were all good magnets*". Doch selbst wenn im Tonabnehmer immer derselbe Magnettyp zur Anwendung kommt: Bei moderner Fertigung streuen die Daten einfacher Zylindermagnete um  $\pm 10\%$  – in den guten alten Vintage-Tagen wird's kaum besser gewesen sein.

Und schließlich ist noch der Magnet-Parameter zu berücksichtigen, der in keinem Datenblatt mit großer Präzision auftaucht: Die **reversible Permeabilität** des Magneten. Hiermit wird ausgedrückt, um wie vielmal die Wechselfluss-Leitfähigkeit im Magnet besser ist als in Luft. Typischerweise findet man hierfür Werte zwischen 3 – 6; genaue Daten können kaum veröffentlicht werden, weil wegen der inhomogenen (ortsabhängigen) Magnetflussdichte ein anwendungsabhängiger Summenwert entsteht. Die reversible Permeabilität  $\mu_{rev}$  bestimmt, um wie viel der Magnet die Wicklungsinduktivität vergrößert. Allerdings darf  $\mu_{rev}$  nicht direkt verwendet werden; vielmehr ist ein korrigierter, kleinerer Wert anzusetzen, weil ein Großteil des Feldes durch Luft fließt. Wenn bei einem Tonabnehmer die Magnete ausgetauscht werden, so kann das mehrere Konsequenzen haben: Die Saitenmagnetisierung kann sich ändern, was Lautstärkeunterschiede zur Folge hat. Änderung der Feldgeometrie kann die Aperturlänge verändern; die hiermit einhergehende Höhenänderung wird in aller Regel aber nur geringfügig sein. Änderung der reversiblen Permeabilität verschiebt die klangbestimmende Tonabnehmerresonanz, und Änderung der im Magnet erzeugten Wirbelströme verändert die Resonanz-Ausprägung (-Güte).

Das Bauprinzip der ersten Fender-Tonabnehmer war so einfach wie effizient, weswegen es auch heute noch zum Einsatz kommt. Nur zwei Nachteile werden kritisiert: Die Brummempfindlichkeit (Kap. 5.2, 5.7), und die nicht individuell einstellbare Saitenlautstärke. *Staggered Magnets* boten einen ersten Lautstärkeausgleich, konnten aber vom Musiker nicht justiert werden. Abhilfe boten dann Tonabnehmer mit individuell einstellbaren Magneten. Bei alten **Schaller**-Tonabnehmern stecken die Magnete in dünnen Rohren, die auf ihrer Außenseite ein Schraubengewinde tragen (Gewindestift, 'Madenschraube'), sie können durch Drehen axial verschoben werden. Dieser Kunstgriff war nötig, weil die meisten Magnetmaterialien (außer CuNiFe) so hart sind, dass auf sie kein Gewinde aufgeschnitten werden kann. Alte **DeArmond**-Tonabnehmer, wie sie z.B. in frühen Gretsch-Gitarren zu finden sind, haben 6 Stellschrauben, mit denen sich die Magnete axial verschieben lassen.

Einen anderen Weg zur individuellen Saitenlautstärke geht der Gibson-Entwickler **Walter Fuller** bei der Entwicklung des **P-90**: Bei diesem ab 1946 eingesetzten Singlecoil-Tonabnehmer liegen zwei Balkenmagnete unter der Spule; 6 ferromagnetische Schrauben führen den Magnetfluss zu den Saiten (**Abb. 5.1.3**). Diese Schrauben werden gelegentlich als *Nickel-Schrauben* bezeichnet, was aber nicht bedeutet, dass sie aus massivem Nickel bestehen (bzw. bestanden). Gut möglich, dass es sich um Standard-Stahlschrauben handelte, die gegen das Verrosten vernickelt (oder verchromt) wurden. Ähnlich wie der P-90 aufgebaut sind der DiMarzio **SDS-1** und der **Fender-Mexico**-Tonabnehmer. Ihr gemeinsames Charakteristikum sind feldführende Polstücke (Joch, Polepiece), die den (gegenüber Abb. 5.1.2) größeren Abstand zwischen Magnet und Saite überbrücken. Die große Permeabilität dieser Polstücke bündelt den Magnetfluss durch die Wicklung, gleichzeitig kommt hiermit aber außer dem Magnet und Luft ein weiteres Material in den magnetischen Kreis. Die magnetische Leitfähigkeit von Luft ist sehr klein, und frequenzunabhängig. Stahl (oder auch Nickel) leiten Magnetflüsse sehr viel besser als Luft – aber nur bei niedrigen Frequenzen. Bei höheren Frequenzen, und dazu zählt beim Tonabnehmer schon der Kilohertzbereich, treten in ihnen **Wirbelströme** auf, die zu einer zusätzlichen Bedämpfung führen (Kap. 5.9). Vergleicht man einen Fender-Zylindermagnet-Tonabnehmer mit einem Fender-Balkenmagnet-Tonabnehmer, so produziert der zweitgenannte aufgrund dieser Wirbelstromdämpfung etwas weniger Höhen.



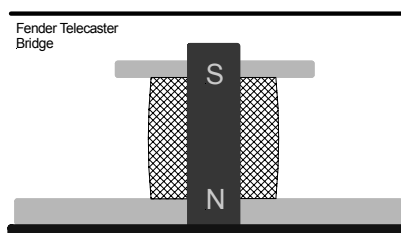
**Abb. 5.1.3:** Singlecoil-Tonabnehmer: Gibson P-90 (links), DiMarzio SDS-1 (Mitte), Fender Mexico (rechts).

Neben Magnet und Saite ist die **Wicklung** die dritte Komponente bei der Signalgenerierung. Die ersten Elektrogitarren wurden an einfachste Röhrenverstärker angeschlossen, deren Eingangsempfindlichkeit gering war. Also musste der Tonabnehmer möglichst viel Spannung abgeben, und hierfür war eine hohe Windungszahl erforderlich, typischerweise 5000 – 10000 Windungen. Genaue Zahlenangaben über Tonabnehmerwicklungen gehören zum Dunstkreis

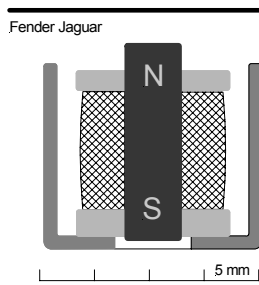
selbsternannter Gitarren-Gurus wie die Jahreszahlen zu Nostradamus. Die ersten Stratocaster-Wicklungen hatten ca. 8350 Windungen. Liest man. Weiß man. Also etwas mehr als beim Texas-Special-Neck-Pickup. Denn der hatte "nur" 8200 Windungen. Wer länger sucht, findet auch Toleranzangaben: Die magische Windungszahl 8350 entstanden als *Mittelwert* zwischen 8000 und 8700 Windungen [Duchossoir], die anscheinend den damals üblichen Streubereich darstellen. Denn jahrelang wurden Tonabnehmer ohne Zählwerk bewickelt – einfach nach Gefühl, bis der Spulenträger voll war. Oder es wurden riemengetriebene Zählwerke verwendet, in der Hoffnung, der Schlupf möge nicht allzu groß sein. Wie anders ist zu erklären, dass Duchossoir für frühe Telecaster-Steg-Tonabnehmer 7,5 k $\Omega$  angibt, während Day/Rebellius von bis zu 11 k $\Omega$  berichten. Fender führt erst ab 1960 präzise Wicklungsautomaten ein, experimentiert aber weiterhin mit den Windungszahlen.

Duchossoir schreibt im Stratocaster-Heft, dass bei den fertigen Spulen lediglich der Wicklungswiderstand nachgemessen wurde – mit einem **Ohmmeter**, das  $\pm 20\%$  Toleranz hatte! Wenn man dabei noch berücksichtigt, dass der längenspezifische Drahtwiderstand ja auch fertigungsbedingten Toleranzen unterworfen war, kann man sich gewaltige Streuungen in den Windungszahlen vorstellen. Ganz pauschal lässt sich sagen: Erhöht man bei einem speziellen Tonabnehmer die Windungszahl, so erhöhen sich Widerstand und Induktivität; die Resonanzfrequenz nimmt ab, und der Tonabnehmer wird lauter. Der Widerstand selbst hat aber wenig Einfluss auf das Übertragungsverhalten, die durch ihn verursachte Bedämpfung ist gering gegenüber den Beschaltungselementen. Sind jedoch Geometrie und Drahtdurchmesser bekannt, lassen sich aus dem Widerstand Rückschlüsse auf die Windungszahl ziehen. Und nur unter diesen Randbedingungen gilt: Höherer Widerstand = lautere Wiedergabe.

Neben den Singlecoil-Tonabnehmern, die keine feldführenden Polstücke enthalten (z.B. Stratocaster), und Tonabnehmern mit Polstücken zwischen Magnet und Saite (z.B. P90) gibt es eine dritte bedeutende Gruppe, bei der die Magnetflussrückführung über Polstücke erfolgt. **Abb. 5.1.4** erläutert das Prinzip am Beispiel des Fender Telecaster-Stegtonabnehmers. Hier liegt unter der Spule eine Metallplatte, die – glaubt man der Werbung – Abschirmen und das Magnetfeld "reflektieren" soll. Duchossoir beschreibt das Material dieses ca. 1,2 mm dicken Bleches englisch als "tin", was aber nicht mit "Zinnblech" übersetzt werden sollte. Tin steht auch für verzinntes Stahlblech, und das könnte es gewesen sein, denn massives Zinn wäre unmagnetisch. Fender-Prospekte sprechen von *zinc shielding plate*, also verzinkt. Auch recht. Ab 1951 wird verkupfertes Stahlblech verwendet, das 1981 ersatzlos entfällt. Vermutlich hat man auch bei Fender bemerkt, dass die Verstärkung des Saiten-Magnetfeldes so unbedeutend ist, dass man das Blech gleich ganz weglassen kann. Vielleicht waren aber auch seine Eigenbewegungen, die zu Mikrofonie (Rückkopplung) führen konnten, der Grund. Eine magnetische Abschirmung kann messtechnisch nicht nachgewiesen werden: Im parallelen Feld ist die Einstreuung mit und ohne Platte bis auf 0,1 dB gleich. Der Nutzpegel wird durch die Platte zwar vergrößert, aber nur um 0,6 dB – zu wenig, um richtig aufzufallen. Ähnliches bei der Resonanzfrequenz (3% Änderung) und bei der Wirbelstromdämpfung (ca. 1 dB Unterschied).



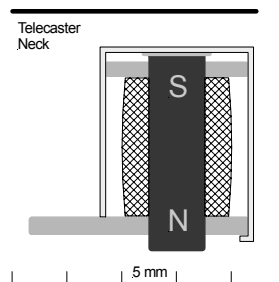
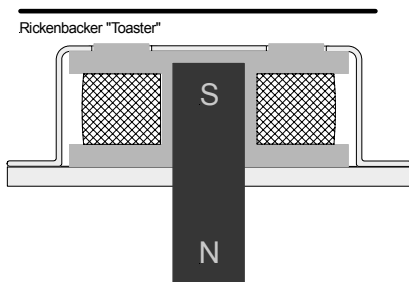
**Abb. 5.1.4:** Telecaster-Tonabnehmer mit Metallplatte unter dem unteren Flansch. Die Platte vergrößert die Empfindlichkeit um 0,6 dB und verringert die Resonanzüberhöhung um ca. 1 dB; die Resonanzfrequenz sinkt um 3% (Vergrößerung der Induktivität um 6%).



**Abb. 5.1.5:** Tonabnehmer mit Magnet-Leitblech: Fender Jaguar.

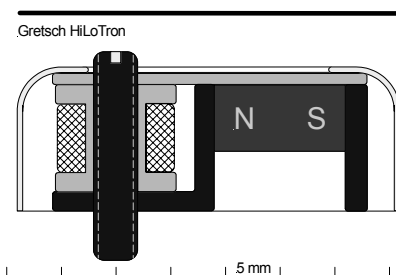
Denkt man die der Telecaster-Metallplatte zugrunde liegende Idee konsequent weiter, kommt man schnell zu der von Leo Fender in der "**Jaguar**" realisierten Variante: Hierbei wird das Jochblech u-förmig um die Wicklung gebogen, der gezackte obere Rand fokussiert das Feld zu den Saiten hin. Geholfen hat's nicht viel: Die "Jaguar", damals Fenders teuerste Solid-Body-Gitarre, war kein kommerzieller Erfolg. Dabei war ihre Tonabnehmer-Abschirmung durchaus effizient, aber einige Gitarrenfeatures (wie z.B. der Steg) fielen am Markt gnadenlos durch.

Da die Tonabnehmerspulen extrem dünnen Kupferdraht enthalten, sollten sie gegen Beschädigung durch ein **Gehäuse** geschützt sein. Bei der Telecaster übernahm am Steg-Tonabnehmer eine Schnur diese Aufgabe, die einfach über die Kupferwicklung gewickelt war. Billig und wirkungsvoll. Mechanisch – nicht magnetisch. Ein Magnetfeld kann von einer aufgewickelten Schnur nämlich nicht verändert werden. Wohl aber von einem Metallgehäuse (**Abb. 5.1.6**), wie es z.B. beim Telecaster-Halstonabnehmer zu finden ist (Wirbelströme, Kap. 5.9.2.2). Eine Motivation für Metallgehäuse war – neben der Schutzfunktion – vermutlich der Wunsch nach Abschirmung. Allerdings: Abhilfe gegen *magnetische* Störfelder kann es hiermit nicht geben; dazu muss das Konstruktionsprinzip geändert werden (Kap. 5.2, 5.3).



**Abb. 5.1.6:** Singlecoil-Tonabnehmer mit metallinem Schutzgehäuse. Um Wirbelstromverluste klein zu halten, muss das Gehäuse aus Neusilber gefertigt sein.

Besondere Beachtung verdient ein Tonabnehmer, der in Gretsch-Gitarren eingebaut wurde: Der "**HiLoTron**" (**Abb. 5.1.7**). Um möglichst viele Obertöne abnehmen zu können, wurde der Magnet liegend eingebaut. Aus Sicht der Systemtheorie ist das nicht nachvollziehbar, aber für den Entwickler zählte offenbar nur das klangliche Ergebnis – was ja durchaus Sinn macht. Die Patentbegründung (Kap. 5.10.5) darf da ruhig falsch sein. Auch beim Attila-Zoller-Pickup (US-Patent Nr. 3588311) findet man einen liegenden Magnet – und eine sehr eigenwillige Patentbegründung. Die amerikanischen Patentprüfer hat's nicht gestört.



**Abb. 5.1.7:** Gretsch HiLoTron (siehe auch US-Patent Nr. 2683388).

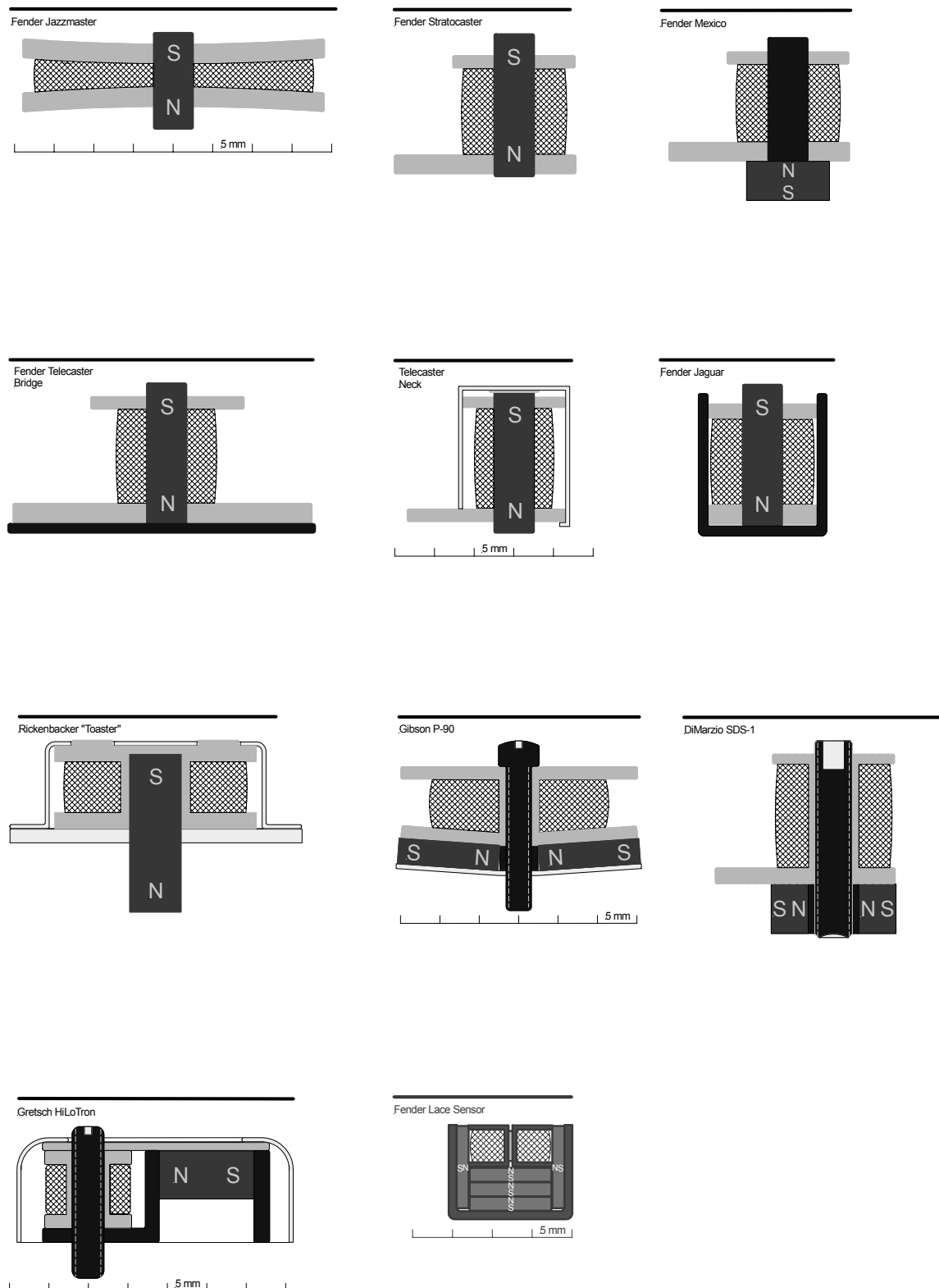


Abb. 5.1.8: Singlecoil-Tonabnehmer im Vergleich.