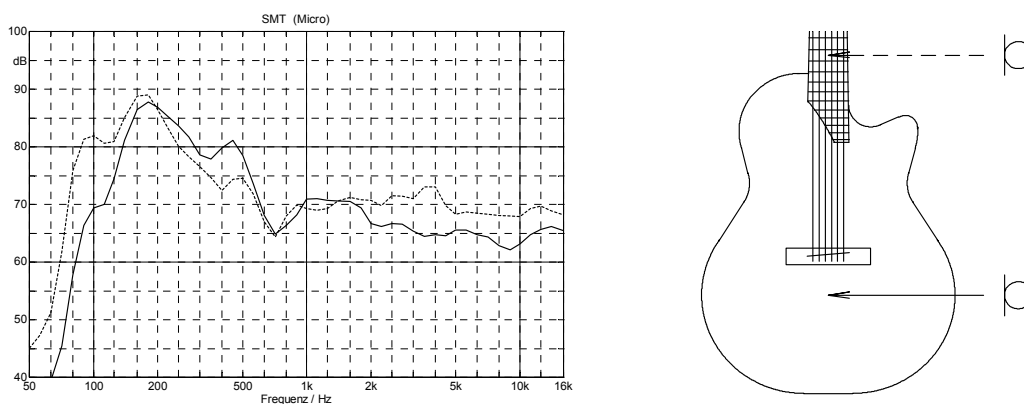


## 6.8 Piezotonabnehmer vs. Mikrofon

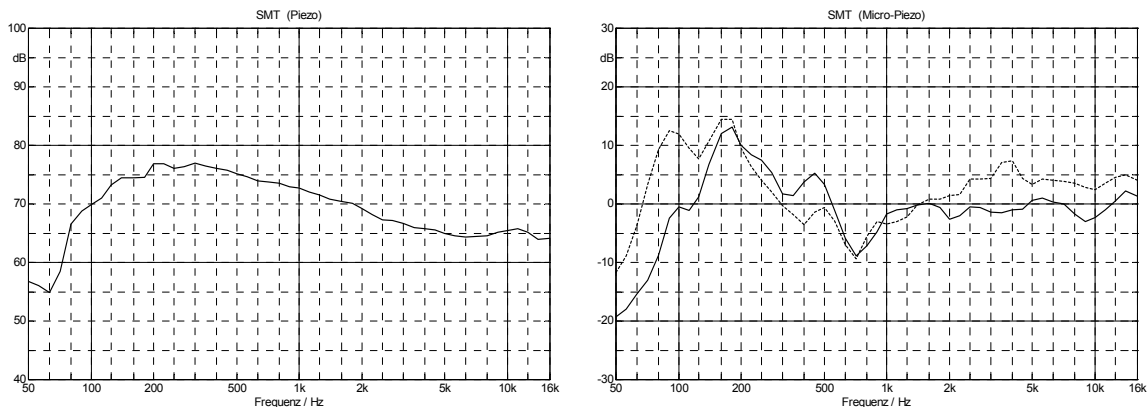
Eine Akustikgitarre mit eingebautem Piezotonabnehmer bietet zwei Möglichkeiten zur Schallabnahme: Luftschall über Mikrofon, und Körperschall über Piezo. Da der vom Korpus abgestrahlte Schall nicht besonders laut ist, muss das Aufnahmemikrofon möglichst nahe an der Gitarre platziert werden – was a) den Gitarristen zu Positionsdisziplin nötigt, und b) das permanente Angstgefühl erzeugt, in einem unachtsamen Moment plötzlich das Mikrofon in die einzigartige "prewar" Adirondack-Fichte zu rammen. Gerade diese Unzulänglichkeiten waren ja Anlass, den Piezotonabnehmer zu entwickeln – der Bewegungsfreiheit ermöglicht, aber halt einen anderen Klang erzeugt. Die vorhergehenden Kapitel haben gezeigt, dass ein Piezotonabnehmer den ganzen Frequenzumfang des menschlichen Gehörs in guter Qualität übertragen kann. Da Nichtlinearitäten (Klirrfaktor) und Rauschen ebenfalls nicht qualitätsmindernd in Erscheinung treten, ist mit einem Piezotonabnehmer prinzipiell eine sehr hochwertige Schallabnahme möglich. Dass zum abgestrahlten Luftschall trotzdem deutlich hörbare Unterschiede auftreten, liegt am Fehlen der (von Korpus und Hals gebildeten) Übertragungsfiler. Der Piezotonabnehmer wandelt die (deckennormal) in den Steg eingeleitete Wechselkraft in eine elektrische Spannung um. Das Mikrofon wandelt demgegenüber den von der Decke (sowie Hals, Boden und Zargen) abgestrahlten Luftschall in eine elektrische Spannung um, und misst somit eine andere Größe. Die ihre Ursache zwar auch u.a. in der Stegkraft hat, von dieser aber über komplizierte frequenzabhängige Funktionen abhängt.

Um die Unterschiede zwischen Piezo- und Mikrofonabnahme praxisgerecht zu erfassen, wurde eine Ovation-Gitarre (Adamas SMT) im reflexionsarmen Raum mit einem **Messmikrofon** (B&K 4190) abgenommen; parallel hierzu wurde das Piezosignal ungefiltert aufgezeichnet. Das freifeldentzerrte Messmikrofon schafft eine objektive Referenz, unabhängig von studioüblichen Höhenanhebungen. Für seine Position gibt es unendlich viele Möglichkeiten; nicht alle wurden ausprobiert. Beim Bühneneinsatz findet man häufig ein Mikrofon auf den hinteren Teil der Decke gerichtet, und ergänzend ein zweites Mikrofon, das auf den Hals/Korpus-Übergang zielt. In **Abb. 6.24** sind diese Positionen durch Pfeile markiert, zusätzlich sind die hierbei gemessenen Terzpegelspektren dargestellt (terzbreite Filter, im Halbterzabstand überlappend gemessen). Angeregt wurde die Gitarre von einem Akkorde-spielenden Gitarristen. Man erkennt bei beiden Spektren eine starke Betonung im Bereich unterhalb von 500 Hz, was in Übereinstimmung mit dem Höreindruck ist. Bei Musikproduktionen würde man mit einem Equalizer geeignete Absenkungen erzeugen, für die Messungen erfolgte aber keine Filterung.



**Abb. 6.24:** Gemessene Terzpegelspektren (SPL re. 20  $\mu$ Pa) und Mikrofonpositionen (12 cm Abstand). Gegrieffenen Akkorde (willkürlich); Saiten mit Plektrum in schneller Folge angeschlagen.

Das Terzspektrum des mit Abb. 6.24 vergleichbaren Piezosignals ist in **Abb. 6.25** dargestellt: Mittenbetont, aber mit seinem glatten Verlauf gut zur Weiterbearbeitung geeignet. Die Unterschiede zwischen Mikrofon- und Piezoabnahme zeigt das rechte Bild: Zwischen 100 – 500 Hz führen Deckenresonanzen zu einer starken Betonung im Mikrofonspektrum, um 700 Hz liegt ein – Herstellerangaben zufolge erwünschtes – Abstrahlungsminimum.



**Abb. 6.25:** Terzpegelspektren des Piezosignals, 0 dB willkürlich so festgelegt, dass eine zu Abb. 6.24 vergleichbare Kurve entsteht. Das rechte Bild zeigt die Differenz Mikrofonspektrum – Piezospektrum.

Terzpegelunterschiede von  $\pm 15$  dB lassen auf erhebliche Klangunterschiede schließen, die der **Hörtest** sofort bestätigt. Sobald man aber beginnt, eines der beiden Signale mit einem Equalizer so zu filtern, dass sich sein Spektrum dem des anderen annähert, werden die hörbaren Unterschiede schwächer und beschränken sich auf Geringfügigkeiten, die vielleicht auch noch verschwinden würden, könnte man nur die EQ-Kurve fein genug editieren. Solange man die Gitarre als lineares, zeitinvariantes System modelliert, muss dies auch so sein: Die Übertragungsfunktion von der Quelle (Saite) zur Senke (Piezo bzw. Mikrofon) ist durch je eine gebrochen-rationale Funktion beschreibbar, die ein Equalizer zumindest näherungsweise nachbilden kann. Nichtlineare Effekte sind bei der Schallerzeugung sicher auch beteiligt – im untersuchten Beispiel war ihre Auswirkung aber offensichtlich nur gering.

Piezo- und Mikrofonsignal sind folglich in hohem Maß einander ähnlich und durch (nicht ganz triviale) Filterung ineinander überführbar. Dies stellt nicht in Abrede, dass auch über den Sattel wesentliche Schallenergie in den Hals eingekoppelt und von dort direkt abgestrahlt oder zum Korpus weitergeleitet wird – was der Stegtonabnehmer ja nicht "mitbekommt". Aber sowohl Steg- als auch Sattelschallfluss haben die Saitenschwingung als gemeinsame Quelle und sind mathematisch über eine gebrochen-rationale Übertragungsfunktion verbunden. Komplizierter wirkt sich hingegen die Saiten-Schwingungsrichtung aus: Wenn eine griffbrettnormale 110-Hz-Eigenschwingung und eine griffbrettparallele 111-Hz-Eigenschwingung (Beispiel) zusammen auf den Steg wirken, könnten beide zur Schallabstrahlung führen; der Stegtonabnehmer wird aber hauptsächlich die griffbrettnormale Komponente erfassen. Theoretisch könnte man auch hier das eine Signal durch Filterung aus dem anderen erzeugen, die erforderlichen Filtergüten verbieten aber eine Realisierung. Vermutlich liegt hier einer der Hauptgründe für noch verbleibende Unterschiede – die aber nur schwach ausgeprägt sind.

**Fazit:** Weder das Piezo- noch das Mikrofonsignal würde im Studiobetrieb unbearbeitet abgemischt werden; mit entsprechender Filterung eignen sich hingegen beide Signale zur Weiterverarbeitung. Ob man nun das Piezo- oder das Mikrofonsignal verwendet, oder ob man beide zusammenmischt, kann letztlich nur nach künstlerischen Kriterien beurteilt werden.