

6.9 Mikrofonie

Piezo-Tonabnehmer reagieren nicht nur auf Saitenschwingungen (erwünscht), sondern auch auf Luftschall (unerwünscht). Eine auf die Gitarrendecke auftreffende Schallwelle setzt den Steg und damit auch die Tonabnehmer-Unterseite in Bewegung. Da das Piezoplättchen aufgrund seiner oberseitigen Massen- und Federbelastung diese Bewegung nicht in identischer Form mitmacht, entsteht eine Dickenänderung und daraus eine Piezospannung. Wird diese verstärkt auf einen in der Nähe stehenden Lautsprecher gegeben, setzt u.U. ein lautes Rückkopplungsdröhnen ('Hupen') ein. Die quantitative Beschreibung dieser 'Mikrofonie' genannten Luftschallempfindlichkeit ist Gegenstand der folgenden Untersuchungen.

In der Systemtheorie bezeichnet **Rückkopplung** eine zum Eingang zurückweisende Signalführung; sie kann gleichphasig (Mitkopplung) oder gegenphasig (Gegenkopplung) sein. In der Studio- und Bühnentechnik wird hingegen von Rückkopplung gesprochen, wenn in einer Rückkopplungsschleife die **Schwingbedingung** erreicht wird und ein Pfeif- oder Heulton entsteht (Selbsterregung). Die Schwingbedingung fordert für den Betrag der Schleifenverstärkung Werte größer oder gleich eins, und für die Phase 0° . Wenn beispielsweise ein Mikrofon bei Beschallung mit 1 Pa eine Spannung von 50 mV erzeugt, und ein Lautsprecher bei Betrieb mit 10 V am Ort des Mikrofons einen Schalldruck von 1 Pa erzeugt, dann könnte (bei geeigneter Phasendrehung) Rückkopplungspfeifen einsetzen, wenn die Mikrofonspannung auf das zweihundertfache verstärkt dem Lautsprecher zugeführt wird.

Das Erreichen der Schwingbedingung hängt in der Praxis von vielen Details ab: Richtungsfaktor von Mikrofon und Lautsprecher, Filter, Raumübertragungsfunktion. Die folgenden Darstellungen zeigen exemplarisch am Beispiel der **Ovation** Adamas-SMT-Gitarre den Unterschied der Rückkopplungsanfälligkeit zwischen Mikrofon- und Tonabnehmerbetrieb; mit anderen Gitarren, anderen Lautsprechern und anderen Räumen werden sich ähnliche, aber natürlich nicht identische Verhältnisse ergeben.

Wenn eine Akustikgitarre beim Live-Einsatz per Mikrofon abgenommen und verstärkt werden soll, so wird man versuchen, das Mikrofon möglichst nahe an die Gitarre zu stellen. Hierbei wirkt die Gitarrendecke als Reflektor, der auftreffenden Schall in u.U. ungünstiger Weise auf das Mikrofon leitet. In **Abb. 6.26** ist eine Anordnung dargestellt, die für orientierende Versuche im reflexionsarmen Raum aufgebaut war: Ein Lautsprecher beschallt eine Gitarre, vor der ein Messmikrofon (B&K 4190) aufgebaut ist. Im rechten Bild sind die von den Reflexionen verursachten Kammfilterwirkungen dargestellt.

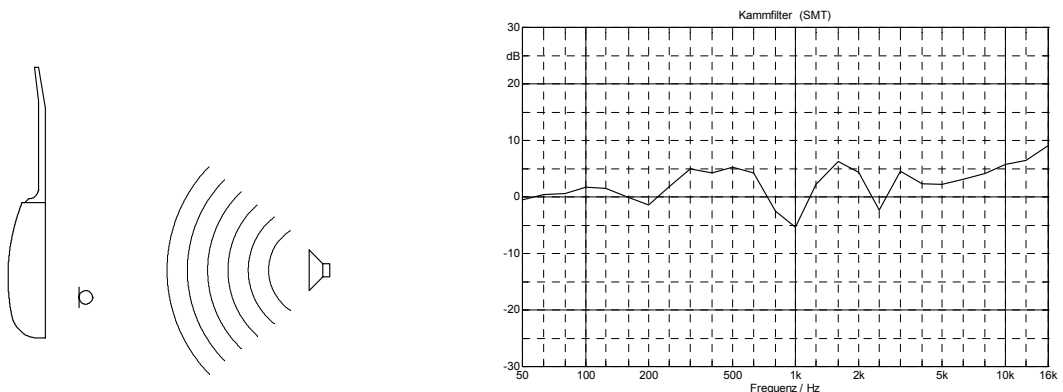


Abb. 6.26: Versuchsanordnung im reflexionsarmen Raum; Kammfilterwirkung durch Reflexionen.

Bei tiefen Frequenzen ist die Gitarre klein im Vergleich zur Wellenlänge, die Reflexionen sind unerheblich. Um 200 Hz wirkt die Gitarre als Absorber, bei mittleren Frequenzen sieht man die typischen **Kammfilterzacken**. Aufgrund der unregelmäßigen Form der Gitarre haben die Beugungswellen leicht unterschiedliche Laufzeiten, deshalb findet man bei hohen Frequenzen einen glatten Verlauf. Der Anstieg der Kurve in den obersten beiden Oktaven ist auf die Mikrofonbündelung zurückzuführen: Das 4190 ist nominell ein Kugelmikrofon, dessen Bündelungsgrad aber – wie bei allen ½"-Mikrofonen – zu hohen Frequenzen ansteigt. Bei den stärker bündelnden Studiomikrofonen würde man entsprechende Effekte bereits bei mittleren Frequenzen beobachten. Diese könnten zwar den vom Lautsprecher kommenden Schall abschwächen, nicht aber die von der Gitarre zurückgeworfenen Reflexionen. Dem vorgestellten Beispiel sollte nur entnommen werden, dass die Gitarre als Reflektor die Schleifenverstärkung deutlich verschlechtern kann. Der Betrag dieser Verschlechterung (und deren Frequenzabhängigkeit) ist eine Funktion des jeweiligen Mikrofonabstandes und –Bündelungsgrades sowie der speziellen Gitarre/Mikrofon-Geometrie.

Um zu Aussagen über die Rückkopplungsempfindlichkeit beim Piezotonabnehmer zu gelangen, muss zuerst dafür gesorgt werden, dass Mikrofon- und Piezoabnahme den gleichen Klang erzeugen. Deshalb wurde zunächst das Mikrofonsignal so gefiltert, dass mit Mikrofonabnahme dieselbe Übertragungsfunktion erreicht wird wie mit Piezoabnahme. Hierauf erfolgte in einem zweiten Schritt eine nach künstlerischen Kriterien vorgenommene leichte Mittenabsenkung, kombiniert mit einer leichten Tiefenanhebung. Sowohl über Mikrofon als auch über Piezo entsprach der Gitarrenklang nun den Vorstellungen des Gitarristen. Jetzt wurde die Gitarre gemäß Abb. 6.26 vom Lautsprecher beschallt, und hierfür die Schleifenverstärkung gemessen (**Abb.6.27**). Der Ordinatennullpunkt wurde dem Luftschallmaximum zugeordnet.

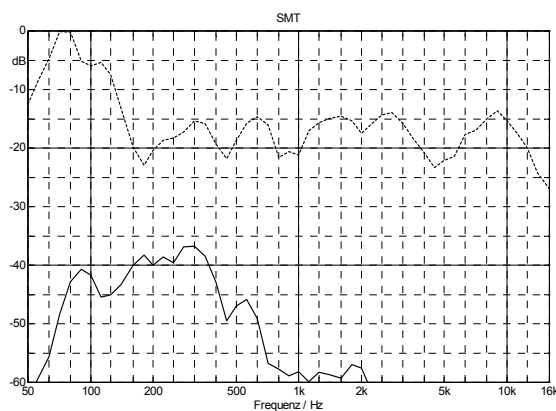


Abb. 6.27: Schleifenverstärkungsmaß für Mikrofonabnahme (---) und Piezoabnahme (—). Beide Übertragungswege wurden für gleichen Klang entzerrt.

Abb. 6.27 zeigt für Mikrofonabnahme eine hohe Schleifenverstärkung im Bassbereich, die beim Aufdrehen des Lautstärkepotentiometers schnell zu einem dröhnenden Rückkopplungston führen wird. Diese Art der Filterung ist offensichtlich im Live-Betrieb unbrauchbar, man muss zwangsläufig den Bassbereich absenken und mit einem schlankeren Ton auskommen. Der nicht etwa unbrauchbar wäre, aber eben dünner klingt als die unverstärkt abgehörte Gitarre. Gegenüber der Luftschallabnahme mit abgesenkten Bässen bietet die Piezoabnahme in diesem Beispiel ca. 20 – 25 dB Gewinn. Um diesem Wert kann der Lautsprecherpegel erhöht werden, bevor Rückkopplung einsetzt. Wie schon erwähnt, handelt es sich bei dieser Angabe um einen Orientierungswert – im Einzelfall bestimmen viele Parameter den Rückkopplungseinsatz. Die Unterschiede sind aber so groß, dass ein Stegtonabnehmer in jedem Fall die Rückkopplungsgefahr ganz wesentlich verringert.