

Abb. 8 Amplituden-Differenzen zwischen den Maxima und Minima in den Polardiagrammen von acht Geigen

die Differenz zwischen der höchsten und der kleinsten Amplitude bestimmt und bei einer Reihe von Frequenzen das Mittel der bei den acht Geigen gewonnenen Werte gebildet. Da sich von Instrument zu Instrument ziemlich starke Schwankungen zeigen, wurden in der Darstellung der Amplitudendifferenzen zwischen Maximum und Minimum auch die jeweils gemessenen Höchst- und Tiefwerte eingetragen. In Abb. 8 sind diese Kurven für die Stegebene und für die Deckenebene wiedergegeben. Trotz der verhältnismäßig großen Breite des Streubereiches läßt sich aus den Linienzügen eine gewisse gemeinsame Tendenz ablesen. So erscheint es insbesondere bemerkenswert, daß die größten Amplituden-Differenzen bei Frequenzen zwischen 1000 und 1500 Hz entstehen und nicht in den höchsten Lagen. Vielmehr ist oberhalb von 2000 Hz wieder ein leichtes Absinken der Kurven zu beobachten. Wie der Verlauf der Mittelwerte zeigt, treten die besonders tiefen Einschnitte in den Richtcharakteristiken bei 1000 Hz in der Deckenebene fast immer auf, während sie in der Stegebene verhältnismäßig selten sind. Die kleinere Spitze bei 500 Hz ist auf die bevorzugte Bodenabstrahlung zurückzuführen, die auch in den Polardiagrammen schon zu erkennen war. Eine Besonderheit findet sich in der Stegebene im Bereich zwischen 600 und 800 Hz. Hier bilden sich bei manchen Geigen sehr

charakteristische Figurationen aus, die jedoch nur auf ein schmales Frequenzband beschränkt sind. Zwei Beispiele dafür sind in Abb. 9 als Richtdiagramme wiedergegeben. Die Guarneri-Geige zeigt im Winkelbereich von etwa 225° bis 0° einen sehr starken Amplitudenrückgang mit ausgeprägten Minima, das andere Instrument hat eine tiefe Senke bei etwa 340°. Die Amplituden-Differenz zwischen den Höchst- und Tiefstwerten in diesen Diagrammen bewegt sich um 25 dB. Diese sind in Abb. 8 als Extrafeld eingetragen, da sie nicht mit den anderen im unteren Streubereich erfaßten Fällen zu vergleichen sind und da vor allem praktisch keine Zwischenwerte vorkommen. Wie Abb. 9 zeigt, entstehen in einem Abstand von etwa 25 Hz bereits wieder abgerundete Figuren ohne Einsenkungen. Interessant ist, daß diese speziellen Schwingungsformen auch gerade bei den guten Geigen gefunden wurden.

Ein anderes Maß für den Grad der Richtwirkung ist die Breite der Hauptabstrahlungsrichtungen, die für die folgenden Betrachtungen als jener Winkelbereich festgelegt werden sollen, in welchem die Amplitude um nicht mehr als 3 dB unter den Maximalwert des betreffenden Polardiagrammes absinkt. Die Breite dieser Winkelbereiche, bzw. — bei einer Aufteilung der Richtcharakteristik in mehrere Einzelkeulen — die Summe dieser Bereiche, ist in Abb. 10 als Mittelwert für die acht untersuchten Geigen wiedergegeben. Eine Winkelsumme von 360° bedeutet dabei für die betreffende Ebene (annähernd) eine Kreis-Charakteristik. Wie man aus der Darstellung erkennt, ist dieser Fall nur bei verhältnismäßig tiefen Frequenzen zu finden: in der Stegebene unterhalb etwa 400 Hz und im Bereich um 550 Hz, in der Deckenebene bis etwa 350 Hz und im Bereich um 500 Hz. Demnach schwingen die Geigen im allgemeinen nur unterhalb von ungefähr 350 Hz als Kugelstrahler, was auch Backhaus schon aufgrund seiner Untersuchungen über die Schwingungsformen der Geigendecken und Böden festgestellt hatte⁶⁾. Nach höheren Frequenzen fallen die Kurven für beide Ebenen ziemlich schnell ab und erreichen oberhalb von 1000 Hz Werte, die zwischen 120° und 30° liegen. In der Deckenebene sind die starken Richtkeulen schmäler und weniger zahlreich als in der Stegebene.

Natürlich bilden sich bei hohen Frequenzen auch Nebenmaxima aus, deren höchste Amplitude mehr als 3dB unter dem stärksten Maximum liegt, so daß sie bei dieser Betrachtungsweise nicht mit erfaßt wurden. Um auch diese schwächeren Komponenten zu berücksichtigen, wurde in ähnlicher Weise die Breite derjenigen Winkelbereiche bestimmt, in denen die Amplitude bis zu 10 dB unter den Höchstwert absinkt. Hierfür sind ebenfalls die Mittelwerte über die acht Geigen berech-

net und in Abb. 10 eingetragen. Man erkennt, daß die 10 dB-Grenzen unterhalb 900 Hz nur unwesentlich unterschritten werden. Es handelt sich in diesen Fällen um die bereits oben erwähnten, stärkeren Richteffekte, die auf ein sehr schmales Frequenzband beschränkt sind. Oberhalb von 1000 Hz erreichen die 10 dB-Kurven Werte zwischen 220° und 300°, auch hier ist die Abstrahlung in der Stegebene breiter als in der Deckenebene. Es sei noch bemerkt, daß mit wachsender Frequenz die Zahl der Einzelmaxima ansteigt, ihre Breite aber abnimmt, wodurch eine annähernd gleichbleibende Winkelsumme zustandekommt.

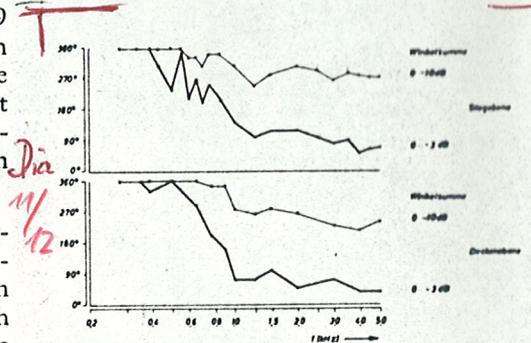


Abb. 10 Winkelsumme der Hauptabstrahlungsgebiete, Mittelwerte von acht Geigen

5. Die bevorzugten Abstrahlungsrichtungen

Gaben die bisherigen Darstellungen einen Überblick darüber, in welchen Frequenzgebieten die gerichtete Schallabstrahlung eine besondere Rolle spielt, so interessieren nun natürlich die bevorzugten Abstrahlungsrichtungen bei diesen Frequenzen. Zur Klärung dieser Frage wurde aus den vorhandenen acht Meßreihen die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit welcher die Hauptabstrahlungsgebiete (0... -3 dB) einen bestimmten Winkelbereich überdecken. In Abb. 11 ist die Häufung dieser Vorzugsrichtungen für eine Reihe von Frequenzen dargestellt.

In der Stegebene schließt an den Bereich der Kreis-Charakteristik, der bis etwa 400 Hz reicht und durch die im Vergleich zu den Korpus-Abmessungen großen Wellenlängen bedingt ist, um 425 Hz ein Gebiet mit bevorzugter Deckenabstrahlung von der Breite etwa eines Halbkreises an. Etwa die Hälfte der Geigen zeigt allerdings auch bei diesen Frequenzen kreisförmige Diagramme. Im anschließenden Bereich um 500 Hz überwiegt dann die Resonanzwirkung des Bodens, hier sind Kreis-Charakteristiken sehr selten. Bei etwa 550 Hz strahlen sämtliche Geigen noch einmal nach allen Seiten gleichmäßig ab. In der Ebene der Decke sind die Bündelungserscheinungen unter etwa 500 Hz so gering, daß auf eine Darstellung in Abb. 11 verzichtet werden konnte; im anschließenden Bereich zeigt sich eine Abschwächung der Abstrahlung um 180° herum, also auf den Spieler zu.

⁶⁾ H. Backhaus, Z.techn.Physik 9 (), S. 491.

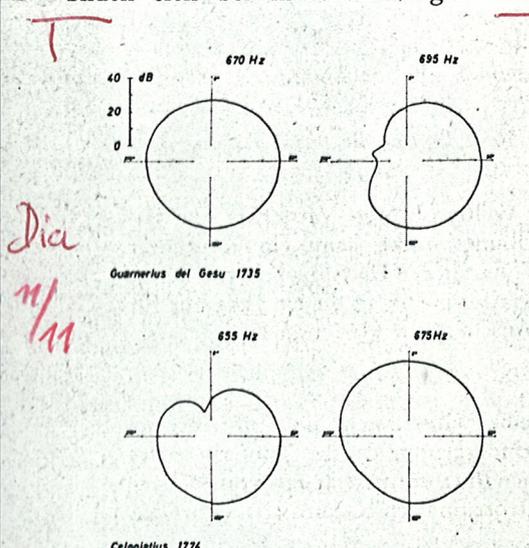


Abb. 9 Polardiagramme einiger besonderer Schwingungsformen