

1 Einleitung

Bei der Wiedergabe von analogen (Musik-)Signalen ist die Schallplatte im Bereich des Massenkonsums durch die CD Ende der 80er Jahre verdrängt worden. Jedoch werden bis heute und in der letzten Zeit verstärkt ausgewählte Schallplatten neu aufgelegt und auch tontechnisch hochqualitative neue Aufnahmen produziert. So ist eindeutig, daß die Gruppe der Interessenten sich in erster Linie aus Liebhabern zusammensetzt, die eine hochwertige und aus Gründen der Verfügbarkeit nicht durch CDs ersetzbare Plattensammlung ergänzen wollen. Aus diesem Anspruch heraus kommen für die Wiedergabe nur Schallplattenspieler in Frage, die den gesamten Dynamikumfang der Aufnahme ausschöpfen. Dabei muß der Plattenspieler von der Funktion her das genaue Gegenstück zur Schallplattenschneideanlage sein.

Die vorliegende Arbeit möchte einen Beitrag dazu leisten, diesem Ideal ein Stück näher zu kommen. Sie befaßt sich mit wichtigen mechanischen und schwingungstechnischen Teilaspekten des Plattenspielers, die theoretisch hinterfragt und anschließend auch experimentell untersucht werden. Dabei soll jedoch nicht das Ziel aus den Augen verloren werden, die Einzelbauteile konstruktiv so aufeinander abzustimmen, daß im Gesamtergebnis ein funktionsfähiges Plattenabspielgerät präsentiert werden kann.

Vorhandene Lösungen aus der Industrie rufen wegen des oft beträchtlichen Aufwands beim abseits stehenden Betrachter gelegentlich Kopfschütteln hervor und werden von Kennern teils mit begeistertem Beifall und teils mit ebenso kategorischer Ablehnung bedacht. Die Konzepte zur Wiedergewinnung des in der Schallplatte aufgezeichneten schwachen Signals (Webers, 1985) sind bei immer gleichem Grundprinzip vielfältig und lassen breiten Raum für Spekulationen über die Wirksamkeit der einen oder anderen Maßnahme. Da hierbei der subjektive Eindruck eine Rolle spielt, sind polarisierende Einschätzungen fast unvermeidlich.

Wissenschaftliche Literatur in nennenswertem Umfang existiert praktisch nicht, was insofern nicht verwunderlich ist, da Hersteller ihre neuen Erkenntnisse geheimhalten, um einen etwaigen Entwicklungsvorsprung vor der Konkurrenz nicht preiszugeben. Bis auf allgemeine Darstellungen (Webers, 1985; Janitz, 1988; HiFi: Jahrbuch 1984), die sich nur auf die Grundlagen beziehen, existieren im wesentlichen Konzeptbeschreibungen, die meist von Enthusiasten verfaßt wurden. Dabei sind diejenigen Arbeiten, in denen wenigstens ansatzweise nachvollziehbare Messungen durchgeführt wurden, sehr rar (Colloms, 1982; Kuppek, 1981). Dies liegt nicht zuletzt daran, daß die allgemein üblichen Messungen nach DIN-Normen (vgl. DIN 45500 und die dort aufgelisteten einschlägigen Normen) von der Gruppe der Interessenten nicht anerkannt werden, da der Standard zu niedrig liegt. So ist auch nicht weiter verwunderlich, daß in den einschlägigen Fachzeitschriften bei Vergleichstests von Plattenspielern bei den DIN-Norm-Tests vernachlässigbar kleine Unterschiede ausgemacht werden (Kirbach et al., 1999), jedoch die subjektiv empfundenen Unterschiede als groß und bemerkenswert herausgestellt werden. Schwäche der Normtests bleibt, daß bei den an sich erwünschten Laborbedingungen bestimmte Rückkopplungen durch Schalleinflüsse nicht berücksichtigt werden können. Resonanzprobleme aus Antrieb und Lagerung, die der Rumpeltest nach DIN 45544 im Prinzip erfaßt, können unter realen Bedingungen durch solche Rückkopplungen erheblich verstärkt werden.

In dieser Arbeit wird das Konzept verfolgt, die einzelnen Baugruppen eines Plattenspielers systematisch aufgrund der relevanten physikalischen Prinzipien zu analysieren und meßtech-

nisch gezielt mit Berücksichtigung von Schalleinflüssen zu untersuchen. Dies setzt voraus, daß die Beeinflussung der Baugruppen untereinander als gering anzusehen ist. Allgemeine maschinenakustische Prinzipien zur Schwingungsisolierung von Bauteilen stehen deshalb auch im Mittelpunkt der Arbeit.

Eine schematische Übersicht der Baugruppen eines typischen Plattenspielers zeigt Bild 1.

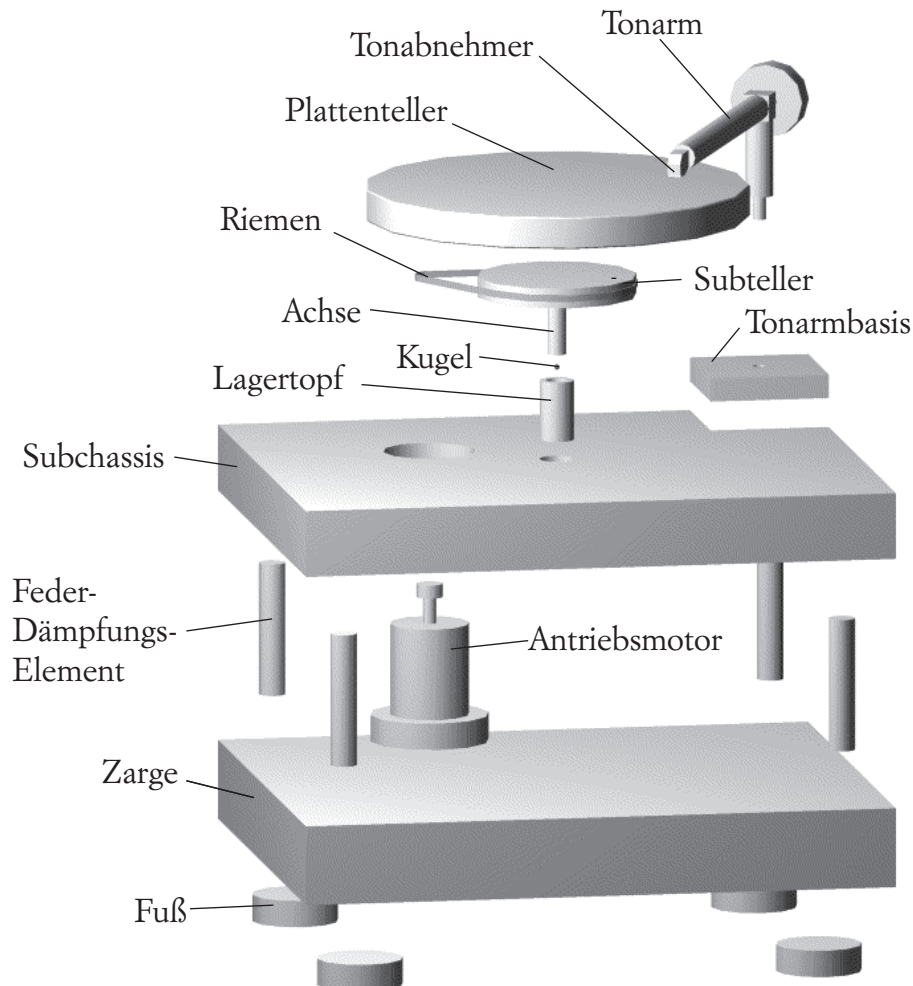


Bild 1: Typische Baugruppen eines Plattenspielers

Ein Plattenspieler besteht aus dem Laufwerk, dem Tonarm und dem Tonabnehmer¹ (HiFi-Jahrbuch, 1984). Die Grundlage bildet das Laufwerk, das für die konstante Rotation der Schallplatte auf dem Plattenteller verantwortlich ist und interne Störungen (Elektromotor, Tellerlager) wie auch externe Störungen (Körperschall, Luftschall) von der Schallplatte fernhalten soll. Die Entkopplung vom Körperschall übernehmen die Feder-Dämpfungs-Elemente, die

¹Der Tonabnehmer wird in der Fachliteratur häufig als Abtastsystem oder System bezeichnet. Wegen der Doppeldeutigkeit in bezug auf die hier untersuchten Modellsysteme wird im Folgenden ausschließlich der Begriff Tonabnehmer verwendet.

zwischen der Zarge und dem Subchassis, der Basis für die Aufbauten, angeordnet sind. Kapitel 2 bezieht bei der Abstimmung der Elemente die Konstruktion der Zarge und der Füße mit ein. Dem Subchassis (Kapitel 3) selber kommt die zentrale Aufgabe zu, die Aufbauten, bestehend aus Tellerlager mit Plattenteller und Tonarmbasis mit Tonarm, möglichst frei von Resonanzen, die durch Luftschall angeregt werden können, zu tragen. Variiert werden dabei die Geometrie wie auch die Materialien, die sich nicht nur durch sehr unterschiedliche Steifigkeiten, sondern auch durch unterschiedliche Werkstoffdämpfungen auszeichnen. Das Tellerlager (Kapitel 4), das in der Übersicht in Bild 1 durch den Lagertopf, die Kugel und die Achse angedeutet ist und geometrisch den Mittelpunkt des Plattenspielers darstellt, soll den Plattenteller möglichst toleranz- und geräuscharm führen. Dazu wird besonderes Augenmerk einerseits auf die Wahl der Reibpartner und andererseits auf die Geometrie gelegt. Der Antrieb des Subtellers und damit des Plattentellers erfolgt über einen Riemen, der nur begrenzte Möglichkeiten der Auslegung bietet. Den Schwerpunkt der Untersuchungen in Kapitel 5 bildet daher die Verbesserung der Drehmomentwelligkeit des Elektromotors. Eine weitgehend ungeklärte Frage ergibt sich aus der Ankopplung der Schallplatte an den Plattenteller. So ist die Schallplatte selber aufgrund ihrer Geometrie und des Materials anfällig für Schwingungen, die sowohl durch den Luftschall wie auch den Abtastvorgang angeregt werden können. Es wird daher untersucht (Kapitel 6), wie sich Kontaktzonen zwischen Schallplatte und Plattenteller bei ebenen und verwölbten Schallplatten ausbilden und durch Klemmechanismen verändern. Dem Tonarm kommt die Aufgabe zu, den Tonabnehmer an seiner Spitze unter vorgegebenem Abtastwinkel mit konstanter Auflagekraft und ohne Seitendruck durch die Plattenrinne zu führen. Mögliche Fehlerquellen stellen dabei Schwingungen des Tonarmlagers wie auch des Tonarmrohrs dar. Kapitel 7 beschäftigt sich mit der sogenannten Einpunktlagerung, die prinzipbedingt einen zusätzlichen Rotationsfreiheitsgrad enthält, der zu Störungen führt. Ziel ist dabei, die Drehschwingung um die Tonarmlängsachse, die durch den Abtastvorgang angeregt werden kann, zu minimieren.

Sowohl der Tonabnehmer, der die in Wellenschrift (Modulation) gespeicherten Signale der Plattenrinne abtastet und analog in elektrische Signale umwandelt, als auch die weitere elektrische und elektrodynamische Signalverarbeitung (Verstärker, Lautsprecher) sind nicht Gegenstand der Untersuchung.