

16 DER RICHTIGE DREH

Der Plattenspieler ist des Vinyl-Junkies Lust und Leid. Je besser er ist, desto besser. Sprechen wir also vom bessermachen und von nichts anderem. Und das fängt gleich beim Anfang an. Der typische Audiophile glaubt, der Tonabnehmer stünde am Anfang der Wiedergabe. Leider kann aber auch der beste Tonabnehmer der Welt nur die Informationen wiedergeben, die er präsentiert bekommt. Es "liest" überhaupt nur Signale, wenn sich der Teller dreht. Die Drehbewegung, die ultimative, präzise Drehbewegung, die in jeder Milli- und Mikrosekunde stets perfekt "in time" ist, diese Drehbewegung steht am Anfang, ohne sie geht nichts. Und da sich der Teller nicht von alleine drehen kann, ist die Antriebseinheit das Teil, das an erster Stelle bedacht werden muss. Wer's nicht glauben will, wird im HiFi-Laden genügend anderes hören.

16.1 Trieleben

Starre Kopplung des Antriebsmotors an die Plattentellerachse wäre das Beste, wenn's nicht leider Unsinn wäre. Denn der dafür erforderliche Motor kann nie im Leben irgendeine raschen Korrekturbewegungen vollführen, und wie wir noch sehen werden, sind diese raschen Korrekturen das A und O des hochpräzisen Gleichlaufs. Womit wir beim Motor wären. Der ideale Plattenspielmotor ist schnell beschrieben. Er hat das Rotorträgheitsmoment null, die Kennliniensteigung null, die Lagerreibung null und die Induktivität null. Er sollte in der Lage sein, in null Mikrosekunden auf seine Nenndrehzahl zu springen. Er ist logischerweise so nicht baubar. Stemmen wir also die Füße auf die Erde und legen reale Daten auf den Tisch. Das Rotorträgheitsmoment sollte kleiner 20 (in Gramm mal Quadratzentimeter) sein; die Kennliniensteigung flacher als 400 (1 pro Minute pro Millinewton pro Meter) sein; an Stelle der Lagerreibung, die niemand feststellt, betrachten wir den Leerlaufstrom, den seriöse Motorenbauer angeben: er beschreibt neben den mechanischen auch die elektrischen Verluste der Maschine, und wir fordern, dass er 30 (Milliampere) deutlich unterschreiten soll; die Induktivität sollte unter 20 (Millihenry) liegen; die gemessene Hochlaufzeit schließlich darf allerhöchstens 20 (Millisekunden) betragen. Ein solcher Motor ist in Deutschland z. B. bei Faulhaber zu bekommen.

Aus praktischer Sicht kommen noch Forderungen hinzu, die genauso wichtig sind wie diese theoretischen Bedingungen. Wir müssen einen Pulley auf den Motor stecken können, und da tut sich unser Maschinenbauer, der das Teil drehen muss, sehr viel leichter, wenn die Motorachse größer als zwei Millimeter ist. Da wir seidenweichen Lauf unter allen Bedingungen verlangen, scheiden die beliebten Kugellager aus, es müssen Sinterlager sein. Ebensovwenig können wir den Motor mit gepulstem Strom betreiben, denn auch das ist dem seidenweichen Lauf abträglich. Die Bürsten des Motors, mit denen er intern den Strom in die Wicklung transportiert, müssen aus Edelmetall sein, und die Unterlagen der wenigen seriösen Motorhersteller, die für den Job in Frage kommen, sagen uns, warum das so sein muss. In solchen Unterlagen stehen übrigens erstaunlich kluge Sachen und obendrein noch von Leuten verfasst, die etwas davon verstehen. Graphitbürsten, auch "Kohlen" genannt, sind jedenfalls out. Interne Kompensationsgeschichten, sprich in den Motor an die Bürsten gebaute Kondensatoren, können wir genau so wenig brauchen, denn sie würden unsere Ansteuerung negativ beeinflussen. Da wir den Motor mit einer baubaren Regelung betreiben wollen, mithin unsere Minimalansteuerung etwa 1,5 Volt beträgt, darf die Zahl der Umdrehungen, die unser Motor pro Volt abgibt, nicht höher als 700 sein (bei einem Pulley von neun Millimetern, der auf einem Plattenteller von ungefähr dreihundert Millimetern arbeitet). Ach, übrigens, wir reden mittlerweile vom Gleichstrommotor, denn nur er hat eine Chance, dieses Anforderungsprofil zu erfüllen. Und wir reden von einem schweineteuren Motor, denn all diese Forderungen lässt sich der Motorenbauer bezahlen. Obendrein berappen wir noch einen Aufpreis, denn welcher vernünftige Mensch bestellt schon einen einzigen Motor? Aus der Sicht jener wenigen Motorenbauer, die für unser Projekt weltweit in Frage kommen, sind Bestellungen erst jenseits der hundert Stück akzeptabel, darunter isses einfach nur lästig. Auch das muss bezahlt werden.

Dieses edle Teil, mit Mühe ausgesucht und endlich beschafft, soll nun irgendwie an den Plattenteller gekoppelt werden, auf dass es ihn drehe. Direktantrieb geht nicht, wie bereits gesagt. Machen wir uns das Leben einfach: kommen wir gleich zur besten Lösung: Riemenantrieb mit einem total unelastischen Riemen, der von einem auf den Motor gesetzten Pulley auf den äußeren Rand des Plattentellers greift. Diese Antriebsvariante setzt einiges voraus. Der Pulley muss die heute machbare Präzision erreichen, und der Plattenteller sollte nicht sehr viel schlechter sein. Schmeißen wir also den wunderhübsch aussehenden, immer und ewig ungenauen Acrylteller weg und greifen uns einen extrem präzise gefertigten, sauber gedrehten Aluteller. Ein Extrabonus wäre es, wenn er feinausgewuchtet wäre. Und der Pulley? Zylindrisch, selbstverständlich, schließlich hat das Fraunhoferinstitut dies als die beste Pulleyform für Riemenantriebe ermittelt. Er sollte die Grenze des heute auf einer Drehbank Machbaren - nicht irgendeiner Drehbank, sondern der einzig richtigen Drehbank! - realisieren. (Zu den Grenzen des Machbaren siehe RGs Artikel über Lagertechnik, der hierfür sinngemäß gilt. Wenn unser Pulley gedreht, montiert sowie gemessen mit einer Präzisionsuhr nirgendwo mehr als ein Hundertstel Millimeter vom idealen Zylinder abweicht, isser in Ordnung. Und man sollte NIE, NIEMALS jemandem glauben, der sagt, das wäre leicht!) Nur wer soll, wer kann ihn herstellen? Weiß ich auch nicht, und wenn ich nicht noch einen Pulley von früher besäße, wäre dies alles graue Theorie. Glücklicherweise hab ich den noch. Der Mann an der Drehbank weigert sich nämlich, noch einmal in seinem Arbeitsleben einen so beschissenen Auftrag anzunehmen. Ach, hab ich vorhin gesagt, der Motor wäre teuer? So ein Quatsch, der Pulley isses, der das wahre Geld kostet, und wenn man einen exzellenten Pulley kriegt, isses ganz egal, ob man zwei- oder dreihundert Piepen dafür bezahlt. Hauptsache, man fällt auf die Knie und spricht ein Dankgebet, denn das ist angebracht.

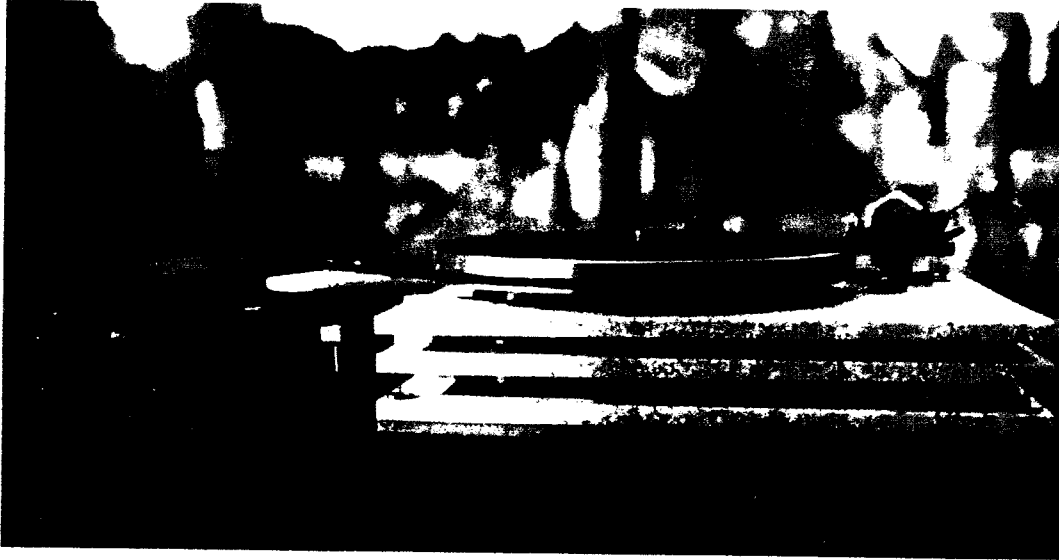
Aus alledem ist leicht zu ersehen, dass erstens eine solche Vorgehensweise weder zu billigen Plattendrehern führt, noch für normale Serienfertigung taugt, sondern dass eine Fertigung allenfalls unter jenen Produktionsbedingungen zustande kommen könnte, die Ferrari, McLaren oder Williams zum Bau ihrer zwei Formel-1-Rennwagen akzeptieren. Geld verdienen kann man da nicht. Und dass zweitens eine gehörige Portion Enthusiasmus den Triebtäter beschwingen muss, um diesen Katalog von Forderungen in real existierende Bauteile umzusetzen. Aber ist das alles denn auch gut und sinnvoll?

16.2 Dogmatiker

In echten HiFi-Hirnen geistert ein Gespenst umher, und das protestiert heftig gegen die eben vorgeschlagenen Maßnahmen. Das Gespenst hat einen Namen: Massenträgheit! Angeblich ist das das Ding, das den Plattenspieler zum gleichmäßigen Drehen bringt. Wie bei vielen Halbwahrheiten wird immer die falsche Hälfte geglaubt. Es ist allerdings nur eine Drittelwahrheit. Newtons Gesetz bringt drei physikalische Größen in einen Zusammenhang: Kraft gleich Masse mal Beschleunigung. Und wenn man nicht alle drei gleichzeitig bedenkt und überlegt, wie sie zusammenhängen, hat man Newton Unrecht getan. Schauen wir mal, wie das geht.

Die Nadel in der Rille bremst die gleichmäßige Bewegung unseres Plattendrehers. Das hat die weitverbreitete HiFi-Gazette AUDIO schon 1981 gemessen und unter das ungläubige Volk gebracht. Es ist wirklich und wahrhaftig wahr und obendrein auch noch genau das, was die Newton'sche Physik sagt. Audio maß in einem Beispielfalle, ob bei einem Burstsinal von über 3 kHz tatsächlich die auf der Meßplatte eingravierte Frequenz ankam. Sie kam nicht, es fehlten vier Hertz, welchselbe die austastende Nadel weggebremst hatte. Diese Reibung der Nadel in der Plattenrinne ist das Phänomen, das den Plattenspieler von allen anderen Abspielgeräten unterscheidet. Sie kann nie beseitigt werden. Der Plattenteller wird im Rhythmus des Musiksinals durch die Tonabnehmeradel gebremst. Immer, wenn er spielt. Selbst noch soviel Masse im Plattenteller bringt diese Bremsung nicht weg. In Newton'scher Sprache formuliert: Die Nadel erfährt in der Rinne eine Reibung, und diese Reibung ist eine Kraft, die der ursprünglich gleichmäßigen Bewegung entgegengesetzt ist. Soweit ist die Situation noch völlig unabhängig von der Masse. Der negativen Kraft entspricht einer negative Beschleunigung, eine Bremsung der

ursprünglichen Bewegung, das genau sagt Newtons Gesetz. Habe ich eine doppelt so große Masse, ist die Beschleunigung nur halb so groß, der Plattenteller wird also nur halb so stark gebremst. Und das ist gut so. Der Mist ist, dass ich auch diese halb so große Bremsung mit meinem Motor wieder wegbringen muss, beim Auto drückten wir dazu aufs Gaspedal. Aber was nützt die dank der Masse nur halbe Beschleunigung, wenn bei gleichem Motor das Auto doppelt so massig ist?



Das ist schlecht, sehr schlecht sogar. Mein Automotor bräuchte, um das genau so gut zu können wie bei einem Gefährt mit halber Masse, das doppelte Drehmoment, nicht die doppelte PS-Zahl. Freilich ist mein Automotor starr an die gesamte Antriebsmechanik gekoppelt. Diese starre Kopplung, in HiFi-Sprache 'Direktantrieb' geheißen, hab ich aber leider nicht, kann ich nicht haben, denn ein Direktantriebsmotor kann keine der obigen Forderungen erfüllen. Das ist noch wesentlich schlechter. Hohe Plattentellermasse bringt in Bezug auf die gleichmäßige Drehbewegung nichts. Die Abweichungen von der idealen Drehzahl sind anders verteilt, aber - physikalisch gesehen - keineswegs geringer. Ist traurig, ist aber so. Und das weiß sogar Fritzchen. Nur wenn er HiFi-Fritz heißt, glaubt ers oft nicht. Wenn wir ihm die Aufgabe stellen sich ein Auto auszusuchen, mit dem er bei wüster Berg- und Talfahrt auf der Einbahnstrasse zu jeder tausendstel Sekunde dasselbe Tempo beibehält, wählt selbst HiFi-Fritz den leichten Porsche mit dem starken Motor. Denn der bringt's, der bringt mit einem Druck auf's Pedal jede Bremsung durch bucklige Straßen weg. Und hohe Masse ist da eher hinderlich. Fritz weiß aus dem ordinären Autoalltag, dass ein massiger LKW am Berg grausam an Tempo verliert, und danach nur unendlich schwer wieder auf Tempo zu bringen ist, deshalb wählt er keinen LKW. Nur der HiFi-Fritz, der schreit nach hoher Plattentellermasse. Ich weiß es, denn er hat's mir wieder und immer wieder erzählt. Ich mag es schon kaum noch hören. Erinnerung dich doch daran, Fritz, dass du auch Autofahrer bist.