

**AAA-CH**  
**Bulletin**  
**WINTER**  
**2008/09**

# **ANALOGUE AUDIO ASSOCIATION**



Verein zur Erhaltung und Förderung der analogen Musikwiedergabe.



- **Studiotechnik: Studer C37**
- **Klavierkonzerte von Rachmaninow, Grieg und Beethoven**
- **Oscar Klein**

## Technik und Tipps

# Analoge Legenden der professionellen Studiomagnetbandtechnik: Studer C37

Ein Beitrag von Andreas Kuhn



### Das Laufwerk

Das Laufwerk war für waagrechten Betrieb ausgelegt und konnte bis zu einem Winkel von max. 30 Grad hinten erhöht werden, was einen Einbau in entsprechende Studio-Konsolen ermöglichte. Nach dem Öffnen der Montageplatte bleibt die Maschine voll betriebsfähig.

Sämtliche Baugruppen sind mit Steckverbindungen versehen und können somit in kürzester Zeit servicefreundlich durch das Lösen von wenigen Schrauben ausgetauscht werden.



Man schrieb das Jahr 1960, als das erste Serienexemplar der mittlerweile wahrhaft legendären Studiotonband-Maschine Typ C37 auf den Markt kam. Diese gilt heute als der heilige Gral unter den Bandmaschinen, unter anderem weil die Abbey Road Studios in der gleichnamigen Strasse in London die C37 ab 1962 für das Mastering der Beatles-Aufnahmen verwendeten. Sie repräsentiert zusammen mit ihrer Schwester der vierspurigen J37 die komplexeste, auf Röhrentechnik basierende Maschine, die je gebaut worden ist. In ihrer Grundkonzeption markiert das hier besprochene Modell jenen Standard, der bei Tonstudios weltweit als künftiger Massstab für Tonqualität und Zuverlässigkeit galt und für alle kommenden Modelle aus dem Hause Studer basiskonstruktiv unverändert blieb. Der Konstruktion der C37 ist das «Baustein»-Prinzip zugrunde gelegt. Jedes Teil und Aggregat ist leicht zugänglich und kann einfach ausgetauscht werden. Die Verdrahtung des Gerätes ist so gewählt, dass durch Einsetzen der nötigen Verstärker und Kopfräger die Maschine innerhalb kürzester Zeit neuen Anforderungen angepasst werden kann. Erhältlich war die Studer C37 als Mono- und Stereo-Maschine, sowie in den Sonderversionen mit Pilotton oder Vorabhörkopf und als nur Wiedergabe-Variante.



Die äusserst geringen Tonhöhenchwankungen der Studer C37 wurden durch eine Anzahl konstruktiver Massnahmen im Bandantrieb erreicht. Durch die kleine Entfernung zwischen der Vorberuhigungs-Schwungmasse und den Tonköpfen einerseits, sowie diesen und den Bandantriebs-

Welle andererseits, konnten die gefürchteten Längsschwingungen des Tonbandes verhindert, beziehungsweise frequenzmässig weit über den Hörbereich verlagert werden. Somit wurde die Verwendung von Bandberuhigungsrollen zwischen den Tonköpfen, die ihrerseits wieder zu Störungen führen können, überflüssig. Das gesamte Laufwerk wird durch ein eigenes entsprechend abgesichertes Netzteil, das so genannte «Laufwerk-Netzgerät», versorgt. Es ist an einer Haltebrücke zwischen den beiden Wickelmotoren montiert. Der Relaiskasten für die Steuerung aller Laufwerkfunktionen ist an der Unterseite des erwähnten Netzgerätes befestigt. Er enthält 9 steckbare Kammrelais vom Typ Siemens 154 d/93 n, die auf der Zwischenplatte (gedruckte Schaltung) montiert sind und nach deren Hochkippen ausgewechselt werden können. Weiter sind an der Unterseite des Relaiskastens 12 steckbare Schrack Starkstrom-Relais montiert. Die Wicklungen sämtlicher Relais sind durch einen Silizium-Gleichrichter entstört.



### Der Kopfträger

Der Kopfträger ist leicht abnehmbar. Sein Gehäuse ist massiver Aluminiumguss. Die darin eingebauten hochhohmigen Tonköpfe lassen sich in der Höhe einstellen und sind um zwei Achsen taumelbar. Die Köpfe selber sind über je 5 Schrauben mit dem Kopfträger verbunden. Um gleichmässige Abnutzung über die gesamte Bandbreite zu gewährleisten, sind die Kopfspiegel des Aufnahme- und Wiedergabekopfes ca. 1/10 mm schmaler als das Band. Köpfe und Abschirmung sind so bemessen, dass der Frequenzgang im Bereich der tiefen Frequenzen erhalten bleibt. Aufnahme- und Wiedergabekopf werden durch Abschirmbecher aus MU-Metall abgeschirmt, um Einstreuungen starker Fremdfelder wirksam zu vermeiden. (Mu-Metall –  $\mu$ -Metall, englisch permalloy – ist eine weichmagnetische Nickel-Eisen-Legierung hoher magnetischer Permeabilität, die zur Abschirmung niederfrequenter Magnetfelder eingesetzt wird.) An Eintritts- und Austrittsseite des Bandes sind Bandführungen aus Hartmetall angebracht. Sie dienen der exakten Höhenführung des Bandes. Die Weite der Bandführung beträgt 6,3 mm bzw. 1/4". Dies entspricht der genormten Bandbreite von 6,25 +/- 0,5 mm. Der Anschluss des Kopfträgers zur Maschine erfolgt über Tuchel-Messerleisten, die gut abgeschirmt im

Kopfträger eingebaut sind und ausreichende Schaltmöglichkeiten auch für Stereo-, Pilotton- und Mehrspur-Kopfträger bieten.

### Wickelmotoren und Bremsen

Zum Wickeln werden leistungsfähige Rohrläufer-Motoren verwendet. Sie weisen ein über den ganzen Umfang gleichmässiges Drehmoment ohne Nutenrasterung auf. Auf den Achsen der Wickelmotoren sind die Bremstrommeln mit den Adapterträgern zur Aufnahme der Bandteller, Bandkerne und Flanschspulen aufgesteckt. Die Höhe der Bandteller kann durch Verschieben der Bremstrommeln verstellt werden. Die Studer C-37 hat drei voneinander unabhängige Bremssysteme. Die Betriebsbremsung erfolgt elektrisch durch den Abwickelmotor, dem ein von der Bandzugwaage gesteuerter Gleichstrom zugeführt wird.

Durch letzteren wird eine Wirbelstrom-Bremsung erzeugt. Weil der betriebsmässige Bandzug auf der Abwickelseite durch diese Einrichtung konstant gehalten wird, kann er auch relativ gering sein, und bewirkt damit eine erheblich Schonung der Bänder und der Tonköpfe. Die mechanischen Bremsen an den Bandtellern dienen somit lediglich als Festhaltebremsen und zur Stillsetzung der Maschine. Diese Bremsbänder sind aus rostfreiem Stahl. Der Bremsbelag selber besteht aus einem Nylongewebe, welches seine Eigenschaften über eine sehr lange Zeit beibehält. Die Abnutzung ist daher sehr gering, weil die Bremsen auf ein sehr niedriges Bremsmoment abgestimmt sind.

### Die Bandzugwaage

Ein besonderes Kennzeichen der Studer Tonbandmaschinen ist die Bandzugwaage. Sie hat die Aufgabe, den Bandzug auf der besonders kritischen Abwickelseite, für alle im Studiobetrieb vorkommenden Spulendurchmesser, in der Funktion «Aufnahme» und «Wiedergabe» konstant zu halten. Ruckartige Stösse, die z.B. durch schlechte Klebestellen verursacht werden, gleicht sie entsprechend aus. Bei Bandende oder Bandriss übernimmt die Bandzugwaage nach Zurückdrehen in ihre Ausgangsstellung die Funktion der Stopptaste. Ebenso schaltet sie den Capstan-Motor aus bzw. ein.



Nach Einlegen des Bandes wird die Bandzugwaage durch ein leichtes Strecken des Bandes in ihre Arbeitsposition gebracht. Dadurch wird der Capstan-Motor eingeschaltet. Durch den Zug des Bandes wird das auf der Achse der

Waage befindliche Stufen-Potentiometer jeweils in eine dem Zug proportionale Stellung gebracht. Dieses Potentiometer steuert über einen Regeltransistor den Gleichstrom, der die Bremsung des Abwickelmotors bewirkt.



### Das Capstan-Aggregat

Der Bandantrieb erfolgt direkt d.h. ohne Zwischenschalten eines Getriebes durch einen Hysterese-Synchromotor, der zur Erzielung der beiden Bandgeschwindigkeiten (19 und 38cm/s) polumschaltbar ist. Der Motor treibt über eine elastische Kupplung die Capstan-Welle schlupffrei an, die ihrerseits mit einer schweren Schwungmasse verbunden ist. Fest mit dem Capstan-Aggregat zusammengebaut ist die Andruckvorrichtung mit dem Betätigungsmagneten und der Andruckrolle. Die Andruckkraft der Gummirolle lässt sich während des Betriebs von oben durch eine Öffnung in der Laufwerksplatte einstellen.

### Bandschere und Zählwerk

Die eingebaute, mit einem Motor über einen Exzenter angetriebene Bandschere ist zwischen der rechten Umlenkrolle und der Capstan-Welle in die Montageplatte eingelassen. Diese Einrichtung dient zur Erleichterung der Produktionsarbeit und erlaubt es, auf einfache Weise, das Band sorgfältig im richtigen Winkel ohne Auslegen aus der Bandführung zu schneiden. Um unbeabsichtigtes Scheiden zu verhindern, kann die Schere nur durch Drücken der Taste «Schere» und gleichzeitiges Entsichern der Verriegelung betätigt werden.



Das Zählwerk war eine Neuheit; es zeigt die Programmdauer nicht mehr in Metern, sondern erstmals in Minuten und Sekunden an. Bei 38,1 cm/s (15") ist die Programmdauer direkt ablesbar; bei 19,5 cm/s (7,5") ist die angezeigte Zeit mit zwei zu multiplizieren.

### Verstärkerteil



Das Netzgerät des Verstärkerteils



Stabilisator Verstärkerteil

Alle Einheiten sind mit einer Steckleiste versehen und können mit einem Griff ausgewechselt werden. Dazu drückt man die rote Verriegelungstaste und zieht gleichzeitig das entsprechende Aggregat heraus. Beim Auswechseln der Aggregate muss die Maschine ausgeschaltet sein! (Gefahr durch permanente Magnetisierung der Tonköpfe durch Stromstöße.) Beim Wiedereinsetzen schnappt die Verriegelung selbstständig ein. Die Verstärker-Elektronik wird über ein separates Verstärker-Netzteil versorgt und ist in zwei Einheiten (Netzteil und Stabilisator-Einschub) aufgeteilt, welche die Stromversorgung für alle Verstärker, einschliesslich Oszillator, sicherstellt. Der grosszügig dimensionierte Netztransformer ist durch Verwendung eines Schnittbandkernes äusserst stromarm aufgebaut. Silizium-Leistungsgleichrichter liefern Anoden- und Heizspannung. Ein Selen-Flachgleichrichter speist den Stabilisator. Metallpapier-Ladekondensatoren ergeben höchste Zuverlässigkeit. Auf der Oberseite des Verstärker-Netzteils sind die Sicherungen angebracht. Bei defekter Sicherung leuchtet jeweils eine, in der Kappe des Sicherungshalters angebrachte, Glüh- oder Glimmlampe auf. So ist klar zu erkennen, welche Sicherung durchgebrannt ist. Die einzelnen Baugruppen sind untereinander mit einem Kabelkanal zugeschaltet. Um die Einheiten ausserhalb der Maschine prüfen zu können, stehen zwei Service-Verbindungskabel zur Verfügung. Die Verstärker enthalten eine relaisgesteuerte Umschaltung für die Entzerrungsnormen nach CCIR und NAB für beide Geschwindigkeiten. Der Entzerrungs-Umschalter befindet sich auf der Vorderseite des Stabilisator-Bausteins. Alle Entzerrungen und Pegel für die verschiedenen

Geschwindigkeiten und Normen sind getrennt einstellbar. Auf der Rückseite jedes Verstärkers befindet sich ein entsprechender Schiebeschalter. Er ist je nach Ausrüstung der Maschine in die Stellung MONO oder STEREO zu bringen.

### Einstellungen und Messungen

Die elektrischen Einstellungen und Messungen schliessen im Wesentlichen einen innerhalb der Normung liegenden Frequenzgang, bei optimalem Kompromiss zwischen Verzerrung und auswertbarer Dynamik, in sich. Dieser Kompromiss verlangt bei der magnetischen Aufzeichnung eine Verzerrung des Aufnahmevorganges und eine gleiche, aber gegenläufige der Wiedergabe, damit «über alles» gesehen der Frequenzgang linear ist. Es genügt also keinesfalls, den Frequenzgang «über alles» linear zu halten, da sich sonst unhaltbare Frequenzgänge ergeben würden, wenn – was die Regel ist – Aufnahme und Wiedergabe nicht auf derselben Maschine erfolgen. Durch internationale Vereinbarungen ist der Frequenzgang des Wiedergabekanals festgelegt. Der Frequenzgang des Aufnahmekanals ist hingegen nicht festgelegt. Er ist so zu wählen, dass sich, in Verbindung mit der Beschaffenheit des verwendeten Magnetbandes, ein linearer Frequenzgang «über alles» ergibt. Die Normungen für den Frequenzgang des Wiedergabekanals sind die CCIR, nach Empfehlung No. 135 (London 1953) und No. 209 (Warschau), die von vielen nationalen Normungen übernommen wurden. Neben der CCIR-Festlegung hat in den USA die NAB-Norm eine wesentliche Verbreitung erfahren. Die STUDER C-37 ist normalerweise nach CCIR entzerrt, und kann für die NAB Entzerrung bei der MKII Version entsprechend umgeschaltet werden.

### Der Aufnahmeverstärker

Der symmetrische Eingang ist über einen 1:1-Übertrager auf den 4-stufigen Aufnahmeverstärker geschaltet. Über Potentiometer wird die getrennte Pegelregelung für beide Geschwindigkeiten und Entzerrungen eingestellt. Die Umschaltung erfolgt über Relais automatisch bei Geschwindigkeits-, beziehungsweise Entzerrungswahl. Der 3-stufige Vorverstärker enthält eine frequenzabhängige Gegenkopplung für die

Aufnahmeentzerrung. Die Einstellung hierzu erfolgt ebenfalls mit separaten Potentiometern.



Der Aufnahmeverstärker ist so ausgelegt, dass eine Übersteuerungsreserve von ca. 15 db am Ausgang vorhanden ist. Diese ermöglicht auch die Verwendung von sogenannten High-Output-Bändern (z.B. Quantegy GP9). Über Aussteuerungsfragen und den notwendigen Kompromiss zwischen Klirrfaktor und Geräuschspannung bin ich bereits beim Punkt «Einstellung und Messung» genauer eingegangen.

### Oszillator und Messinstrument



Die Erzeugung der zur Aufnahme und Löschung notwendigen Hochfrequenz von ca. 80 kHz erfolgt in einer, mit der Doppel-Triode E 188 CC aufgebauten, symmetrischen und stabilen Gegentaktschaltung. Der Löschkopf wird aus der Sekundärwicklung des als Schwingkreis-Induktivität wirkenden HF-Trafos gespeist. Um einen nahezu perfekten Rauschspannungsabstand zu erhalten, wird die Vormagnetisierung für den Aufnahmekopf nicht, wie sonst üblich, beim Oszillator direkt abgenommen, sondern es wird auf die Hochfrequenz anodenseitig abgestimmte Gegentaktstufe zwischengeschaltet, die den hochfrequenten Klirrfaktor auf einen

Wert weit unterhalb eines für Rauschen verantwortlichen Wertes herabsetzt. Diese abgestimmte HF-Stufe ermöglicht es, auf den üblichen Symmetrisierabgleich zu verzichten, da dieser instabil ist und somit eine entsprechende Nachreglung erfordern würde. Zur Kontrolle der Betriebsspannungen und -Ströme innerhalb der Studer C37 ist ein Messinstrument mit Wahlschaltung eingebaut. Durch entsprechendes Umschalten dieses Instrumentes lassen sich die folgenden Spannungen und Ströme überwachen:

1. Ua-Oszillator (Anodenspannung)
2. Ua-Verstärker (Anodenspannung)
3. U-Relais (Betriebsspannung für die Relaischaltung)
4. U-Heizung (Gleichstrom-Heizung für die Anfangsstufe)
5. I-Bremsstrom
6. I-Löschkopf (HF-Spannung)
7. I-Vormagnetisierung K1 (Vormagnetisierungsstrom Spur 1)
8. I-Vormagnetisierung K2 (Vormagnetisierungsstrom Spur 2)

#### Die Wiedergabe-Verstärker

Der Wiedergabe-Verstärker ist schaltungstechnisch ein dreistufiger, stark gegengekoppelter Spannungsverstärker, mit anschliessender Phasendreh- und Gegentaktstufe. Die beiden Eingangstrioden sind in Kaskade geschaltet. Ausserdem werden die beiden Doppeltrioden mit Gleichstrom beheizt, wodurch sich ein guter Fremdspannungsabstand ergibt. Die dritte Stufe dient als Impedanzwandler. Im Gegenkopplungszweig, Kathode / Kathode, liegen die Zeitkonstantenglieder für die Entzerrung. Deren Umschaltung erfolgt automatisch über Relais. Zwischen der dritten Stufe und den Pegelreglern sind ein Sperrkreis zur Unterdrückung der Hochfrequenz 80 kHz und die Regelglieder für die Spaltkorrektur mit Trimmern angebracht. Die Umschaltung für die eingestellte Bandgeschwindigkeit erfolgt durch die Relais. Der darauffolgende Gegentakt-Leistungsverstärker sichert bei niederem Innenwiderstand eine hohe Ausgangsspannung.



## Anlässe:



**Samstag 7. Februar 2009  
10.30 – 16.00 Uhr in Spiez:**

### **Bandmaschinen Workshop bei Andreas Kuhn**

Die Tonbandtechnik blüht seit einigen Jahren wieder richtig auf und somit auch die Mythen und Märchen, die sich um das Band und deren Technik ranken. Es ist also an der Zeit, das Wissen um diese Technik wieder aufzufrischen bzw. sich anzueignen. Ziel des Workshops ist die Einführung in Theorie und Praxis der Bandmaschinen sowie grundlegende Kenntnisse zur magnetischen Bandaufzeichnung. Das Thema Service und das Einmessen von Bandmaschinen runden diesen Workshop ab.

Der Bandmaschinen Fachmann Andreas Kuhn (analog-audio.ch) führt persönlich durch diesen Workshop. Solide Grundkenntnisse in Elektrotechnik sind für diesen Workshop von Vorteil. Die Anzahl der Plätze ist beschränkt!

Eine Anmeldung bis spätestens 30. Januar 2009 ist erforderlich! Vorsicht: Die Berücksichtigung erfolgt in der Reihenfolge des Eingangs der Anmeldungen.

Angemeldete erhalten eine Bestätigung und wie immer eine Wegbeschreibung.

Ein Anmeldeformular liegt dem Heft bei

Anmeldung an:

- Fax: 061 721 62 01
- Post: AAA Switzerland  
Steinackerweg 3  
4105 Biel Benken
- Mail: office@aaa-switzerland.ch