

## 16.4 Einmessen von Bandmaschinen

Die Qualität einer analogen Bandmaschine ist wesentlich davon abhängig, wie gut diese eingemessen ist. Unter Einmessen versteht man die Justage der folgenden Parameter:

- ♦ Die Tonköpfe müssen so eingestellt werden, dass diese exakt senkrecht zur Bandlaufrichtung stehen.
- ♦ Die Höhenfrequenzgänge der Verstärker müssen justiert werden, um einem möglichen Höhenverlust durch abgeschliffene Tonköpfe entgegen zu wirken.
- ♦ Die Aufnahme- und Wiedergabepegel müssen eingestellt werden, so dass der korrekte Bandfluss aufgezeichnet und der korrekte Studiopegel von der Bandmaschine verarbeitet wird.
- ♦ Die Bias muss auf die verwendete Bandsorte eingestellt werden.

Die eben genannten Maßnahmen sollten in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen kontrolliert und nachgestellt werden. Unterbleibt dies, so ist die Bandmaschine sehr bald ein teurer "Staubfänger", der in keiner Weise für einen Tontechniker zufrieden stellend arbeitet. Der Boom der Digitalrecorder und Harddiskrecorder Ende der 90er Jahre ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass nur wenige Tonstudios Wert auf die Pflege und Justage der Bandmaschine gelegt haben und deshalb mit der Leistungsfähigkeit unzufrieden waren.

In diesem Kapitel soll Schritt für Schritt gezeigt werden, wie eine Kompletteinmessung einer Bandmaschine zu erfolgen hat, damit sie optimal funktioniert. Weiterhin wird auch die Routinejustage vorgestellt, die beispielsweise vor jeder Aufnahmesession erfolgen sollte. Bei jedem Schritt wird noch einmal erklärt, wozu diese Einstellung gut ist und was sie für Auswirkungen auf die Gesamtleistung der Maschine hat.

### 16.4.1 Equipment

Um eine Bandmaschine präzise einmessen zu können, ist eine gewisse Menge an Equipment erforderlich. Dieses sollte sich in jedem besser ausgestatteten Tonstudio in der Werkstatt finden lassen.

#### 16.4.1.1 Bezugsband

Das Bezugsband ist die wichtigste Voraussetzung, wenn der Wiedergabeteil der Bandmaschine eingestellt werden soll. Das Bezugsband wird auf einer Präzisionsbandmaschine eines Bandherstellers hergestellt und beinhaltet Referenzsignale, auf die man die eigene Maschine einstellen kann. Ein Bezugsband ist fast immer eine Vollspuraufzeichnung, das heißt, es ist unabhängig von der Spurlage oder der Kanalanzahl einer Bandmaschine verwendbar. Mit einem Vollspurbezugsband lässt sich jedoch nicht die Höhe der Köpfe einstellen, da diese nur über Trennsuren ermittelt werden kann. Weiterhin kann der Wiedergabefrequenzgang im Bassbereich nicht vernünftig kontrolliert werden, da ein zu starkes Übersprechen aus der nicht vorhandenen Trennsur den Pegel verfälscht.

Es gibt spezielle Bezugsbänder mit Trennsuren, die für eine ganz bestimmte Spurlage hergestellt werden. Diese werden bevorzugt im Masteringbereich eingesetzt, da mit ihnen auch die oben genannten Einschränkungen wegfallen.

Jedes Bezugsband hat einen ähnlichen Aufbau: Es besteht aus drei Teilen (Pegeltonteil, Teil zur Spalteinstellung und Frequenzgangteil). In jedem Teil befinden sich bestimmte Pegeltöne, die in Frequenz und Pegel angesagt werden. Somit ist es fast nicht möglich, das Bezugsband falsch zu benutzen. Die Abbildung 16.4-1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines Bezugsbandes.

Bei der Anschaffung eines Bezugsbandes ist auf folgende Parameter zu achten:

- ♦ Richtige Bandbreite: Zur Not kann eine 1" Bandmaschine, die sehr selten vorkommt, auch mit einem ½" Bezugsband und zwei zusätzlichen Leerspulen als Distanzstücke eingemessen werden.
- ♦ Richtige Bandgeschwindigkeit: Sollte eine Bandmaschine mehrere Bandgeschwindigkeiten unterstützen, so wählt man das Bezugsband meist für die schnellste Bandgeschwindigkeit. Sollte es langsamer wiedergegeben werden, so liegen auf jeden Fall alle Pegeltöne im Nutzbereich der Maschine und sind somit zweckdienlich. Die Frequenzgänge, auf die die Maschine eingemessen werden muss, wenn man eine falsche Wiedergabegeschwindigkeit des Bezugsbandes benutzt, sind in der Tabelle 16.4-1 abzulesen. Perfekt wäre es, für jede verwendete Bandgeschwindigkeit ein passendes Bezugsband zu benutzen.

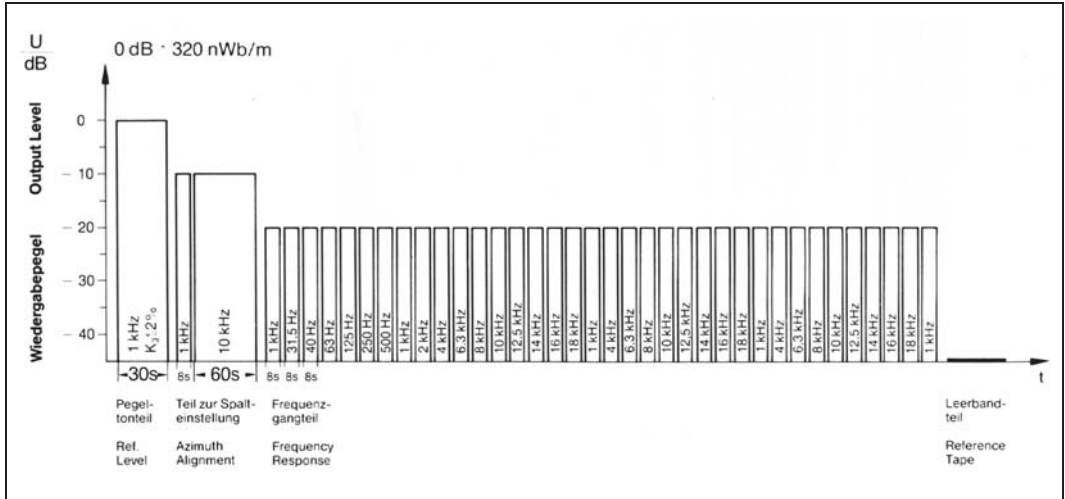


Abb. 16.4-1: Aufbau eines Bezugsbandes (Abbildung: BASF).

- Richtiger Bandfluss: siehe hierzu auch das Kapitel 8.2.8. Wird ein Bezugsband mit einem falschen Bandfluss eingesetzt, so muss die 0VU Marke entsprechend korrigiert werden. Würde beispielsweise für eine Homerecording Mehrspurmaschine statt eines  $\frac{250 \text{ pWb}}{\text{mm}}$  Bandes ein  $\frac{514 \text{ pWb}}{\text{mm}}$  Band verwendet, so lägen alle Pegeltöne des "falschen" Bandes um

$$20 \cdot \log \frac{514 \frac{\text{pWb}}{\text{mm}}}{250 \frac{\text{pWb}}{\text{mm}}} = 6,26 \text{ dB}$$

- zu hoch. Wird also auf dem Bezugsband der Referenzpegel von 0VU angesagt, so muss die Bandmaschine so justiert werden, dass das VU-Meter 6,26dB anzeigt. Wenn man die Pegeldifferenz jederzeit korrekt mit einrechnet, so ist es problemlos möglich, ein Bezugsband mit einem falschen Bandfluss zu benutzen.
- Richtige Wiedergabeentzerrung: Es muss bekannt sein, ob die Maschine eine Wiedergabeentzerrung nach DIN oder nach NAB hat. Würde man versuchen, die Maschine mit dem falschen Bezugsband auf einen linearen Frequenzgang einzustellen, so wird es kaum gelingen, und man hätte als Ergebnis eine völlig

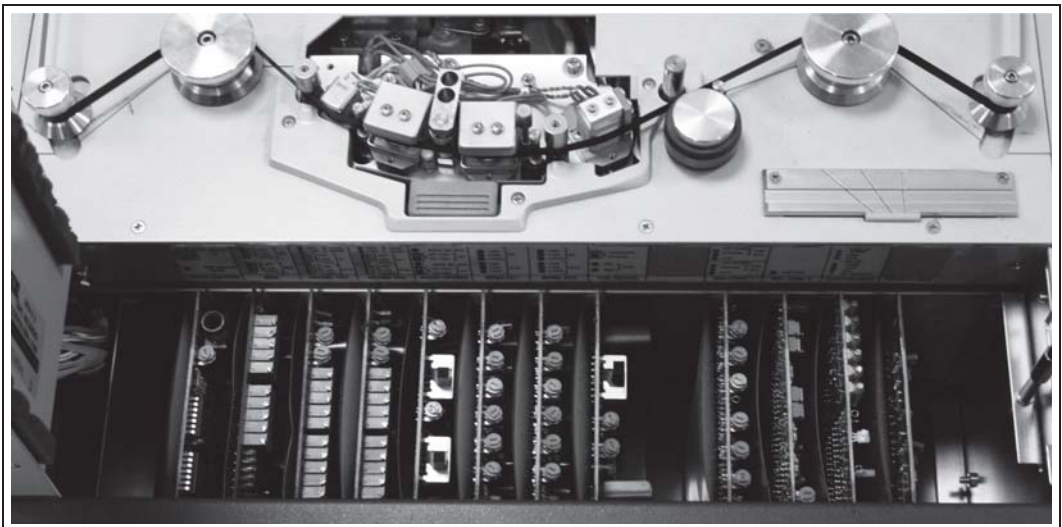


Abb. 16.4-2: Unter einem Deckel der Maschine sind die Einstellpotis

Bezugsband hat 30ips/17,5µs oder 15ips/35µs oder 7,5ips/70µs - Maschine hat 30ips/17,5µs oder 15ips/35µs oder 7,5ips/70µs		
Keine Korrektur nötig - diese Normen sind untereinander kompatibel		
<b>Bezugsband hat 30ips/17,5µs - Maschine hat 15ips/3180+50µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
63Hz	32Hz	-5,48dB
125Hz	63Hz	-2,16dB
250Hz	125Hz	-0,65dB
500Hz	250Hz	-0,17dB
1000Hz	500Hz	0,00dB
2000Hz	1000Hz	0,18dB
4000Hz	2000Hz	0,66dB
8000Hz	4000Hz	1,61dB
10000Hz	5000Hz	1,95dB
12500Hz	6300Hz	2,24dB
16000Hz	8000Hz	2,51dB
20000Hz	10000Hz	2,69dB
<b>Bezugsband hat 15ips/3180+50µs - Maschine hat 30ips/17,5µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	64Hz	5,56dB
63Hz	125Hz	2,31dB
125Hz	250Hz	0,83dB
250Hz	500Hz	0,35dB
500Hz	1000Hz	0,18dB
1000Hz	2000Hz	0,00dB
2000Hz	4000Hz	-0,48dB
4000Hz	8000Hz	-1,43dB
8000Hz	16000Hz	-2,33dB
10000Hz	20000Hz	-2,51dB
<b>Bezugsband hat 15ips/3180+50µs - Maschine hat 15ips/35µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	32Hz	5,56dB
63Hz	63Hz	2,31dB
125Hz	125Hz	0,83dB
250Hz	250Hz	0,35dB
500Hz	500Hz	0,18dB
1000Hz	1000Hz	0,00dB
2000Hz	2000Hz	-0,48dB
4000Hz	4000Hz	-1,43dB
8000Hz	8000Hz	-2,33dB
10000Hz	10000Hz	-2,51dB
12500Hz	12500Hz	-2,64dB
16000Hz	16000Hz	-2,74dB
20000Hz	20000Hz	-2,79dB
<b>Bezugsband hat 15ips/35µs - Maschine hat 15ips/3180+50µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	32Hz	-5,56dB
63Hz	63Hz	-2,31dB
125Hz	125Hz	-0,83dB
250Hz	250Hz	-0,35dB
500Hz	500Hz	-0,18dB
1000Hz	1000Hz	0,00dB
2000Hz	2000Hz	0,48dB
4000Hz	4000Hz	1,43dB
8000Hz	8000Hz	2,33dB
10000Hz	10000Hz	2,51dB
12500Hz	12500Hz	2,64dB
16000Hz	16000Hz	2,74dB
20000Hz	20000Hz	2,79dB

Tab. 16.4-1: Korrekturwerte zwischen NAB und DIN und verschiedenen Bandgeschwindigkeiten

<b>Bezugsband hat 15ips/3180+50µs - Maschine hat 7,5ips/3180+50µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
63Hz	32Hz	-3,01dB
125Hz	63Hz	-1,17dB
250Hz	125Hz	-0,16dB
500Hz	250Hz	0,13dB
1000Hz	500Hz	0,00dB
2000Hz	1000Hz	-0,71dB
4000Hz	2000Hz	-2,34dB
8000Hz	4000Hz	-4,19dB
10000Hz	5000Hz	-4,63dB
12500Hz	6300Hz	-4,96dB
16000Hz	8000Hz	-5,22dB
20000Hz	10000Hz	-5,37dB

<b>Bezugsband hat 7,5ips/3180+50µs - Maschine hat 15ips/3180+50µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	64Hz	2,25dB
63Hz	125Hz	0,45dB
125Hz	250Hz	-0,55dB
250Hz	500Hz	-0,84dB
500Hz	1000Hz	-0,71dB
1000Hz	2000Hz	0,00dB
2000Hz	4000Hz	1,63dB
4000Hz	8000Hz	3,48dB
8000Hz	16000Hz	4,51dB
10000Hz	20000Hz	4,67dB

<b>Bezugsband hat 7,5ips/3180+50µs - Maschine hat 7,5ips/70µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	32Hz	5,00dB
63Hz	63Hz	1,75dB
125Hz	125Hz	0,28dB
250Hz	250Hz	-0,17dB
500Hz	500Hz	-0,23dB
1000Hz	1000Hz	0,00dB
2000Hz	2000Hz	0,68dB
4000Hz	4000Hz	1,64dB
8000Hz	8000Hz	2,25dB
10000Hz	10000Hz	2,35dB
12500Hz	12500Hz	2,42dB
16000Hz	16000Hz	2,47dB
20000Hz	20000Hz	2,50dB

<b>Bezugsband hat 7,5ips/70µs - Maschine hat 7,5ips/3180+50µs</b>		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
32Hz	32Hz	-5,00dB
63Hz	63Hz	-1,75dB
125Hz	125Hz	-0,28dB
250Hz	250Hz	0,17dB
500Hz	500Hz	0,23dB
1000Hz	1000Hz	0,00dB
2000Hz	2000Hz	-0,68dB
4000Hz	4000Hz	-1,64dB
8000Hz	8000Hz	-2,25dB
10000Hz	10000Hz	-2,35dB
12500Hz	12500Hz	-2,42dB
16000Hz	16000Hz	-2,47dB
20000Hz	20000Hz	-2,50dB

Tab. 16.4-1: Korrekturwerte zwischen NAB und DIN und verschiedenen Bandgeschwindigkeiten

Bezugsband hat 7,5ips/3180+50µs - Maschine hat 3,75ips/3180+90µs		
Frequenz auf Bezugsband	Frequenz bei Wiedergabe	Einzustellender Pegel
63Hz	32Hz	-3,24dB
125Hz	63Hz	-1,40dB
250Hz	125Hz	-0,37dB
500Hz	250Hz	-0,04dB
1000Hz	500Hz	0,00dB
2000Hz	1000Hz	-0,14dB
4000Hz	2000Hz	-0,43dB
8000Hz	4000Hz	-0,67dB
10000Hz	5000Hz	-0,71dB
12500Hz	6300Hz	-0,75dB
16000Hz	8000Hz	-0,77dB
20000Hz	10000Hz	-0,78dB

Tab. 16.4-1: Korrekturwerte zwischen NAB und DIN und verschiedenen Bandgeschwindigkeiten

verstellte Maschine, die nicht mehr zu gebrauchen wäre. Falls die Einstellung doch mit einem falschen Bezugsband erfolgen muss, so kann dies gemäß den Korrekturfrequenzgängen in Tabelle 16.4-1 erfolgen. Diese zeigen genau, was passiert, wenn man ein DIN-Band mit einer NAB Maschine wiedergibt und umgekehrt.

- Der Hersteller beziehungsweise die Bandsorte des Bezugsbandes ist egal. Da wiedergabeseitig die Bandsorte keinen Einfluss nimmt, kann das Bezugsband von jedem Hersteller verwendet werden.

### 16.4.1.2 Service-Manual der Maschine

Das Service-Manual der Maschine gibt einem wichtige Informationen über die Position und Funktion der Einstellregler (siehe Abbildung 16.4-2). Weiterhin sind im Service-Manual Testanschlüsse und die dort zu messenden Pegel angegeben. Man findet auch Informationen über die Einstellung des Azimutwinkels sowie über Besonderheiten der Maschine.

Ein Service-Manual ist unverzichtbar für das korrekte Einmessen der Maschine, außer man kennt die Maschine bereits auswendig.

### 16.4.1.3 Sinusgenerator

Grundsätzlich ist der eingebaute Sinusgenerator in einem Mischpult geeignet, um eine Bandmaschine zu justieren. An manchen Stellen wünscht man sich jedoch eventuell zusätzliche Frequenzen oder Funktionen. Als sehr praktikabel hat sich ein externer Sinusgenerator mit "Sweep-Funktion" herausgestellt. Dieser kann auf jeden Fall alle Frequenzen im Audiobereich erzeugen und bietet zusätzlich die

Möglichkeit, die Frequenz alleine durchzustimmen. Die Konstruktion ist ein VCO-Sinusgenerator, der als Steuerspannung ein Sägezahnsignal bekommen kann. Mit Hilfe eines Sweep-Sinusgenerators und eines Oszilloskops lassen sich sehr schnell einfache Frequenzgangmessungen durchführen.

Besonderer Wert ist darauf zu legen, dass der Sinusgenerator einen linearen Amplitudenfrequenzgang aufweist, da er als Referenz für die Aufnahmefrequenzgangeinstellungen verwendet wird.

### 16.4.1.4 AC-Voltmeter

Als Voltmeter ist jedes Messgerät geeignet, das Wechselspannungen linear von 20Hz bis 20kHz messen kann. Digitale Multimeter (DMM) erfüllen diese Bedingung erst in den oberen Preisklassen.

Schneller und komfortabler kann mit einem Röhren- oder FET-Voltmeter gearbeitet werden. Dies ist ein hochwertiges Messwerk in Verbindung mit einem Röhren- oder FET-Gleichrichter, der weit über den Audiobereich hinaus linear arbeitet.

Die einfachste Variante im Tonstudio ist jedoch die Verwendung des VU-Meters im Pult oder in der Bandmaschine. Bei hochwertigen VU-Metern ist deren Linearität von 20Hz bis 20kHz auf jeden Fall gegeben.

In der Praxis ist es einfacher, wenn das verwendete Messgerät auch über eine Dezibel-Skala verfügt. Somit bleibt einem das ständige Umrechnen zwischen Pegel und Spannung erspart. Hierbei ist zu beachten, dass der Pegel meist nur in dBu angegeben wird.

Für das Einmessen von Homerecording-Maschinen, die in dBV justiert werden, ist erneut eine Korrektur nötig. Es gilt: 0dBV = 2,21dBu bzw.: -10dBV = -7,79dBu.

### 16.4.1.5 Oszilloskop

Für das Einstellen des Azimuthwinkels wird ein Oszilloskop im X/Y-Betrieb eingesetzt. Mit diesem kann eine Phasenmessung über Lissajousfiguren durchgeführt werden - vergleichbar mit dem Stereosichtgerät. Für die Azimuthjustage ist auch ein Stereosichtgerät, ein Korrelationsgradmessgerät und zur Not auch ein Spannungsmessgerät geeignet. Möchte man Frequenzgangmessungen mit einem Sweep-Generator durchführen, so kommt man um das Oszilloskop nicht herum. Weiterhin wird es benötigt, um die Clippinggrenze der Maschine experimentell zu ermitteln.

Grundsätzlich ist bereits das einfachste Modell, das über eine X/Y-Messung verfügt, geeignet.

### 16.4.1.6 Entmagnetisierdrossel und Reinigungsset

Die Entmagnetisierdrossel hat die Aufgabe, die Köpfe und die Umlenkrollen der Bandmaschine von eventuell zurückgebliebenen Magnetfeldern zu befreien. Dies sollte an und für sich regelmäßig erfolgen, wird jedoch von vielen Bandmaschinenbesitzern eher vernachlässigt. Da beim Einmessen alle Parameter korrigiert werden, ist es besonders wichtig, dass die Maschine sich in einem sehr sauberen Zustand befindet, da sie ansonsten so eingestellt wird, dass sie dreckig die optimalen Werte hat. Sollte man beim Einmessen feststellen, dass die Pflege der Maschine zu wünschen lässt, so sollte man dem Maschinenbetreiber erklären, dass nur eine gut gepflegte Maschine ihre maximale Leistung bringen kann und die Freude an der frisch eingemessenen Maschine sonst nicht lange anhält.

Als Entmagnetisierdrossel kann prinzipiell das einfachste Modell empfohlen werden. Dieses besteht nur aus einer Spule mit Eisenkern, die durch die Wechselspannung aus der Steckdose versorgt wird. Auf diese Weise erzeugt die Entmagnetisierdrossel ein kontinuierliches 50Hz Wechselmagnetfeld.

Durch langsames Vorbewegen der Spitze der Drossel an den Tonköpfen und den Umlenkrollen können diese entmagnetisiert werden. Hierbei empfiehlt sich eine Schutzkappe auf der Spitze der Drossel, damit kein direkter Metall-Metall Kontakt zwischen Drossel und Kopf entstehen kann, und der Kopf nicht verkratzt wird. Da zum Löschen von Magnetfeldern ein kontinuierlich kleiner werdendes Wechselmagnetfeld benötigt wird, müssen die Bewegungen mit der Drossel langsam erfolgen, sonst würde die Hystereseschleife nicht oft genug durchlaufen werden (siehe Kapitel 8.2.4), und der

Entmagnetisiervorgang hätte die gegenteilige Wirkung: Man würde magnetisieren!

Zum Putzen der Maschine können Wattestäbchen und Alkohol empfohlen werden. Den Alkohol kann man in jeder Apotheke beziehen. Benötigt wird Isopropylalkohol oder Spiritus mit jeweils fast 100%. Die Anschaffung eines speziellen Reinigungssets für Bandmaschinen oder Kassettendecks bringt keine Vorteile mit sich.

Der Alkohol darf nur zum Putzen der Metallteile und Köpfe verwendet werden. Die Andruckrolle darf damit nicht gereinigt werden. Diese sollte man zum Reinigen ausbauen - Vorsicht: eventuell lose Distanzscheiben oder Lager - und mit einer warmen Seifenlösung abwaschen. Nach dem Trockenwischen wieder einbauen und die Lager etwas ölen oder mit ein wenig Graphitfett schmieren. Das Ein- und Ausbauen der Andruckrolle ist in dem Service-Manual der Maschine beschrieben.

### 16.4.1.7 Adapterkabel

Um die verwendeten Messgeräte an das Mischpult oder die Bandmaschine anzuschließen, werden bestimmte Adapterkabel benötigt. Die Messtechnik verwendet als Stecker entweder BNC-Stecker oder Bananenstecker. Letztere heißen in der Fachsprache 4mm-Büschelstecker. Im Audiobereich kommen XLR, Cinch, Mono- und Stereoklinken sowie Tiny-Telephone-Stecker zum Einsatz. Die einfachste Möglichkeit, alle diese Steckerformate miteinander verbinden zu können, sind Adapterkabel, die auf der einen Seite den gewünschten Stecker und auf der anderen einzelne Bananenstecker haben. Die genaue Anschlussbelegung der Stecker ist in Kapitel 4.18 zu finden. Adapter von BNC auf Banane und BNC auf Cinch gibt es fertig vergossen zu kaufen, die anderen muss man selbst herstellen.

## 16.4.2 Blockschaltbild Bandmaschine

Die Abbildung 16.4-3 zeigt das Blockschaltbild einer Standard-Bandmaschine, die mit allen gängigen Reglern bestückt ist. Es ist zu beachten, dass das Schaltbild nur eine Spur zeigt und die Regler entsprechend der Spuranzahl der Maschine öfter vorkommen können. Das Schaltbild dient nur als Anhaltspunkt und sollte auf jeden Fall mit dem tatsächlichen Schaltbild im Service-Manual verglichen werden.

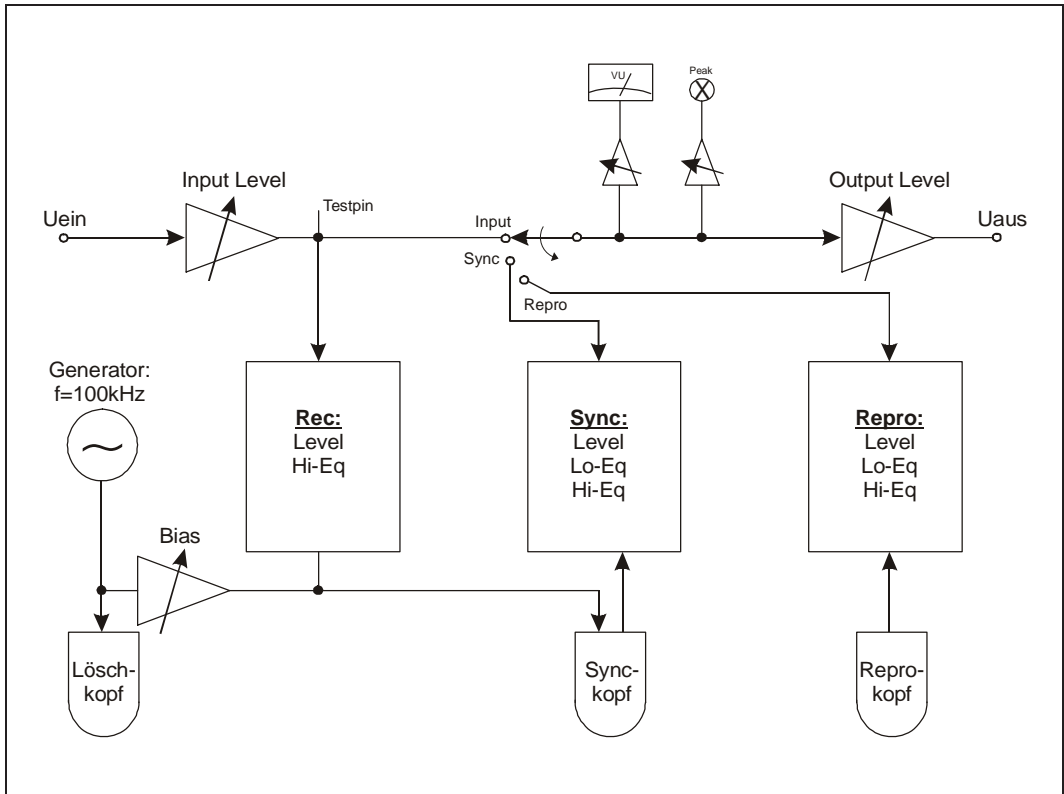


Abb. 16.4-3: Blockschaltbild Bandmaschine (eine Spur)

### 16.4.3 Einmessanleitung

Die folgende Anleitung behandelt alle vorhandenen Regler in der Reihenfolge, in der sie sinnvoll einzustellen sind. Es gibt sicherlich auch andere mögliche Reihenfolgen, allerdings muss eine wichtige Grundregel beachtet werden:

*Zwischen Signalquelle (Bezugsband oder Sinusgenerator) und Messgerät (Voltmeter oder Oszilloskop) darf sich immer nur ein noch nicht eingestellter Regler befinden.*

Würden sich zwei oder noch mehr Regler zwischen Signalquelle und Messgerät befinden, so gäbe es unendlich viele Möglichkeiten, wie man diese beiden Regler einstellen könnte, um den richtigen Pegel am Messgerät zu bekommen. Allerdings wäre es dem Zufall überlassen, ob dann auch der Pegel zwischen den Reglern stimmt.

#### 16.4.3.1 Reinigen

Zum Reinigen der Bandmaschine nimmt man erst die Entmagnetisierdrossel und führt sie langsam an allen Teilen des Bandlaufwerkes vorbei, die magnetisch sein könnten. Aluminium, Edelstahl und Plastikteile können keinen Magnetismus speichern und müssen nicht entmagnetisiert werden. Besonderer Wert ist auf das Entmagnetisieren der Köpfe zu legen.

Die Bandmaschine muss während des Entmagnetisiervorgangs ausgeschaltet sein.

Anschließend wird der Bandlaufpfad der Maschine mit Alkohol und Wattestäbchen geputzt. Dabei taucht man das eine Ende des Wattestäbchens in den Alkohol und wischt mit diesem den Schmutz von den Bandlaufteilen. Mit dem trockenen Ende des Wattestäbchens wird anschließend der noch feuchte, gelöste Schmutz aufgenommen.

Die Andruckrolle darf nicht mit Alkohol geputzt werden, da sie davon Schaden nehmen würde. Sie

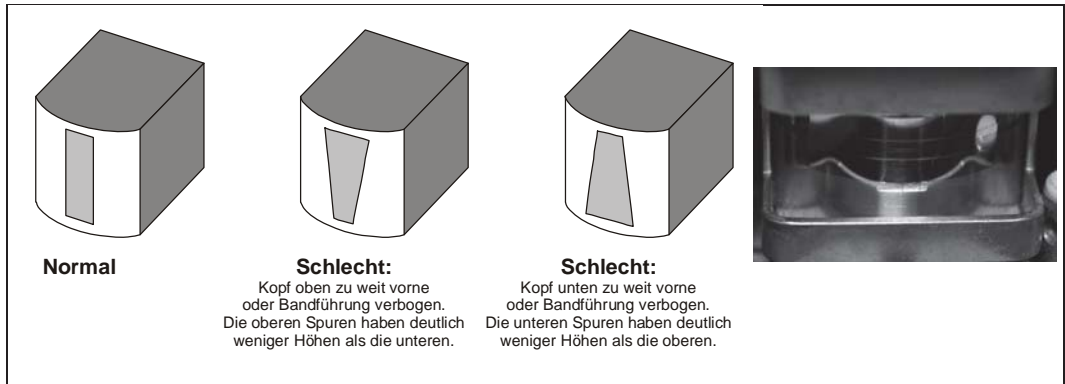


Abb. 16.4-4: Einschleifbilder von Tonköpfen. Rechts das Foto eines normal eingeschliffenen Kopfes.

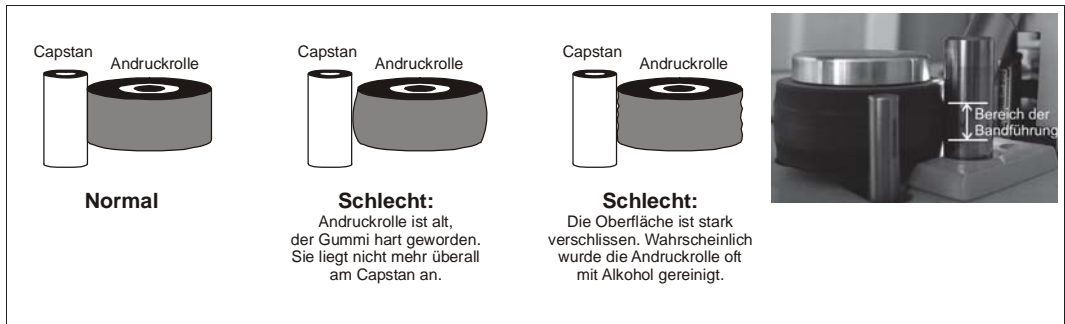


Abb. 16.4-5: Verschleißerscheinungen von Andruckrollen. Rechts das Foto einer (noch guten) Andruckrolle im Betrieb mit einer Lampe hinterleuchtet.

wird bei Bedarf (glänzende oder speckig erscheinende Oberfläche) ausgebaut und mit Seife gereinigt.

### 16.4.3.2 Sichtkontrolle

Es empfiehlt sich, eine Sichtkontrolle der Tonköpfe und der Andruckrolle vorzunehmen, um sich ein Bild zu machen, in welchem Zustand sich die Maschine befindet. Die Sichtkontrolle hat keine direkten Konsequenzen auf den weiteren Einmessvorgang, sie gibt lediglich die Sicherheit, ob bestimmte Einstellungen, die später vorgenommen werden, stimmen können.

Zunächst werden die Köpfe betrachtet, um zu sehen, wie stark und in welcher Form sie eingeschliffen sind. Der Kopf sollte gleichmäßig eingeschliffen sein und nicht trapezförmig (siehe Abbildung 16.4-4). Ein trapezförmig eingeschliffener Kopf deutet auf eine falsche Einbaulage oder verbogene Umlenkrollen hin. Dies sollte jedoch auf keinen Fall korrigiert werden, da sonst der Bandkontakt zum Kopf fehlen könnte und manche

Spuren kein Signal mehr liefern könnten. Eine Korrektur der Einbaulage des Kopfes oder eine Reparatur der Umlenkrollen darf nur in Zusammenhang mit dem Einbau eines neuen Kopfes erfolgen. Man fährt als nächstes mit dem Fingernagel über die Oberfläche des Kopfes. Auf diese Weise lässt sich bei fast allen Köpfen sehr gut fühlen, wie stark ein Kopf eingeschliffen ist.

Aus beiden Informationen kann man nun folgende Schlüsse ziehen: Je stärker eine Spur der Bandmaschine ein- oder abgeschliffen ist, desto weniger Höhenpegel hat diese Spur und desto weiter müssen die Höhenequalizer beim Einmessen aufgedreht werden.

Die Spuren einer analogen Bandmaschine werden immer von oben nach unten gezählt (oberste Spur: Spur 1).

Die Sichtkontrolle der Andruckrolle soll zeigen, ob diese verformt oder hart geworden ist. Dazu kann man zunächst mit den Fingern fühlen, ob sie auf Druck nachgiebig ist. Eine hart gewordene An-



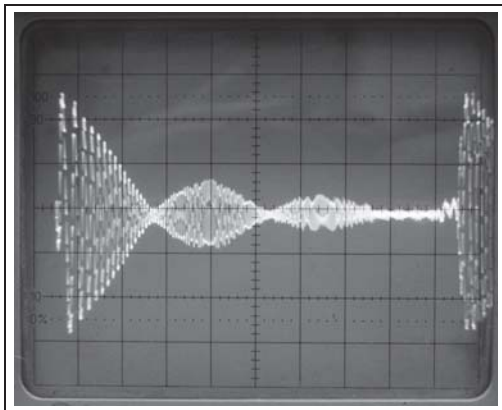
druckrolle sollte ausgewechselt werden, da sie keinen guten Bandtransport gewährleisten und eventuell auch plötzlich brechen kann. Weist die Andruckrolle starke Verformungen auf (Beulen oder eine stark durchgebogene Flanke), so sollte man auch über den Einbau einer neuen nachdenken (siehe Abbildung 16.4-5). Eine stark verformte oder harte Andruckrolle verschlechtert den Bandzug und führt zu Pegelschwankungen in den Höhen und zu schlechtem Gleichlauf. Durch das Hinterleuchten einer Andruckrolle im Betrieb mit Hilfe einer Taschenlampe kann man leicht sehen, ob sie noch im gesamten Bereich der Bandführung am Capstan anliegt (siehe Abbildung 16.4-5). Eine Andruckrolle ist ein Verschleißteil und sollte bei Bedarf erneuert werden.

### 16.4.3.3 Ein- und Ausgangspegel

Das Einstellen des Ein- und Ausgangspegels wird erforderlich, wenn die Maschine in eine neue Studioumgebung kommt. Man stellt damit den internen Maschinenpegel so ein, dass er bei dem gegebenen Studiopegel stimmt.

Hierzu wird an den Eingang der Maschine ein 1kHz/0VU Sinuston angelegt. Die 0VU müssen dem vorhandenen Studiopegel entsprechen (siehe Kapitel 1.3.6). Es empfiehlt sich, den Messton mit dem pultinternen VU-Meter in der Stellung "Tape-Send" zu überprüfen.

Das Voltmeter wird an den Testpin der Maschine angeschlossen. Die genaue Position des Testpins, sowie die Spannung, die dort anliegen soll, ist dem Service-Manual zu entnehmen. Dann wird der Input-Level-Regler so eingestellt, dass die korrekte



**Abb. 16.4-6:** Auswirkungen des Azimuthwinkels auf den Frequenzgang. Hier eine Extremeinstellung, die zu einem Kammfilter im Frequenzgang führt. X-Achse: Frequenz (linear), Messbereich 1kHz-20kHz, Y-Achse Spannung (linear)

Spannung beziehungsweise der korrekte Pegel am Testpin anliegt.

Als nächstes wird das Messgerät am Ausgang der Bandmaschine angeschlossen (hier kann auch wieder das pultinterne VU-Meter in der Stellung "Tape-Return" verwendet werden). Der Output-Level-Regler wird nun so eingestellt, dass am Ausgang der Maschine 0VU anliegen.

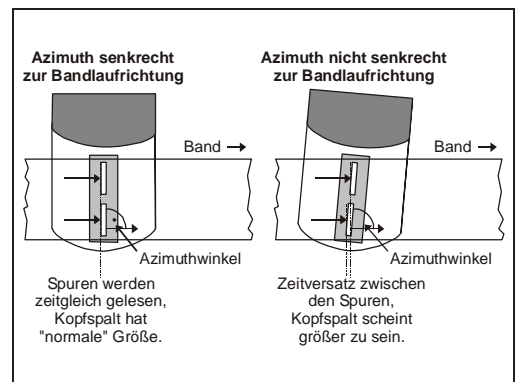
### 16.4.3.4 VU-Meter

Das VU-Meter in der Maschine wird mit dem Meter-Calibrate-Regler auf 0VU gestellt. Sollte das Meter nicht einstellbar sein, so gibt es wahrscheinlich auch keinen Testpin und die Kontrolle des maschineninternen Pegels kann direkt mit dem eingebauten VU-Meter erfolgen.

### 16.4.3.5 Azimuth

Mit Azimutheinstellung ist gemeint, dass der Kopfspalt exakt senkrecht zur Bandlaufrichtung justiert wird. Dies ist wichtig, damit der tatsächlich wirksame Kopfspalt so klein wie möglich wird. Wird die Einstellung des Azimuthwinkels nicht genau genug vorgenommen, so sinkt die höchste übertragbare Frequenz der Bandmaschine und das Signal wird dumpf. Die Abbildung 16.4-6 zeigt die Auswirkungen eines schief stehenden Kopfes auf den Frequenzgang einer Bandmaschine.

Repro- und Sync-Azimuth werden prinzipiell genauso eingestellt. Die Azimutheinstellung erfolgt meist mit einer Innensechskantschraube, in manchen Fällen auch mit Hilfe einer Kreuzschlitzschraube. Welche Schraube genau betätigt werden muss und ob es noch eine Sicherungsschraube gibt, muss man dem Service-Manual entnehmen. Wird auf gut Glück an einer falschen Schraube gedreht, so kann damit der Kopf in der Höhe verstellt oder



**Abb. 16.4-7:** Phasenfehler durch Azimuth

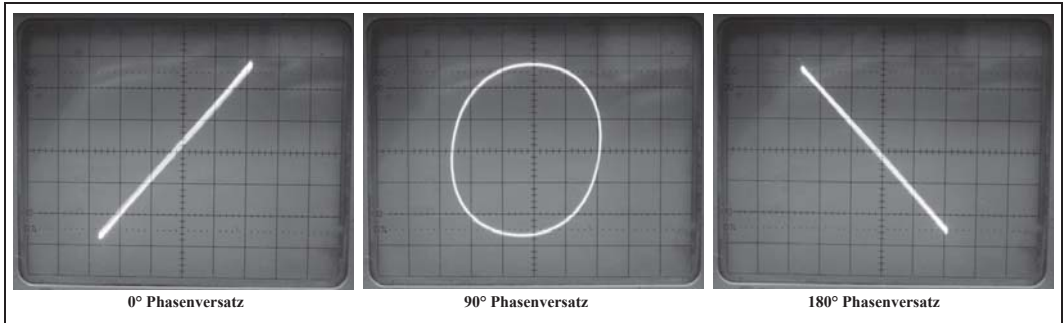


Abb. 16.4-8: Oszilloskopbilder bei der Azimutheinstellung (Oszilloskop auf X/Y-Betrieb).

Maschinenart	Spuren für Phasenmessung
Stereo	L und R
8-Spur	2 und 7
16-Spur	3 und 14
24-Spur	3 und 22

Tab. 16.4-2: Spuren für die Phasenmessung bei der Azimutheinstellung

die Neigung des Kopfes verstellt werden, was auf Dauer zu einem ungleichmäßig abgeschliffenen Kopf führt.

Die Kontrolle des Azimuthwinkels erfolgt mit Hilfe einer Phasenmessung und dem "Teil zur Spalteinstellung" auf dem Bezugsband. Auf dem Bezugsband befinden sich auf allen Spuren gleichphasige Signale. Wenn diese auch phasengleich wiedergegeben werden, dann steht der Kopfspalt senkrecht zur Bandlaufrichtung und der Azimuthwinkel stimmt (siehe Abbildung 16.4-7). Um die Phasenmessung durchzuführen, schließt man das Phasemessgerät (Stereosichtgerät, Oszilloskop im X/Y-Betrieb oder Korrelationsgradmesser) an zwei Spuren an. Welche Spuren verwendet werden sollten, ist in Tabelle 16.4-2 zu sehen. In der Praxis sind dies möglichst weit außen liegende Spuren, jedoch nicht die Randspuren, da diese zu starke Bandführungsprobleme haben könnten.

Vom Bezugsband wird nun der erste Messton wiedergegeben. Dies ist meist ein 1kHz/-10VU Ton von 10 Sekunden Länge. Mit Hilfe dieses Tons wird die Grobeinstellung des Azimuthwinkels vorgenommen. Hierbei stellt man den Kopf so ein, dass das Phasemessgerät genau 0° Phasenunterschied anzeigt. Dies ist bei einem Stereosichtgerät eine (fast) senkrechte Gerade, beim Oszilloskop eine ansteigende Gerade und beim Korrelationsgradmesser der Korrelationsgrad +1.

Als nächstes wird der Messton 10kHz/-10VU mit 60 Sekunden Dauer wiedergegeben. Nun erfolgt die Feineinstellung, bei der wiederum versucht wird, den Phasenwinkel so genau wie möglich auf 0° einzustellen. Aufgrund der Bandführung kann es sein, dass dieser Wert nicht optimal erreichbar ist, sondern nur angenähert werden kann.

Die vorhergehende Grobeinstellung ist erforderlich, damit bei der Feineinstellung Phasenwinkel von ±360° ausgeschlossen werden können.

Auf manchen Bezugsbändern befindet sich im "Teil zur Spalteinstellung" ein rosa Rauschen. Mit diesem kann - wenngleich am Anfang etwas ungewohnt - die Azimutheinstellung in einem Durchlauf erfolgen. Hierbei ist anzustreben, einen Phasenwinkel zu bekommen, der so nahe wie möglich bei 0° liegt.

Behelfsmäßig könnte der Azimuth auch mit Hilfe eines Voltmeters eingestellt werden. Hierzu gibt man die 10kHz/-10VU aus dem "Teil zur Spalteinstellung" wieder und stellt den Azimuth so ein, dass der maximale Pegel am Messgerät abzulesen ist. Diese Art der Messung ist jedoch nicht so genau wie eine Phasenmessung.

Sollte der Sync-Kopf nicht abhörbar sein, was meist bei Stereo-Mastermaschinen der Fall ist, so kann dieser nicht mit Hilfe des Bezugsbandes eingestellt werden. Um ihn zu justieren, muss man auf ein Leerband (!) zunächst 1kHz/-10VU aufnehmen. Während der Aufnahme schaltet man die Maschine auf Repro und gibt das Hinterbandsignal auf das Phasemessgerät. Man stellt nun den Sync-Azimuth so ein, dass das Phasemessgerät 0° anzeigt. Anschließend erfolgt die Feineinstellung bei 10kHz/-10VU. Bei dieser Vorgehensweise wird der Sync-Kopf parallel zum Repro-Kopf gestellt, welcher bereits justiert wurde. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass man den Sync-Kopf einstellt,

obwohl die Maschine in der Stellung Repro betrieben wird.

Allgemein ist anzumerken, dass der Azimuth immer erst kontrolliert werden sollte, bevor man den Schraubenzieher oder Inbus-Schlüssel ansetzt. Bei professionellen Maschinen ist ein Nachjustieren nur sehr selten erforderlich.

#### 16.4.3.6 Wiedergabepegel

Das Einstellen des Wiedergabepegels ist nötig, damit die Bandmaschine bei ihrem genormten Bandfluss (siehe Kapitel 8.2.8) genau 0VU am Ausgang erzeugt. Die Justage erfolgt für Sync- und Repröverstärker in gleicher Weise. Im "Pegeltonteil" des Bezugsbandes befindet sich ein 1kHz/0VU Ton mit 30 Sekunden Dauer. Dieser wird abgepielt, und der Repro-Level bzw. der Sync-Level so eingestellt, dass 0VU am Ausgang der Bandmaschine anliegen.

Eine Korrektur des Repro- oder Sync-Level wird erforderlich, wenn sich die Köpfe abschleifen. Sie sollte also - je nach Bandlaufstunden der Maschine - alle 3 bis 12 Monate durchgeführt werden.

#### 16.4.3.7 Wiedergabefrequenzgang

Eine Korrektur des Wiedergabefrequenzgangs ist erforderlich, wenn sich die Köpfe abschleifen. Durch den durch das Abschleifen breiter werdenden Kopfspalt (siehe Kapitel 8.2.6.2) müssen die obersten Höhen angehoben werden. Das Wartungsintervall beträgt auch hier 3 bis 12 Monate, je nach Nutzung der Maschine.

Zur Korrektur der Höhen dienen die Hi-EQs in den Repro- und Sync-Verstärkern. Es handelt sich hierbei meist um Shelf-EQs mit fester Anhebung und einstellbarer Grenzfrequenz - wobei ein Drehen des Reglers im Uhrzeigersinn ein Sinken der Grenzfrequenz bewirkt.

Der Wiedergabefrequenzgang soll somit in den Höhen linear eingestellt werden. Dazu wird im "Frequenzgangteil" des Bezugsbandes der 1kHz/-20VU Ton abgespielt und als Referenz genommen. Anschließend wird mit Hilfe des Repro- bzw. Sync-Hi-EQs versucht, eine hohe Frequenz zwischen 10kHz und 16kHz auf den gleichen Pegel zu stellen. Welche Frequenz genau verwendet werden soll, steht im Service-Manual der Bandmaschine. Sollte dort keine Angabe gemacht werden, so gilt, dass die zu justierende Frequenz nicht außerhalb des Übertragungsfrequenzgangs der Maschine liegen darf.

Nach der Einstellung des Wiedergabefrequenzgangs wird das Bezugsband nicht mehr benötigt und muss von der Maschine heruntergenommen werden.

#### 16.4.3.8 Löschdämpfung

Die Löschdämpfung muss nur nachgestellt werden, wenn beim Löschen eines bereits bespielten Bandes ein hörbares Signal zurückbleibt. Man kann eine ausreichende Löschdämpfung sehr gut hören, wenn man ein stark basslastiges Signal aufnimmt, anschließend löscht und eventuell mit zu hoher Geschwindigkeit das nun leere Band abhört. Sollten noch Reste des Basssignales hörbar sein, reicht die Löschdämpfung nicht aus. Ursache dafür kann sein, dass man auf eine hochwertigere Bandsorte gewechselt hat, die den Magnetismus besser speichern kann. Die Stärke des Löschstroms kann mit Hilfe des Erase-Reglers nachgestellt werden. Allerdings ist zu beachten, dass eine Veränderung des Erase-Reglers auch die Bias beeinflusst, so dass diese anschließend nachgestellt werden muss.

Man überprüft die ausreichende Einstellung der Löschdämpfung am besten mit einem tieffrequenten Signal. Dies muss kein Sinuston sein, Popmusik ist aufgrund ihres pulsierenden Basses sehr gut geeignet. Wenn nach dem Löschen des zuvor aufgenommenen Musiksignals kein Bass mehr zu hören ist, ist die Löschdämpfung ausreichend stark eingestellt.

#### 16.4.3.9 Vormagnetisierungsstrom / Bias und Aufnahmefrequenzgang

Es gibt viele verschiedene Methoden, um die Bias korrekt einzustellen. Drei Möglichkeiten sollen hier vorgestellt werden. In der Praxis bietet es sich an, zusammen mit der Biaseinstellung auch den Aufnahmefrequenzgang zu justieren.

Die Biaseinstellung ist von der verwendeten Bandsorte abhängig. Es muss nun also ein Band von der Sorte auf der Maschine liegen, auf der auch später aufgenommen werden soll.

Obwohl die Bias die Aufgabe hat, für eine verzerrungsfreie Aufnahme zu sorgen, wird beim Einstellen der Bias nicht der Klirrfaktor gemessen, sondern der Aufnahmefrequenzgang. Ist dieser linear, kann von einer richtigen Biaseinstellung ausgegangen werden (siehe Kapitel 8.2.6.3).

Der Frequenzgang auf Band kann hierbei nicht direkt bestimmt werden. Also muss der Frequenz-

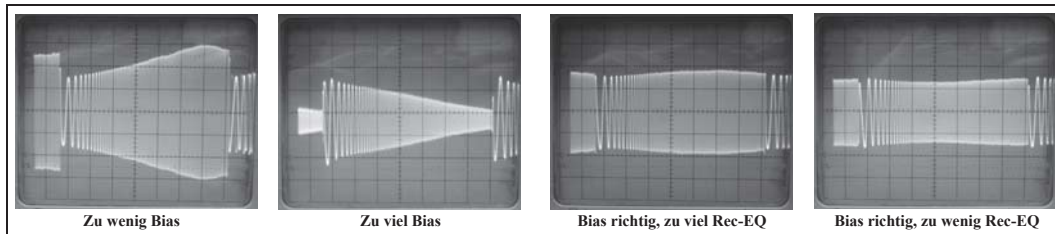


Abb. 16.4-9: Oszilloskopbilder bei der Biaseinstellung mit Hilfe eines Sweep-Generators.  
 X-Achse: Frequenz (linear), Messbereich 1kHz-20kHz, Y-Achse Spannung (linear)

gang hinterband gemessen werden, und dazu muss bereits der Wiedergabeteil justiert sein.

Die einfachste Einstellmethode erfordert einen Sweep-Generator und ein Oszilloskop. Man nimmt Sinus Sweeps von 1kHz bis 20kHz (oder der entsprechenden oberen Grenzfrequenz der Bandmaschine) mit -10VU Pegel und ca. 30ms pro Sweep auf der Maschine auf und hört die Maschine hinterband ab. Das Oszilloskop wird auf X/Y geschaltet. An den X-Eingang wird die Sweep-Steuerspannung des Generators angeschlossen, an den Y-Eingang der Ausgang der Bandmaschine. Die X- und Y-Gain-Regler des Oszilloskops werden so eingestellt, dass man einen (oder etwas mehr als einen) Sweep auf dem Bildschirm hat. Man erkennt nun einen breiten Balken, der von links nach rechts verläuft. Mit Hilfe des Bias-Reglers und des Rec-Hi-EQs muss dieser Balken nun so eingestellt werden, dass er eine gleichmäßige Dicke hat. Hierbei verändern die beiden Parameter folgendes:

- ♦ Bias: Steigung des Balkens
- ♦ Rec-Hi-EQ: Durchbiegung des Balkens

Ist der Balken konstant dick, so hat man einen linearen Frequenzgang zwischen 1kHz und 20kHz. Die Abbildung 16.4-9 zeigt die Bilder des Oszilloskops bei der Biaseinstellung.

Die zweite Methode, die Bias einzustellen, erfolgt mit einzelnen Frequenzen. Man versucht also, durch punktuelle Messungen den Sweep zu ersetzen. Hierbei sind mindestens 1kHz und 10kHz nötig. Empfehlenswert wäre eine Messung bei 1kHz, 5kHz, 10kHz und 16kHz. Diese Pegel nimmt man mit jeweils -10VU auf die Maschine auf und betrachtet deren Pegel hinterband. Wenn alle vier Frequenzen hinterband den gleichen Pegel haben, dann ist die Bias und EQ-Einstellung korrekt. Folgendes ist eventuell zu korrigieren:

- ♦ Zu viele Höhen: mehr Bias oder weniger EQ

- ♦ Zu wenig Höhen: weniger Bias oder mehr EQ

Nur wenn Bias und EQ im richtigen Verhältnis zueinander stehen, haben alle 4 Frequenzen den gleichen Pegel.

Bei der dritten Methode nutzt man das Wissen, dass vor der Aufnahme bestimmte Frequenzen um einen festen Betrag angehoben werden. Die Bias hat die "Aufgabe", diese so vom Band herunter zu löschen, dass sich ein linearer Frequenzgang ergibt (siehe Kapitel 8.2.6.3).

Man nimmt nun ein 10kHz Signal mit ca. -10VU auf und betrachtet dessen Pegel hinterband. Durch Verdrehen des Bias-Reglers kann man den Pegel des Signals verändern. Es sollte sich ein Pegelmaximum finden lassen, das heißt, der Pegel fällt wieder ab, wenn der Bias-Regler nach links oder nach rechts weitergedreht wird.

Ausgehend von dem maximalen Pegel dreht man nun den Bias-Regler weiter auf, bis der Pegel um einen bestimmten Betrag abgefallen ist. Nun kommt allerdings der Haken dieser Methode: der genaue Betrag des Pegelabfalls muss im Service-Manual angegeben sein.

Abschließend wird mit Hilfe eines 1kHz und 10kHz Tones mit jeweils -10VU der REC-HI-EQ justiert, so dass beide Pegel hinterband gleich sind.

Lässt sich der Frequenzgang mit Hilfe dieser Methoden nicht linear bekommen, so hat man entweder Teile des Wiedergabeverstärkers noch nicht justiert, die AzimutEinstellung vergessen oder sehr stark abgeschliffene Köpfe.

### 16.4.3.10 Aufnahmepegel

Die Einstellung des Aufnahmepegels hat die Aufgabe, den Aufnahmebandfluss zu justieren. Hiermit soll gewährleistet werden, dass bei einem elektrischen Eingangssignal mit 0VU der genormte Band-

fluss für die entsprechende Maschinenart aufgenommen wird.

Hierzu wird ein 1kHz Signal mit 0VU an den Eingang der Bandmaschine gelegt. Dieses Signal wird aufgenommen und hinterband gemessen. Der Rec-Level wird nun so eingestellt, dass 0VU am Ausgang der Maschine erscheinen. Da alle übrigen pegelbestimmenden Parameter bereits justiert wurden, kann die Messung des Aufnahmepegels hinterband erfolgen.

#### 16.4.3.11 Clip-LED / Peak-Meter

Für das Einstellen des Ansprechpunktes der Clipping-LED bzw. des Peak-Meters soll die Clippinggrenze der Maschine experimentell ermittelt werden. Aufgrund der modernen Bandsorten, die meist mehr Magnetismus speichern können, als die Maschine erzeugen kann, ist die Clippinggrenze unabhängig von der verwendeten Bandsorte. Sie wird im Wesentlichen von den Köpfen und den Aufnahmeverstärkern bestimmt.

Es wird ein 1kHz Ton aufgenommen und hinterband am Oszilloskop betrachtet. Hierbei wird eine normale Wellenformdarstellung vorgenommen - keine X/Y-Anzeige.

Nun wird ständig zwischen Input und Repro hin- und hergeschaltet. Die Anzeige des Oszilloskops dürfte sich nicht verändern. Als nächstes wird der Pegel am Eingang langsam erhöht, bis beim Umschalten auf Repro eine erste Verformung der Sinusschwingung erkennbar ist.

Normalerweise werden zuerst die Spitzen der Sinusschwingung abgerundet - man befindet sich nun im Bereich der Kopfkompensation, die durchaus als wünschenswerter Effekt genutzt werden kann.

Beim weiteren Erhöhen des Pegels werden die Spitzen der Sinusschwingung plötzlich abgeschnitten. Hier beginnt das Clipping!

Man kann nun entscheiden, auf welchen Pegel man die Clipping-LED bzw. die oberste LED des Peak-Meters einstellen möchte. Entweder sie zeigt die echte Clippinggrenze an oder den Beginn der Kopfkompensation.

Ist die Maschine während des Einmessvorgangs an ein Mischpult angeschlossen, so kann man sich zusätzlich merken, bei welchen Pegeln auf dem Mischpult-Peakmeter die Kopfkompensation beginnt und wo genau die Clippinggrenze liegt. Somit kann man auch ohne einen Blick auf die Bandmaschine immer den optimalen Pegel kontrollieren.

#### 16.4.3.12 Basskorrektur

Die Einstellung der Basskorrektur ist meistens nur bei professionellen Mehrspurbandmaschinen möglich. Es handelt sich meist um Shelving-EQs mit fester Frequenz und einstellbarer Anhebung bzw. Absenkung von ca.  $\pm 3\text{dB}$  oder  $\pm 6\text{dB}$ . Mit der Basskorrektur kann somit die Wiedergabe des Bassbereiches den eigenen Geschmacksvorstellungen etwas angepasst werden. Die Einstellung dieser Regler sollte entsprechend erfolgen:

Mit Hilfe eines bekannten Musikstückes, das im Bassbereich genügend Signal bietet, wird ein Vergleich zwischen dem Eingangssignal und dem Hinterbandsignal nach der Aufnahme vorgenommen. Hierzu nimmt man das Musikstück am besten auf eine der mittleren Spuren auf und schaltet zum Vergleich während der Aufnahme ständig zwischen Input und Repro hin und her. Währenddessen stellt man den Bassfrequenzgang mit Hilfe des entsprechenden Lo-EQ-Reglers so ein, dass die Basswiedergabe hinterband den eigenen Vorstellungen entspricht. Anschließend stellt man alle verbleibenden Repro-Lo-EQ sowie alle Sync-Lo-EQ Regler auf Sicht in die gleiche Position. Dies kann man guten Gewissens verantworten, da der Regelweg dieser EQs nur sehr gering ist und ein Einstellen auf Sicht klanglich vergleichbare Ergebnisse liefert.

#### 16.4.4 Schnelljustage vor der Aufnahmesession

Die komplette Einmessprozedur, die in den letzten Kapiteln beschrieben wurde, dauert - in Abhängigkeit der Spurenanzahl - zum Teil mehrere Stunden. Oft ist es jedoch nur notwendig, kurz vor Beginn der Aufnahmesession eine schnelle Justierung der Maschine auf das verwendete Sessiontape durchzuführen. Hierzu werden bei Mehrspurbandmaschinen der Master-Bias Regler, bei 2-Spur Maschinen die beiden Spur-Bias-Regler benötigt.

Für die Schnelljustage gibt man mit Hilfe des pultinternen Sinusgenerators nacheinander die Pegeltöne 100Hz/-10VU, 1kHz/-10VU und 10kHz/-10VU auf alle Busse bzw. die Stereosumme. Der Pegel wird hierbei am besten mit den VU- oder Peak-Metern im Mischpult kontrolliert, welche auf Tape-Send oder Group-Out stehen müssen. Nun schaltet man die Maschine auf Aufnahme und Repro. Das heißt, man hört das Signal hinterband ab. Die Pult-Meter werden auf Tape-Return geschaltet, und man kontrolliert die drei Frequenzen auf Pegelgleichheit. Sind die Pegel nicht gleich, so muss der

Master-Bias-Regler bei Mehrspurmaschinen so eingestellt werden, dass die drei Frequenzen gleich stark in das Pult zurück kommen. Bei einer Stereomaschine erfolgt die Einstellung mit Hilfe der beiden Bias-Regler für die Spuren.

Sind die zurück kommenden Pegel der drei Messfrequenzen gleich, so ist der Einmessvorgang abgeschlossen.

Als Orientierung kann hierbei folgendes verwendet werden:

- ♦ Kommt der 10kHz-Ton zu stark zurück, so muss die Bias weiter aufgedreht werden.
- ♦ Kommt der 10kHz-Ton zu schwach zurück, so muss die Bias abgedreht werden.