

**NAGRA KUDELSKI**

BEDIENUNGSANLEITUNG



**NAGRA 4.2**

NAGRA, KUDELSKI, NEOPILOT, NEOPILOTTON  
NAGRASTATIC, NAGRAFAX,  
sind Schutzmarken, Eigentum der  
KUDELSKI S.A.  
NAGRA Tonbandgeräte Fabrik

Wir bestätigen, dass dieses Gerät vor Verlassen des Werkes vollständig überprüft wurde und dass es mit den mitgelieferten Daten des Test-Protokolls übereinstimmt.

Für alle Produkte aus unserer Fabrikation gewähren wir eine einjährige, ab Lieferungsdatum gültige Garantie, die eventuelle Fabrikationsfehler decken soll. Festgestellte Fabrikationsfehler werden behoben oder wenn nötig defekte Teile ausgetauscht. Andere Schadenersatzansprüche können nicht akzeptiert werden.

Sendungs- und Rücksendungsgebühren, Versicherungskosten sowie Zollbelastung und weitere möglichen Gebühren fallen zu Lasten des Kunden.

Muss der Gebraucher im Notfalle sein Gerät ändern oder reparieren lassen, so wird die Garantie aufrechterhalten, aber wir behalten uns das Recht vor, die Reparaturkosten von Schäden, die durch unsachgemäßes Eingreifen oder falsche Bedienung hervorgerufen worden sind, zu fakturieren.

Wir lehnen jede Haftung für direkte oder indirekte Schäden, die durch den Gebrauch unserer Geräte entstanden wären, ab.

Die Artikel, die wir wiederverkaufen, werden von den jeweiligen Garantie-Bedingungen der Hersteller gedeckt. Wir lehnen jede Haftung für Schäden, die durch ihren Gebrauch entstanden wären, ab.

# NAGRA® 4.2

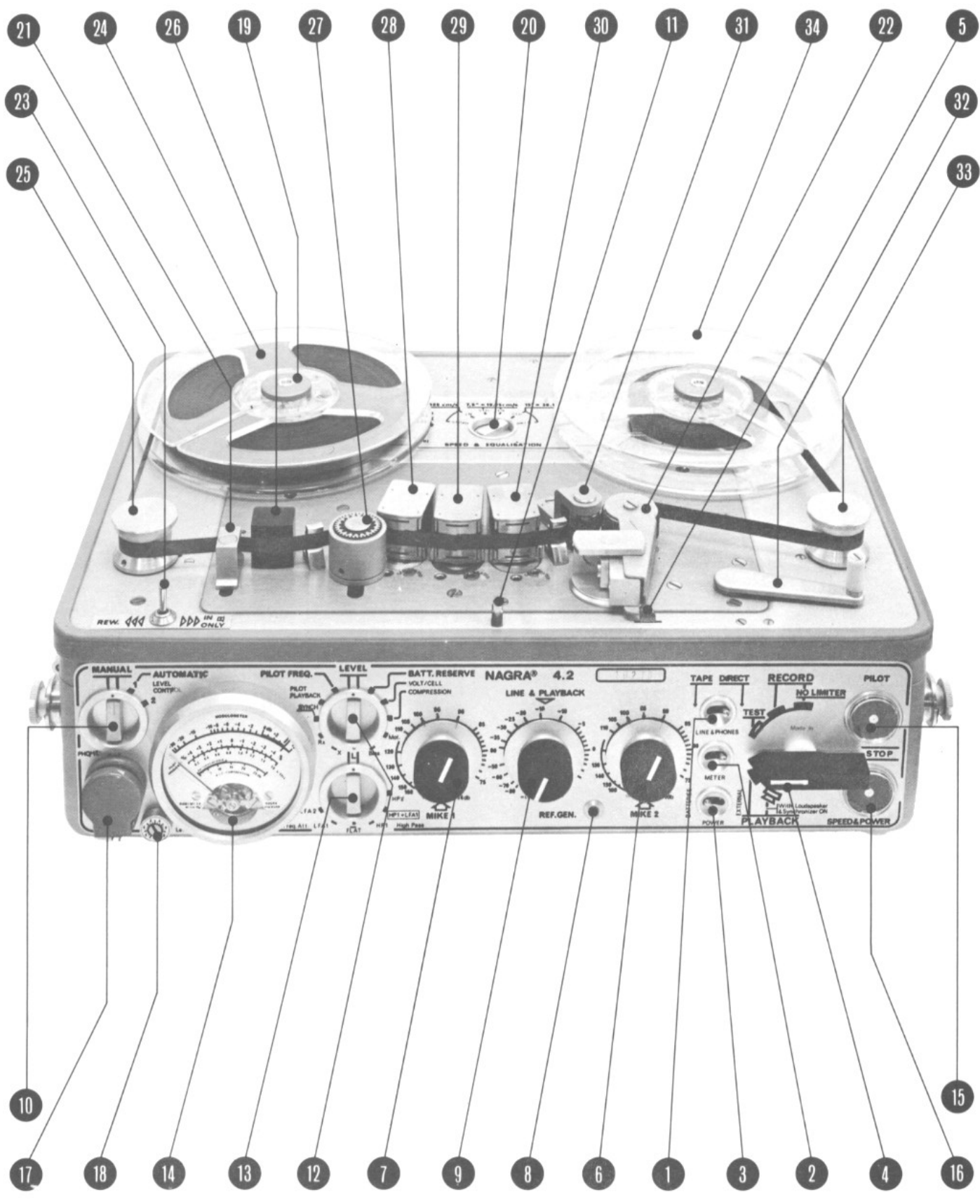
---

**TYP 4.2 L und LSP**

**BETRIEBSANLEITUNG**

Kode Nummer 20.04.004.154

- 1 TAPE/DIRECT Umschalter (Linieingang & Kopfhörer)
- 2 TAPE/DIRECT Umschalter (Galvanometer)
- 3 Interne—Externe Speisungs—Wahlschalter
- 4 Hauptschalter
- 5 Andruckrolle Anhalt Hebel
- 6 Potentiometer des Mikrophoneingangs Nr. 2
- 7 Potentiometer des Mikrophoneingangs Nr. 1
- 8 Schalter für Referenzgenerator
- 9 Linieingang— und Wiedergabepotentiometer
- 10 Schalter für Mikrophonhandregulierung oder Automatik
- 11 Schliesskappe
- 12 Galvanometerschalter
- 13 Filterselektor
- 14 Galvanometer
- 15 Pilotschauzeichen
- 16 Bandgeschwindigkeit— und Speisungschau—  
zeichen
- 17 Kopfhöreranschluss
- 18 Lautstärkereglер für Kopfhörer
- 19 Rändelschrauben
- 20 Geschwindigkeits— und Bandumschalter
- 21 Bewegliche Bandführung
- 22 Andruckrolle
- 23 Rückspul— und Schnellaufschalter
- 24 13 cm Abwickerspule (18 cm Spulen können  
bei offenem Deckel benützt werden)
- 25 Tensiometer, bremsseitig
- 26 Löschkopf
- 27 Tonhöenschwankungsfilter und Stroboskop—  
rolle
- 28 Aufnahmekopf
- 29 Neopilottonkopf
- 30 Wiedergabekopf
- 31 Kapstan
- 32 Einschalthebel der Andruckrolle und der  
Bandführung
- 33 Tensiometer, kupplungsseitig
- 34 13 cm Aufwickerspule (18 cm Spulen können  
bei offenem Deckel benützt werden)



21

24

26

19

27

28

29

20

30

11

31

34

22

5

23

32

25

33

10

15

17

18

14

13

12

7

9

8

6

1

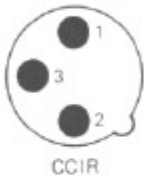
3

2

4

16

**36** Mikrophoneingang Nr. 2



1: Masse des Eingangssignals  
2 & 3: symmetrischer Signaleingang

**37** Mikrophoneingang Nr. 1, gleich wie Nr.2

**38** Empfängerantennenanschluss

**39** Zubehöranschluss



2: Masse  
3: Linieneingang  
4: Bandlaufgeschwindigkeits-  
Korrektursignaleingang  
6: Ausgang -10V stabilisiert

**40** Mixeranschluss



1: Linieneingang, 560 mV für 0 dB  
2: Ausgang -10V stabilisiert Max. 50 mA  
3: Ausgang Direktverstärker  
4: Ausgang Unstabilisierte Spannung  
5: Ausgang Wiedergabe-  
verstärker  
6: Eingang des Motorhaltbe-  
fehls (-10V)  
7: Masse

**41** Linieneingang, 370 mV für 0dB bei maximaler Empfindlichkeit

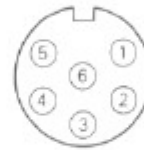
**42** Lautstärkereglер für Lautsprecher

**44** Pilot- und Startmarkierungseingang



1: Masse  
2: Befehlseingang für Referenz-  
oder Quartzoszillator  
3: Ausgang des internen  
Quartzes  
4: Pilotsignaleingang

**48** Kombinierte Buchse für externe Speisung und Pilotsignalausgang



1: Negativer Pol der Batterien  
2: Positiver Pol der Batterien  
3: Pilotsignalausgang  
4: Bandlaufgeschwindigkeits-  
Korrektursignaleingang  
5: Eingang für externe Speisung  
-12 bis -30V  
6: Ausgang -10V stabilisiert;  
steht nur bei Aufnahme zur  
Verfügung

**45** Linienausgang über Bananenbuchsen

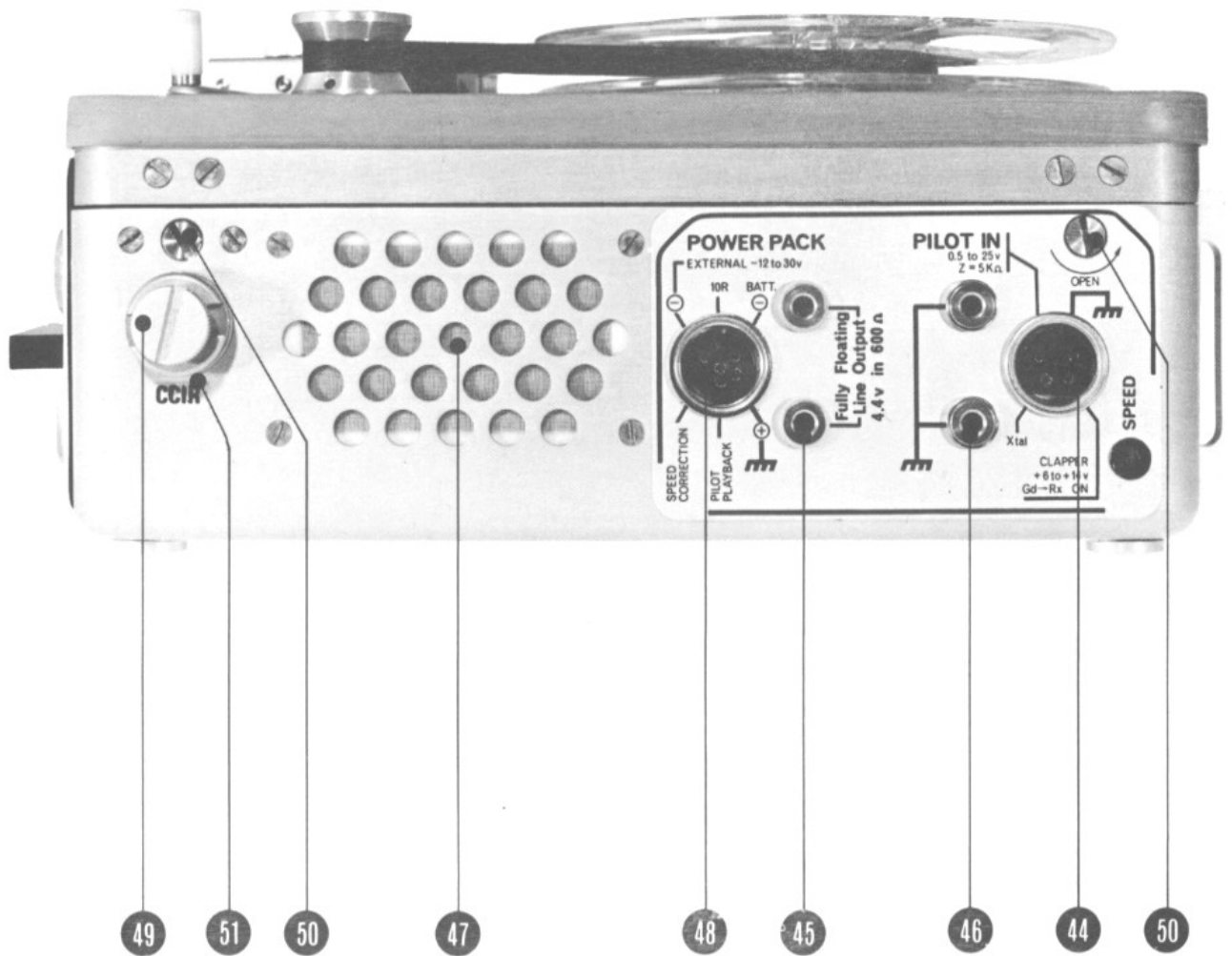
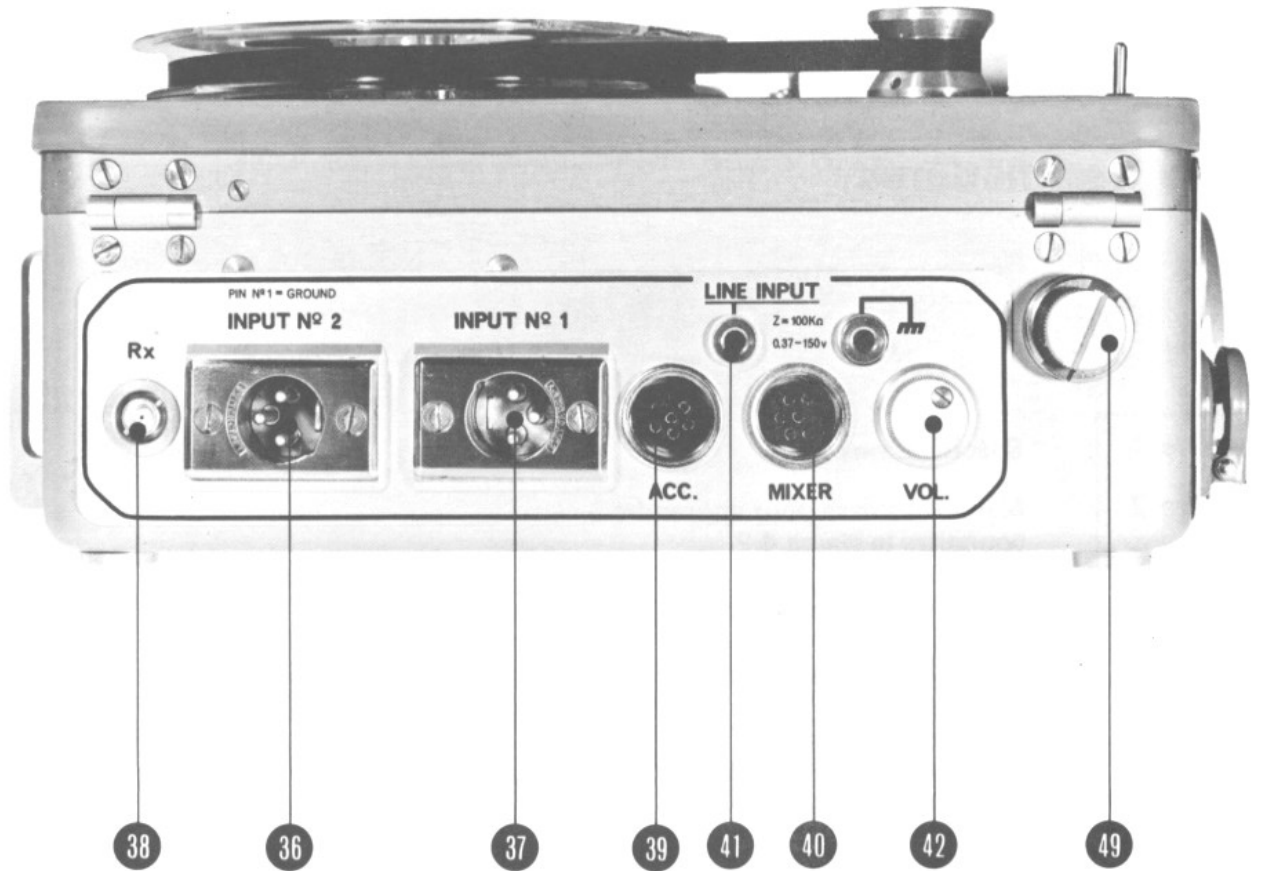
**46** Masse der Linienausgänge

**47** Lautsprecher

**49** Fixierschraube für Tragtasche

**50** Gehäuseverschlusschraube

**51** Aufnahme und Wiedergabe Standard



## Inhalt

Kapitel 1	Technische Daten	3
Kapitel 2	Anleitung zur Inbetriebnahme des Nagra 4.2	7
Kapitel 3	Bild–Tonsynchronisation und Pilottonverfahren	9
Kapitel 4	Bedienungsanleitung für das Nagra 4.2	15
Kapitel 5	Die steckbaren Vorverstärker des Nagra 4.2	23
Kapitel 6	Wartung	29
Kapitel 7	Entzerrung und Vormagnetisierung	33
Zusatz	Aufbau der Kreise – Blockschema	



## Specifications

(Typical Values)

### DIMENSIONS AND WEIGHT

Dimensions of the box as such with the lid closed, without knobs, feet, handle or handle mounts  
12.6 x 8.8 x 4.4" – 318 x 222 x 110 mm

Overall dimensions without the removable handle  
13.2 x 9.6 x 4.5" – 333 x 242 x 113 mm

Thickness of the Anticorodal sheet used for the box  
0.080" – 2 mm

Thickness of the tape deck  
0.120" – 3 mm

Empty weight, without batteries or tape  
13 lb – 5.70 kg

Weight with ordinary batteries, 5" reels and tape  
15 lb – 6.85 kg

### POWER SUPPLY

Supply voltage, direct current, positive to the ground  
\* 10.5 to 30 V

\* from 10.5 to 12 V some functions are slightly below the typical value.

#### Current consumption

on Test	95 mA
on Line Playback	180 mA
on Loudspeaker Playback, average level	250 mA
on Record	240 mA
on Rapid Rewind	280 mA

#### Type of batteries used (12 cells)

CEI standard	R 20
ASA standard	D and L 90

Approximate length of battery life if used 2 hours every 24 hours

Eveready 950 batteries	18 hours
Eveready E95 batteries	32 hours
Continuous use with Eveready 950 batteries	8½ hours

## Spécifications

(Valeurs typiques)

### DIMENSIONS ET POIDS

Dimensions du boîtier proprement dit, couvercle fermé, sans les boutons, les pieds, la poignée et sa fixation  
318 x 222 x 110 mm

Dimensions hors-tout, sans la poignée  
333 x 242 x 113 mm

Épaisseur de la tôle anticorodal du boîtier  
2 mm

Épaisseur de la platine de défilement  
3 mm

Poids à vide, sans piles ni bande  
5,7 kg

Poids avec piles ordinaires et bande sur bobine de 127 mm  
6,85 kg

### ALIMENTATION

Tension continue d'alimentation, positif à la masse  
\* 10,5 à 30 V

\* de 10,5 à 12 V, certaines performances sont légèrement inférieures

#### Consommation

position TEST	95 mA
lecture sur ligne	180 mA
lecture en haut-parleur, niveau moyen	250 mA
enregistrement	240 mA
rebobinage rapide	280 mA

#### Type de piles utilisées (12 pièces)

norme CEI	R 20
norme ASA	D et L 90

Durée approximative de service, utilisation 2 heures par 24 heures

avec piles Eveready 950	18 heures
avec piles Eveready E95	32 heures
en service continu avec piles Eveready 950	8½ heures

## MAGNETIC TAPE

Nominal width	¼" – 6.25 mm
Admissible thickness	0.5 to 2 mils – 12 to 50 µm
Maximum reel diameter with lid open	7" – 178 mm
Recording time at 7½ ips (19 cm/s) with 35 µm (1.5 mils) tape	45 min.
Maximum reel diameter with lid closed	5" – 127 mm
Recording time under the same conditions	22 min.
Rewind time with 5" reel and 35 µm (1.5 mils) tape	2 min.

## TAPE TRANSPORT

Switchable nominal speeds

15 ips	38.1 cm/s
7½ ips	19.05 cm/s
3¾ ips	9.525 cm/s

Stability of the nominal speed in relation to the temperature (within the specified range), the position of the recorder, the distribution of the tape between the reels, and the supply voltage ±0.1%

Wow and flutter

weighted peak-to-peak value, in accordance with DIN 45 507

at 15 ips	38.1 cm/s	±0.05 %
at 7½ ips	19.05 cm/s	±0.07 %
at 3¾ ips	9.525 cm/s	±0.12 %

weighted RMS value, in accordance with NAB standard

at 15 ips	38.1 cm/s	0.028 %
at 7½ ips	19.05 cm/s	0.030 %
at 3¾ ips	9.525 cm/s	0.043 %

## AMPLIFIER CHAIN

NAGRA 4.2 with QPSE-200-X0Y0 preamplifiers

Overall frequency response, 200 Ω microphone input, line output without load  
from 50 Hz to 20 kHz ±1 dB

Total distortion at 0 dB, 10 mV input, output load 600 Ω < 0.3 %

Input voltage for 1% distortion at 1 kHz 65 mV

Noise level of the microphone preamplifier, ASA A weighted, 1 mW reference -126 dBm

## BANDE MAGNÉTIQUE

Largeur nominale	6,25 mm
Epaisseurs admissibles	12 à 50 µm
Diamètre maximum des bobines, couvercle ouvert	178 mm
Durée d'enregistrement à 19,05 cm/s, bande de 35 µm	45 min.
Diamètre maximum des bobines, couvercle fermé	127 mm
Durée d'enregistrement dans les mêmes conditions	22 min.
Durée du rebobinage avec bobine de 127 mm, bande de 35 µm	2 min.

## DÉFILEMENT

Vitesses nominales, commutables

38,1 cm/s	15 ips
19,05 cm/s	7½ ips
9,525 cm/s	3¾ ips

Stabilité de la vitesse nominale, en fonction de la température (dans les limites admises), de la position de l'appareil, de la répartition de la bande entre les bobines et de la tension d'alimentation ±0.1 %

Pleurage et scintillement mesurés en valeur crête-à-crête, pondérée selon norme DIN 45 507

à 38,1 cm/s	15 ips	±0,05 %
à 19,05 cm/s	7½ ips	±0,07 %
à 9,525 cm/s	3¾ ips	±0,12 %

Pleurage et scintillement mesurés en valeur efficace, pondérée selon norme NAB

à 38,1 cm/s	15 ips	±0,028 %
à 19,05 cm/s	7½ ips	±0,030 %
à 9,525 cm/s	3¾ ips	±0,043 %

## CHAÎNE AMPLIFICATRICE SEULE

NAGRA 4.2 équipé de préamplificateurs QPSE-200-X0Y0

Courbe de réponse globale, entrée micro 200 Ω, sortie ligne non chargée  
de 50 Hz à 20 kHz ±1 dB

Distorsion totale à 0 dB, entrée 10 mV, sortie sur 600 Ω < 0,3 %

Tension d'entrée pour une distorsion de 1% à 1 kHz 65 mV

Niveau de bruit du préamplificateur micro, pondéré ASA A, référence 1 mW -126 dBm

## MODULOMETER

Integration time for -2 dB	7.5 ms
Usable scale	-30 to +5 dB
Frequency response from 40 Hz to 20 kHz	±0.5 dB

## RECORDING AND PLAYBACK

Nominal recording level	0 dB = 320 nWb/m
Maximum peak level (M.P.L.)	+4 dB
Magnetic tape used for testing:	
CCIR, on LN	LPR 35LH
on STD	PER 525
NAB, on LN	3M 208
on STD	3M 206
Erase efficiency	
on CCIR	84 dB
on NAB	88 dB

Frequency response, recording at 20 dB below M.P.L.

15 ips (38 cm/s)	
CCIR and NAB 30 Hz to 20 kHz	±1.5 dB
7½ ips (19 cm/s)	
CCIR and NAB 30 Hz to 15 kHz	±1.5 dB
3¾ ips (9.5 cm/s)	
CCIR and NAB 30 Hz to 8 kHz	±2.0 dB

Distortion at M.P.L.

CCIR, 3rd harmonic	0.4 %
2nd harmonic	0.3 %
NAB, 3rd harmonic	1.0 %
2nd harmonic	0.4 %

Signal-to-noise ratio of the playback chain only, with motor running and dummy tape, ASA A weighted, M.P.L.

83 dB

Recording-playback signal-to-noise ratio at M.P.L. on 7½ ips

		ASA A	
		Linear	Weighted
on LN	NAB	64 dB	73 dB
	CCIR	62 dB	72 dB
on STD	NAB	64 dB	70 dB
	CCIR	62 dB	68 dB

## INPUTS

NAGRA 4.2 with QPSE-200-X0Y0 preamplifiers	
Microphone input 1, 200 Ω	0.2 to 43 mV
Microphone input 2, 200 Ω	0.2 to 43 mV
Unbalanced line input, impedance 100 kΩ, admissible voltage	0.37 to 120 V
Unbalanced line input at accessory connector admissible current	3.7 to 1,200 μA

## MODULOMÈTRE

Temps d'intégration pour -2 dB	7,5 ms
Échelle utilisable	-30 à +5 dB
Courbe de réponse de 40 Hz à 20 kHz	±0,5 dB

## CHAÎNE ENREGISTREMENT-LECTURE

Niveau d'enregistrement nominal  
0 dB = 320 nWb/m

Niveau d'enregistrement maximum M.P.L.  
(maximum peak level) +4 dB

Bande magnétique utilisée pour les tests:

en norme CCIR, position LN	LPR 35LH
position STD	PER 525
en norme NAB, position LN	3M 208
position STD	3M 206

Efficacité de l'effacement au niveau M.P.L.

en norme CCIR	84 dB
en norme NAB	88 dB

Courbe de réponse, enregistrement à -20 dB  
38,1 cm/s

CCIR et NAB de 30 Hz à 20 kHz	±1,5 dB
19,05 cm/s	
CCIR et NAB de 30 Hz à 15 kHz	±1,5 dB

9,525 cm/s	
CCIR et NAB de 30 Hz à 8 kHz	±2,0 dB

Distorsion au niveau M.P.L.

en norme CCIR, harmonique 3	0,4 %
harmonique 2	0,3 %
en norme NAB, harmonique 3	1,0 %
harmonique 2	0,4 %

Rapport signal/bruit de la chaîne de lecture seule, avec moteur en marche et simulateur de bande, mesure pondérée ASA A, niveau M.P.L.

83 dB

Rapport signal/bruit en enregistrement-lecture au niveau M.P.L., à 19,05 cm/s

		pondéré	
		linéaire	ASA A
position LN, NAB	NAB	64 dB	73 dB
	CCIR	62 dB	72 dB
position STD, NAB	NAB	64 dB	70 dB
	CCIR	62 dB	68 dB

## ENTRÉES

NAGRA 4.2 équipé de préamplificateurs QPSE-200-X0Y0	
Entrée micro 1, 200 Ω	0,2 à 43 mV
Entrée micro 2, 200 Ω	0,2 à 43 mV
Entrée ligne asymétrique, impédance 100 kΩ, tension admissible	0,37 à 120 V
Entrée ligne asymétrique à la prise accessoires, courant admissible	3,7 à 1'200 μA

Mixer direct input, impedance 9 k $\Omega$ voltage for recording at 0 dB	560 mV
Pilot input, impedance 5 k $\Omega$ admissible voltage	0.5 to 25 V

#### AUTOMATIC LEVEL CONTROL

Input voltage for recording at nominal level	0.65 to 22 mV
Average distortion at 1 kHz in this range, 3rd harmonic	0.3%
Frequency response from 55 Hz to 16 kHz	$\pm 1.7$ dB

#### FILTERS

LFA 1 (low frequency attenuation)	Attenuation 4 dB at 50 Hz
LFA 2	8 dB at 50 Hz
HP 1 (high-pass)	10 dB at 50 Hz
HP 2	20 dB at 50 Hz
HP 1 + LFA 1 (combination)	14 dB at 50 Hz

(For exact curve see diagrams)

#### REFERENCE GENERATOR

1.1 kHz sine wave signal with 10 kHz component 0 VU level = -8 dB $\pm 0.1$ dB
---

#### OUTPUTS

Line output voltage on 600 $\Omega$ for 0 dB on the modulometer	4.4 V
Line output impedance	at 30 Hz 90 $\Omega$ at 50 Hz 42 $\Omega$ at 1 kHz 18 $\Omega$ at 15 kHz 24 $\Omega$
Maximum output voltage on 600 $\Omega$ for 1% distortion	at 1 kHz 10.5 V at 5 kHz 10.5 V at 30 kHz 7.0 V
Headphones output voltage on 50 $\Omega$ , adjustable from 20 to 500 mV	
Output voltage at MIXER connector, on 100 k $\Omega$ , for 0 dB on the modulometer	560 mV
Output voltage of the pilot signal	
with QSLI synchronizer	1 V
without synchronizer	350 mV

#### BUILT-IN LOUDSPEAKER

Power output of the amplifier	1 W
-------------------------------	-----

#### OPERATING CONDITIONS

Temperature	
with manganese batteries	-4 to +160 $^{\circ}$ F -20 to + 71 $^{\circ}$ C
with external power	-67 to +160 $^{\circ}$ F -55 to + 71 $^{\circ}$ C

The recorder functions correctly in any position.

Entrée directe mélangeur, impédance 9 k $\Omega$ , tension pour enregistrer à 0 dB	560 mV
Entrée pilote, impédance 5 k $\Omega$ , tension admissible	0,5 à 25 V

#### RÉGULATEUR AUTOMATIQUE DE SENSIBILITÉ

Tension d'entrée pour enregistrement au niveau nominal	0,65 à 22 mV
Distorsion moyenne à 1 kHz dans cette plage, harmonique 3	0,3%
Courbe de réponse de 55 Hz à 16 kHz	$\pm 1,7$ dB

#### FILTRES

LFA 1 (low frequency attenuation)	Atténuation 4 dB à 50 Hz
LFA 2	8 dB à 50 Hz
HP 1 (high pass)	10 dB à 50 Hz
HP 2	20 dB à 50 Hz
HP 1 + LFA 1	14 dB à 50 Hz

La caractéristique exacte des différentes positions est donnée par la courbe de réponse du filtre.

#### GÉNÉRATEUR DE RÉFÉRENCE

Signal composite 1,1 kHz sinusoïdal avec com- posante 10 kHz, niveau 0 VU = -8 dB $\pm 0,1$ dB
---

#### SORTIES

Tension de sortie ligne sur 600 $\Omega$ , pour 0 dB au modulomètre	4,4 V
Impédance de sortie ligne	à 30 Hz 90 $\Omega$ à 50 Hz 42 $\Omega$ à 1 kHz 18 $\Omega$ à 15 kHz 24 $\Omega$
Tension maximale de sortie sur 600 $\Omega$ , pour une distorsion de 1%	à 1 kHz 10,5 V à 5 kHz 10,5 V à 30 kHz 7,0 V
Tension de sortie casque sur 50 $\Omega$ , ajustable de 20 à 500 mV	
Tension de sortie à la prise MIXER, sur 100 k $\Omega$ , pour 0 dB au modulomètre	560 mV
Tension de sortie du signal pilote	
avec synchronisateur QSLI	1 V
sans synchronisateur	350 mV

#### HAUT-PARLEUR INCORPORÉ

Puissance électrique délivrée par l'amplificateur	1 W
---	-----

#### CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT

Température	
avec piles au manganèse	-20 à +71 $^{\circ}$ C
avec alimentation externe	-55 à +71 $^{\circ}$ C

Position: fonctionnement correct dans toutes les positions.

## Anleitung zur Inbetriebnahme des Nagra 4.2

Dieses Kapitel ist für diejenigen bestimmt, die sich mit professionellen Batterietonbandgeräten noch nicht auskennen.

### 2.1 Stromversorgung

Das Nagra 4.2 kann sowohl mit eingebauten Batterien als auch mit einer Fremdstromversorgung betrieben werden. Batterien befinden sich im Boden des Gerätes; das Batteriefach läßt sich durch Drehen zweier Schrauben mit Hilfe eines Geldstücks öffnen. Alle Batterien werden in derselben Richtung eingelegt, wie es am Boden des Batteriefachs angegeben ist. Die Fremdstromversorgung wird an der Buchse « Power Pack » an der rechten Seitenwand des Gerätes angeschlossen. Das Netzteil ATN wird zwischen Nagra und Netz angeschlossen.

### 2.2 Wahl der Bandgeschwindigkeit und -type

Auf der Oberseite des Gerätes befindet sich ein Schalter « Speed & Equalisation », mit dem die Bandgeschwindigkeit und die zu benutzende Bandtype eingestellt wird. Meistens wird die Geschwindigkeit 19,05 cm/s = 7,5"/s und die Bandtype STD benutzt.

### 2.3 Einlegen des Bandes

Durch Ziehen des Betätigungshebels rechts auf der Oberseite des Gerätes nach vorn werden die Bandführungen freigegeben und die Gummiandruckrolle (die das Band gegen die Tonwelle preßt) abgehoben. Die volle Spule wird links, die leere rechts aufgesetzt. Die Spulen werden auf den Spulendornen mit Rändelmuttern befestigt. Das Band verläuft von der vollen Spule über die Bandzugregler (schwenkbare Rollen rechts und links) zur Leerspule. Durch Zurückschieben des Betätigungshebels in seine Ausgangslage, d.h. bis zu einem merklichen Anschlag, wird das Band in Betriebsstellung gebracht.

### 2.4 Anschluß des Eingangssignals

Das Mikrofonkabel wird in die Buchse « Input Nr. 1 » auf der linken Seitenwand des Gerätes gesteckt.

### 2.5 Filterwählschalter

Der Wählschalter rechts unterhalb des Instrumentes muß auf Stellung « L » stehen.

### 2.6 Betrieb

Der Hauptschalter, mit dem die Funktionen bestimmt werden und das Nagra in Betrieb gesetzt wird, befindet sich rechts auf der Frontplatte. Er wird zuerst in Stellung « Test » gedreht; dann sind zwar die Verstärker, nicht aber der Motor in Betrieb. Dann wird der Instrumentenumschalter rechts oben vom Galvanometer in Stellung « Batt. Reserve » gebracht. Der Zeiger muß ausschlagen und zeigt nun an, ob die Stromversorgung ausreichend ist. Dabei arbeitet das Instrument ähnlich wie eine Benzinuhr im Kraftwagen: bei Vollausschlag (Zeiger ganz rechts) haben die Batterien volle Spannung; steht der Zeiger ganz links, sind die Batterien leer. Bei normalen Trockenbatterien schlägt der Zeiger nur etwa bis zur Hälfte der Skala aus, nur bei Fremdstromversorgung wird Vollausschlag erreicht.

Nach Überprüfung der Stromversorgung wird der Instrumentenumschalter zum Messen der Aussteuerung in Stellung « Level » gebracht.

Der vom Mikrofon aufgenommene Schall kann außerordentlich unterschiedliche Lautstärken haben. Das Magnetband soll andererseits so hoch wie möglich ausgesteuert werden, doch dürfen die Fortissimo-Stellen das Band nicht übersteuern. Daher zeigt das Instrument (mit dem Instrumentenumschalter in Stellung « Level ») das Maß der Aussteuerung an, wobei der Zeiger bis an die Marke « Max » rechts auf der Skala ausschlagen, sie jedoch nicht überschreiten darf. Bei kleineren Ausschlägen ist auch die Aussteuerung geringer.

Die Empfindlichkeit, d.h. die Aussteuerung für eine bestimmte vorgegebene Lautstärke kann wahlweise von Hand oder automatisch geregelt werden. Die Wahl der Regelungsart erfolgt mit dem Drehschalter links oben auf der Frontplatte. In Stellung « Manual » erfolgt die Regelung der Empfindlichkeit von Hand am Regler Nr. 1 (runder, mit « Mike 1 » gekennzeichnete Drehknopf links von der Mitte auf der Frontplatte); Drehen entgegen dem Uhrzeigersinn verringert, im Uhrzeigersinn vergrößert die Aussteuerung.

In Stellung « Automatik » wird die Empfindlichkeit automatisch geregelt: Das Instrument schlägt entsprechend dem durch das Mikrofon aufgenommenen Schall aus, ohne je das rechte Ende der Skala zu erreichen. Die Aufzeichnung kann nun beginnen.

Der Hauptschalter wird auf « Record » bzw. « Record-No Limiter » gestellt. Das Band setzt sich in Bewegung. In beiden Fällen wird am Instrument das « Direct »-Signal angezeigt. Ein Umschalten auf « Tape » ist möglich, indem man den TAPE/DIRECT-(Meter)Federschalter nach links zieht. Am Ende der Aufzeichnung wird der Hauptschalter auf « Stop » gestellt.

Zum Zurückspulen des Bandes muß zuerst der Betätigungshebel rechts auf der Oberseite des Gerätes nach vorn gezogen werden, dann wird der Schnellauf-Umschalter links vorn auf der Oberseite des Gerätes auf « REW » gestellt und der Hauptschalter so weit wie möglich nach links (in Stellung Playback mit Lautsprechersymbol) gedreht. Das Band läuft nun zurück.

Um den Rückspulvorgang zu unterbrechen, wird der Schnelllauf-Umschalter einfach in die senkrechte Mittellage zurückgekippt und, wenn die Spulen zum Stillstand gekommen sind, der Betätigungshebel nach hinten geschoben. Das Gerät gibt dann wieder, und die Lautstärke kann mit dem kleinen Drehknopf «Vol» auf der linken Seitenwand eingestellt werden.

Am Ende der Wiedergabe wird der Hauptschalter auf «Stop» gestellt.

## 2.7 Arbeiten mit dem Kopfhörer

Der Kopfhörerstecker wird in die Buchse links unten auf der Frontplatte gesteckt.

Die Kopfhörerlautstärke wird mit dem kleinen Drehknopf unmittelbar neben der Buchse geregelt (neuerdings Schraubenziehereinstellung!).

Während der Aufnahme kann im Kopfhörer entweder Vor-Band (sogenanntes «Direct»-Signal) oder Hinter-Band (sogenanntes «Tape»-Signal) abgehört werden. Dies ist beim Nagra 4.2 möglich, weil Aufzeichnungs- und Wiedergabekanal gleichzeitig in Betrieb sind, so daß mit dem in Bandlaufrichtung hinter dem Sprechkopf folgenden Hörkopf wiedergegeben werden kann, was gerade aufgenommen wurde. Diese Wiedergabe erfolgt also um Sekundenbruchteile später als das «Direct»-Signal. Die Umschaltung zwischen Vor-Band- und Hinter-Band-Kontrolle erfolgt mit dem Schalter «Line & Phones» rechts auf der Frontplatte. Ist der Hauptschalter in Position TEST, so gibt der Kopfhörer stets das «Direct»-Signal wieder, unabhängig von der Stellung des Schalters «Line & Phones».

Auch während der Wiedergabe kann über Kopfhörer abgehört werden. In Stellung «Tape» wird nur das vom Band kommende Signal im Kopfhörer wiedergegeben. In Stellung «Direct» erfolgt eine Mischung der vom Band und von den Mikrofonen kommenden Signale, wobei das Mischungsverhältnis durch die Regler «Mike 1», «Mike 2» und «Line & Playback» eingestellt wird (Playback = Wiedergabe).

Falls über einen Zusatzverstärker und Außenlautsprecher abgehört werden soll, müssen diese an den Leitungsausgang («Line Output» auf der rechten Seitenwand) angeschlossen werden. Dort ist dasselbe Signal verfügbar wie an der Kopfhörerbuchse. Natürlich dürfen sich dabei Mikrofone und Lautsprecher nicht «sehen», weil sonst akustische Rückkopplung eintritt (Larsen-Effekt). Entweder muß also der Umschalter «Line & Phones» auf «Tape» gestellt oder die Mikrofonregler müssen zuge dreht werden. Letzteres ist natürlich nur wirksam, wenn nicht automatisch angesteuert wird.

Bei der Wiedergabe über Kopfhörer oder Außenlautsprecher wird der Hauptschalter auf «Playback» gestellt. Damit ist der eingebaute Lautsprecher abgeschaltet.

Für den schnellen Vorlauf des Bandes wird der Schnelllauf-Umschalter nach rechts und der Hauptschalter auf Playback mit Lautsprechersymbol gestellt.

## 2.8 Einige Vorsichtsmaßnahmen

In der «Stop»-Stellung des Hauptschalters wird die Gummiandruckrolle von der Tonwelle abgehoben. Der Betätigungshebel darf also in Betriebsstellung verbleiben, wenn das Gerät nicht benutzt wird. Auch läßt sich der Deckel des Gerätes nicht schließen, wenn der Betätigungshebel nach vorn gezogen ist.

Wird das Gerät nicht benutzt, sollte der Hauptschalter immer auf «Stop» stehen (eventuell auch auf «Test», falls keine Batterien im Gerät sind). Auch sollte bei Nichtbenutzung der «Power»-Schalter immer auf «External» stehen, weil dann die Batterien zusätzlich noch einmal abgeschaltet sind.

Bei längerer Lagerung müssen die Batterien aus dem Gerät genommen werden, weil sie auslaufen und Korrosion verursachen können.

In manchen Ländern wird eine Erdung des Gerätes gesetzlich vorgeschrieben, wenn mit dem Netzteil ATN gearbeitet wird, und zwar um Unfälle zu vermeiden, falls ein Fehler in der Isolation zwischen Netz und Gerät auftritt.

## Bild-Tonsynchronisation und Pilottonverfahren

### 3.1 Einleitung

Das Nagra 4.2 ist für das Neopilottonverfahren ausgelegt, bei dem außer dem Ton ein Referenzsignal, der sogenannte Pilotton aufgezeichnet wird. Der Pilotton kommt üblicherweise von der Aufnahmekamera. Der Pilottonkopf ist abnehmbar. Der Einbau anderer Synchronisationssysteme im Nagra ist möglich.

### 3.2 Allgemeines

Um Bild und Ton bei einem Film synchron zu erhalten, müssen sich diese dauernd gegenseitig steuern. Zulässige Abweichungen der Synchronität liegen in der Größenordnung von 40 ms.

#### Einbandmethode

Ein einfaches Verfahren besteht darin, schon bei der Filmaufnahme Bild und Ton gemeinsam auf ein und denselben Träger aufzunehmen. Allerdings ist die so erhaltene Tonqualität nicht sehr gut, und auch bei der Schneidetechnik treten Schwierigkeiten auf. Daher wird dieses Verfahren nur dann angewendet, wenn der Ton von untergeordneter Bedeutung ist.

#### Zweibandmethode

Die Filmkamera nimmt nur das Bild auf, der Ton wird auf einer getrennten Maschine jedoch so aufgezeichnet, daß eine spätere Synchronisation mit dem Film möglich ist. Hierfür kann entweder ein perforiertes, früher lichtempfindliches, heute magnetisches Tonband verwendet werden oder ein glattes Tonband mit einer « magnetischen Perforation », die aus einem auf einer besonderen Spur aufgezeichneten Synchronisationssignal (Pilotton) besteht.

Im Falle einer Tonaufzeichnung auf perforiertem Film läuft dieser mit dem Bildfilm beispielsweise dann synchron, wenn beide von Synchronmotoren angetrieben werden, die am gleichen Netz angeschlossen sind.

#### Glattes Band und Pilotsignal (Pilotton, Rangerton, Neopilotton usw.)

Für die endgültige Tonmontage hat sich der perforierte Magnetfilm als vorteilhaft erwiesen. Da es gefährlich wäre, die Originalaufnahme zu montieren, ist es notwendig, von der Originalaufnahme eine Arbeitskopie zu ziehen und an dieser die Montagearbeiten vorzunehmen. Nun hat ein Tonbandgerät mit glattem Band wie das Nagra 4.2 bedeutende Vorteile gegenüber einem Gerät, das mit perforiertem Film arbeitet; daher wird zweckmäßigerweise die Originalaufnahme mit dem Nagra gemacht, und erst die Arbeitskopie auf perforiertem Magnetfilm gezogen. Allerdings können bei einem glatten Band Längenänderungen vorkommen. Um absolute Synchronität sicherzustellen, ist daher die Aufzeichnung zusätzlicher Markie-

rungen notwendig. Man geht dabei praktisch folgendermaßen vor:

Das Aufzeichnungsgerät hat je einen Aufnahme kanal für den Ton und für das Pilotton genannte Synchronisationssignal. Letzteres kommt von der Filmkamera. Wenn diese mit Nenngeschwindigkeit betrieben wird (z.B. 24 Bilder pro Sekunde), hat das von ihr gelieferte Synchronsignal eine Frequenz von genau 50 Hz (bzw. 60 Hz in den USA und in Kanada). 24 Bilder pro Sekunde entsprechen also einem Pilotton von 50 Hz. Kopiert man nun die Bandaufnahme auf einen perforierten Magnetfilm um, so wird unter dem Einfluß eines sogenannten Synchronisators die Geschwindigkeit entweder des wiedergebenden oder des aufzeichnenden Magnettongerätes so nachgesteuert, daß wieder 50 Perioden des Pilottons 24 Perforationslöchern des Magnetfilms entsprechen (diese Zahlen gelten für 16-mm-Film).

Die Kopie verhält sich also so, als wäre sie direkt auf synchron laufendem perforiertem Magnetfilm aufgenommen worden.

Die verschiedenen Verfahren (Pilotton, Rangerton, Fairchild, Perfectone und Neopilotton) unterscheiden sich nur in der Art, wie das Synchronsignal aufgezeichnet wird; denn da letzteres nur einen sehr geringen Informationsinhalt zu übertragen hat, braucht man keine komplette Tonspur.

Ursprünglich (Pilotton) wurde das Synchronsignal quer über das Band ohne Vormagnetisierung aufgezeichnet. Das System war sehr einfach, die Ergebnisse blieben wegen der Verschlechterung des Geräuschabstandes im Tonkanal nicht ohne Kritik. Trotzdem fand dieses System eine weite Verbreitung, und als wir das Neopilottonverfahren entwickelten, war es unser Hauptbestreben, die Fehler des alten Pilottonverfahrens zu beseitigen, jedoch das neue damit kompatibel zu machen.

#### Filmkamera ohne Synchronmotor

Ein Synchronmotor hat einen schlechten Wirkungsgrad; dieser Umstand spielt zwar bei reinem Netzbetrieb keine Rolle, bei Arbeiten außerhalb des Studios ist dagegen ein Gleichstrommotor vorzuziehen.

Wenn also eine Filmkamera von einem Gleichstrommotor angetrieben wird, treibt dieser gleichzeitig einen kleinen Wechselstromgenerator, und zwar so, daß dieser eine Spannung mit einer Frequenz von 50 Hz (bzw. 60 Hz) liefert, wenn die Kamera mit Nenngeschwindigkeit läuft. In diesem Fall wird genau derselbe Pilotton erhalten, den eine Kamera mit Synchronmotorantrieb liefern würde. Alle übrigen Operationen bleiben unverändert, doch muß natürlich dafür gesorgt werden, daß der Gleichstrommotor der Kamera seine Drehzahl hinreichend genau einhält. Da Bild und Ton sich gegenseitig steuern und da bei der Bildwiedergabe die Filmgeschwindigkeit des Projektors festliegt, müßte bei Geschwindigkeitsabweichungen der Aufnahmekamera auch die Tonbandgeschwindigkeit geändert werden, um die Synchronität einzuhalten. Dies würde aber die Tonhöhe verfälschen.

In der Praxis genügt eine Laufkonstanz von  $\pm 1\%$ ; dieser Wert läßt sich auch ziemlich einfach einhalten. Als

Zubehör ist für Nagra 4.2 L ein Frequenzmesser für den Pilotton lieferbar, mit dem die Kameradrehzahl überwacht werden kann. Die Benutzung eines solchen Frequenzmessers empfiehlt sich, weil schon Abweichungen der Kameradrehzahl von mehr als 10 % beobachtet worden sind.

#### **Synchronisation ohne Verbindungskabel**

Bei dem oben beschriebenen Verfahren ist eine Verbindungsleitung zwischen Kamera und Tonbandgerät erforderlich. Diese kann auf verschiedene Art, beispielsweise dadurch vermieden werden, daß der Pilotton drahtlos übertragen wird. Das Verfahren ist nicht absolut betriebssicher, und zwar wegen der « Empfangslücken », Erscheinung, die mit stationären Wellen eng verbunden ist.

Als weit überlegen hat sich ein Verfahren mit quarzstabilisierten Oszillatoren erwiesen, bei dem der Kameramotor durch einen quarz- oder stimmungsgestabilisierten Oszillator mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,001$  % geregelt und bei dem der Pilotton von einem entsprechenden genauen Oszillator geliefert wird, der im Tonbandgerät eingebaut ist. Der mögliche Fehler liegt dann größenordnungsmäßig bei 0,002 %, d.h. bei einem Bild je 30 Minuten.

#### **Synchronisierung von mehreren Kameras und mehreren Tonbandgeräten**

Mit quarzstabilisierten Oszillatoren kann die Anzahl synchronisierter Kameras und Tonbandgeräte beliebig hoch sein. Damit ergeben sich ganz neue Möglichkeiten sowohl für die Aufnahme einer Folge wichtiger Szenen als auch für die Reportage einmaliger Ereignisse. Beispielsweise kann eine Kamera anlaufen, während eine andere bereits filmt. Bei konventionellen Kameras mit aus gemeinsamer Spannungsquelle gespeisten Synchronmotoren waren immer Stromversorgungsstörungen beim Anlaufen zu befürchten.

#### **Klappe und Szenenidentifizierung**

Für die Synchronität genügt es nicht, daß Bild- und Tonträger mit derselben Geschwindigkeit laufen. Auch die Anfänge müssen übereinstimmen.

Bisher begann jede neu aufgenommene Szene mit einer « Klappe ». Dabei wird die Szenennummer auf ein Brettchen geschrieben und im Mikrofon angesagt; das Brettchen wird vor der Kamera mit einem zweiten Brettchen zusammengeschlagen. Es ist dann beim späteren Montieren recht einfach, den Knall mit dem Bild der zusammenschlagenden Brettchen in Übereinstimmung zu bringen.

#### **Elektrische Pfeifklappe**

Die konventionelle Klappe ist bei Reportagen unpraktisch und vollkommen unbrauchbar, wenn mehrere Kameras laufen. Daher werden diese Geräte meistens mit einer elektrischen Klappe ausgerüstet: während des Anlaufens wird der Film von einer kleinen Glühbirne überbelichtet; gleichzeitig wird ein Signal (meistens die Lampenspannung selbst) an das Tonbandgerät gegeben, wo es einen Oszillator schwingen läßt, dessen Pfeifton auf der Tonspur aufgezeichnet wird. Das Verfahren ist einfach, versagt aber ebenfalls, wenn mehrere Kameras laufen; auch ist mitunter das Pfeifen auf der Tonspur unerwünscht.

#### **Elektrische Klappe mit unterdrücktem Pilotton**

Auch hier wird der Film überbelichtet, doch wird während des Anlaufens der Pilotton unterbrochen. Der Synchronisator SLO transformiert später das Fehlen einer Pilottonaufzeichnung in einen Pfeifton, der auf einer zusätzlichen Spur des perforierten Magnetfilms aufgenommen werden kann.

#### **Funk-Klappe**

Die elektrische Klappe eignet sich nicht für den Betrieb mit quarzstabilisiertem Pilotton, es sei denn, das Klappensignal wird drahtlos übertragen. Obwohl gegen die Funkübertragung des Pilottons Bedenken bestehen, kann das Klappensignal durch Funk übertragen werden, weil ein eventueller Ausfall keine schwerwiegenden Folgen hat. Da das Klappensignal nicht nur für den Anfang, sondern auch für die Identifizierung einer Szene benötigt wird, ist im kameraseitigen Sender eine entsprechende Vorrichtung vorgesehen. Nach dem Anfangssignal wird eine Reihe codierter Impulse ausgesendet, mit deren Hilfe jeder Szene eine Nummer zwischen 0 und 999 beim kleinen und zwischen 0 und 99999 beim großen Modell zugeordnet werden kann.

#### **Überspielen vom glatten Tonband auf perforierten Magnetfilm**

Zur klassischen Tonmontage muß die Aufnahme von glattem Band auf perforierten Magnetfilm überspielt werden. Dafür werden benötigt: eine Wiedergabemaschine, die das glatte Band abspielt (Nagra) und ein Aufnahmegerät für Perforband. Synchronisation wird z.B. vorhanden sein, wenn einem Pilottonsignal von 50 Hz 24 Bilder oder Perforationen entsprechen (im Falle eines 16-mm-Films, der bei 24 Bilder/Sekunde einen 50-Hz-Pilotton ergab); aus diesem Beispiel geht hervor, daß das Verhältnis Lochzahl/Frequenz nicht immer einfach ist.

Es gibt zwei Überspielmöglichkeiten:

- a) Das Aufzeichnungsgerät wird synchronisiert: Hierbei läuft das Wiedergabegerät für glattes Band etwa mit Nenngeschwindigkeit ohne gesteuerten Tonwellenmotor. Die abgetastete Tonspur wird aufgezeichnet, der abgetastete Pilotton speist nach entsprechender Verstärkung den Synchronmotor oder auch den Schrittschaltmotor des Aufzeichnungsgerätes.
- b) Das Wiedergabegerät wird synchronisiert: Hierbei wird das Aufzeichnungsgerät an das Netz angeschlossen und läuft netzsynchron. Die Bandgeschwindigkeit des Wiedergabegerätes, das in diesem Fall ein Nagra III oder 4.2 sein muß, wird mit Hilfe des Synchronisators SLO nachgeregelt, so daß das abgetastete Pilottonsignal phasenstarr zum Netz eingerastet wird.

Die Methode a) ist die ältere, mit ihr konnten sehr große Geschwindigkeitsunterschiede des Wiedergabegerätes ausgeglichen werden, und das war auch notwendig, solange tragbare Wiedergabegeräte nur über ein Federtriebwerk verfügten. Beim Aufzeichnungsgerät werden jedoch ein teurer Leistungsverstärker und Hilfseinrichtungen benötigt, um kurzzeitige Unterbrechungen im Pilotton zu überbrücken, wie sie für die Codierung der Szenen vorhanden sind.

Mit modernen Kameras und Nagra III und 4.2 ist das Arbeiten gemäß Methode b) einwandfrei.

#### **Playback-Verfahren**

Falls Bild und Ton nicht gemeinsam aufgenommen werden können, wird im sogenannten Playback-Verfahren der Ton zuerst aufgenommen und bei der Bildaufnahme synchron mit der Kamera ausgestrahlt; die Schauspieler mimen dann bloß nach dieser Tonwiedergabe.

Technisch gibt es zwei Möglichkeiten:

- a) Tonwiedergabe und gleichzeitige Aufnahme: Das wiedergebende Tonbandgerät speist nicht nur den Lautsprecher, sondern auch ein weiteres Tonbandgerät, das gleichzeitig auch den normalen Pilotton aufzeichnet.
- b) Synchrone Tonwiedergabe: Wiedergebendes Tonbandgerät und Kamera sind synchronisiert. Beispielsweise kann ein Bandgerät für



perforierten Magnetfilm vom selben Wechselstrom gespeist werden wie die Kamera.

Oder ein Nagra 4.2 L wird benutzt, dessen Bandgeschwindigkeit mit Hilfe des Synchronisators QSLI so nachgeregelt wird, daß der vom Band abgetastete Pilotton phasenstarr auf den von der Kamera kommenden Pilotton einrastet.

Noch einfacher ist natürlich die Verwendung einer Kamera mit quarzstabilisiertem Oszillator und eines Nagra 4.2 L, das mit dem Quarzgenerator QGX und dem Synchronisator QSLI ausgerüstet ist.

### 3.3 Bildsynchrone Tonaufnahme mit Nagra 4.2

#### Pilotton über Kabel

Die Kamera muß bei Nenngeschwindigkeit ein Pilotsignal zwischen 0,5 und 25 V eff und von 50 Hz liefern (bzw. 60 Hz in den USA und Kanada). Der ideale Spannungswert liegt zwischen 1 und 2 V. Das Pilotsignal kann bis zu 20 % Klirrfaktor aufweisen, weil ein rein sinusförmiger Verlauf im Nagra wieder hergestellt wird.

Das Pilotsignal wird den Kontakten Nr. 1 und 4 der vierpoligen Steckdose an der rechten Seitenwand des Gerätes zugeführt; hierbei ist Kontakt Nr. 1 der Massepunkt.

Der eingebaute Pfeifgenerator für die elektrische Klappe wird eingeschaltet, wenn an Kontakt Nr. 2 derselben Steckdose eine Gleichspannung von +6 V bis +14 V gelegt wird. Professionelle Kameras liefern während des Anlaufens bereits eine derartige Spannung (s. unten).

#### Kamerastörspannungen

Die Motoren mancher Kameras sind nicht entört und liefern neben dem Pilotsignal eine beträchtliche Hochfrequenzenergie, so daß sich ein mit einer solchen Kamera direkt verbundenes Nagra-Gerät auf Hochfrequenzpotential gegenüber Erde befindet. Das schadet so lange nichts, als Mikrofone, Mikrofonkabel und Stecker gut abgeschirmt sind. Beim geringsten Abschirmfehler jedoch wird der Tonkanal gestört. Falls die Kamera selbst nicht entört werden kann, wird der Einsatz des fotoelektrischen Kopplers OPC empfohlen, der das Pilotsignal durch einen modulierten Lichtstrahl überträgt. Der Koppler wird an die 220 V angeschlossen, die von den «Multy-duty»-Motoren der Mitchell-Kameras geliefert werden, bei welchen dieses Problem schon auftrat.

#### Frequenzmesser QFM (Zubehör auf Wunsch)

Mit diesem Gerät wird die Kamerageschwindigkeit durch Messen der Pilottonfrequenz überwacht. Wenn der Instrumentenwählschalter auf «Pilot Frequ.» steht, zeigt das Instrument die Frequenz an, und zwar geht die zugehörige Skala von +4 % links bis -4 % rechts mit einer Meßgenauigkeit von etwa  $\pm 0,1$  % in der Mitte. Darüber hinaus löst der Frequenzmesser ein Alarmzeichen aus, wenn die Pilottonfrequenz um mehr als 5 % von ihrem Sollwert abweicht: das Schanzeichen «Pilot» wird schwarz. QFM wird in zwei Ausführungen, und zwar als QFM-50 für 50 Hz und als QFM-60 für 60 Hz geliefert.

#### Quarzstabilisierter Oszillator QGX (Zubehör auf Wunsch)

Mit diesem Gerät kann das Nagra mit einer quarzgesteuerten Kamera ohne Verbindungskabel synchron arbeiten. Es liefert ein sehr temperaturunabhängiges Signal mit einer Frequenz von 50 Hz  $\pm 0,001$  %. Das Signal liegt am Kontakt Nr. 3 der Pilottonsteckdose; zum Wiedereingang

in das Nagra müssen die Kontakte 3 und 4 überbrückt werden. Hierzu dient der mitgelieferte Stöpsel; notfalls genügt auch einfach ein entsprechend überbrückter Stecker. Der Stöpsel hat gegenüber einem Umschalter den Vorteil, daß das Risiko von Fehlbedienungen vermindert wird.

Der QGX kann dank einem eingebauten Umschalter von 50 Hz auf 60 Hz geschaltet werden.

#### Empfänger QRR für die Start- und Kennzeichnungssignale (Zubehör auf Wunsch)

Der Empfänger wird durch Überbrücken der Kontakte 1 und 2 der Pilottonsteckdose in Betrieb gesetzt und unterbricht das vom quarzstabilisierten Oszillator kommende Pilotsignal nach Maßgabe des von der Kamera kommenden codierten Signals. Beim Überspielen auf perforierten Magnetfilm wird die Unterbrechung vom SLO oder einem entsprechenden Gerät ausgewertet und erlaubt eine Synchronisierung der Szenenanfänge. Hat der Kamerasender eine Vorrichtung zum Erteilen von Szenenidentifizierungssignalen, so bewirken diese Codesignale ebenfalls eine Unterbrechung des Pilottons.

#### Schanzeichen «Pilot»

Das Schanzeichen rechts oben auf der Frontplatte zeigt ein weißes Kreuz, wenn das Nagra in Betrieb ist, wenn ein Pilotsignal mit genügender Amplitude einfällt und wenn kein Alarmsignal im Pilotsystem vorliegt. Das weiße Kreuz verschwindet, und das Schanzeichen wird schwarz, wenn

- die Frequenz des empfangenen Pilottons falsch ist (nur bei Einbau des Frequenzmessers QFM);
- das Pilotsignal nicht bis zum Pilottonkopf durchkommt (nur bei Einbau des Synchronisators QSLI).

Diese Anzeige erscheint selbst dann, wenn der Hauptschalter auf TEST steht.

Bei Wiedergabe erscheint nur dann ein weißes Kreuz im Schanzeichen, wenn ein Pilotsignal von außen an den Eingang geliefert wird und wenn ein Pilotsignal vom Band abgetastet wird. Fehlt eines der beiden Signale, bleibt das Schanzeichen schwarz. Dies ist wichtig für den Einsatz des QSLI.

#### Eingebauter Synchronisator QSLI (Zubehör auf Wunsch)

Der Synchronisator hat zwei Funktionen:

- Messen der vom Band abgetasteten Pilottonspannung. Hierzu wird der Instrumentenumschalter in Stellung «Pilot Playback» gebracht; die Ablesung erfolgt auf der unteren Mittenskala. Normale Werte liegen zwischen 1 und 2 V.
- Nachregeln der Bandgeschwindigkeit des Nagra-Gerätes, so daß das vom Band abgetastete Pilotsignal mit dem der Steckdose an der rechten Seitenwand zugeführten Pilotsignal synchron ist. Voraussetzung hierfür ist, daß der Hauptschalter auf Playback mit Lautsprechersymbol steht und daß im Schanzeichen das weiße Kreuz sichtbar ist. Letzteres erscheint bekanntlich nur, wenn beide Pilotsignale, das vom Band abgetastete und das von außen zugeführte, in korrekter Größe vorhanden sind.

In der Stellung «SYNCH» des Instrumentenumschalters wird das Instrument auf den Synchronisator QSLI geschaltet und zeigt die Phasendifferenz zwischen abgetastetem und von außen zugeführtem Pilotton an. Falls die beiden Signale nicht dieselbe Frequenz haben, schwingt der Instrumentenzeiger. Dies wird zunächst in der «Playback»-Stellung des Hauptschalters beobachtet. Wenn beispielsweise der Zeiger für ein volles Hin- und Rückschwingen von links nach rechts und wieder nach links

2 Sekunden benötigt, weichen die beiden Frequenzen um 1 % voneinander ab. Diese Abweichung liegt im Ausgleichsbereich des Synchronisators QSLI.

Wird der Hauptschalter jetzt auf Playback mit Lautsprechersymbol geschaltet, so wird der Synchronisator QSLI wirksam, und die Schwingung des Instrumentenzeigers muß aufhören. Dauert die Unruhe des Zeigers an, liegt der Frequenzunterschied der Pilotsignale außerhalb des QSLI-Ausgleichsbereichs (s. unten). Umgekehrt ist Synchronität vorhanden, wenn der Zeiger ruhig bleibt und im Schanzeichen das weiße Kreuz sichtbar ist.

Falls bereits in der einfachen «Playback»-Stellung des Hauptschalters der Instrumentenzeiger völlig ruhig bleibt, könnte der Verdacht einer vollständig falschen Pilottonaufzeichnung vorliegen (z.B.: 100 Hz). Der Frequenzunterschied wird dann so groß, daß der Zeiger seiner Trägheit wegen nicht mehr folgen kann. Durch Festhalten des linken Bandspannungsreglers oder mit Hilfe des Geschwindigkeitsreglers QSV-2 kann man versuchen, die Bandgeschwindigkeit zu verändern, um zu sehen, ob dies einen Einfluß auf den Instrumentenzeiger hat. Bleibt er nach wie vor immobil, so ist die aufgezeichnete Pilotfrequenz falsch.

#### Überspielen mit QSLI auf perforierten Magnetfilm

Hierbei wird das Aufzeichnungsgerät für perforierten Magnetfilm vom Netz gespeist. Vom gleichen Netz wird (nach entsprechender Herabsetzung der Spannung auf 1 bis 2 V, z.B. mit Hilfe des Netzteils ATN) das Referenzpilotsignal dem Nagra-Gerät zugeführt. Allerdings können auf diese Art eventuelle Start- und Identifizierungssignale nicht hörbar gemacht werden, so daß diese Überspielungsmethode nur bei Verwendung konventioneller oder elektrischer Pfeifklappen anwendbar ist.

#### Überspielen mit SLO auf perforierten Magnetfilm

Obige Einschränkung entfällt bei Benutzung des SLO, dessen Bedienung auch sonst wesentlich bequemer ist, als die des QSLI; beispielsweise enthält der SLO ein Oszilloskop, mit dem die verschiedenen Vorgänge sehr klar verfolgt werden können. Fehlbedienungen sind damit nahezu ausgeschlossen.

Der SLO enthält außerdem eine Einrichtung, mit der die an sich unhörbaren Pausen im Pilotton in ein 2000-Hz-Signal umgeformt werden. Dies 2000-Hz-Signal läßt sich auch auf den perforierten Magnetfilm übertragen, und zwar zweckmäßigerweise auf eine Hilfsspur, der Start einer zweiten Kamera (codierte Signale) mitten in der Aufnahme soll den Ton nicht beeinflussen.

Zusätzlich zum 2000-Hz-Signal liefert der SLO eine Spannung von 24 V während der Pilottonpausen, mit der ein Schreibstift am Aufzeichnungsgerät des perforierten Magnetfilms betätigt werden kann: auf dem Film erscheinen dann den codierten Signalen entsprechende Striche, die die Tonmontage außerordentlich erleichtern.

Der SLO wird mit dem Nagra 4.2 über den Spezialadapter QCL verbunden. Der SLO wird ans Netz angeschlossen, das Nagra wird dann aus dem SLO gespeist.

#### Geschwindigkeitsregler QSV-2

Das Zusatzgerät wird an die ACC.-Dose an der rechten Seitenwand des Nagra 4.2 angeschlossen; mit ihm kann die Bandgeschwindigkeit um  $\pm 12\%$  von Hand geregelt werden. Seine Benutzung bietet sich in folgenden Fällen an: (**Wichtig:** Der Geschwindigkeitsregler QSV-2 läßt sich mit dem Nagra IV nicht verwenden. Hierfür benötigt man den Regler QSV.)

a) Überspielen eines Bandes, dessen Pilotsignal von einer mit stark abweichender Geschwindigkeit laufenden Kamera aufgenommen wurde.

Der Ausgleichsbereich der Synchronisatoren QSLI und SLO liegt bei etwa  $\pm 2\%$ . Ist die Kamera mit einer außerhalb dieser Toleranz liegenden Geschwindigkeit

gelaufen, so läßt sich mit dem QSV-2 die mittlere Bandgeschwindigkeit nachregeln. Zu beachten ist, daß sich dabei natürlich auch die Tonhöhe entsprechend ändert.

- b) Überspielen eines Bandes mit Pausen im Pilotsignal. Während der durch die codierten Start- und Identifizierungssignale hervorgerufenen Pausen im Pilotsignal geht der Synchronzusammenhang zwischen Nagra und dem Aufzeichnungsgerät für perforierten Magnetfilm verloren, und es muß dafür gesorgt werden, daß während dieser Pausen die Geräte nicht zu sehr voneinander voneinander laufen, weil das plötzliche In-Tritt-Fallen der Geräte am Ende der Pausen eine hörbare Tonhöhenchwankung verursachen könnte. Um so etwas zu vermeiden, genügt es, die (unsynchronisierten) Geschwindigkeiten beider Geräte mit dem Geschwindigkeitsregler aneinander anzupassen, der Synchronisator übernimmt dann die Feinreglung. Hierzu gibt es zwei Möglichkeiten.

#### Methode A:

1. Das zu überspielende Band wird ohne Synchronismus wiedergegeben, indem entweder der Drehknopf «Locking range» am SLO ganz nach links gedreht wird oder, falls mit QSLI gearbeitet wird, indem das Nagra in Stellung «Playback» ohne angeschlossenen Lautsprecher läuft.
2. Die Geschwindigkeit wird mit dem QSV-2 nachgeregelt, bis die Frequenz des abgetasteten Pilotsignals mit der Netzfrequenz übereinstimmt; dann steht sowohl das Schirmbild im Oszillographen des SLO als auch der Instrumentenzeiger (Instrumentenumschalter auf «SYNCH») vollständig still.
3. Das Band wird nun zurückgespult und überspielt (Stellung Playback mit Lautsprecher und SLO «Locking Range» aufgedreht).

#### Methode B:

Das Band wird klassisch überspielt, der QSV-2 wird so geregelt, daß der Instrumentenzeiger (Stellung «SYNCH») in der Mitte bleibt (beim Arbeiten mit QSLI), bzw. so daß das Schirmbild vom SLO einen Kreis bildet. Das Verfahren ist nicht ganz so genau, genügt aber meistens, wenn die Bedienungsperson über eine gewisse Erfahrung verfügt. Praktisch muß allerdings immer ein Probelauf vorgenommen werden, weil die Pilottonpausen gerade am Anfang einer Szene auftreten; dann wird zurückgespult und überspielt.

#### Einsatz des Geschwindigkeitsreglers im Playback-Verfahren

Hat beim Playback-Verfahren eine Kamera eine falsche Geschwindigkeit, muß diese unbedingt justiert werden, um Tönhöhenverfälschungen zu vermeiden. Nur wenn dies aus irgendeinem Grunde unmöglich ist, kann auf den Geschwindigkeitsregler zurückgegriffen werden.

#### Pegel des Pilotsignals

Im Nagra 4.2 wird der Pilotton mit einem um 6 dB geringeren Pegel aufgezeichnet als im Nagra III P, weil bei der heutigen ausgezeichneten Kanaltrennung der frühere Pegel nicht mehr begründet ist und letzterer auf manchen Bändern ein merkliches Modulationsrauschen hervorrief. Doch kann auf Wunsch auch das Nagra 4.2 ohne weiteres wieder auf den früheren Pegel einjustiert werden.

#### Aufzeichnung von Faksimile- und ähnlichen Signalen

Quarzstabilisierte Nagra-Geräte geben mit Hilfe des Synchronisators QSLI aufgezeichnete Frequenzen mit einer Genauigkeit von 0,001 % wieder. Dabei handelt es sich um Frequenzmittelwerte, weil zwar Bandschlupf und Banddehnungen automatisch ausgeglichen werden, nicht aber die auf unvermeidliche mechanische Toleranzen und Bandlängsschwingungen zurückzuführenden momentanen Änderungen der Bandgeschwindigkeit (Tonhöhenchwankungen).

Trotzdem ist erfahrungsgemäß die erzielbare Genauigkeit völlig ausreichend, um Faksimile- und andere bei der Fernmessung auftretende Signale aufzuzeichnen und wiederzugeben.

### 3.4 Überspielen vom Nagra auf perforierten Magnetfilm

#### Vom Nagra kommende Pilotsignale

Im Nagra III P (und PH) war kein automatischer Pegelregler für den Pilotton eingebaut; vielmehr variierte der Pegel des Pilotsignals entsprechend den Pegelschwankungen von  $\pm 3$  dB der Kamera, zuzüglich der Band- und Verstärkertoleranzen, d.h. mit einer resultierenden Gesamttoleranz von max.  $\pm 6$  dB.

Das Nagra 4.2 hat dagegen einen eingebauten automatischen Pegelregler, so daß nur die Band- und Verstärkertoleranzen mit  $\pm 3$  dB eingehen. Diese Toleranz wirkt sich jedoch um so weniger aus, als beim Nagra 4.2 mit einem um 6 dB geringeren Pegel aufgezeichnet wird als beim Nagra III.

Während das Nagra III ein ungefiltertes Pilotsignal liefert, in dem nicht unbedeutende Rauschanteile höherer Frequenz enthalten sind, ist das vom Nagra 4.2 gelieferte Pilotsignal gefiltert und kann zusätzlich im Synchronisator QSLI verstärkt werden.

#### Wiedergegebenes Pilotsignal beim Nagra III P (und PH)

Quellwiderstand: ca. 3000  $\Omega$

Zulässiger Lastwiderstand: 0 bis unendlich

Nennspannung, falls auf Nagra III aufgenommen wurde: 70  $\mu$ V  $\pm 6$  dB

Nennspannung, falls auf Nagra 4.2 L aufgenommen wurde: 35  $\mu$ V  $\pm 3$  dB

#### Wiedergegebenes Pilotsignal beim Nagra 4.2 L, ohne Synchronisator QSLI

Quellwiderstand: 47 k $\Omega$   $\pm 20$  %

Zulässiger Lastwiderstand: 0 bis unendlich

Nennspannung, falls auf Nagra III aufgenommen wurde: 660 mV  $\pm 6$  dB

Nennspannung, falls auf Nagra 4.2 aufgenommen wurde: 330 mV  $\pm 3$  dB

#### Wiedergegebenes Pilotsignal beim Nagra 4.2 L, mit Synchronisator QSLI

Quellwiderstand: 10 k $\Omega$   $\pm 20$  %

Zulässiger Lastwiderstand: 0 bis unendlich

Nennspannung, falls auf Nagra III aufgenommen wurde: 2 V  $\pm 6$  dB

Nennspannung, falls auf Nagra 4.2 aufgenommen wurde: 1 V  $\pm 3$  dB

Falls das Nagra 4.2 mit dem Synchronisator QSLI ausgerüstet ist, kann der Pilottonpegel gemessen werden. 0,85 V entspricht einer Anzeige von 1,3 V auf der von 0-2 V gehenden Instrumentenskala, auf der sonst die Spannung pro Batterie angezeigt wird. Vollausschlag wird also bei einer Pilottonspannung von 1,7 V erreicht.

#### Anschlußbuchsen

Der Ausgang des Pilotsignals liegt beim Nagra III an einer sechspoligen Steckdose Tuchel, T 3402; Kontakt 3 ist Masse, an Kontakt 5 liegt das Signal. Es empfiehlt sich, die an diese Dose angeschlossenen Geräte erdfrei anzuschließen, um induzierte Brummstörungen über Masseleitung zu verhindern.

Beim Nagra 4.2 L liegt der Ausgang des Pilotsignals an der Buchse «Power Pack» auf der rechten Seitenwand.

Dies ist eine sechspolige Miniatursteckdose Tuchel, T 3403; Kontakt 2 ist Masse, an Kontakt 3 liegt das Signal.

#### Unterbrechungen des Pilotsignals

##### Betrieb mit Kabel zwischen Kamera und Nagra

Wenn die Kamera mit einer elektrischen Klappe ausgerüstet ist, fehlt das Pilotsignal während des Anlaufens der Kamera. Bis zum ersten nicht überbelichteten Bild fehlt also auch auf dem Tonband das Pilotsignal; danach ist ein Pilotsignal auf Band vorhanden, solange die Kamera läuft. Das Pilotsignal kann also zur Fernsteuerung des Aufzeichnungsgerätes für perforierten Magnetfilm benutzt werden.

##### Kabelloser Betrieb, mit Quarzoszillator und ohne Funkübertragung des Startsignals

In diesem Fall ist auf dem Tonband ein ununterbrochenes Pilotsignal vorhanden.

##### Kabelloser Betrieb mit Quarzoszillator und Funkübertragung des Startsignals

Nur während des Anlaufens der Kamera fehlt auf dem Tonband das Pilotsignal, weil während dieser Zeit der Sender der Kamera über dem im Nagra eingebauten Empfänger die Aufzeichnung des Pilottons sperrt.

##### Kabelloser Betrieb mit Quarzoszillator und mit Funkübertragung der Start- und Szenen-Identifizierungssignale

Wie vorher ist während des Anlaufens der Kamera kein Pilotsignal auf dem Tonband. Danach folgen aber noch verschiedene Unterbrechungen des Pilotsignals, die zur Identifizierung der Szene dienen.

Bei den Identifizierungssignalen dauert jede Unterbrechung 80 ms, die Dauer des Pilotsignals beträgt bei 25 Bildern pro Sekunde  $N \times 80$  ms, wobei je nach der zu übertragenden Zahl der Wert  $N$  zwischen 1 (entsprechend einer 0) und 10 (entsprechend einer 9) schwanken kann. Normalerweise folgen der Anlaufunterbrechung 3 Identifizierungsunterbrechungen, doch sind auch Ausführungen mit 5 Identifizierungsunterbrechungen möglich.

In solchen Fällen wird das Überspielen auf perforierten Magnetfilm mit Hilfe des Synchronisators SLO empfohlen, weil die Unterbrechungen diesen nicht stören.

#### Markierungsstift

Während der Unterbrechungen liefert der Synchronisator SLO ein Signal, mit dem eine sichtbare Markierung auf dem perforierten Magnetfilm vorgenommen werden kann. Hierzu wird eine Vorrichtung benötigt, die mit einem Fettstift oder einem ähnlichen Schreiber eine Spurauf Magnetfilm immer dann zieht, wenn das Pilotsignal unterbrochen ist, die also mit den überbelichteten Markierungen auf dem Bildfilm übereinstimmt.

#### Signal für die Montagespur

Falls eine Markierungsvorrichtung fehlt, kann auch auf einer Hilfsspur des perforierten Magnetfilms der 2000-Hz-Ton aufgenommen werden, der vom Synchronisator SLO während der Unterbrechungen des Pilotsignals abgegeben wird. Eine Sichtmarkierung kann dann später von Hand vorgenommen werden.

#### Anschlüsse am SLO für den Markierungsstift

Der Ausgang zur Betätigung des Markierungsstiftes befindet sich links am SLO, und zwar an der vierpoligen Miniatursteckdose, Tuchel T 3303.

- Kontakt 1: Masse  
Kontakt 2: +13 V während der Unterbrechungen des Pilotsignals. Kann mit 1000  $\Omega$  oder mehr belastet werden. Bei Belastung mit 1000  $\Omega$  fällt die Spannung auf 12 V.  
Kontakt 3: +13 V bei Vorhandensein des Pilotsignals. Gleiche Belastungsverhältnisse wie am Kontakt 2.  
Kontakt 4: +22 V  $\pm 15\%$ , immer vorhanden. Kann bis 0,5 A belastet werden, die Spannung fällt dann auf 20 V.

#### *Anschlüsse am SLO für das 2000-Hz-Signal*

Auf der linken Seite des SLO sind zwei 4-mm-Buchsen für Bananenstecker; sie liegen an der Sekundärseite eines Transformators, sind also erdfrei. An ihnen liegt während der Unterbrechungen des Pilotsignals eine Spannung von 1 V eff  $\pm 20\%$  mit einer Frequenz von 2000 Hz. Der Quell-

widerstand beträgt etwa 10  $\Omega$ . Er läßt sich also mit dem normalen Leitungsausgang in Reihe schalten.

#### *Tonausgang beim Nagra 4.2*

Hierzu dient der Leitungsausgang an der rechten Seitenwand des Nagra. Der Lastwiderstand muß gleich oder größer als 600  $\Omega$  sein. Wenn der Umschalter «Line & Phones» auf «Tape» steht, beträgt die Ausgangsspannung 4,4 V an 600  $\Omega$ , bei Wiedergabe eines mit 200 mX aufgenommen Bandes. Da das Nagra 4.2 um 4 dB höher angesteuert werden kann, beträgt die maximale Spannung am Leitungsausgang 7 V. Im Leerlauf erhöht sich die Spannung um 10 %.

Der Leitungsausgang liegt an zwei 4-mm-Buchsen für Bananenstecker; er ist an die Sekundärwicklung eines Transformators angeschlossen und daher erdfrei. Seitlich ist eine besondere Erdbuchse angebracht.

## Bedienungsanleitung für Nagra 4.2 L und LSP

Dieses Kapitel bezieht sich auf alle Teile des Nagra 4.2 mit Ausnahme der Piloteinrichtungen.

### 4.1. Stromversorgung

Das Nagra 4.2 kann mit eingebauten Batterien oder Akkumulatoren oder von einer Fremdstromquelle aus betrieben werden. Die Umschaltung erfolgt über den Schalter « Power » rechts unten an der Frontplatte.

#### Batterien und Akkumulatoren

Das Nagra 4.2 wird mit 12 Zellen zu je 1,5 V Nennspannung bestückt. Die Zellen dürfen einen maximalen Durchmesser von 33,5 mm und eine Länge zwischen 59,5 und 62,5 mm aufweisen. Normalerweise genügen die Normbatterien entsprechend IEC R-20, ASA D oder L 90, doch läßt die Norm einen etwas größeren Durchmesser zu.

Der Deckel des Batteriefachs am Geräteboden kann nach einer Umdrehung der zwei Befestigungsschrauben mit Hilfe eines Geldstücks geöffnet werden. Die Batterien müssen alle im gleichen Sinn entsprechend der am Geräteboden angegebenen Polarität eingesetzt werden. Meistens ist der warzenförmige Kontakt positiv, doch gibt es auch Ausnahmen, so daß die auf den Batterien angebrachten Vorzeichen + und - beachtet werden müssen. Diese Vorzeichen sind auch bei Batterien (Quecksilber) umgekehrter Polarität klar erkenntlich.

Das Klappern loser Batterien kann störend sein; es wird empfohlen sie dann mit Watte zu umwickeln, wobei jedoch zur Aufrechterhaltung einer guten Kontaktgabe die Längsbeweglichkeit nicht beeinträchtigt werden darf. Entleerte Batterien neigen zum Auslaufen und die austretende Flüssigkeit kann umliegende Geräteteile korrodieren. Auch diese Erscheinung wird durch die Watte gemildert.

Sollten die Batterien zu kurz sein, müssen Nickel- oder Kupfermünzen dazwischengesteckt werden. In diesem Fall muß der Deckel des Batteriefachs allerdings mit Pappe oder Klebeband isoliert werden, weil sonst Kurzschlüsse auftreten können. Letzteres muß auch bei zweifelhafter Batterieisolation geschehen.

#### Fremdstromversorgung

Hierfür befindet sich eine sechspolige Steckdose Tuchel T 3403, an der rechten Seitenwand. Sie ist mit « Power Pack » bezeichnet. Der zugehörige Stecker am Kabel ist Tuchel T 3400/1. Kontaktbelegung:

- 2: Masse entsprechend dem positiven Pol der Fremdspannungsquelle.
- 5: Negativer Pol der Fremdspannungsquelle.
- 1: Im Nagra-Gerät mit dem negativen Pol der eingebauten Batterien oder Akkumulatoren verbunden, so daß letztere über diesen Kontakt wieder aufgeladen werden können, ohne daß sie aus dem Gerät herausgenommen werden müssen.

- 6: Mittenkontakt, an dem die im Nagra-Gerät stabilisierte Gleichspannung von  $-10,0$  V liegt, sofern das Gerät auf Aufnahme steht. Der zulässige Entnahmestrom beträgt 50 mA.

Um wieder arbeiten zu können, muß der Hauptschalter zuerst auf Stop gestellt werden.

- 3: Ausgang des vom Band wiedergegebenen Pilotsignals (beim Modell L).
- 4: Eingang des Korrektursignals für die Bandgeschwindigkeit.

#### Betriebsspannung

Frische Batterien liefern  $-18$  V. Bei Zimmertemperatur und ordnungsgemäßen Gerät sind für die größte Bandgeschwindigkeit noch  $-12$  V, für die kleineren Geschwindigkeiten  $-10,5$  V ausreichend.

Durch einen eingebauten Stabilisator ist innerhalb der zulässigen Grenzen der Betrieb unabhängig von der Speisespannung; nur die Rücklaufgeschwindigkeit ist zur Speisespannung direkt proportional. Die maximal zulässige Betriebsspannung beträgt  $-30$  V mit gelegentlichen Spitzen bis zu  $-35$  V; dabei darf die Brummspannung 3 V Spitze/Spitze bei 100 Hz nicht übersteigen; bei niedrigeren Brumffrequenzen ist der zulässige Wert proportional kleiner. Die Spitzen dürfen nicht kleiner als  $-12$  V und nicht größer als  $-35$  V sein.

In Fahrzeugen ist zu beachten, daß die Bordspannung unter Umständen ganz erheblich vom Nennwert abweichen kann.

#### Umpolung der Batteriespannung

Eine Umpolung der Betriebsspannung (negativer Pol an Masse) würde das Gerät zerstören. Daher ist parallel zur Stromversorgung eine Diode geschaltet, die bei falscher Polung die Stromversorgung kurzschließt.

Falsch gepolte Trockenbatterien werden dann entladen, sonst passiert weiter nichts. Einige Akkumulatoren dagegen können Kurzschlußströme von mehr als 8 A liefern und durch die entstehende Wärme die Leitungsisolierung zerstören, wobei die freiwerdende Salzsäure große Schäden verursachen kann. Daher wird zusätzlich eine Einlötsicherung eingebaut (3-5 A), die ersetzt werden muß, falls nach einer Verpolung das Gerät auch bei ordnungsgemäßer Betriebsspannung nicht mehr funktioniert.

#### Kontrolle der eingebauten Batterien und der Speisespannung

##### Galvanometerschalter auf « Batt. Reserve »

In diesem Fall wird der Spannungsüberschuß zwischen der Batterieklammenspannung und der für den Gerätebetrieb erforderlichen Spannung angezeigt, und zwar wird, weil beide Werte etwas schwanken können, der niedrigste Momentanwert der Überschußreserve gespeichert. Dieser Umstand ist wichtig, weil trotz einer im Mittel hinreichenden Batteriereserve plötzliche Einbrüche

die Spannung unter den zulässigen Wert absenken können. Diese Kontrollart ähnelt derjenigen einer Benzinuhr im Kraftwagen: solange der Instrumentenzeiger ausschlägt, ist die Stromversorgung in Ordnung; wenn der Zeiger am linken Skalenende steht, ist sie nicht mehr in Ordnung.

Da frische Batterien 18 V liefern, das Gerät aber mit 30 V betrieben werden darf, zeigt das Instrument auch bei frischen Batterien nur etwa 40 % des Vollausschlages an.

### Schauzeichen SPEED & POWER

Ganz rechts unten auf der Frontplatte befindet sich das Schauzeichen SPEED & POWER, in dem bei normaler Funktion ein weißes Kreuz erscheinen muß. Dieses Kreuz verschwindet, wenn:

- die Betriebsspannung zu niedrig wird;
- der Motorstrom seinen maximal zulässigen Wert erreicht (d.h. wenn der Geschwindigkeitsregler einen höheren Motorstrom anfordert, dies aber wegen der eingebauten Strombegrenzung nicht möglich ist) und damit die Gefahr einer falschen Bandgeschwindigkeit gegeben ist;
- die tachymetrische Tonhöhenchwankung außer Toleranz liegt.

Mit anderen Worten: Wenn im Schauzeichen AR ein weißes Kreuz sichtbar wird, ist sowohl eine ordnungsgemäße Betriebsspannung als auch eine korrekte Motordrehzahl und Bandgeschwindigkeit sichergestellt.

### Galvanometerschalter auf « Volt/Cell »

In dieser Stellung arbeitet das Instrument als normales Voltmeter mit einer Skala von 0-2 V (oder 0-1,6 V). Die angezeigte Spannung bezieht sich auf  $1/12$  der gesamten Betriebsspannung, d.h. auf eine Zelle.

Diese Anzeige ist vor allem für den Einsatz von Akkumulatoren wesentlich, die ohne Gefahr dauernder Beschädigung nicht unter einen bestimmten Mindestwert entladen werden dürfen. Dieser Wert liegt für Alkalizellen üblicherweise bei 1 V.

Auch die Fremdstromversorgung kann mit dieser Stellung überwacht werden. Wenn beispielsweise in Stellung « Batt. Reserve » kein Ausschlag mehr erkennbar ist, in Stellung « Volt/Cell » jedoch eine ordnungsgemäße Speisespannung angezeigt wird, ist dies ein Zeichen für einen anormalen Spannungsbedarf des Gerätes. Meistens liegt dann der Fehler beim Motor und seinem Kollektor.

### Kontrolle des Motorstroms

Mit dem Galvanometerschalter in Stellung « Mot » mißt das Instrument den Motorstrom, wenn auch keine Spezielskala hierfür vorgesehen ist. Zweckmäßigerweise wird eine linear unterteilte Skala, beispielsweise die für « Volt/Cell » benutzt, wobei 250 mA etwa dem Vollausschlag entsprechen.

Im Leerlauf, d.h. ohne Tonband und mit abgehobener Gummidruckrolle (aber natürlich ohne eingeschalteten Rücklauf), ergibt sich eine Anzeige von 0,2 bis 0,3 V. Bei Überschreiten dieses Wertes s. Abschnitt 6.2.

### Trockenbatterien und Akkumulatoren

Die folgenden Informationen beruhen auf Herstellerangaben. Wenn dabei bestimmte Marken genannt werden, heißt das nicht, daß diese besonders gut sind, sondern bedeutet lediglich, daß deren Dokumentation am vollständigsten verfügbar war; daher werden die Angaben auch ohne jede Gewähr gemacht.

Im allgemeinen hängen die Eigenschaften von Trockenbatterien und Akkumulatoren wesentlich von der Lagerzeit ab; diese ist bei der Beschaffung zu beachten.

Um zwischen den einzelnen Stromquellen vergleichen zu können, werden zwei Betriebszustände des Nagra betrachtet:

A-Betrieb: mittlere Stromaufnahme 160 mA, entsprechend 50 % in Stellung « Test » und 50 % in Stellung « Record ».

B-Betrieb: mittlere Stromaufnahme 240 mA, entsprechend einem fortwährenden Wechsel zwischen Aufnahme und Rückspulen.

### Konventionelle Zink-Kohle-Trockenbatterien

Sie sind leicht, billig und überall erhältlich. Ihre Kapazität schwankt enorm mit der Stromentnahme, ist sehr gering bei etwa 500 mA, sehr gut bei kleinen Strömen und akzeptabel beim Stromverbrauch des Nagra, sofern der Betrieb immer von längeren Ruhepausen unterbrochen ist (z.B. 2 Stunden Betrieb, 22 Stunden Pause).

Zulässige Betriebstemperaturen gehen von 0°C bis +50°C. Das Verhalten bei tiefen Temperaturen ist für einige Modelle verschieden; für sehr tiefe Temperaturen gibt es militärische Sonderausführungen.

Die Lagerfähigkeit, d.h. die Zeit, nach der noch ungefähr 75 % bis 90 % der Anfangskapazität vorhanden ist, beträgt meist mehr als 12 Monate, sofern die Lagertemperatur +20°C nicht überschreitet. Bei Lagertemperaturen von +40°C kann die Lagerfähigkeit auf 3 Monate oder weniger absinken. Demgegenüber scheint die Lagerfähigkeit bei tiefen Temperaturen und selbst unterhalb des Gefrierpunktes des Elektrolyts außerordentlich gut zu sein. Es wird behauptet, daß in der Antarktis zurückgelassene Batterien noch nach 7 1/2 Jahren ihre Anfangskapazität hatten. Beim Wiederauftauen muß vermutlich sehr langsam vorgegangen werden. Oberhalb von +50°C wird die Batterie schnell zerstört.

In den folgenden Daten bedeutet 2/24 ein zweistündiger Dauerbetrieb alle 24 Stunden (also 22 Stunden Pause); S = 18 h bedeutet eine Betriebsdauer von insgesamt 18 Stunden, wobei eine Batterie als erschöpft betrachtet wird, wenn ihre Spannung unter Last auf 0,9 V pro Zelle, also auf 10,8 V für 12 Zellen abgesunken ist.

Eveready (UCAR) Nr. 950. Gewicht für 12 Zellen: 1,02 kg.

A-Betrieb: 2/24, S = 18 h  
4/24, S = 13,5 h  
24/24, S = 8,4 h

B-Betrieb: 2/24, S = 8,5 h  
4/24, S = 6 h  
24/24, S = 4,5 h

Eveready D 99. Gewicht für 12 Zellen: 1,12 kg.

A-Betrieb: 2/24, S = 22 h  
4/24, S = 17 h  
24/24, S = 14 h

B-Betrieb: 2/24, S = 11 h  
4/24, S = 7,5 h  
24/24, S = 7,4 h

Eveready Nr 1150. Gewicht für 12 Zellen: 1,12 kg.

A-Betrieb: 2/24, S = 32 h  
4/24, S = 23 h  
24/24, S = 21 h

B-Betrieb: 2/24, S = 18 h  
4/24, S = 12 h  
24/24, S = 10 h

Wonder (Frankreich) Export- und Marinetypen. Gewicht für 12 Zellen: 0,96 kg.

B-Betrieb: 24/24, S = 7,75 h  
Pertrix 222

A-Betrieb: 2/24, S = 35 h  
B-Betrieb: 2/24, S = 17,3 h  
24/24, S = 7,5 h

Pertrix 232

B-Betrieb: 2/24, S = 13 h  
24/24, S = 10,7 h

Leclanché Schweiz Nr. 800. Gewicht für 12 Zellen: 1,02 kg.  
B-Betrieb: 24/24, S = 10,5 h  
Trotz aller Maßnahmen seitens der Hersteller kommt es vor, daß bei entleerten Batterien der Elektrolyt austritt. Sie sollten deshalb immer aus dem Gerät genommen werden.

#### **Alkalische Manganbatterien**

Diese Batterieart geht auf eine jüngere Entwicklung zurück. Ihre Kapazität ist bei den hier interessierenden Strömen erheblich größer als die der Zink-Kohle-Batterien. Sie können zwischen  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $+71^{\circ}\text{C}$  betrieben werden, ihre Lagerfähigkeit beträgt mehr als 24 Monate bei  $+20^{\circ}\text{C}$  und mehr als 12 Monate bei  $+45^{\circ}\text{C}$  Lagertemperatur (Angaben von Mallory).

Ihr Gewicht ist dagegen größer (1,53 kg anstatt etwa 1 kg), und sie sind (in den USA) etwa 3,75mal teurer.

Zweckmäßigerweise werden sie verwendet, wenn

- die Betriebstemperaturen außerhalb des normalen Rahmens liegen;

- sehr große Lagerfähigkeiten erforderlich sind;
- Gewicht und Volumen je Stunde Betriebszeit klein gehalten werden müssen;

- sehr lange pausenlose Betriebszeiten notwendig sind. Manche Typen sind in gewissem Umfang wiederaufladbar. Wonder gibt folgende Hinweise:

- Einige Dutzend Aufladungen sind erreichbar, falls die Batterie nur auf 70 % bis 80 % ihrer Anfangskapazität, d.h. bis zu einer Zellenspannung von 1,25 V entladen wird.

- Maximaler Ladestrom höchstens  $\frac{1}{15}$  der Kapazität, d.h. zum Beispiel 0,5 A für eine Kapazität von 7,5 Ah oder 0,67 A für eine Kapazität von 10 Ah. Die Aufladung muß beim Erreichen einer Spannung von 1,68 bis 1,70 V abgebrochen werden. Für die Batterielebensdauer ist wichtig, daß dieser Wert nicht überschritten wird.

- Auch eine vollständig entladene Batterie kann wieder aufgeladen werden, jedoch höchstens ein- oder zweimal. In den folgenden Daten werden dieselben Abkürzungen wie oben verwendet.

Eveready E 95. Gewicht für 12 Zellen: 1,53 kg.

A-Betrieb: 24/24, S = 38 h

B-Betrieb: 24/24, S = 26 h

Mallory Mn-1300. Gewicht für 12 Zellen: 1,7 kg.

A-Betrieb: 24/24, S = 50 h (wahrscheinlich)

B-Betrieb: 24/24, S = 34 h (wahrscheinlich)

Wonder Amiro, 1,5. Gewicht für 12 Zellen: 1,08 kg.

A-Betrieb: 24/24, S = 38 h (wahrscheinlich)

B-Betrieb: 24/24, S = 26 h (wahrscheinlich)

Wonder Judit 1,5 V. Gewicht für 12 Zellen: 1,37 kg.

A-Betrieb: 24/24, S = 50 h (wahrscheinlich)

B-Betrieb: 24/24, S = 34 h (wahrscheinlich)

**ACHTUNG:** Wonder gestattet das Wiederaufladen von Trockenbatterien, Mallory verbietet es und weist auf die Gefahr einer Explosion hin. Eveready hat zum Wiederaufladen ein Spezialmodell, allerdings z.Zt. nicht in den für Nagra erforderlichen Abmessungen.

Alle hier gegebenen Informationen beruhen auf Herstellerangaben und werden unsererseits ohne jede Gewähr und Verantwortlichkeit weitergegeben. Für genauere Angaben wende man sich direkt an den Hersteller.

#### **Quecksilberbatterien**

Kapazität, Gewicht und Preis dieser Elemente sind erheblich höher als bei Manganbatterien. Auch ihre Lagerfähigkeit ist ausgezeichnet. Ihre Polarität dagegen ist gerade umgekehrt wie bei konventionellen Batterien, weil hier der positive Pol am Mantel liegt. Mit Ausnahme einer Spezialausführung, bei der durch einen zweiten Mantel die normale Polarität wiederhergestellt wird (Wonder Pilat), wird daher ein Adapter benötigt, wenn Quecksilberbatterien in Nagra-Geräte eingesetzt werden sollen. Größte Aufmerksamkeit ist daher am Platz.

Das Tieftemperaturverhalten normaler Quecksilberzellen ist schlecht und auf  $+10^{\circ}\text{C}$  begrenzt, doch gibt es Spezialausführungen für tiefere Betriebstemperaturen.

Wonder Pilat 1,3 V. Gewicht für 12 Zellen: 2,04 kg.

A-Betrieb: 24/24, S = 112 h

B-Betrieb: 24/24, S = 74 h

Die Spannung einer Quecksilberzelle bleibt während der ganzen Entladung konstant bei 1,2 V; es ist daher unmöglich, die Restkapazität durch eine Spannungsmessung zu ermitteln.

#### **Gekapselte Nickel-Cadmium-Akkumulatoren**

Es gibt eine ziemlich große Anzahl von Typen mit recht unterschiedlichen Betriebsbedingungen. Nachstehend einige allgemeingültige Kenndaten:

##### ■ Lebensdauer:

Der Hauptvorteil liegt in der Wirtschaftlichkeit. Nach Angaben von Eveready beträgt der Preis je Betriebsstunde schon bei 100 Aufladungen nur etwa  $\frac{1}{10}$  des Preises einer Trockenbatterie. NIFE schätzt die Gesamtlebensdauer auf 1000 Aufladungen.

##### ■ Gutes Temperaturverhalten:

Nach Angaben von NIFE liegt die zulässige Lagertemperatur zwischen  $-40^{\circ}\text{C}$  und  $+50^{\circ}\text{C}$ , die zulässige Betriebstemperatur zwischen  $-30^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$ , die zugehörige Ladetemperatur zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$ . Eveready gibt Betriebstemperaturen zwischen  $-20^{\circ}\text{C}$  und  $+40^{\circ}\text{C}$ , kurzzeitig bis zu  $+71^{\circ}\text{C}$  an. Bei Lagerung über  $+20^{\circ}\text{C}$  wird jedoch die Kapazität in jedem Fall verringert.

##### ■ Laden:

Nach Angaben von NIFE darf eine vollkommen entladene Zelle RC 40 sehr schnell (1 Stunde mit 4 A) aufgeladen werden. Ein längeres Aufladen mit so hohem Strom beschädigt die Zelle. Umgekehrt verursacht ein längeres Laden mit 0,5 A oder noch besser mit 0,25 A keine Schäden. Ein Nagra, das während 8 Stunden pausenlos auf Aufnahme geschaltet war, hat etwa 1,9 Ah verbraucht, das sind etwa 47,5 % der Kapazität einer Zelle RC 40. Der Ladestrom von PAR (zusammen mit ATN) beträgt 0,25 A, d.h. eine vollständig entladene Zelle RC 40 braucht für die Wiederaufladung 26 Stunden. Bei dem oben angenommenen Verbrauch von 1,9 Ah sind nur 12 Stunden Ladezeit erforderlich, doch wird beim geringen Ladestrom von 0,25 A die Zelle RC 40 auch bei Überladung nicht beschädigt. Es ist also ohne Rücksicht auf die Restkapazität zulässig, das Nagra jede Nacht aufzuladen.

Die Kapazitäten der Zellen Leclanché Suisse 32 A 60 und Eveready C 2 sind kleiner (2,5 und 2 Ah); trotzdem sind sie für einen Arbeitstag völlig ausreichend. Die Aufladung geschieht wieder mit 0,25 A (C 2 darf nur mit 0,2 A geladen werden, hierzu PAR-200) während 12-14 Stunden.

##### ■ Tiefentladung und Spannungsumkehr:

Wenn wie im Nagra 12 Zellen in Reihe geschaltet werden, kann immer eine Zelle mit geringerer Kapazität darunter sein, die sich dann früher entlädt als die anderen und vom Strom der übrigen Zellen in ihrer Polarität umgepolt wird. Die Eveready-Zelle C 2 ist bewußt für einen solchen Betrieb ausgelegt und hält eine Umpolung mit 200 mA während 5 Stunden aus. Über das Verhalten anderer Typen stehen keine genauen Unterlagen zur Verfügung. Da bei Ausfall einer Zelle die Gesamtspannung um 1,2 V bzw. um 0,1 V/Zelle zurückgeht, soll in der Meßmethode « Volt/Cell » 1,1 V nicht unterschritten werden.

Den besten Schutz gegen Umpolungen bietet natürlich eine sorgfältige Wartung. Die 12 Zellen, mit denen das Nagra bestückt ist, sollten immer als Ganzes gesehen, gemeinsam geladen und gemeinsam entladen werden. Ist der Zustand einzelner Zellen ungewiß, sollte jede Zelle

gesondert tief entladen werden (durch Überbrückung mit einem Widerstand von einigen Ohm). Im Gegensatz zu Bleiakkumulatoren leiden sie nicht darunter. Dann zusammen wiederaufladen.

#### ■ Lagerung:

Gekapselte Nickel-Cadmium-Zellen scheinen bei sehr langer Lagerung unter dem Einfluß der Selbstentladung dauernde Schäden zu bekommen. Manche Hersteller propagieren daher eine Lagerung nur im entladenen Zustand. Eveready empfiehlt, Batterien, die mehrere Monate gelagert wurden, zunächst vollständig zu entladen, und zwar mit einem Strom, der etwa  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{2}$  der Nennkapazität in Ah beträgt; das anschließende Laden sollte mit einem Strom erfolgen, der nur die Hälfte des Normalwertes, also etwa  $\frac{1}{20}$  der Nennkapazität in Ah beträgt. Ladezeit: 28-30 Stunden. Die Nennkapazität wird nicht sofort, sondern erst nach dem zweiten Ladevorgang erreicht. Steigert man die Ladezeit auf 48 Stunden, so kann die Nennkapazität unter Umständen schon nach dem ersten Ladevorgang erreicht werden. Wird diese Regel auf NIFE-Zellen übertragen, so beträgt der Ladestrom 250 mA, d.h. er entspricht dem von PAR gelieferten Wert. Auf jeden Fall ist eine Lagerung bei weniger als +21°C zu empfehlen, weil Kälte alle chemischen Reaktionen verlangsamt. Einfrieren scheint der ideale Lagerungszustand zu sein.

#### ■ Explosionsgefahr:

Gekapselte Akkumulatoren ebenso wie manche Trockenbatterien können explodieren, weil das im Inneren freiwerdende Gas erhebliche Drücke entwickeln kann. Moderne Zellen sind daher mit Sicherheitsventilen ausgerüstet, doch ist es besser, wenn von vornherein folgende Betriebszustände vermieden werden:

- Aufladung mit mehr als  $\frac{1}{10}$  der Nennkapazität (d.h. mit mehr als 350 mA bei NIFE, mit mehr als 250 mA bei Leclanché und mit mehr 200 mA bei Eveready).
- Invertierter Betrieb.
- Die Nähe von Feuer oder großer Hitze.

#### Zusammenfassung

Hiernach empfiehlt sich:

- der Einsatz konventioneller Zink-Kohle-Trockenbatterien, wenn das Nagra nur einige Stunden pro Woche eingeschaltet wird;
- der Einsatz von Mangan-Trockenbatterien, wenn das Nagra zwar sehr selten, dann aber kontinuierlich für lange Zeit eingeschaltet wird, ebenso beim Betrieb in sehr hohen oder sehr niedrigen Temperaturen;
- der Einsatz von Akkumulatoren, wenn das Nagra täglich auf « Batterie » arbeitet, das Gewicht keine Rolle spielt und eine Stromquelle zum Aufladen zur Verfügung steht.

## 4.2. « Direct »- und « Tape »-Kanal

### Allgemeines

Alle von den Mikrofon-, Leitungs- und Mixereingängen kommenden Signale bilden nach Verstärkung, Filterung, Regelung und Mischung das « Direct »-Signal, das dann auf Band aufgezeichnet werden kann.

Demgegenüber bildet das vom Band wiedergegebene, verstärkte und entzerrte Signal das « Tape »-Signal, und zwar bereits während der Aufnahme, so daß nicht nur das, was aufgenommen werden soll, sondern auch das, was gerade aufgenommen worden ist, überprüft werden kann. Der Aussteuerungsmesser zeigt den Pegel des « Direct »-Signals an, d.h. also auch ohne Tonband. In diesem Fall wird es aber kein « Tape »-Signal geben.

Mit dem Nagra in Wiedergabestellung wird die Lautstärke des « Tape »-Signals mit dem mittleren Regler ge-

regelt; das « Direct »-Signal besteht in diesem Fall nicht nur aus den oben erwähnten Eingängen, sondern zusätzlich auch aus dem vom Band wiedergegebenen Signal. Damit kann dem letzteren beispielsweise ein Kommentar (über Mikro) überlagert werden. Umgekehrt entspricht das « Tape »-Signal immer ausschließlich dem vom Band wiedergegebenen Signal.

Der Verstärker des Leitungsausgangs, der auch den Kopfhörer speist, kann entweder in den « Direct »- oder in den « Tape »-Kanal geschaltet werden, und zwar mit dem Schalter « Line & Phones » an der Frontplatte.

Der Lautsprecherverstärker wird ausschließlich vom « Tape »-Signal gespeist. Ein Larsen-Effekt ist dann nicht zu befürchten, es sei denn man stelle den Kopfhörer in der Nähe der Mikrofone. Der untere der beiden TAPE/DIRECT-Schalter (= Meter), erlaubt es, das vom Band wiedergegebene Signal während der Aufnahme abzuheören. Dieser Schalter federt nach dem Loslassen stets wieder in die Stellung DIRECT zurück.

### Die Toneingänge

Das Nagra 4.2 hat 4 Toneingänge.

- 2 Mikrofoneingänge;
- 1 unsymmetrischer Leitungseingang, der mit Hilfe eines außen anzuschließenden Vorverstärkers in einen dritten Mikrofoneingang umgewandelt werden kann;
- 1 « Mixer »-Eingang, ungeregelt.

### Mikrofoneingänge

Die beiden Mikrofonsteckdosen auf der linken Seite des Nagra führen zu steckbaren, also leicht auswechselbaren Vorverstärkern, von denen es für die verschiedenen Anforderungen eine ganze Reihe von Typen gibt (vgl. Kap. 5). Die Mikrofoneingänge werden mit den Reglern « Mike 1 » und « Mike 2 » an der Frontplatte geregelt. Die Skala der Regler ist in dB geeicht; sie entspricht damit etwa der Lautstärke in Phon (für 1 kHz) so daß Nennaussteuerung (0 dB auf dem Aussteuerungsmesser) mit einem Mikrofon mittlerer Empfindlichkeit (0,2 mV/ $\mu$ bar) und einem normalen Vorverstärker erreicht werden kann.

### Leitungseingänge

Wenn die Mikrofonvorverstärker gegen die Verstärker QPM-6 (vgl. Kap. 5) ausgetauscht werden, können die Mikrofoneingänge in symmetrische und erdfreie Leitungseingänge umgewandelt werden.

Außerdem gibt es einen unsymmetrischen Leitungseingang, der vom mittleren Regler auf der Frontplatte (« Line & Playback ») geregelt wird. Die eingehende Leitung kann an zwei Stellen angeschlossen werden:

- a) an der Buchse für Bananenstecker auf der linken Seitenwand. Impedanz: 100 k $\Omega$ . Spannungsbedarf für Nennaussteuerung 0 dB bei ganz aufgedrehtem Regler: 0,37 V. Zulässige Spannung bis zu 150 V. Dieser hohe Wert führt zwar noch nicht zur Überlastung der eingebauten Widerstände, doch sollten, schon um Übersprechen zu vermeiden, 10 V am Leitungseingang nicht überschritten werden. Die leistungsmäßige Auslegung bis 150 V erlaubt den gelegentlichen Anschluß an normale 100-V-Systeme.
- b) An der Steckdose « Acc. » auf der linken Seitenwand. Dies ist ein Stromeingang, und Vollaussteuerung 0 dB wird mit voll aufgedrehtem Regler bei 3,73  $\mu$ A eff. erreicht, wobei die Stromquelle einen Innenwiderstand von mehr als 20 k $\Omega$  haben sollte. Kleinere Innenwiderstände verschlechtern den Geräuschspannungsabstand. Soll an dieser Stelle eine Spannungsquelle angeschlossen werden, so muß diese zuerst durch Einschalten eines Längswiderstandes in eine Stromquelle umgewandelt werden. Stehen 370 mV zur Verfügung, muß der Widerstand 100 k $\Omega$  betragen, bei 74 mV werden



20 k $\Omega$  benötigt; äußerstenfalls genügen auch 10 k $\Omega$ , falls die Spannungsquelle nur 37 mV liefert, doch sollte hier und erst recht bei noch kleineren Spannungen mit einem Transistorvorverstärker, eventuell auch mit einem Übertrager gearbeitet werden. Die früheren BM-Mixer lieferten eine Spannung von 10 mV; die Einschaltung des Adapters QCB ist hierbei also unvermeidbar. Andererseits haben die Vorverstärker BS II für Zusatzmikrofone bereits einen Stromausgang und können ohne weiteres angeschlossen werden.

Neben der Einfachheit beim Mischen mehrerer Signale hat der Stromeingang vor allem den großen Vorteil, daß magnetisch auf die Leitung eingestreute Störungen stark gedämpft werden, weil die induzierten Spannungen wegen der hohen Impedanz nur unwesentliche Störströme hervorrufen.

Die Steckdose am Gerät ist sechspolig, und zwar Tuchel T 3403, der zugehörige Stecker am Kabel hat die Typenbezeichnung Tuchel T 3400/1. Kontakt 2 ist Masse, Kontakt 3 ist der Eingang für 3,73  $\mu$ A, und Kontakt 6 liefert eine stabilisierte und gefilterte Gleichspannung von  $\approx$  10 V zur Speisung von Zubehör und mit einer zulässigen Stromentnahme von 100 mA.

### Mixereingang

Der Eingang kann nicht geregelt werden; mit 560 mV wird Nennaussteuerung 0 dB, mit 885 mV werden also +4 dB Aussteuerung erreicht. Die Eingangsimpedanz beträgt 9,38 k $\Omega$  und ist rein ohmisch. Die Steckdose ist siebenpolig, Type Tuchel T 3478, der zugehörige Stecker Tuchel T 3475/1. Kontaktbelegung:

- Nr. 1 = Eingang.
- 2 = Speisespannung = 10 V, mit 50 mA belastbar, Geräuschspannung kleiner als 5  $\mu$ V, eff. gemessen mit Filter ASA A.
- 3 = « Direct »-Ausgang. Nennpegel: 560 mV; Lastwiderstand größer als 5 k $\Omega$ . Mit diesem Ausgang kann über das Mischpult abgehört werden.
- 4 = Ungeregelte Betriebsspannung des Nagra-Gerätes, die vor dem Hauptschalter abgegriffen wird und daher auch dann verfügbar ist, wenn der Hauptschalter auf « Stop » steht. Auf diese Art kann das Mischpult aus den Nagra-Batterien bzw., je nach Stellung des Umschalters « Power », aus der Fremdstromversorgung betrieben werden. Die zulässige Stromentnahme hängt von den benutzten Batterien, bzw. von der Fremdstromversorgung ab.
- 5 = « Tape »-Ausgang. Nennspannung: 560 mV; Quellwiderstand: 3,5 k $\Omega$ . Bei dem verhältnismäßig hohen Innenwiderstand kann die Klemmenspannung der angeschlossenen Belastung entsprechend absinken. Dies spielt jedoch keine Rolle, da hier nur Kontroll-, bzw. Abhörapparaturen angeschlossen werden.
- 6 = Legt man an diesen « Stop »-Kontakt  $\approx$  10 V an, so wird der in Aufnahme oder Wiedergabe laufende Nagra-Motor gestoppt. Im Schnell- und Rücklauf ist dagegen diese Fernsteuerung ohne Einfluß. Damit kann zwar vom Mixer her « Start » und « Stop » gesteuert, nicht aber in schnelle Umspulvorgänge eingegriffen werden. Die Fernsteuerung (« Start ») über diesen Kontakt, etwa wenn das Pilotsignal erscheint, ist dem Einschalten der gesamten Stromversorgung, jedenfalls bei Aufnahme, vorzuziehen, weil sonst die ansteigende Speisespannung in den am Aufnahmekopf angeschlossenen Kreisen Signale erzeugen würde, die ihn magnetisieren könnten. Bei Wiedergabe finden diese Vorgänge nicht statt.
- 7 = Masse.

### Referenzoszillator

Der Schalter für den Referenzoszillator befindet sich auf der Frontplatte, unterhalb des mittleren und rechten Potentiometers. Beim Drücken des Bedienungsknopfes wird – je nach Ausführung – ein rechteckiges Signal von 1000 Hz (Anzeige  $-10$  dB = 0 VU), bzw. ein sinusförmiges Signal von 1100 Hz (Anzeige  $-8$  dB = 0 VU) in den « Direct »-Kanal eingespeist. Eine kurzzeitige Aufzeichnung dieses Signals jedes Mal am Anfang eines neuen Bandes ist nützlich, weil es bei der Wiedergabe die richtige Einpegelung erleichtert. Wegen des Kopiereffektes, der sich bei reinen Tönen besonders störend bemerkbar macht, sollte zwischen Referenzsignal und eigentlichem Aufzeichnungsbeginn immer eine gewisse Länge Band, etwa 2 Umdrehungen der ablaufenden Spule liegen. Das Referenzsignal ermöglicht eine Kontrolle der Kopfjustage ohne Meßinstrument.

### Klappenoszillator

Dieser Oszillator speist gleichfalls einen Ton in den « Direct »-Kanal. Vergleiche hierzu Kapitel 3, Ziffer 3.2 und 3.3.

### Aussteuerung

#### *Dynamik, Dezibel und Geräuschspannungsabstand*

Dynamik ist das Verhältnis zwischen den Stellen größter und kleinster Lautstärke. Symphonieorchester haben also eine große, Nachrichtensprecher eine kleine Dynamik.

Der Geräuschspannungsabstand hängt in gewisser Weise mit der Dynamik zusammen, weil sich die leiseste Stelle eines Schallablaufs immer noch deutlich von den Störgeräuschen abheben muß. Eine große Dynamik verlangt also einen großen Geräuschspannungsabstand. Im allgemeinen, wenn das Störgeräusch nahe der Hörschwelle liegt, werden Geräuschspannungsabstand und Dynamik einander gleichgesetzt: die leiseste Stelle des Nutzsignals wird dann wahrgenommen, während die Störspannung unterhalb der Hörschwelle liegt.

Die subjektive Lautstärkeempfindung folgt einem mehr oder weniger logarithmischen Gesetz; daher werden logarithmische Einheiten zur Kennzeichnung eines Pegels oder besser eines Pegelverhältnisses benutzt. Die Maß-einheit ist dabei das Dezibel, abgekürzt dB.

Wenn eine Leistung um den Faktor 10 steigt, steigt die Anzahl der db um 10. Also eine 100fache Leistung gibt 20 db, eine 1000fache 30 db, usw. Die Leistung entspricht dem Quadrat der Schallamplitude. Die Spannung die aus einem Mikrofon kommt verhält sich wie die Amplitude. Wenn also die Spannung um das 10fache steigt, steigt die Leistung um das 100fache was 20 db entspricht.

Das Dezibel bezeichnet also ein Verhältnis und nicht einen absoluten Wert. Der Nullpunkt, d.h. der Beginn einer Zählung wird daher nur in Sonderfällen festgelegt. Nehmen wir einen Ton an, der bei einem Schalldruck von  $2 \times 10^{-4}$   $\mu$ bar erzeugt wurde (als Hörschwelle bei 1 kHz angesehen), so entsteht ein absoluter Maßstab. Ein 90-db-Ton bedeutet in diesem Falle: 90 db stärker als  $2 \times 10^{-4}$   $\mu$ bar. Die Ohrempfindlichkeit ist frequenzabhängig und die Empfindlichkeitsmessung kann mit Hilfe von Filtern gleicher Abhängigkeit durchgeführt werden, so werden die Dezibel auf  $2 \times 10^{-4}$   $\mu$ bar bezogen Phon genannt.

Die Reglerskalen des Nagra 4.2 sind in dB, bezogen auf  $2 \times 10^{-4}$   $\mu$ bar geeicht, sie entsprechen also bei 1 kHz (jedoch nur bei dieser Frequenz!) den Phon-Werten. Wenn also vor dem Mikrofon ein Schalldruck von X dB herrscht, wenn ferner das Mikrofon die Normempfindlichkeit von 0,2 mV/ $\mu$ bar an 200  $\Omega$  hat, wenn ein normaler Vorverstärker benutzt wird und der Zeiger des Mikrofonreglers auf X dB gestellt wird, zeigt der Aussteuerungsmesser die Nennaussteuerung, d.h. 0 dB an.

## Dynamikkompression

Das menschliche Ohr hat einen Dynamikumfang von mehr als 120 dB, dagegen hat das Nagra 4.2 einen für Tonbandgeräte ungewöhnlich guten Störabstand von 70 dB. (Ein Amateur-Tonbandgerät soll nach DIN-Normen 45 dB erreichen.) Soll die menschliche Hörfähigkeit unter allen nur denkbaren Umständen ausgenutzt werden und alle nur denkbaren Schallereignisse in ihrer originalen Natürlichkeit erhalten bleiben, so müßte bei der Aufnahme die Dynamik von 120 dB auf 70 dB komprimiert und bei der Wiedergabe auf 120 dB expandiert werden.

Nun stehen der praktischen Ausnutzung einer Dynamik von 120 dB beträchtliche Schwierigkeiten entgegen. Einerseits liegt das Raumgeräusch bereits in einem normalen Wohnzimmer (geschweige denn in einem Konzertsaal) beträchtlich über 0 dB, andererseits nähern sich 120 dB bereits bedenklich der Schmerzgrenze. Die Dynamik muß also eingeeignet werden (Kompression), wie stark, das gehört zu den Hauptaufgaben des Toningenieurs. So können beispielsweise Kammerorchester ohne jede Kompression aufgenommen werden, während die Dynamik großer Symphonieorchester etwas komprimiert werden muß (was nur anhand der Partitur möglich ist und große musikalische Kenntnisse voraussetzt). Eine sehr beschränkte Dynamik ist für Sendungen erforderlich, die im Kraftwagen oder von kleinen tragbaren Empfängern in lärmgefüllter Umgebung abgehört werden sollen; hier wird praktisch immer mit Vollaussteuerung gefahren. Fernsehprogramme können mit großer Dynamik ausgestrahlt werden, weil sie in geschlossenen Wohnräumen empfangen werden; Spätprogramme verlangen der Störung der Nachbarn wegen eine kleinere Dynamik.

Die Dynamik beim Film hängt weitgehend vom Publikum ab, an das er sich wendet. In manchen Ländern geht es im Lichtspieltheater grundsätzlich sehr laut zu. Bei komischen Filmen muß das (angestrebte) Lachen berücksichtigt werden: nach Gags muß der Pegel beträchtlich angehoben werden, während für spannende Szenen sehr niedrige Pegel ausreichen.

Bei Dialogen ist der Kontrast meistens wirkungsvoller als die absolute Lautstärke: ein plötzlicher Stimmeinsatz wirkt lauter, wenn es vorher sehr leise zugegangen ist. Dieser Kniff wird im Film häufig angewendet: vor lauten Stellen wird der Pegel gesenkt.

### Wann soll komprimiert werden?

- Bei Aufzeichnungen, die zum Überspielen auf Schallplatten bestimmt sind. Da der Geräuschspannungsabstand moderner Schallplatten ganz ausgezeichnet ist, muß auf die Vermeidung von Bandrauschen ganz besonders geachtet werden, und zwar muß die Dynamik bereits bei der Originalaufnahme komprimiert werden, weil sich später der Rauschabstand bei zu leisen Stellen nicht mehr korrigieren läßt. Weil es schwierig ist, den Dynamikumfang des Aufzeichnungsgerätes voll auszunutzen ohne gelegentlich bei sehr lauten Stellen in den Übersteuerungsbereich zu kommen, empfiehlt es sich, mit zwei oder drei, in ihren Empfindlichkeiten abgestuften Geräten gleichzeitig aufzunehmen. Das gerade noch nicht übersteuerte Band wird dann verwendet oder auch nach Bedarf mit den anderen zusammenmontiert.
- Bei Aufzeichnungen, die im Originalzustand für den Rundfunk bestimmt sind. Auch hier muß die Kompression bereits bei der Originalaufnahme erfolgen. Bei Reportagen kann der Einsatz einer Aussteuerungsautomatik empfehlenswert sein, weil diese die Vollaussteuerung zu halten bestrebt ist, d.h. stark komprimiert.
- Bei Aufzeichnungen, die für den Rundfunk bestimmt sind, aber im Studio überarbeitet werden. Da der Störabstand des Nagra 4.2 besser ist, als der einer Rund-

funksendung, braucht seine volle Dynamik nicht ausgenutzt zu werden, und die sehr lauten Stellen können auf Nennaussteuerung entsprechend 0 dB eingestellt werden. Da der maximale Aufnahmepegel des Nagra 4.2 +4 dB ist, ist dann immer noch ein hinreichender Sicherheitsabstand vorhanden. Die eigentliche Kompression erfolgt dann erst bei der Arbeit im Studio.

- Bei Aufzeichnungen für Film und Fernsehen. In diesem Fall ergibt sich immer eine Nacharbeit im Studio, so daß es nur darauf ankommt, möglichst viele akustische Informationen zu speichern. Dabei ermöglicht es der große Geräuschspannungsabstand des Nagra 4.2, die Fortissimostellen immer hinreichend unter der maximal zulässigen Aussteuerung zu halten und auch gelegentliche Übersteuerungen zu vermeiden. Häufig kann man sogar mit der Aussteuerungsautomatik arbeiten, doch ist das eine Ermessensfrage, die hier nicht erörtert werden soll. Dagegen muß das Rauschen des Mikrofons und seines Verstärkers selbst beachtet werden, weil dies häufig stärker als das Bandrauschen in Erscheinung tritt. Wenn dieser Fall eintritt, hat es keinen Zweck mehr, die Aussteuerung zu erhöhen, die Information wäre stärker, aber auch das Rauschen.

Dieser kritische Punkt wird erreicht, wenn die Regler auf 80 dB der Skala stehen. Dies läßt sich experimentell leicht ausprobieren: das Mikrofon wird durch einen Ohmschen Widerstand ersetzt, der gleich der Mikrofonimpedanz ist, das Gerät wird auf Aufnahme geschaltet und Hinter-Band (d.h. der Umschalter « Line & Phones » steht auf « Tape ») mit guten Kopfhörern abgehört. Selbst bei ganz geschlossenem Regler ist ein gewisses Rauschen hörbar. Dieses Rauschen ändert sich kaum, wenn der Regler bis 90 dB aufgedreht wird; doch ab 80 dB macht sich das Widerstandsrauschen zunehmend bemerkbar, und zwar je nach Bandqualität: bei schlechten Bändern ab 78 dB, bei guten ab 82 dB. Natürlich hängt dieser kritische Punkt auch von den Eigenschaften des Tonbandgerätes selbst ab; bei Geräten mit weniger rauscharmen Verstärkerketten kann der kritische Punkt bereits unterhalb 80 dB erreicht werden.

Anders ist es, wenn ausnahmsweise die Bandaufnahme ohne « Nacharbeit » direkt ausgestrahlt werden soll. In diesem Fall muß je nach Bedarf und ohne Rücksicht auf Mikrofonrauschen komprimiert werden. Für derartige Zwecke empfiehlt sich der Einsatz besonders wirksamer Vorverstärker (vgl. Kap. 5).

### Regelung von Hand

Hierbei müssen die in Betrieb befindlichen Mikrofonregler so eingestellt werden, daß auch die lautesten Stellen nicht den zulässigen maximalen Aussteuerungspegel überschreiten. Die nicht benutzten Regler müssen zuge dreht werden. Mit den in Betrieb befindlichen Reglern werden auch eventuelle Kompressionen vorgenommen: bei sehr leisen Stellen wird etwas mehr aufgedreht und umgekehrt.

### Begrenzer

Das Nagra 4.2 hat einen Begrenzer, der augenblicklich die Verstärkung im Aufnahmekanal herabsetzt, wenn ein Eingangssignal zur Übersteuerung führen würde. Zweifellos wird dadurch das Originalsignal verfälscht, doch macht sich dies weniger stark bemerkbar als eine Bandsaturation. Auch tritt der Begrenzer nur bei unvorhergesehenen Anlässen in Tätigkeit.

Ein Begrenzer hat eine bestimmte, wenn auch kurze Erholungszeit, d.h. er begrenzt etwas länger, als die Übersteuerung andauert. Nun kann es gerade bei Sprachaufnahmen vorkommen, daß ein Laut zwar in das Übersteuerungsgebiet fällt, aber so kurz ist, daß die Über-

steuerung überhört wird. Ein Begrenzer würde in diesem Fall ansprechen und seiner Erholungszeit wegen die Lautstärke eine gewisse Zeit herabsetzen, so daß ein solcher Vorgang störender wäre als die sehr kurze Übersteuerung.

Zur Vermeidung dieser Erscheinung muß die Erholungszeit verkürzt werden. Interessenten schicken wir gerne Unterlagen darüber zu, wie dies gemacht werden kann. Stellt man den Hauptschalter auf « RECORD-No Limiter », so ist der Begrenzer abgeschaltet. Dies ist für gewisse Aufnahmeeffekte (z.B. Schüsse, Explosionen), bei denen eine Bandsaturation erwünscht ist, vorteilhaft.

#### **Aussteuerungsautomatik (ALC/RAS)**

Im Nagra 4.2 kann die Einregelung der Empfindlichkeit von Hand durch eine Automatik ersetzt werden, wenn der Umaschalter links vom Galvanometer auf « Automatic » gestellt wird.

In Stellung « 1-Automatic » wird die Empfindlichkeit des Mikrofons 1 automatisch geregelt, Mikrofon 2 bleibt handgeregelt. In Stellung « 2-Automatic » ist es umgekehrt.

Durch Schalten des Galvanometers auf « Kompression » kann die Arbeitsweise der Aussteuerungsautomatik überwacht werden, und zwar zeigt das Gerät an, um wieviel die Empfindlichkeit reduziert ist. Steht der Zeiger ganz links auf der Skala, ist größte Verstärkung vorhanden, steht der Zeiger ganz rechts, beträgt die Kompression etwa 30 dB. Ist am Mikrofon ein Signal vorhanden das zu einer Übersteuerung führen würde, so spricht die Automatik sofort an. Die dadurch ausgelöste Kompression klingt sehr schnell wieder ab, wenn es sich nur um eine sehr kurze Übersteuerung handelt. Das Signal wird als Störung betrachtet. Kommt dagegen ein länger andauerndes Signal, so wird es als Nutzsignal betrachtet. Die Empfindlichkeit wird dann gespeichert, dadurch kommt das Grundrauschen zwischen den Worten nicht mehr hoch.

Um jedoch, nach einem längeren Störsignal nicht zu lange mit dem Neubeginn einer Aufnahme warten zu müssen, stellt sich die ursprüngliche Verstärkung wieder ein, wenn der Eingangspegel etwa 1,5 Sekunden lang 10 dB unter Vollaussteuerung bleibt.

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die Aussteuerungsautomatik bei Reportagen und Interviews eine mit manueller Regelung kaum erreichbare Qualität ergibt. Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, daß kleine Variationen der verschiedenen Zeitkonstanten zu noch günstigeren Ergebnissen führen. Derartige Änderungen lassen sich sehr leicht durchführen, weil die Aussteuerungsautomatik als steckbare Einheit im Gerät untergebracht ist.

#### **Messung der Aussteuerung**

Das Nagra 4.2 ist normalerweise mit einem Spitzenspannungsanzeiger ausgerüstet; auf Wunsch kann auch ein VU-Meter eingebaut werden.

Der Aussteuerungsmesser liegt am Ende des « Direct »-Kanals, zeigt also nicht nur den Aufzeichnungspegel an, sondern auch den abgehenden Leitungspegel, falls der Leitungsverstärker auf « Direct » geschaltet ist (Schalter « Line & Phones » in Stellung « Direct »). Dagegen wird der abgehende Leitungspegel nicht angezeigt, wenn der Schalter « Line & Phones » auf « Tape » steht. In diesem Fall ist der Leitungspegel nicht regelbar: ein Band mit Nennaussteuerung liefert den Nennpegel auf der Leitung.

#### ■ Modulometer oder VU-Meter:

Aussteuerungsmesser können als Spitzenspannungsanzeiger (Modulometer) oder als VU-Meter ausgeführt sein. In beiden Fällen liefert zwar ein normales Voltmeter die Anzeige, Schaltung und Betriebsverhalten sind aber verschieden.

#### ■ Spitzenspannungsanzeiger (Modulometer)

Wie der Name sagt, wird hierbei der größte Momentanwert des Signals gemessen, unabhängig von dessen Pola-

rität und vom zeitlichen Verlauf des Signals. Da der zu messende Momentanwert sehr kurzzeitig sein kann, muß das Instrument eine entsprechend kleine Einschwingzeitkonstante haben, dann aber den gemessenen Wert zumindest solange speichern, daß er auch abgelesen werden kann.

Der große Vorteil eines Spitzenspannungsanzeigers liegt in der unmittelbaren Anzeige des für das Magnetband und seine eventuelle Sättigung bzw. Übersteuerung wichtigen Aussteuerungswertes. Dagegen ist die mittlere Lautstärke allenfalls für einen Zuhörer, nicht aber für das Magnetband von Interesse. Zumal bei kompliziert zusammengesetzten Geräuschen sind die Angaben eines Spitzenspannungsanzeigers immer richtig, weil sie von der Dauer der Spitzen unabhängig sind.

Die Skala eines Spitzenspannungsanzeigers könnte logarithmisch sein, so daß eine Eichung in dB linear unterteilt sein würde. Wegen des großen Störspannungsabstandes beim Nagra könnte also die Instrumenteneichung 70 dB umfassen. Wir haben es als sinnvoller betrachtet, sie auf -30 dB und +5 dB zu beschränken, dies auch mit Rücksicht auf die vielen VU-Meter-Benutzer, deren Instrument nicht logarithmisch ist, und wo eine Bewegung des Zeigers auf eine größere Aussteuerung als -20 dB hinweist. Bei einer 70-dB-Skala eines Modulometers würde dann die Aussteuerung ungefähr -60 dB betragen!

#### ■ VU-Meter

Im Zeitalter der Röhrenverstärker war ein Spitzenspannungsanzeiger verhältnismäßig teuer, so daß oft das primitivere VU-Meter vorgezogen wurde. Doch haben auch später viele Rundfunkstationen das VU-Meter beibehalten, zumal wenn das Personal darauf eingearbeitet war.

Ein VU-Meter ist ein normales Gleichrichtervoltmeter, jedoch mit genau vorgeschriebenen Zeitkonstanten. Dadurch zeigt es zwar bei Dauertönen dasselbe an wie ein Spitzenspannungsanzeiger, bei schwankender Lautstärke dagegen wird ein mittlerer, d.h. also kleinerer Wert angezeigt.

Bei Sprache liegt dieser mittlere Anzeigewert ungefähr 8 dB unter dem Spitzenwert. Daher wird definitionsgemäß die Empfindlichkeit eines VU-Meters um 8 dB angehoben, so daß sich bei Sprache etwa derselbe Ausschlag ergibt wie mit einem Spitzenspannungsanzeiger. Dies Verfahren sleht zwar auf den ersten Blick etwas merkwürdig aus, funktioniert aber in der Praxis relativ gut. Für komplexe Geräusche und Klänge ist dagegen das VU-Meter unbrauchbar.

Trotzdem hat das VU-Meter einige Vorteile:

- Wenn Sprache und Musik gleichermaßen exakt nach einem Spitzenspannungsanzeiger ausgesteuert werden, erscheint die Musik subjektiv lauter, weil die musikalischen Klänge längere Zeit andauern als die einzelnen Sprachlaute. In einem gemischten Programm muß man also entweder die Musik korrekt aussteuern und die Sprache übersteuern, oder man muß die Musik untersteuern. Dabei ist eine leichte Übersteuerung der Sprache nicht gefährlich, vor allem nicht, wenn wie beim Nagra 4.2 ein Begrenzer vorhanden ist. Subjektiv leidet die Sprachqualität kaum, dagegen erhöht eine hohe Aussteuerung die Reichweite der Sender, und dies ist für kommerzielle Stationen natürlich erwünscht. Da ein VU-Meter sowieso die Sprache unterbewertet, können bei Verwendung eines VU-Meters gemischte Programme einheitlich auf 0 VU ausgesteuert werden; dann wird die Sprache etwas über- und die Musik etwas untersteuert. Der Einsatz eines VU-Meters ist also in solchen Fällen von gemischten Programmen interessant, wo eine möglichst große Reichweite wichtiger ist als eine hohe Tonqualität.

Bei rein musikalischen Darbietungen dagegen führt der Einsatz eines VU-Meters leicht zu einer schlechten Ausnutzung des Senders, der dann öfter untersteuert wird.

b) Das VU-Meter hat eine nichtlogarithmische Anzeige, d.h. die Aussteuerung muß schon mehr als  $-20$  dB betragen, damit sich der Zeiger überhaupt bewegt. Auch dies führt automatisch zu einer Anhebung der kleinen Lautstärken, also zu einer Dynamikkompression, die zwar die Qualität einer Musikübertragung verschlechtert, die Reichweite eines Senders aber erhöht und natürlich auch dann von Vorteil ist, wenn das Abhören im Fahrzeug oder in anderen lärmgefüllten Räumen erfolgen soll.

#### ■ Zusammenfassung

Es läßt sich sagen, daß ein Spitzenspannungsanzeiger immer den Störspannungsabstand eines Gerätes optimal ausnutzt, gleichgültig, ob es sich um Sprache, Musik oder anderen Schall handelt. Der Ausgleich zwischen Sprache und Musik wird im allgemeinen nachträglich im Studio vorgenommen, und wenn wirklich einmal ein mit Sprache und Musik gemischtes Programmband ohne Nacharbeit gesendet werden soll, braucht die Bedienungsperson die Sprache nur um  $+2$  dB oder sogar  $+4$  dB zu übersteuern und die Musik entweder auf  $0$  dB oder sogar auf  $-2$  dB auszusteuern. Demgegenüber bleibt der Einsatz eines VU-Meters auf Rundfunkstationen beschränkt, die nach Organisation und Sendegewohnheiten darauf eingearbeitet sind.

#### ■ Eichung

Zur Eichung der Nagra-Aussteuerungsmesser ist anzumerken, daß, wie üblich, die Nennaussteuerung einer Bandmagnetisierung von  $200$  mMax entspricht. Wie bereits bemerkt, ist im Nagra 4.2 die Nennaussteuerung nicht identisch mit der um  $4$  dB höher liegenden Maximalaussteuerung.

Bei Spitzenspannungsanzeigern entspricht die Marke  $0$  dB dieser Nennaussteuerung. Letztere ist mit einem VU-Meter nicht meßbar, da dessen Empfindlichkeit bekanntlich um  $10$  dB angehoben ist und der Zeiger daher am rechten Anschlag liegen würde. Auf einem VU-Meter wird  $0$  dB also bereits von einem Signal angezeigt, das  $10$  dB unter Nennaussteuerung liegt, d.h. das auf einem Spitzenspannungsanzeiger einen Ausschlag von  $-10$  dB erbringt.

#### ■ Warnung an die Nagra-III-Benutzer.

Achtung: Die Skala des Spitzenspannungszeigers im Nagra III ging nur bis  $+2$  dB. Wer daher daran gewöhnt ist, so auszusteuern, daß der Zeiger bis zum rechten Ende der Skala ausschwingt, übersteuert das Nagra 4.2. Hier ist der Grenzstrich (« Max ») bei  $+4$  dB zu beachten. Es gibt außerdem eine Anzahl von Nagra-III-Geräten, die auf Wunsch einiger Rundfunkanstalten auf einen niedrigeren Aufzeichnungspegel justiert wurden, weil diese Anstalten an ein Arbeiten mit dem VU-Meter gewöhnt waren. Da mit diesen Geräten übersteuert werden konnte, ohne daß Verzerrungen eintraten, wird davor gewarnt, diese Praktiken auf das Nagra 4.2 zu übertragen.

### Dämpfungsfiler für tiefe Frequenzen

#### Warum filtern ?

Es kommt häufig vor, daß eine Tiefenabsenkung den subjektiven Klangeindruck verbessert. Hierfür gibt es hauptsächlich folgende Gründe:

a) Manche Mikrofontypen (z.B. Bändchenmikrofone) arbeiten zwar völlig frequenzunabhängig, wenn die Schallquelle hinreichend weit entfernt ist, heben aber die Tiefen an, wenn der Abstand Schallquelle/Mikrofon etwa  $10$  cm beträgt. Bei Sprache und Gesang führt das zu einer tiefen, warmen Stimme, die für manche Sänger recht erwünscht ist, doch die Verständlichkeit vermindert.

b) Tonstudios sind so eingerichtet, daß das Reflexionsvermögen für Höhen und Tiefen etwa gleich groß ist. Falls jedoch Aufnahmen in nicht besonders hergerichteten Räumen gemacht werden müssen, werden die Tiefen oft betont, weil die Höhen durch Vorhänge, Teppiche und andere Einrichtungsgegenstände absorbiert werden. Die Dämpfung der tiefen Töne stellt die Linearität wieder her. Zwar könnte man einwenden, daß eine Dämpfung der Tiefen den objektiv vorhandenen originalen Raumklang verfälscht. Wenn eine so manipulierte Aufnahme trotzdem naturgetreuer klingt, hängt dies mit dem Richtvermögen des menschlichen Ohres zusammen, das sich unwillkürlich nur nach dem direkten Schall richtet und subjektiv die Reflexionen mindert. Derartige Nuancierungen sind mit Mikrofonen natürlich unmöglich, auch Richtmikrofone helfen häufig nicht viel, weil Reflexionen auch in der Vorzugsrichtung auftreten.

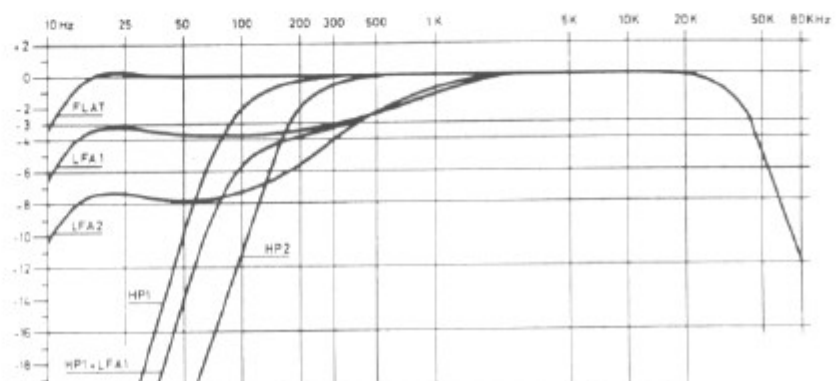
Mitunter können Tiefendämpfungen sogar dann vorteilhaft sein, wenn sie den Originalton verfälschen, weil dadurch die Sprachverständlichkeit besser wird. Sie werden auch verwendet, um tiefe Störgeräusche zu dämpfen.

#### Wann filtern ?

Die Tiefendämpfung kann entweder schon bei der Originalaufnahme oder erst beim Überspielen vorgenommen werden.

- Beim Überspielen können mehrere Versuche gemacht und die günstigste Einstellung ausprobiert werden, während eine zu starke Tiefendämpfung bei der Originalaufnahme nicht wiedergutzumachen ist.
- Andererseits sind die Amplituden tiefer Frequenzen immer größer, als ihrer subjektiven Lautstärke entspricht; große Amplituden bedeuten aber relativ hohes Modulationsrauschen, und wenn nicht schon bei der Originalaufnahme, sondern erst beim Überspielen die Tiefen beschnitten werden, bleibt das Modulationsrauschen erhalten, und der Rauschabstand wird verschlechtert.

Vor der Montage muß man den Ton abhören. Ungefiltert klingt er unangenehm und könnte die Wahl beeinträchtigen. Es empfiehlt sich daher, die Tiefen schon bei der Originalaufnahme zu dämpfen, allerdings nicht in dem vollen Maße, wie es subjektiv erforderlich scheint; die Feinkorrektur in der Dämpfung kann dann anläßlich des Überspielens erfolgen. In jedem Fall ist die Verwendung sehr guter Kopfhörer mit guter Tiefenwiedergabe notwendig. Vor Kopfhörern mit Tiefendämpfung wird gewarnt: sie spielen die Rolle des Filters und täuschen deshalb.



## Die steckbaren Vorverstärker des Nagra 4.2

### 5.1 Einleitung

Die Technologie der Mikrofone ist noch nicht abgeschlossen; in jedem Jahr erscheinen neue Typen auf dem Markt. Manche brauchen eine Stromversorgung, wobei jedoch die Art derselben durchaus uneinheitlich ist; ferner können die Mikrofonausgangsspannungen im Verhältnis 1:20 variieren. Es stellt daher eine erhebliche Einschränkung dar, wenn Tonbandgeräte mit nur einem Mikrofonvorverstärker ausgerüstet werden; daher sind im Nagra 4.2 die Vorverstärker leicht auswechselbar. Schon heute gibt es eine größere Anzahl unterschiedlicher Vorverstärker; andere befinden sich entsprechend den künftigen Anforderungen in Entwicklung.

### 5.2 Mikrofone

Zur Umwandlung von Schallwellen in elektrische Signale werden ganz verschiedene physikalische Erscheinungen ausgenutzt, z.B. gibt es Kondensatormikrofone, elektrodynamische Tauchspulmikrofone, elektrodynamische Bändchenmikrofone, piezoelektrische Mikrofone usw. Ein vollkommenes, universell einsetzbares Mikrofon gibt es nicht, jede Art hat bestimmte Vor- und Nachteile, und unter den verfügbaren Typen muß diejenige ausgewählt werden, die für einen bestimmten Anwendungsfall am besten geeignet ist.

#### Mikrofon-Charakteristik

##### Empfindlichkeit

Wenn bei einem Schalldruck von  $1 \mu\text{bar}$  eff. ein Mikrofon  $X$  mV eff. liefert, wird  $X$  (gemessen in  $\text{mV}/\mu\text{bar}$ ) als Empfindlichkeit bezeichnet. Dieser Wert sagt jedoch über die Güte eines Mikrofons, bzw. über seinen Wirkungsgrad erst dann etwas aus, wenn gleichzeitig sein Quellwiderstand und sein Belastungswiderstand angegeben werden.

Das konventionelle elektrodynamische Mikrofon hat eine Empfindlichkeit von  $0,2 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  und einen Quellwiderstand von  $200 \Omega$ . Eine Empfindlichkeit von  $0,25 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  gilt als hoch, eine solche von  $0,1 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  als schwach bis ungenügend für leise Töne.

Kondensatormikrofone haben einen außerordentlich hohen Innenwiderstand, eignen sich daher nicht zum Anschluß an Kabel und werden aus diesem Grunde immer mit einem Vorverstärker im Mikrofongehäuse selbst zusammengebaut. Diese Vorverstärker liefern zwischen  $1$  und  $4 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  an  $200$  bis  $1000 \Omega$ . Solche Mikrofone können also unter Umständen (bei hohen Schalldrücken) bis zu  $400 \text{ mV}$  liefern, und es ist verhältnismäßig schwierig, Verstärker zu bauen, die auf der einen Seite so hohe Eingangsspannungen unverzerrt verarbeiten können, andererseits aber extrem rauscharm sein müssen. Daher werden geräteseitig Spezialvorverstärker für Kondensatormikrofone vorgesehen. Ein Dämpfungsglied, das ein Kondensatormikrofon an einen für dynamische Mikrofone vorgesehenen Vorverstärker anpassen würde, verschlechtert den Rauschabstand.

##### Frequenzgang

Hierunter wird die Frequenzabhängigkeit der Mikrofonempfindlichkeit verstanden, die übrigens mit der Einfallrichtung des Schalls in das Mikrofon variiert. Dies ist wichtig (s. weiter unten). Fast alle verfügbaren professionellen Mikrofone (und nicht nur diese) haben heute einen hinreichend ausgeglichenen Frequenzgang, zumindest für senkrecht einfallenden Schall.

##### Tonfarbe, Einschwingvorgänge und Nachhall

Diese Eigenschaften sind zwar wichtig, werden aber leider wenig beachtet. Ein Hallraum z.B. mit gutem Frequenzgang, geringen Verzerrungen und großem Rauschabstand verzerrt einen Schall trotzdem ganz entscheidend, eben weil der Nachhall hinzugefügt wird. Das heißt: Frequenzgang, Klirrfaktor und Rauschabstand genügen noch nicht zur Beschreibung der Eigenschaften elektroakustischer Apparate.

Zur Erzielung eines ausgeglichenen Frequenzgangs enthält ein elektrodynamisches Tauchspulmikrofon akustische Resonanzleitungen, die im eingeschwingenen Zustand, also bei kontinuierlich auftreffenden Schallwellen ihren Zweck auch durchaus erfüllen. Bei einem plötzlich einsetzenden Ton dagegen brauchen die Resonanzleitungen eine gewisse Zeit, bis sie eingeschwingen sind; ebenso brauchen sie eine gewisse Zeit zum Ausschwingen, wenn der Ton plötzlich abgeschaltet wird. Ein flüchtiges Schallereignis (beispielsweise ein Knall) wird daher durch die Mikrofoneigenresonanzen «verfärbt». Daher erklärt sich, warum Mikrofone mit völlig übereinstimmenden Frequenzgängen verschieden klingen können.

Bei Kondensatormikrofonen treten im allgemeinen Resonanzerscheinungen nur in den extremen Höhen auf, wo sie nicht stören. Kondensatormikrofone sind also sehr wiedergabetreu. Bändchenmikrofone können die Tiefen verfälschen. Tauchspulmikrofone liefern die meisten Klangverfärbungen.

Dies braucht nicht immer unerwünscht zu sein. Manche Stimmen klingen sogar besser, und künstliche Verzerrungen des Frequenzgangs werden auch als Filter benützt.

##### Betrieb bei hohem Schalldruck

Bändchenmikrofone oder Kondensatormikrofone mit Achtercharakteristik können durch hohen Schalldruck beschädigt werden. Daher sollten Explosionen immer mit Tauchspulmikrofonen oder Kondensatormikrofonen mit reiner kugelförmiger Charakteristik aufgenommen werden. Ebenso gefährdet sind Mikrofone, deren Charakteristik zwischen Kugel, Acht und Niere umgeschaltet werden kann. Da die Gefährdung nur durch den Schalldruck entsteht und unabhängig davon, ob das Mikrofon in Betrieb ist oder nicht, sollten nicht in Betrieb befindliche Richtmikrofone immer in geschlossenen Behältern aufbewahrt werden.

Der maximal zulässige Schalldruck wird in den einzelnen Mikrofonspezifikationen angegeben, darüber hinaus ist

das Signal verzerrt. Ganz allgemein sind Tauchspulmikrofone am robustesten. Manche Kondensatormikrofone haben ein besonderes Dämpfungsglied zwischen der eigentlichen Kondensatorkapsel und dem eingebauten Vorverstärker.

#### **Rauschabstand**

Der verwertbare Lautstärkebereich ist nach unten durch das Eigenrauschen der Einheit Mikrofon/Vorverstärker begrenzt. Dabei liefert durchaus nicht nur der Vorverstärker, sondern auch das Mikrofon selbst einen Rauschanteil, der vom Wärmerauschen des Quellwiderstandes herrührt. Diesem thermischen Mikrofonrauschen überlagert sich das Verstärkerrauschen, doch ist beim Nagra 4.2 das thermische Mikrofonrauschen bei weitem überwiegend.

Akustische Geräusche werden in Phon gemessen. Ein Phon ist ein Dezibel mit festgelegtem Nullpunkt bei  $0,0002 \mu\text{bar}$  und nicht linearem Verlauf. Der Frequenzverlauf gleicht dem der Ohrempfindlichkeit. Ein ähnlicher Bewertungsfilter ist der Filter ASA «A».

Nehmen wir beispielsweise ein Mikrofon von  $200 \Omega$  mit einer Empfindlichkeit von  $0,25 \text{ mV}/\mu\text{bar}$ , sein Rauschabstand sei  $-126 \text{ dbm ASA «A»}$  (dbm ist ein db, dessen Nullpunkt als  $1 \text{ mW}$  festgelegt worden ist).  $0,0002 \mu\text{bar}$  entsprechen  $0,05 \mu\text{V}$ , dies ergibt über  $200 \Omega$   $-139 \text{ dbm}$ : also ist das Eigenrauschen des Mikrofones  $139-126 = 13 \text{ phon}$ . Diese Rechnung ist allerdings nur solange gültig, als der Quellwiderstand des Mikrofones wirklich  $200 \Omega$  beträgt. Dies ist jedoch nicht unbedingt der Fall. Es kommt vor, daß der wirkliche Quellwiderstand größer als der Nennwert ist und mitunter sogar frequenzabhängig. Das Eigenrauschen wird also größer sein.

Auch für Kondensatormikrofone und andere Mikrofontypen läßt sich ermitteln, welcher Lautstärke das Eigenrauschen entspricht.

#### **Richtcharakteristik**

Mitunter ist es bei einer Aufnahme erforderlich, störende Geräusche oder auch Schallreflexionen von den Wänden zu dämpfen. Dies läßt sich mit Mikrofonen erreichen, bei denen die Empfindlichkeit sehr stark mit dem Einfallswinkel der Schallwelle variiert.

Bei Mikrofonen wird zwischen Druck- und Geschwindigkeitsempfängern unterschieden, je nachdem ob sie auf den Schalldruck oder die Schallschnelle ansprechen. Da der Schalldruck richtungsunabhängig ist, sind auch Druckempfänger richtungsunabhängig, jedenfalls solange die Mikrofonabmessungen gegenüber der Schallwellenlänge klein bleiben.

Die Schallschnelle entspricht der zeitlichen Änderung der Bewegung der einzelnen Luftmoleküle, also der momentanen Geschwindigkeit, die die Luftmoleküle an einem bestimmten Ort haben. Diese Geschwindigkeit hat eine bestimmte Richtung, und zwar zeigt der Geschwindigkeitsvektor in die Fortpflanzungsrichtung der Schallwelle. Geschwindigkeitsempfänger haben eine sehr leichte Membran, die sozusagen von den hin- und herschwingenden Luftpartikeln mitgenommen wird. Daher haben Geschwindigkeitsempfänger eine ganz bestimmte Richtwirkung: die Membran wird am stärksten mitgenommen, d.h. die Mikrofonempfindlichkeit ist am größten, wenn die Schallwelle genau senkrecht von vorn oder von hinten auf die Membranfläche trifft, und die Mikrofonempfindlichkeit wird um so kleiner, je mehr der Einfallswinkel der Schallwelle auf die Membran von der Senkrechten abweicht. Liegt die Membranebene in der Fortpflanzungsrichtung der Schallwelle, so verschwindet theoretisch die Mikrofonempfindlichkeit. Ausgehend von dem Polardiagramm der Mikrofonempfindlichkeit wird ein solcher Geschwindigkeitsempfänger Achtermikrofon, die Richtcharakteristik auch Achtercharakteristik genannt.

Es liegt auf der Hand, daß, wenn ein solches Mikrofon auf die aufzunehmende Schallquelle ausgerichtet wird, seitlich einfallende Schallreflexionen oder anderer seitlich einfallender Störschall beträchtlich gedämpft werden kann.

Wenn durch konstruktive Maßnahmen Druck- und Geschwindigkeitsempfänger kombiniert werden, lassen sich entweder ganz einseitige Richtmikrofone (sog. Nieren- oder Kardioidmikrofone) oder Mikrofone mit beliebigen Zwischenstufen zwischen Nieren- und Achtercharakteristik herstellen (Hyperkardioid, Superkardioid).

#### **Nebenerscheinungen bei Richtmikrofonen**

Wegen ihrer leichten Membran und ihrer definitionsgemäßen Geschwindigkeitsempfindlichkeit können alle Richtmikrofone wesentlich stärker durch Wind gestört werden als ungerichtete Mikrofone (Druckempfänger). Aus demselben Grund können, wie bereits bemerkt, Richtmikrofone durch Explosionen oder dergleichen beschädigt werden.

Bei Mikrofonen mit kugelförmiger Charakteristik ist der Frequenzgang der Mikrofonempfindlichkeit ziemlich unabhängig von der Schalleinfallrichtung, wenn auch durch das unvermeidbare Mikrofongehäuse der von hinten kommende Schall etwa gedämpft wird. Ebenso ist die seitliche Schalldämpfung bei Achtermikrofonen weitgehend frequenzunabhängig. Dagegen können bei Kardioidmikrofonen und ihren Abwandlungen, vor allem bei elektrodynamischen Mikrofonen sehr starke Frequenzabhängigkeiten gerade bei jenen Einfallswinkeln vorhanden sein, unter denen eine möglichst starke Dämpfung angestrebt wird. Mit anderen Worten: der Dämpfungsgrad kann sich stark mit der Frequenz ändern. Diese Erscheinung stört zwar weniger bei Ausschaltung von Störgeräuschen, kann aber zu Überraschungen führen, wenn die zweite Nutzschaquelle in die gedämpfte Mikrofonzone zu stehen kommt.

Der Quellwiderstand elektrodynamischer Druckempfänger (kugelförmige Charakteristik) ist ebenfalls weitgehend frequenzunabhängig, so daß sie sowohl mit Spannungs- als auch Stromanpassung betrieben werden können (vgl. Kap. 5.4). Dagegen hat die Mehrheit der Richtmikrofone eine stark frequenzabhängige Quellimpedanz, so daß hier nur Spannungsanpassung in Frage kommt. Auch müssen Richtmikrofone immer hinreichend weit von Gegenständen (Tischplatte) aufgestellt werden, weil diese das Schallfeld verzerren.

#### **Betriebsverhalten und Einsatzmöglichkeiten von Mikrofonen**

##### **Mikrofone mit Kugelcharakteristik**

Druckempfänger sind robust, wenig windempfindlich, billig und geeignet, nicht nur einen bestimmten Schall, sondern auch die umgebende «Stimmung» mit aufzunehmen. Hauptanwendung: Reportage.

Eine spezielle Abwandlung stellen die sog. Krawatten- oder Lavaliermikrofone dar, die vor der Brust getragen werden und deren Frequenzgang entsprechend den durch die unmittelbare Nähe des menschlichen Körpers verursachten Störungen des Schallfeldes und entsprechend dem unmittelbar vom Brustkorb abgestrahlten Schall entzerrt ist.

Für Musikaufnahmen unter freiem Himmel eignen sich Druckempfänger ebenso wie für Aufnahmen, bei denen das Mikrofon in die Mitte eines Orchesters gestellt werden soll. Bei Freiluftaufnahmen entfällt bekanntlich der Nachhall; das Mikrofon M 100 von Beyer ist hierfür dank seiner Robustheit und Wiedergabetreue sehr geeignet; es hat zwar eine geringe Empfindlichkeit ( $0,1 \text{ mV}/\mu\text{bar}$ ), doch pflegen gerade Freiluftkapellen mit erhöhter Lautstärke zu spielen.

### **Mikrofone mit Achtercharakteristik**

Diese werden immer eingesetzt, wenn eine sehr gute Nachhalldämpfung bei gleichzeitiger guter Frequenzunabhängigkeit des Richtdiagramms verlangt wird. Nachteilig ist die Windempfindlichkeit und die Tiefenanhebung, wenn die Schallquelle in unmittelbarer Nähe ist. Zwar erzeugt letztere bei manchen Gesangsstimmen einen mitunter gewollten « warmen » Klang.

Hauptanwendungsgebiete sind Musikaufnahmen und Dialogaufnahmen, wo das Mikrofon zwischen den beiden Partnern steht.

Zu beachten ist, daß elektrodynamische Geschwindigkeitsempfänger, also Bändchenmikrofone entweder sehr wenig empfindlich oder sehr platzraubend sind. Auch besitzen sie ein starkes Eigenmagnetfeld, das ohne weiteres in der Lage ist, ein mit ihnen in Kontakt gebrachtes Tonband zu löschen. Achtermikrofone nach dem Kondensatorprinzip haben dagegen eine normale Empfindlichkeit.

### **Mikrofone mit Kardioidecharakteristik**

Trotz ihrer zahlreichen Mängel werden sie nach wie vor am häufigsten verwendet.

### **Mikrofone mit umschaltbarer Richtcharakteristik**

Bei manchen Kondensatormikrofonen läßt sich die Richtcharakteristik durch rein elektrische Maßnahmen umschalten, so daß ein- und dasselbe Mikrofon als ungerichtetes (Kugelcharakteristik), als zweiseitig (Achtercharakteristik) und als einseitig (Nierencharakteristik) gerichtetes Mikrofon verwendet werden kann.

### **Zur Wahl der Mikrofontype**

Kondensatormikrofone haben die beste Wiedergabetreue und zeichnen sich dadurch aus, daß Einschwingvorgänge praktisch ganz fehlen. Sie sind jedoch erheblich teurer und weniger robust als elektrodynamische Mikrofone. Auch brauchen sie eine besondere Speisespannung, die entweder vom Nagra oder von einer besonderen Stromquelle geliefert werden muß. Hierbei wird zwischen Gleichspannungs- und Hochfrequenzpolarisation unterschieden, doch hängen Betriebsverhalten und Betriebszuverlässigkeit letzten Endes eher von der Konstruktion an sich, als vom Polarisationsprinzip ab.

Elektrodynamische Mikrofone haben durchweg den Ruf einer größeren Robustheit. Auch hier spielt das technologische Niveau der einzelnen Konstruktionen eine größere Rolle als das Funktionsprinzip. Die bei Tauchspulmikrofonen möglichen Klangverfärbungen brauchen sich nicht immer nachteilig auszuwirken, sie können sogar erwünscht sein.

Piezoelektrische Mikrofone werden im professionellen Bereich praktisch nicht eingesetzt. Einige Fortschritte auf diesem Gebiet in jüngster Zeit könnten jedoch hier zu einer Änderung führen.

## **5.3 Störungen**

Zur Erzielung eines guten Störabstandes genügt eine gute Lage der Mikrofone allein noch nicht; vielmehr muß auch vermieden werden, daß Störspannungen in das Leitungssystem eingeschleppt werden. Im folgenden soll daher gezeigt werden, auf welchen Wegen das möglich ist und welche Abhilfemaßnahmen dagegen getroffen werden können.

### **Elektrostatische Einstreuungen**

Mikrofone, Verbindungsleitungen zum Tonbandgerät und Steckverbindungen müssen gut abgeschirmt sein. In

diesem Fall können keine statischen Störungen eingestreut werden.

Das Mikrogehäuse oder auch die Steckverbindung können an Masse liegen. Auch haben manche Leitungen nur eine symbolische Abschirmwirkung.

In diesem Fall kann jedes elektrostatische Feld Störspannungen induzieren. Wenn insbesondere das Nagra mit einer nichtentstörten Kamera verbunden ist und selbst nicht an Masse liegt, liegt das komplette Gerät auf Störpotential, das sich sofort ausgleicht und zu Störungen führt, wenn irgendwo die Abschirmung fehlerhaft ist. Diese Störungen können im Tonfrequenzbereich, aber auch wesentlich darüber liegen; im letzteren Fall werden sie irgendwo im Gerät gleichgerichtet und machen sich dann bemerkbar.

### **Abhilfemaßnahmen gegen elektrostatische Einstreuungen**

- a) Gründliche Abschirmung. Vor allem müssen die Steckverbindungen kontrolliert werden.
- b) Das Nagra darf nicht auf Störpotential liegen. Hier hilft der fotoelektrische Koppler zwischen Nagra und Kamera. Am sichersten ist natürlich ein Betrieb mit quarzstabilisierten Oszillatoren.
- c) Sind aus irgendwelchen Gründen die obigen Maßnahmen nicht durchführbar, so empfiehlt sich die Anwendung von
  - abgeschirmten Übertragern an den Geräteeingängen zur Abhaltung der indirekten Störungen;
  - symmetrischen mittengeerdeten Eingängen zur Abhaltung der direkten Störungen;
  - äußeren Filtern, falls z.B. ein starker Sender in unmittelbarer Nähe ist.

Zwar sind bereits die Mikrofonvorverstärker des Nagra 4.2 mit Hochfrequenz-Sperrfiltern versehen, doch wirken diese erst ab 500 kHz, d.h. bei Frequenzen, bei denen eine normale Niederfrequenzabschirmung versagen könnte.

### **Magnetische Einstreuungen**

Manche Mikrofone sind gegen äußere Magnetfelder empfindlich, so daß sich kein Motor, Transformator oder dergleichen in der Nähe befinden darf. Bei zweidrig verdrehten Leitungen heben sich zwar die magnetisch induzierten Spannungen auf, ganz gleich, ob der Eingang am Gerät symmetrisch oder unsymmetrisch ist; doch gilt dies nur, wenn das Mikrofon selbst erdfrei ist, d.h. wenn nur die Mikrofonabschirmung an Masse liegt. Der einzige Fall, wo eine magnetische Einstreuung wirklich zu fürchten und praktisch nicht zu beheben ist, liegt vor, wenn das Mikrofonkabel längs eines Starkstromkabels verlegt wird. Das sehr inhomogene Magnetfeld des Starkstromkabels induziert dann Störspannungen, weil die Verdrehung des Mikrofonkabels niemals hinreichend gleichmäßig durchgeführt werden kann.

### **Vorverlegte Vorverstärker**

Die störsichere Weiterleitung der außerordentlich kleinen Mikrofonspannungen ist mühsamer als eine Verstärkung unmittelbar am Mikrofon anzubringen, durch die ein höherer Nutzpegel auf den Leitungen vorhanden wäre. Aus diesem Grunde sind « vorverlegte » Vorverstärker entwickelt worden, die unmittelbar hinter die elektrodynamischen Mikrofone geschaltet werden und eine Spannung abgeben, die mit den von Kondensatormikrofonen gelieferten vergleichbar ist. Auch geschieht die Spannungsversorgung dieser Vorverstärker wie bei Kondensatormikrofonen, so daß ein Kondensatormikrofon ohne jede Änderung gegen ein mit einem vorverlegten Vorverstärker ausgerüstetes elektrodynamisches Mikrofon ausgewechselt werden kann. Im Nagra muß dann natürlich

ein steckbarer Vorverstärker für Kondensatormikrofone vorgesehen werden.

## 5.4 Strom- oder Spannungsanpassung der Mikrofone

Mit Hilfe der Gegenkopplung kann jedem Verstärker auf einfachste Weise jede beliebige Eingangsimpedanz gegeben werden. Wenn diese sehr groß ist, bleibt das Mikrofon praktisch stromlos, und nur seine Spannung überträgt den Informationsinhalt. Dies wird dann Spannungsanpassung genannt. Stromanpassung liegt vor, wenn die Eingangsimpedanz, verglichen mit dem Quellwiderstand des Mikrofons, sehr klein ist, so daß die Mikrofonspannung praktisch kurzgeschlossen wird, und nur der Strom den Informationsinhalt überträgt.

Wenn bei einem elektrodynamischen Mikrofon der Quellwiderstand konstant und frequenzunabhängig ist, kann es grundsätzlich in Strom- oder in Spannungsanpassung betrieben werden. Nur bietet die Stromanpassung einige Vorteile; beispielsweise gehen die Eigenschaften eines Eingangstrafos weniger stark ein, das Rauschen ist am geringsten, wenn der Eingang offen ist usw. Letzteres spielt eine Rolle, wenn bei einer Aufnahme vergessen wird, die Regler nicht angeschlossener Mikrofoneingänge zuzudrehen. Steht die Wahl frei, sollte daher Stromanpassung genommen werden.

Leider streben die Quellwiderstände von Kardioidmikrofonen in zunehmendem Maße dahin, erheblich frequenzabhängig zu werden, so daß nur Spannungsanpassung möglich ist. Daher wurden die Nagra-Standardvorverstärker für Spannungsanpassung ausgelegt und nur die Sonderausführungen für Stromanpassung.

## 5.5 Filtervorverstärker

Häufig ist es notwendig, sehr tiefe Frequenzen abzuschneiden; so enthält z.B. die menschliche Sprache keinerlei Komponenten unter 50 Hz, und ein Frequenzbereich, der bis 20 Hz ginge, wäre nicht nur zwecklos, sondern auch schädlich, weil alle möglichen störenden Umweltgeräusche (Mikrofonerschütterungen) mit aufgenommen würden.

Üblicherweise werden die Tiefen erst während der endgültigen Montage abgeschnitten, doch wenn von vornherein feststeht, daß es so oder so notwendig ist, sollte das Abschneiden gleich bei der Aufnahme in den Vorverstärkern vorgenommen werden.

Daher sind einige unserer steckbaren Vorverstärker bereits mit dieser Korrektur ausgestattet. In der Codebezeichnung werden unsere Filtervorverstärker mit einem Y gekennzeichnet; die Zahl hinter Y gibt die Dämpfung in dB bei 50 Hz an.

## 5.6 Maximalverstärkung und Eingangsempfindlichkeit des Aufsprechanals

Das Nagra wird meistens zur Herstellung von Originalbändern benutzt, von denen dann Arbeitskopien gezogen werden. Daher kann der Aufzeichnungspegel unter gewissen Umständen geringer als Vollaussteuerung sein, weil die Korrektur beim Überspielen vorgenommen wird.

Wenn beispielsweise eine große Lautstärke aufgenommen werden soll, d.h. wenn die Eingangssignale groß sind, kann der Verstärkungsfaktor des Aufsprechanals klein sein; in diesem Fall ist das Eigenrauschen des Mikrofons unwesentlich verglichen mit dem (wiedergabeseitigen) Bandrauschen und die Aussteuerung wird im Interesse eines guten Rauschabstandes so hoch wie möglich gewählt.

Mit kleiner werdenden Eingangssignalen muß die Verstärkung des Aufsprechanals erhöht werden bis zu dem Punkt, in dem das Mikrofoneigenrauschen gegenüber dem Bandrauschen merkbar wird. Von diesem Punkt an, d.h. bei noch kleineren Eingangssignalen hat es keinen Zweck mehr, den Verstärkungsfaktor so weit zu erhöhen, daß wieder Vollaussteuerung erreicht wird, weil damit auf der einen Seite der Rauschabstand nicht verbessert werden kann und weil andererseits die mit hoher Aussteuerung verbundenen Nachteile erhalten bleiben, es sind: Klirrfaktor und mangelnder Sicherheitsabstand bei plötzlich auftretenden Lautstärkeschwankungen.

Aus diesen Gründen ist die Empfindlichkeit der Mikrofoneingänge so ausgelegt, daß mit 0,2 mV an 200  $\Omega$  Nennaussteuerung 0 dB erreicht wird.

Sollen dagegen Nagra-Aufnahmen direkt und ohne Überspielen gesendet werden, können unter Umständen höhere Empfindlichkeiten erforderlich werden (Aussteuerung auf Nennpegel). Hierfür stehen Vorverstärker mit erhöhtem Verstärkungsfaktor zur Verfügung. Im Code wird die Verstärkung mit einem X bezeichnet; die Zahl hinter X gibt an, um wieviel dB die Verstärkung erhöht wurde.

## 5.7 Vorverstärker für das Nagra 4.2

Es gibt drei Typen von Mikrofonverstärkern:

- Steckbare Vorverstärker, die im Inneren des Gerätes untergebracht, aber leicht auswechselbar sind.
- Vorverlegte Vorverstärker, die direkt hinter das Aufnahmemikrofon geschaltet werden und an den im Nagra steckbaren Vorverstärker für Kondensatormikrofone angeschlossen werden.
- Hilfsvorverstärker, mit denen der Leitungseingang zu einem Mikrofoneingang gemacht werden kann; diese Zusatzverstärker werden zwischen Eingang Nr. 3 und Mikrofon geschaltet.

### Auswechseln der steckbaren Vorverstärker

Diese Vorverstärker sind mit dem Gerät über Steckverbindungen verbunden und werden durch kleine Schrauben in der Bodenplatte des Gerätes befestigt.

Man drehe das Nagra um, d.h. lege es so auf seinen Deckel, daß das Batteriefach dem Benutzer zugekehrt ist. Dann befindet sich ganz links (in Richtung der Frontplatte) die Schraube für den Vorverstärker Nr. 1, rechts davon die Schraube für Nr. 2.

Nach Lösen dieser Schrauben muß das Gerät geöffnet werden. Hierzu werden die beiden Schrauben an der rechten Seite gelöst, die das Chassis mit dem Gehäuse verbinden; die Schrauben werden in dem mit «Open» markierten Sinn gedreht. Nagra vorsichtig öffnen. Die Vorverstärker befinden sich unmittelbar hinter dem Instrument und werden einfach herausgezogen.

### Steckbare Vorverstärker

«Standard 200», Code: QPSE-200-XoY1.5

Paßt für alle elektrodynamischen Mikrofone (Tauchspule und Bändchen) mit 200  $\Omega$  Quellwiderstand. Leichte Tiefenabsenkung.

Spannungsanpassung, symmetrischer und mittengeerdeter Ringkerntransformator (der Erdanschluß kann für Meßzwecke entfernt werden). Eingebautes Hochfrequenzsperrfilter, Normalempfindlichkeit (bei aufgedrehtem Regler ergeben 0,2 mV Nennaussteuerung 0 dB). Zulässige Eingangsspannung: über 40 mV (hierbei bleibt der Klirrfaktor unter 1 %; bei kleineren Eingangsspannungen ist der Klirrfaktor unerheblich).

Frequenzgang: 1,5 dB Dämpfung bei 50 Hz. Sonst innerhalb  $\pm 1$  dB flach bis 20 kHz. Rauschspannung bei 200  $\Omega$  Abschluß:  $-127,3$  dbm ASA «A».



**« Standard 50 », Code : QPSE-50-XOY1,5**

Identisch mit « Standard 200 », jedoch für Mikrofone mit 50 Ω Quellwiderstand. Dementsprechend liefern 0,1 mV Nennaussteuerung, und die maximal zulässige Eingangsspannung beträgt 20 mV.

**« Standard linear 200 », Code : QPSE-200-XOYO, und  
« Standard linear 50 », Code : QPSE-50-XOYO**

Ähnlich den normalen « Standard »-Verstärkern, jedoch ohne Tiefenabsenkung. Der Frequenzgang verläuft flach bis 30 Hz mit 2 dB Absenkung bei 20 Hz.

**« Standard hochverstärkend 200 », Code : QPSE-200-X6Y3,  
und « Standard hochverstärkend 50 », Code : QPSE-50-X6Y3**

Ähnlich den normalen « Standard »-Verstärkern, jedoch mit um 6 dB höherer Verstärkung und 3 dB Tiefenabsenkung bei 50 Hz. Maximal zulässige Eingangsspannung: 20 mV bei 200 Ω und 10 mV bei 50 Ω.

**« Leitung hochverstärkend », Code : QPM-6**

Mit diesem Verstärker kann ein Mikrofoneingang in einen symmetrischen, erdfreien Leitungseingang verwandelt werden für Eingangsspannungen zwischen 77 mV und 30 V und mit einer Eingangsimpedanz von 10 kΩ.

**« Statisch 5 », Code : QPM-3-5**

Dieser Vorverstärker ist für transistorisierte Kondensatormikrofone bestimmt, und zwar: Sennheiser MKH 105, 405 und 805; Neumann KM 73, 74 und 76. Er liefert auch die Betriebsspannung für diese Mikrofone. Ferner muß er dann verwendet werden, wenn elektrodynamische Mikrofone mit den vorverlegten Verstärkern QPLE im Einsatz sind. Dabei entspricht die Einheit: elektrodynamisches Mikrofon + QPLE, elektrisch einem Mikrofon vom Typ MKH 105 oder dergleichen. Wenn also das Nagra mit einem « Statisch 5 » bestückt ist, kann bedenkenlos entweder eines der genannten Kondensatormikrofone oder ein elektrodynamisches Mikrofon mit QPLE angeschlossen werden.

Empfindlichkeit: 2 mV Eingangsspannung erzeugen Nennaussteuerung 0 dB.

Mit einem eingebauten Umschalter können die Tiefen in Stufen von 3 dB bei 50 Hz bis zu -15 dB gedämpft werden. Zum Umschalten muß das Gerät geöffnet werden. Maximal zulässige Eingangsspannung: 200 mV, also ähnlich derjenigen der Mikrofone.

Verzerrungen und Rauschen sind gegenüber den in der Mikrofoneinheit erzeugten Werten unerheblich.

Arbeitstemperatur: -55°C bis +71°C (Achtung: Sennheiser-Mikrofone dürfen nur zwischen -10°C und +70°C betrieben werden).

**“UNIVERSAL”, Code: QPAUT & QPUT**

Diese Vorverstärker sind für 200 Ω elektrodynamische Mikrofone sowie für “Phantom” +10V oder +48V und “T” +10V gespeiste Kondensatormikrofone bestimmt. Der QPAUT besteht aus dem eigentlichen Vorverstärker und aus der Mikrofonspeisung und ist für den Mikrofoneingang 1 bestimmt, wohingegen der für den Mikrofoneingang 2 bestimmte QPUT nur aus dem Vorverstärker besteht und somit nicht alleine, d.h. ohne QPAUT, betrieben werden kann.

Der QPAUT ist von aussen her umschaltbar, der QPUT nur von innen.

Elektrodynamische Mikrofone:

Impedanz 200 Ω

Frequenzgang ± 1 dB von 80 Hz bis 20 kHz

Empfindlichkeit 0,2 mV/μbar

Zulässige Höchstingangsspannung bei 1 % Klirrfaktor 50 mV

Kondensatormikrofone:

Frequenzgang ± 1 dB von 80 Hz bis 20 kHz

Empfindlichkeit 1,5 mV/μbar

Zulässige Höchstingangsspannung bei 1 % Klirrfaktor 640 mV

**Spezielle steckbare Vorverstärker**

**Filterversionen des QPSE**

Auf besonderen Wunsch können die « Standard »-Verstärker mit stärkerer Tiefendämpfung (bis zu -18 dB bei 50 Hz) oder mit anderen Verstärkungsfaktoren geliefert werden.

**« Sennheiser statisch 4 », Code : QPM-3-4**

Für die Sennheiser-Mikrofone MKH 104, 404 und 804. Keine einstellbare Tiefendämpfung.

**Vorverlegte Vorverstärker**

Diese Vorverstärker werden unmittelbar am Mikrofon angebracht. Sie werden vom Nagra über dasselbe Kabel gespeist das die Modulation weiterleitet. Das Nagra muß mit einem Vorverstärker für Kondensatormikrofone ausgerüstet sein.

**Vorverlegter Vorverstärker « SEN 5-200 », Code : QPLE 200,  
und vorverlegter Vorverstärker « SEN 5-50 », Code : QPLE 50**

Die Zahlen in der Codebezeichnung beziehen sich wieder auf die Mikrofonquellwiderstände.

Diese Vorverstärker funktionieren nur in Verbindung mit dem steckbaren Vorverstärker « Statisch 5 » im Nagra; dort wird auch die Tiefendämpfung vorgenommen. Die übrigen Daten (bezogen auf das Mikrofon) entsprechen denen der « Standard »-Verstärker.

## Wartung des Nagra 4.2

### 6.1 Magnetköpfe

#### Reinigung

Der Kontakt zwischen Magnetköpfen und Magnetbändern muß sehr gut sein. Manche Magnetbänder hinterlassen jedoch einen Abrieb (Ablagerungen) auf dem Kopfspiegel, der zum Glück gut sichtbar ist.

Bei verschmutzten Wiedergabeköpfen fehlen die Höhen, die Wiedergabe wirkt dumpf. Tritt diese Erscheinung nicht konstant, sondern intermittierend auf, d.h. kommen und verschwinden die Höhen in raschem Wechsel (1 bis 10 Mal in der Sekunde), so ist wahrscheinlich der Azimut des Kopfes falsch.

Ein verschmutzter Aufnahmekopf liefert verzerrte und leise Aufnahmen.

Ein verschmutzter Löschkopf löscht schlecht.

Der Abrieb muß aufgeweicht werden, am besten durch leichtes Reiben mit alkohol-, wasser- oder trichlorgetränkter Watte. Bei der Verwendung von Trichlor muß vorsichtig verfahren werden, weil es die Kunstharzteile im Kopf angreift.

#### Azimuteinstellung der Köpfe

##### Theorie

Aufnahme und Wiedergabe erfolgen an den Spalten des Aufnahme- und Wiedergabekopfes. Diese Spalten müssen zum Magnetband einen ganz bestimmten Winkel haben, dessen absolute Größe zwar willkürlich ist, der aber für Aufnahme- und Wiedergabekopf genau gleich sein muß. Jede Winkelabweichung macht sich als Pegelverlust bemerkbar, und der resultierende Fehler ist um so größer, je kleiner die auf Band aufgezeichnete Wellenlänge ist (die Wellenlänge ist proportional zur Bandgeschwindigkeit und umgekehrt proportional zur Frequenz). Bei Azimutfehlern wird die Aufnahme dumpf, hohe Frequenzen fehlen.

Um die Austauschbarkeit der Bänder zu gewährleisten, ist der Azimutwinkel genormt, und zwar müssen Band und Spalt möglichst genau senkrecht aufeinander stehen. Auf speziellen Aufnahmeegeräten mit optisch einjustierten Köpfen werden Meß- oder Eichbänder hergestellt, mit denen dann die betriebsmäßige Einstellung vorgenommen wird.

Zu beachten ist, daß, falls einmal eine Aufnahme mit falscher Spaltlage gemacht worden ist, die Aufzeichnung doch noch gerettet werden kann: die Spaltlage des Wiedergabekopfes braucht nur nachgeregelt zu werden. Dies ist sogar einfach nach Gehör möglich, und der Tonkopf wird so eingestellt, daß die Höhen am lautesten wiedergegeben werden. Mitunter ist diese Methode auch bei Bändern anwendbar, die mechanisch oder klimatisch deformiert wurden. Falls allerdings die sogenannte Säbelverzerrung der Bänder vorliegt, ist das Nachstellen des Wiedergabekopfes problematisch.

Hier liegt übrigens einer der Gründe, weshalb kleine Bandgeschwindigkeiten nur bedingt anwendbar sind:

unterhalb 19 cm/s wird eine genaue Azimuteinstellung schwierig, jedenfalls soweit Vollspur angewendet und nicht auf die schmalere Spuren übergegangen wird. Die Azimuteinstellung wird um so unkritischer, je schmaler die Spur ist.

Andererseits verringert sich der Rauschabstand mit abnehmender Spurbreite. Daher bleiben kleine Bandgeschwindigkeiten heute noch auf Amateur-Geräte beschränkt.

##### Zusammenhang zwischen Höhenverlust und Azimutfehler

Bei gleicher Spaltschiefstellung ist der Pegelverlust um so höher, je kleiner die auf Band aufgezeichnete Wellenlänge und je größer die Spurbreite ist; bei sehr kleinen Azimutfehlern verringert sich der Pegel nur langsam, er verringert sich aber um so stärker, je mehr der Spalt von seiner Soll-Lage abweicht. Dies ist deshalb wichtig, weil zunächst der Wiedergabekopf nach dem Testband und dann der Aufnahmekopf nach dem Wiedergabekopf eingestellt wird; es liegen also zwei hintereinander geschaltete Einstellvorgänge vor, so daß sich unter Umständen die einzelnen Fehler addieren und die Lage des Aufnahmekopfspaltes ausserhalb der zugelassenen Toleranz bringen können.

Es kommt daher darauf an, das Maximum tatsächlich zu erreichen; hierzu werden zunächst rechts und links vom Maximum zwei Punkte mit gleichem Pegelverlust gesucht, und der Tonkopf wird dann auf die Mittenstellung eingestellt.

##### Nebenmaxima

Mit zunehmender Spaltschiefstellung wird die abgetastete Spannung immer kleiner, geht durch ein Minimum, beginnt wieder zu wachsen und erreicht ein allerdings kleineres Maximum. Das Hauptmaximum entspricht der richtigen Kopfeinstellung und ist dasselbe für alle Frequenzen. Dies ist nicht der Fall für das Nebenmaximum, welches einer bestimmten Frequenz entspricht; ändert sich die Frequenz, so ändert sich das Nebenmaximum. Eine solche Einstellung wäre also unbrauchbar.

Dieser Effekt kann aber ausgenutzt werden, wenn von vornherein nicht feststeht, ob das Haupt- oder ein Nebenmaximum vorliegt, beispielsweise nach einem Kopfaustausch. Entweder es werden zwei Einstellfrequenzen benutzt und kontrolliert, ob sich mit beiden Frequenzen dieselbe Kopfeinstellung ergibt, oder es wird zunächst eine ziemlich niedrige Justierfrequenz (1 und dann 3 kHz) benutzt, weil dann die Nebenmaxima so weit abliegen, daß sie leicht als solche erkannt werden können. Danach wird die Feinjustage mit einer hohen Frequenz vorgenommen.

##### Einstellen der Magnetköpfe am Nagra 4.2

Die Nagra-Tonköpfe ruhen auf Nockenscheiben, bei deren Drehung der Azimutwinkel geändert wird. Die Nockenscheiben tragen außen eine Verzahnung, in die ein kleines, vor jedem Kopf sichtbares Ritzel eingreift. Das

Ritzel wird mit Hilfe eines «Allen»- oder «Imbus»-Schlüssels 2,5 mm verdreht.

Ferner sollen die Schraubenschlüssel gut entmagnetisiert sein, weil sonst sehr tiefe Frequenzen in den Wiedergabekopf induziert werden, die die Messung stören.

#### *Kopfhöhe des Neopilottonkopfes*

Der mittlere Magnetkopf im Nagra 4.2 dient zum Aufzeichnen und Wiedergeben des Pilotsignals. Er hat zwar keine kritische Azimuteinstellung, dagegen ist seine Höhenlage (relativ zur Bandbreite) wichtig. Die Nockenscheibe dieses Kopfes verändert daher nicht den Azimutwinkel, sondern seine Höhe. Vor dem Einstellen der Köpfe sollte der Pilotkopf exakt justiert werden, und zwar mit Hilfe der beiden Nuten am Kopfspiegel, die den gleichen Abstand oben und unten vom Band haben sollen. Einstellung nach Augenmaß genügt.

#### *Einstellen des Wiedergabekopfes*

Wiedergabe des Testbandes bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit. Schalter «Line & Phones» auf «Direct». Die Mikrofonregler werden zuge dreht, der Leitungsregler in der Mitte so weit aufgedreht, daß das Instrument bequem abgelesen werden kann. Dieser Leitungsregler muß ziemlich weit aufgedreht werden, weil die Testbänder mit 10 bis 20 dB unter Nennaussteuerung aufgenommen sind. Durch Drehen des Ritzels vor dem Wiedergabekopf mit dem Schraubenschlüssel wird das Maximum der Wiedergabespannung gesucht. Dann werden die beiden Punkte rechts und links vom Maximum gesucht, an denen der Pegel etwa 1 dB abgesunken ist, und das Ritzel wird mitten zwischen diese Punkte gestellt.

Bei richtiger Einstellung ist der Wiedergabepegel nicht nur am größten, sondern auch am stabilsten. Bandschief- lauf und Säbelfehler machen sich beim Hauptmaximum der Azimutkurve am wenigsten bemerkbar, wachsen dagegen in deren Flanken.

Nach dem Einstellen soll der Hörkopf nicht mehr verändert werden.

#### *Einstellen des Aufnahmekopfes*

##### ■ Klassische Methode

Nach der klassischen Methode wird der Ausgang eines Tonfrequenzgenerators an den Leitungseingang des Nagra gelegt und die Aussteuerung etwa auf 15 dB unter Nennaussteuerung eingestellt. Ein Niederfrequenzvoltmeter oder auch ein Oszillograph wird an den Leitungsausgang angeschlossen, der Umschalter «Line & Phones» auf «Tape» geschaltet. Ein Tonband wird unter ständiger Beobachtung des angeschlossenen Voltmeters mit zunächst 1 kHz bespielt (Anzeige etwa 0,8 V). Die Frequenz wird langsam erhöht, und wenn der Wiedergabepegel zu sinken beginnt, wird der Aufnahmekopf eingestellt, so daß man den ursprünglichen Wiedergabepegel wieder erhält. Dieses Verfahren wird bei den Frequenzen 1, 3, 10 und 15 kHz nacheinander wiederholt, wobei immer versucht werden sollte, rechts und links vom jeweiligen Maximum die beiden Abfallpunkte zu ermitteln und den Sprechkopf dann auf die Mittelage einzustellen.

##### ■ Methode des «rechteckigen 1 kHz»

Die klassische Methode setzt das Vorhandensein umfangreicher Meßinstrumente voraus, während die Meßmethode des «rechteckigen 1 kHz» ebenfalls sehr genau ist und ohne diese Instrumente auskommt. Sie beruht darauf, daß das menschliche Ohr für die genaue Feststellung der Lautstärke eines rein sinusförmigen Tons hoher Frequenz zwar ungeeignet, dafür aber sehr

empfindlich ist, wenn der Obertongehalt rechteckiger Signale festgestellt werden soll. Das Ohr beurteilt dabei die Tonfarbe und empfindet den Klang am «härtesten» beim größten Obertongehalt.

Zur Durchführung dieser Methode wird der Referenzoszillator durch Drücken des Knopfes REF. GEN. eingeschaltet und ein Kopfhörer an die Kopfhörerbuchse angeschlossen. Der Schalter «Line & Phones» wird auf «Tape» und der Hauptschalter dann auf Aufnahme geschaltet. Der Sprechkopf wird nach Gehör so eingestellt, daß die Wiedergabe am härtesten klingt, wobei mit dem Umschalter «Line & Phones» zwischen «Direct» und «Tape» umgeschaltet werden kann, um die Wiedergabe mit dem Original zu vergleichen. Auch hier sollte immer versucht werden, zwei Punkte diesseits und jenseits des Optimums zu finden und den Kopf dann auf die Mitte einzustellen. Praktisch wird dabei die Schlüssel drehung nach rechts und links in immer engeren Grenzen vorgenommen.

## 6.2 Wartung des Motors und des Kollektors

Der Nagra-Motor hat einen Kollektor aus einer besonders korrosionsfesten Legierung. Damit wird selbst unter schwierigen klimatischen Bedingungen ein einwandfreies Arbeiten sichergestellt. Die Bürsten sind, ebenfalls aus Gründen der Betriebssicherheit, verdoppelt; sie bestehen aus Silber-Graphit. Sie werden von vergoldeten Berylliumbronzefedern an den Kollektor gedrückt.

Durch die Reibung am Kollektor nutzen sich die Bürsten ab (wie ein Bleistift auf Papier) und erzeugen dabei mit ihrem Abrieb eine leitfähige und selbstschmierende Schicht, die für das einwandfreie Arbeiten des Motors erforderlich ist und deren Dicke vom spezifischen Bürstendruck abhängt. Wird die Schicht zu dünn, können quietschende Laufgeräusche entstehen, wird sie zu dick, können die Isolierstege des Kollektors überbrückt werden, so daß die Stromaufnahme unnötig ansteigt.

#### **Beheben von Motorlaufgeräuschen**

Unter Laufgeräuschen wird hier nicht das normale Geräusch verstanden, das von den Kugellagern herrührt oder durch das Vorbelstreichen der Kollektorlamellen an den Bürsten entsteht, sondern ein helles Kreischen, das von Bürstenschwingungen ausgelöst wird. Die Erfahrung hat gezeigt, daß diese Erscheinung auftritt, wenn der Bürstendruck unter 12 g fällt. In diesem Fall muß also der Bürstendruck durch Ausdehnen der Bürstenfedern erhöht werden. Normalwert des Bürstendrucks:  $25 \pm 5$  g.

#### **Metallisierung des Kollektors**

Während des Einlaufens kann es vorkommen, daß die Bürsten an ihrer Kontaktseite noch nicht exakt auf die Kollektor rundung eingeschliffen sind. Durch zu hohe lokale spezifische Drücke kann dann eine zu dicke Abrieb-schicht auf dem Kollektor entstehen, welche die Kollektorlamellen mehr oder weniger kurzschließt.

Dadurch bedingte starke Stromerhöhungen werden durch das SPEED & POWER-Schauzeichen angezeigt. Kleinere Stromerhöhungen können nur durch Messungen festgestellt werden, und es wird deshalb empfohlen, etwa alle 100 Betriebsstunden den Leerlaufstrom des Motors zu kontrollieren. Hierzu wird der Instrumentenumschalter auf «Mot» gestellt (4. Stellung im Uhrzeigersinn nach «Level»). Das Instrument zeigt dann den vom Motor aufgenommenen Strom an, als Skala kann die untere mittlere Skala mit der Einteilung von 0-2 V (oder 0-1,6 V) benutzt werden.

Im Leerlauf, d.h. ohne Tonband und mit von der Tonwelle abgehobener Gummiandruckrolle muß das Instrument

0,2-0,3 V anzeigen. Zeigt es mehr als 0,4 V an, ist der Kollektor zu säubern.

#### **Reinigung des Kollektors**

Das Nagra wird geöffnet (vgl. 5.7) und die Motorabschirmung durch Ziehen und leichtes Drehen entfernt. Motor laufen lassen und dabei den Kollektor mit lösungsmittelgetränkter Watte abreiben. Die Isolierstege zwischen den Lamellen müssen dabei die gleiche Farbe annehmen wie an den Stellen, an denen sie nicht mit den Bürsten in Berührung gekommen sind. Notfalls kann auch feines Poliertuch genommen werden, doch darf kein Staub in das Motorinnere eindringen. Pulverförmiges Schleifmittel soll nicht benutzt werden.

### **6.3 Schmierung**

Nach längerem Betrieb muß unter Umständen die Spurlagerkugel der Aufwickelkupplung geschmiert werden (in der Mitte der die Aufwickelspule antreibenden Scheibe). Sehr temperaturbeständig ist das Fett Esso Beacon 325, doch können auch andere Mineralfette verwendet werden, wenn keine sehr niedrigen Arbeitstemperaturen zu erwarten sind.

Für die anderen Schmierstellen nimmt man am besten das Öl Isoflex PDP 65 von Klüber in München oder P 10 von Bendix Aviat. Corp. USA. Auch kann normales Nähmaschinenöl verwendet werden, wenn in gemäßigttem Klima gearbeitet werden soll.

## Entzerrung und Vormagnetisierung

Obwohl es sich hierbei um relativ schwer verständliche Zusammenhänge handelt, kann ihre Kenntnis für Toningenieure von großem Nutzen sein.

### 7.1 Vormagnetisierung

Bei der Aufnahme, d.h. bei der Magnetisierung eines Tonbandes müssen die einzelnen Bandpartikel einem gewissen Mindestmagnetfeld ausgesetzt werden, weil sonst entweder überhaupt kein oder ein verzerrter remanenter Magnetismus auf dem Band zurückbleiben würde. Um diese Schwelle mit Sicherheit zu überwinden, d.h. um immer, auch bei schwächsten Nutzsignalen, ein Gebiet zu erreichen, in dem ein linearer Zusammenhang zwischen dem magnetisierenden Feld und dem auf dem Band verbleibenden remanenten Magnetismus besteht, wird dem niederfrequenten Tonaufzeichnungsstrom ein hochfrequenter Vormagnetisierungsstrom additiv überlagert, so daß jeder, auch der kleinste Augenblickswert des Tonfrequenzsignals, in den erwähnten linearen Bereich fällt. Dies Verfahren wird Hochfrequenzvormagnetisierung genannt. Da die Größe des Hochfrequenzstroms merklich die Aufzeichnungsqualität beeinflusst, muß er sehr sorgfältig eingestellt werden.

#### Vormagnetisierungsstrom und Aufzeichnungsqualität

Wenn ein konstantes Tonfrequenzsignal von beispielsweise 400 Hz bei langsam ansteigender Vormagnetisierung aufgezeichnet wird, ist das wiedergegebene Signal bei kleiner Vormagnetisierung ebenfalls klein und verzerrt; mit wachsendem Vormagnetisierungsstrom wächst das wiedergegebene Signal ebenfalls an, und zwar schnell, erreicht ein Maximum, bei dem die Verzerrungen minimal werden, um dann wieder sehr langsam abzufallen. Wegen dieses langsamen Abfallens ist das eigentliche Maximum schwer festzustellen.

Wird das gleiche Experiment mit einem Tonfrequenzsignal von 10 000 Hz wiederholt, so wird das Maximum schon bei viel kleineren Vormagnetisierungsströmen erreicht, und zwar bei einem Strom, bei dem das 400-Hz-Signal noch verzerrt war. Auch das Abfallen nach dem Maximum erfolgt jetzt wesentlich schneller.

Diese Erscheinung beruht auf der endlichen Dicke der Magnetschicht auf dem Tonband und auf der Tatsache, daß das wiedergegebene Signal um so kleiner, je größer der Abstand des Tonbandes vom Hörfkopfspalt im Vergleich zur aufgezeichneten Wellenlänge ist. Das Maximum eines 400-Hz-Signals entspricht einer optimalen Magnetisierung der gesamten Magnetschicht, wobei unter optimal zu verstehen ist, daß hierbei die äußersten, mit dem Magnetkopf unmittelbar in Kontakt stehenden Zonen der Magnetschicht bereits übersteuert oder sogar etwas gelöscht sind, während die äußersten, dem Magnetkopf abgewandten Zonen der Magnetschicht noch nicht voll angesteuert sind. Die sozusagen wirksame Magnetschichtzone entfernt sich nun zwar mit steigender Vormagnetisierung vom Kopfspalt, da aber das Verhältnis dieses Abstandes zur aufgezeichneten Wellenlänge

trotzdem sehr klein bleibt, hat diese « Verschiebung » auf die Größe des abgetasteten Signals nur einen geringen Einfluß, so daß der Abfall jenseits des Maximums sehr langsam erfolgt.

Ganz anders verhält sich das 10 000-Hz-Signal, dessen Wellenlänge nur  $\frac{1}{25}$  des 400-Hz-Signals beträgt. Hier macht sich schon eine geringe « Verschiebung » in Richtung auf das Innere der Magnetschicht bemerkbar, so daß nur die alleräußersten, dem Kopf unmittelbar benachbarten Randzonen der Magnetschicht einen Beitrag zum wiedergegebenen Signal liefern. Daher wird das Maximum bei kleineren Vormagnetisierungsströmen erreicht und fällt danach schnell ab.

Wesentlich ist nicht nur, daß bei Übermagnetisierung die hohen Frequenzen schwächer aufgenommen werden, was mit einer Zunahme des Aufnahmestromes kompensiert werden könnte, sondern daß das Wiedergabesignal an der Sättigungsgrenze des Bandes kleiner sein wird. Dagegen erhöht eine Übermagnetisierung den Rauschabstand.

### 7.2 Höhenanhebung

Der Rauschabstand ist die am wenigsten befriedigende Eigenschaft der magnetischen Tonaufzeichnung, weshalb es auch nicht an Versuchen gefehlt hat, diese Größe zu verbessern. Nehmen wir z.B. einen Aufnahmekopf, dessen Aufnahmestrom im gleichen Verhältnis zum Eingangssignal steht.

Experimentell zeigt sich, daß der zur Vollaussteuerung (Sättigung) des Bandes erforderliche Aufprechstrom konstant und frequenzunabhängig ist, daß aber, wie bereits gezeigt, die Nutzmagnetisierung mit wachsender Frequenz geringer wird. Eine Erhöhung des Aufprechstroms über den Sättigungswert hinaus erhöht die nichtlinearen Verzerrungen. Diese nichtlinearen Verzerrungen sind schädlich, solange sie in den Hörbereich, bzw. in den Übertragungsbereich des Gerätes fallen, d.h. für tiefe und mittlere Frequenzen; sie sind nicht schädlich bei hohen Frequenzen, weil das Auftreten der Oberwellen aus dem Übertragungsbereich herausfällt und damit nicht stört. Trotzdem können auch die hohen Frequenzen nicht höher angesteuert werden, denn einem wachsenden Aufnahmestrom entspricht keine Zunahme der Wiedergabespannung mehr.

Experimentell zeigt sich ferner, daß in jedem natürlich vorkommenden Schall, also bei Sprache, Gesang und Orchestermusik die Amplituden der hohen Frequenzen kleiner sind als die der tiefen Frequenzen. Zwar können hohe Frequenzen « Spitzen » mit relativ hoher Amplitude aufweisen, deren Dauer aber sehr kurz ist; diese können aber unauffällig abgeschnitten werden.

Wie daraus hervorgeht, ist es also zulässig und erlaubt, bei der Aufnahme die hohen Frequenzen anzuheben, d.h. mit höheren Aufprechströmen aufzuzeichnen als die tiefen Frequenzen. Da nämlich auch das Bandrauschen gerade in den höheren Frequenzgebieten besonders lästig ist, wird auf diese Weise das Verhältnis Nutzmagnetisierung/Rauschmagnetisierung auf Band ver-

größert und der Rauschabstand somit verbessert. Dies Prinzip der Höhenanhebung oder Preemphasis ist ganz allgemein verwendbar und wird auch beispielsweise bei Schallplatten oder beim UKW-Rundfunk angewendet.

Diese allgemeine Anwendung ist sehr wichtig, denn wenn in einem Glied eine Höhenanhebung stattfindet, so ist es nutzlos, sie in den anderen nicht vorzunehmen: die «Spitze» würde sowieso durch die höhere Anhebung begrenzt, während der Rauschabstand gleich bliebe. Wie stark die Höhenanhebung gewählt werden soll, ist eine komplexe Frage, denn z.B. die Häufigkeit an Höhen und «Spitzen» in einer Sprache ist anders als bei einer anderen, man merkt dies deutlich beim Vergleich der deutschen mit der englischen Sprache, und es wirkt sich auch auf die zugehörige Höhenanhebung aus.

Aus praktischen Gründen wurde im Falle der Tonbandaufnahme nicht die Höhenanhebung normalisiert, sondern die Wiedergabekette. Das Tonbandgerät soll so aufnehmen, daß das Band auf einer genormten Wiedergabekette einen linearen Frequenzgang aufweist. Dies bedeutet nichts anderes als eine genormte Höhenanhebung für ein gegebenes Band.

Heutzutage gibt es Bänder (z.B. Scotch 203), die ein bedeutend höheres Höhenaufnahmevermögen als klassische Bänder aufweisen. Um normgemäße Aufnahmen vorzunehmen, muß die Höhenanhebung merklich kleiner sein.

### 7.3 Beziehung zwischen Höhenanhebung und Vormagnetisierung

Die amerikanische NAB-Norm erfordert bei 19 cm/s Bandgeschwindigkeit eine größere Höhenanhebung als die europäische CCIR-Norm. Dagegen besteht in Europa die Tendenz zu größerer Vormagnetisierung, dadurch wird der Rauschabstand verbessert und die Höhen auf dem Band geschwächt, so daß auch wiederum eine größere Höhenanhebung vorgesehen werden muß. NAB-Norm mit von Haus aus größerer Höhenanhebung und kleinerer Vormagnetisierung und CCIR-Norm mit größerer Vormagnetisierung und daher vergrößerter Höhenanhebung führen infolgedessen praktisch zum gleichen Endergebnis.

### 7.4 Praktische Folgerungen

- Innerhalb gewisser Grenzen läßt sich durch eine andere Vormagnetisierung die Höhenanhebung ändern, ohne daß eine vorgeschriebene Norm überschritten wird.
- Für eine besonders höhenreiche Aufzeichnung empfiehlt sich der Einsatz von Bändern mit großer Höhenaussteuerbarkeit.

Es muß herausgefunden werden, welches Glied der Kette die größte Höhenanhebung aufweist und liegt in unserem Interesse, daß die Höhenanhebung überall gleich ist. Wenn aber eine Höhenübersteuerung auftreten soll, dann

auf dem Tonband; denn die Höhengättigung erzeugt keine hörbare Verzerrung, was nicht bei einem UKW-Sender der Fall ist (oder besser gesagt beim dazu gehörenden Empfänger).

## 7.5 Wahl der Vormagnetisierung

### Bandeigenschaften

Amerikanische Bänder sind unter sich ziemlich ähnlich, so daß der Arbeitspunkt dicht beim Maximum der Wiedergabespannung für niedrige Frequenzen gewählt werden kann. Weil — wegen der Verzerrungen — eine zu geringe Vormagnetisierung gefährlicher als eine zu große Vormagnetisierung ist, empfiehlt es sich, den Arbeitspunkt nicht genau auf dem Maximum zu wählen. Wie bereits bemerkt, ergibt sich damit auch eine gute Anpassung an die NAB-Norm.

In Europa ist die Streubreite der Bandeigenschaften wesentlich größer. Der Arbeitspunkt muß daher entsprechend höher gelegt werden. Dies führt in Verbindung mit der CCIR-Norm zu guten Ergebnissen.

### Allgemeiner Vorgang

Zur Einstellung des Arbeitspunktes eines Tonbandgerätes wird ein Referenzband benötigt, dessen Eigenschaften, vor allem auch im Vergleich zu anderen auf dem Markt befindlichen Bändern sehr genau bekannt sein müssen. Nagra-Geräte werden mit PER 525 oder 3M 208 (NAB) als Referenzband eingestellt;

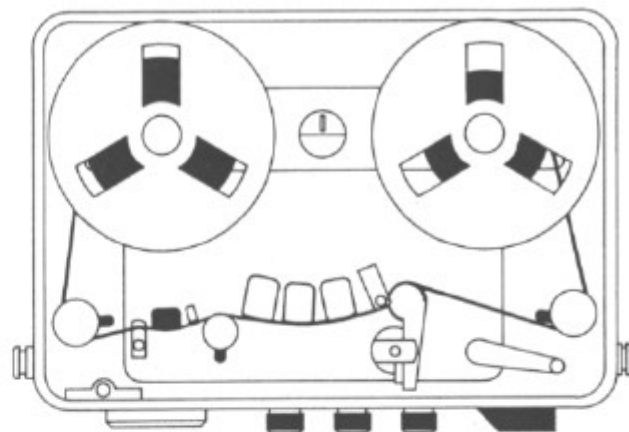
Zunächst wird die Größe der Vormagnetisierungsspannung  $E_m$  gesucht, für welche die Wiedergabespannung eines 400-Hz-Signals maximal ist. Hierzu wird am besten die kleinere Vormagnetisierungsspannung  $E_1$  ermittelt, bei der die Wiedergabespannung um 1 dB vom Maximum abgesunken ist, und die größere Vormagnetisierungsspannung  $E_2$ , bei der die Wiedergabespannung um 0,5 dB abgesunken ist.  $E_m$  selbst ist dann das geometrische Mittel aus  $E_1$  und  $E_2$ , d.h. gleich der Quadratwurzel aus dem Produkt  $E_1 \cdot E_2$ .

Der eigentliche Arbeitspunkt wird dann entsprechend  $k \cdot E_m$  eingestellt, wobei

- nach NAB-Norm für amerikanische Bänder  $k = 1$
- nach CCIR-Norm für europäische Bänder  $k = 1$

gewählt wird. Diese Einstellvorschriften berücksichtigen bereits die Streubreite marktgängiger Bänder. Falls von vornherein feststeht, daß das Gerät nur mit einem ganz speziellen Band betrieben werden soll, kann  $k$  noch nach Maß festgelegt werden, wobei Werte zwischen 1 und 1,3 durchaus möglich sind. Ist das Aufzeichnen von an hohen Frequenzen reichem Schall erwünscht (oder ist das Band von schlechter Höhenaufnahmefähigkeit), so wird  $k$  klein zu wählen sein. Vernünftige Werte für die CCIR-Norm sind  $k = 1,2$  und für die NAB-Norm 1 bis 1,1.

# NAGRA 4.2 configurator



## External electro accessories

QCA	14102	Start-stop cable for remote control Câble start-stop pour commande à distance
QGB	14001	10 1/2" reel adapter Adaptateur grande bobine 267 mm
QGBC	14005	Normal 8 mm cine spool holder Porte bobine type cinéma (standard)
QGBN	14006	NAB type hub holder Porte-noyaux type NAB
QGBA	14007	AEG type hub holder Porte-noyaux type AEG
DSM	14700	Field monitor and amplifier Moniteur et amplificateur de reportage
IACC	17910	Removable cell compartment for DSM and IS Magasin amovible d'accumulateurs pour DSM et IS
QCAS	98001	Spare mains cable with Swiss-type plug Câble d'alimentation secteur avec fiche suisse (rechange)
QCAW	98003	Spare mains cable without mains plug Câble d'alimentation secteur sans fiche secteur (rechange)

## Synchronization

OCL	14450	Adapter for connecting SLO to NAGRA 4.2 Adaptateur pour la connexion SLO-NAGRA 4.2
SLO-3	13429	Crystal pilot generator for SLO Générateur pilote à quartz pour SLO
SLO	13400	Automatic speed synchronizer Synchroniseur automatique de vitesse
QSV-2	14600	Manual speed variator Variateur manuel de vitesse

## Mechanical accessories

QRAC	06260	Tape cleaning blade Râcleur de bande
QLEN	14655	Tape driven metrical counter Compteur métrique entraîné par la bande
OTIM	14650	Tape driven timer Compteur-temps entraîné par la bande
QSET	14130	Lid when using 7" reels Couvercle pour l'emploi de bobines 178 mm
MAG-220V	90801	Electronically-controlled degauser 220-240 V Démagnétiseur à commande électronique 220-240 V
MAG-110V	90802	Electronically-controlled degauser 110-117 V Démagnétiseur à commande électronique 110-117 V

## Carrying cases

QHTP	99009	Standard carrying case with pocket Sacoche standard avec poche
QHTP-C	99220	Leather cover for QSET Couvercle de sacoche pour QSET
QHC	14125	Spare carrying strap for NAGRA 4.2 Courroie de rechange pour porter le NAGRA 4.2
QHP	14120	Carrying handle Poignée
QHCP	14124	Special strap for carrying a recorder equipped with a QHP handle Courroie spéciale à monter sur un appareil équipé d'une poignée QHP

## Internal electro accessories

QGX-3	04698	Crystal pilot generator Générateur pilote à quartz
QSLI	04750	Synchronizer Synchroniseur
QFM	04701	Frequency meter for 50 Hz pilot signal Fréquence-mètre pour signal pilote 50 Hz
	04702	Frequency meter for 60 Hz pilot signal Fréquence-mètre pour signal pilote 60 Hz
QRR	04680	VHF receiver for camera clapper and take identification signal Récepteur VHF pour claquette et signal de marquage

## Coding

QRC	14200	Start stop remote control Télécommande de marche-arrêt
QHCA	14126	Strap antenna for QRR VHF receiver Antenne courroie pour le récepteur VHF QRR
QRT	14300	VHF transmitter for camera clapper and take identification signal Émetteur VHF pour claquette et signal de marquage
QDAN	14900	Decoder with digital display Décodeur à affichage digital
QRCN	14975	Accessory for starting or stopping a machine for use with the QDAN Accessoire marche-arrêt d'une machine, à utiliser avec le QDAN

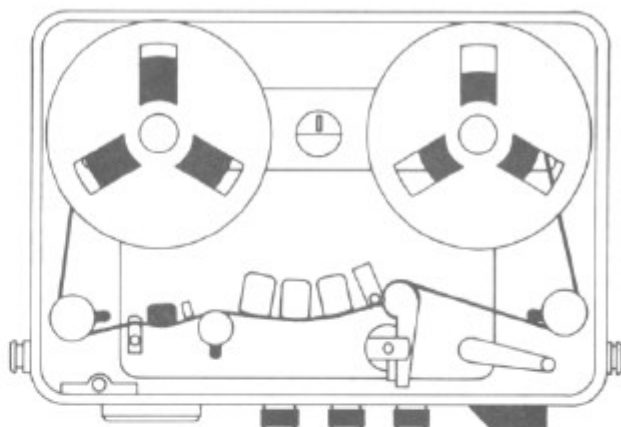
## Camera cables

QCE	14107	For connecting NAGRA 4.2 to an Eclair NPR camera Pour connecter le NAGRA 4.2 à une caméra Eclair NPR
QCX	14108	For connecting NAGRA 4.2 to an Arri ST/BL or a Bolex 16 PRO camera Pour connecter le NAGRA 4.2 à une caméra Arri ST/BL ou une Bolex 16 PRO
QCF	14106	For connecting NAGRA 4.2 to a Bolex H 16 camera Pour connecter le NAGRA 4.2 à une caméra Bolex H 16
CTEN	14321	For connecting QRT to an Eclair NPR camera Pour connecter le QRT à une caméra Eclair NPR
CTEL	14323	For connecting QRT to an Eclair ACL camera Pour connecter le QRT à une caméra Eclair ACL
CTX	14322	For connecting QRT to an Arri 16 BL camera Pour connecter le QRT à une caméra Arri 16 BL
CTF	14320	For connecting QRT to a Bolex 16 PRO camera Pour connecter le QRT à une caméra Bolex 16 PRO

## Headphones

DT 48	96239	Beyer DT 48 headphones Casque d'écoute Beyer DT48
DT 96A	96247	Beyer DT 96A headphones Casque d'écoute Beyer DT 96A

# NAGRA 4.2 configurator



## Input

BMT-3	14500	Mixer with 3 balanced microphone inputs and 1 line input Pupitre de mélange à trois entrées microphone, symétriques flottantes et une entrée ligne
BS-2	13300	External preamplifier for dynamic microphone Préamplificateur externe pour microphone dynamique
QPSE-200	04734	Standard preamplifier for 200 $\Omega$ dynamic microphone Préamplificateur standard pour microphone dynamique 200 $\Omega$
QPSE-050	04735	Standard preamplifier for 50 $\Omega$ dynamic microphone Préamplificateur standard pour microphone dynamique 50 $\Omega$
QPSE-202	04743	High gain preamplifier for 200 $\Omega$ ribbon microphone Préamplificateur haut gain pour microphone à ruban 200 $\Omega$
QPSE-052	04744	High gain preamplifier for 50 $\Omega$ ribbon microphone Préamplificateur haut gain pour microphone à ruban 50 $\Omega$
QPM-3-5	04747	Preamplifier for condenser microphone Préamplificateur pour microphone à condensateur
QPLE-200	14851	Standard advanced cable preamplifier for 200 $\Omega$ dynamic microphone Préamplificateur avancé standard, de câble, pour micro. dyn. 200 $\Omega$
QPLE-050	14852	Standard advanced cable preamplifier for 50 $\Omega$ dynamic microphone Préamplificateur avancé standard, de câble, pour micro. dyn. 50 $\Omega$
QPAU-T	04785	Microphone preamplifier with current supply selector switch Préamplificateur de microphone avec alimentation commutable
QPU-T	04786	Additional preamplifier without current supply for input 2 only Préamplificateur de microphone complémentaire sans alimentation pour entrée 2 uniquement

## Power supply

ATN-2	14350	Mains power supply 110-250 V with pilot signal output Alimentation secteur 110-250 V avec sortie signal pilote
QCAS	98001	Spare mains cable with Swiss-type plug Câble d'alimentation secteur avec fiche suisse (recharge)
QCAW	98003	Spare mains cable without mains plug Câble d'alimentation secteur sans fiche secteur (recharge)
PAR	13200	Charger for PA type rechargeable cells Chargeur pour accumulateurs du type PA
PPD	14150	Multiple connection box Boîte de dérivation
PD	98202	Set of 12 standard cells Jeu de 12 piles standard
PA-2.5	98251	Set of 15 rechargeable cells with extension 2,5 Ah Jeu de 15 accumulateurs avec rallonge, 2,5 Ah
PA-4	98254	Set of 12 4 Ah rechargeable cells Jeu de 12 accumulateurs 4 Ah



**NAGRA 4.2**

**Configurator**

**Synchronization and accessories**



96239  
DT 48

96247  
DT 96A

14125  
QHC

14120  
QHP

14124  
QHCP

99009  
QHTP

99220  
QHTPC

90801-2  
MAG

14006  
QGBN

14007  
QGBA

18907  
TPBC  
14001  
QGB

98003  
QCAW

98001  
QCAS

17910  
IACC

14102  
QCA

14700  
DSM

14130  
QSET

14650  
QTIM

14655  
QLEN

06260  
QRAC

mechanical accessories

external electro accessories

internal electro accessories

04698  
QGX-3

04750  
QSLI

04701-2  
QFM

04680  
QRR

14200  
QRC

14126  
QHCA

14300  
QRT

14107  
QCE

Eclair  
NPR

14108  
QCX

Arri  
ST/BL

14106  
QCF

Bolex  
H16

Bolex  
16PRO

coding

14321  
CTEN

Eclair  
NPR

14323  
CTEL

Eclair  
ACL

14322  
CTX

Arri  
16 BL

14450  
QCL

13400  
SLO  
13429  
SLO-3

14600  
QSV2

synchronization

14900  
QDAN

14975  
QRCN

KEY

Electro connections

Mechanical connections

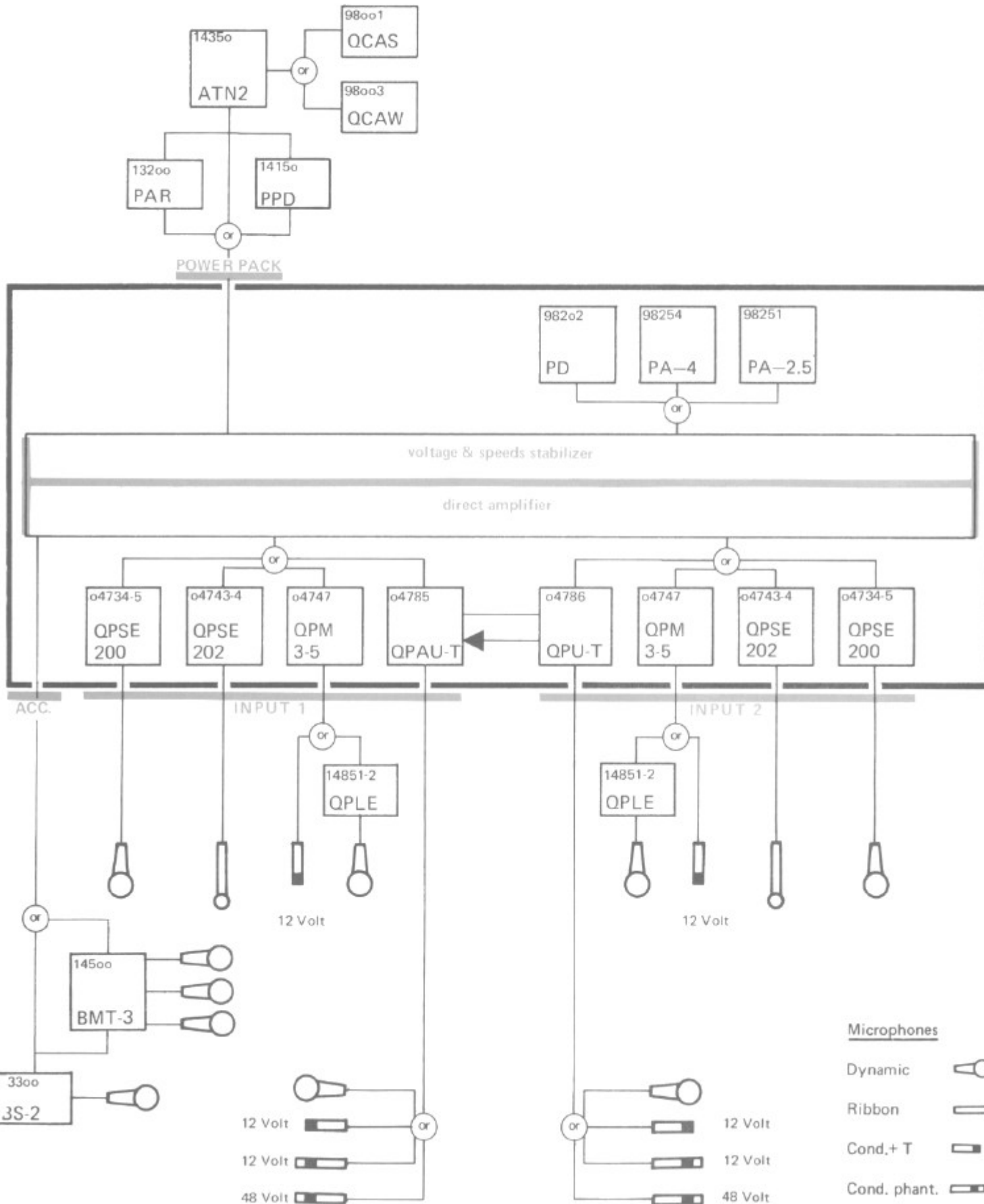
Operating requisites

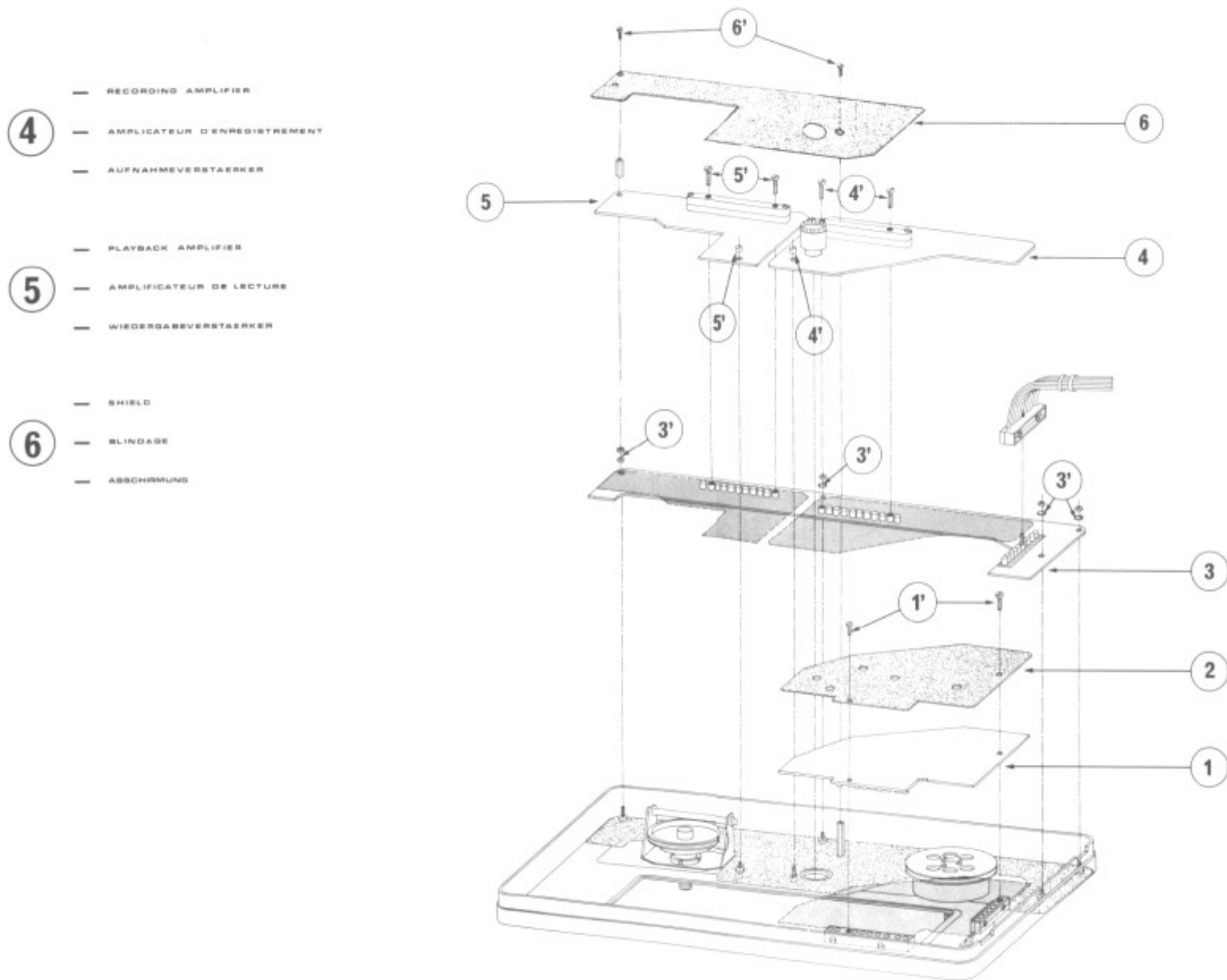


**NAGRA 4.2**

**Configurator**

**Input and power supply**





- RECORDING AMPLIFIER
- ④ — AMPLIFICATEUR D'ENREGISTREMENT
- AUFNAHMEVERSTÄRKER
- PLAYBACK AMPLIFIER
- ⑤ — AMPLIFICATEUR DE LECTURE
- WIEDERGABEVERSTÄRKER
- SHIELD
- ⑥ — BLINDAGE
- ABSCHIRMUNG

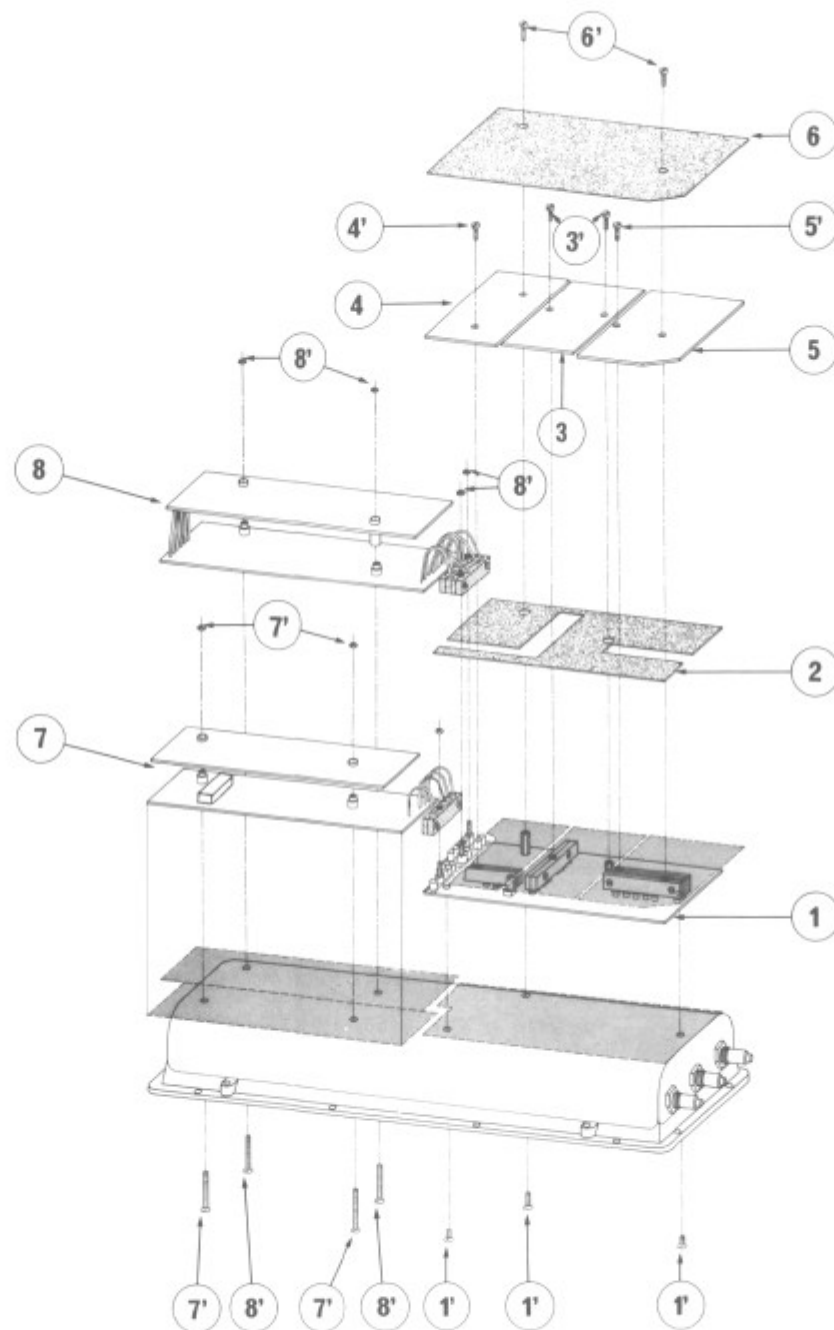
- OSCILLATOR & PILOT AMPLIFIER
- ① — OSCILLATEUR ET AMPLIFICATEUR PILOT
- OSCILLATOR UND PILOT VERSTÄRKER
- SHIELD
- ② — BLINDAGE
- ABSCHIRMUNG
- INTERCONNECTION
- ③ — INTERCONNEXION
- VERBINDUNGSKREIS

- SYNCHRONIZER & VOLTMETER
- ⑤ — SYNCHRONISATEUR ET VOLTMÈTRE
- SYNCHRONISATOR UND VOLTMETER

- INSULATED BOARD
- ⑥ — PLaque ISOLANTE
- ISOLIERPLATTE

- CRYSTAL PILOT GENERATOR
- ⑦ — GENERATEUR PILOT A QUARTZ
- PILOTQUARZGENERATOR

- RECEIVER
- ⑧ — RECEPTEUR
- EMPFÄNDER



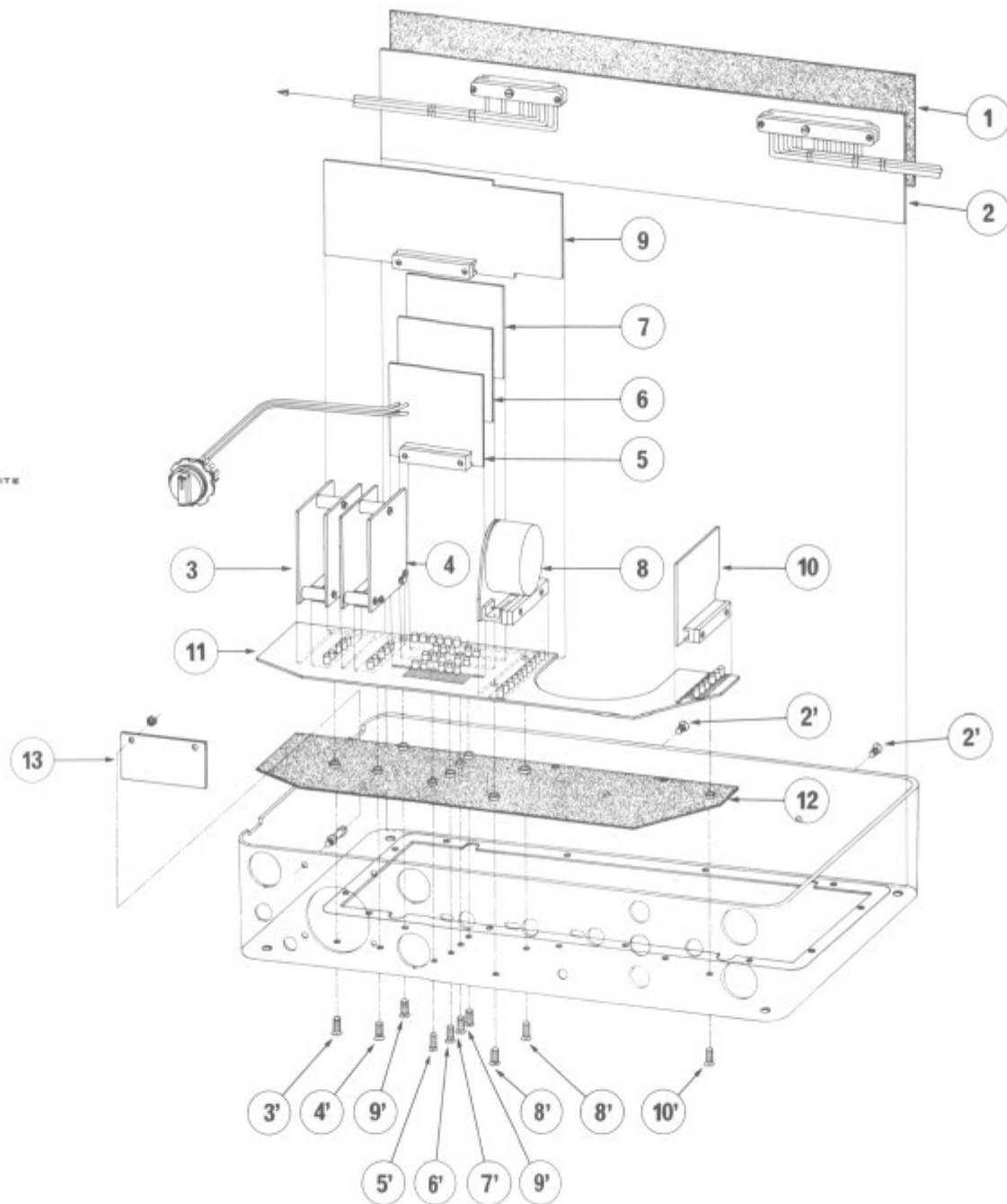
- INTERCONNECTION
- ① — INTERCONNEXION
- VERBINDUNGSKREIS

- INSULATED BOARD
- ② — PLaque ISOLANTE
- ISOLIERPLATTE

- RECORD PILOT & CLAPPER
- ③ — ENREGISTREMENT PILOT ET CLAPETTE
- PILOT AUFNAHMEVERSTÄCKER UND STARTMARKIERUNG

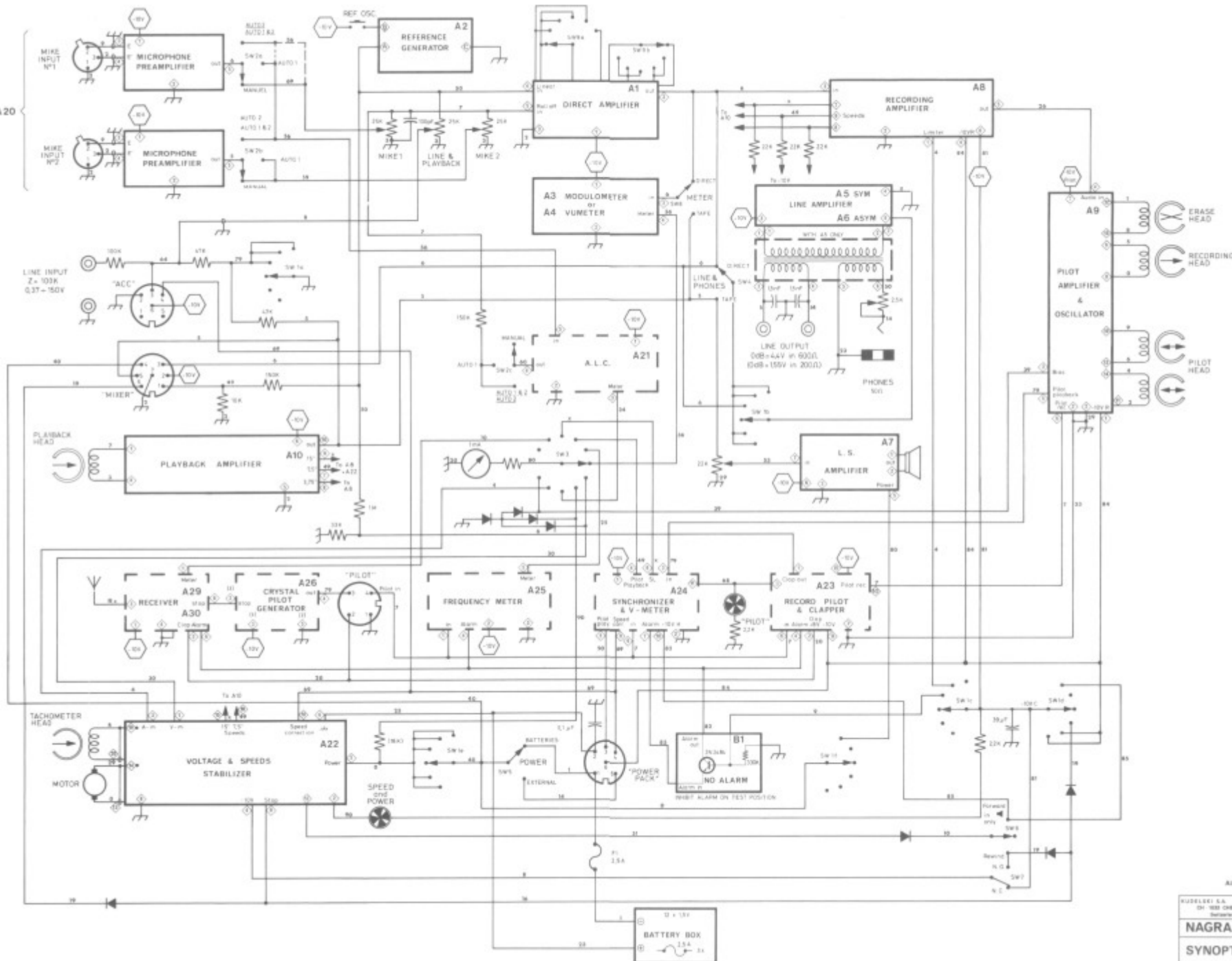
- FREQUENCY METER
- ④ — FREQUENCÈMÈTRE
- FREQUENZMETER

- LINE AMPLIFIER
- ⑦ — AMPLIFICATEUR LIGNE
- LINIENVERSTÄRKER
- LINE TRANSFORMER
- ⑧ — TRANSFORMATEUR LIGNE
- LINIENTRANSFORMATOR
- AUTOMATIC LEVEL CONTROL
- ⑨ — REGULATEUR AUTOMATIQUE DE SENSIBILITE
- AUTOMATISCHE BEGELKONTROLLE
- LOUD SPEAKER AMPLIFIER
- ⑩ — AMPLIFICATEUR HAUT-PARLEUR
- LAUTSPRECHERVERSTÄRKER
- INTERCONNECTION
- ⑪ — INTERCONNEXION
- VERBINDUNGSKREIS
- INSULATED BOARD
- ⑫ — PLAGUE ISOLANTE
- ISOLIERPLATTE
- REF. SIG. GENERATOR
- ⑬ — GENERATEUR DE REFERENCE
- REF. GENERATOR



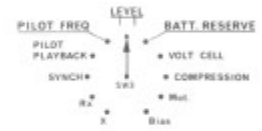
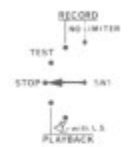
- ① — INSULATED BOARD
- PLAGUE ISOLANTE
- ISOLIERPLATTE
- VOLTAGE & SPEED STABILIZER
- ② — STABILISATEUR DE TENSION ET VITESSE
- GESCHWINDIGKEITS UND SPANNUNGSREG.
- MICROPHONE PREAMPLIFIER N°1
- ③ — PREAMPLIFICATEUR MICRO N°1
- MIKROPHONVORVERSTÄRKER N°1
- MICROPHONE PREAMPLIFIER N°2
- ④ — PREAMPLIFICATEUR MICRO N°2
- MIKROPHONVORVERSTÄRKER N°2
- DIRECT AMPLIFIER
- ⑤ — AMPLI. DU DIRECT
- "DIRECT. VERSTÄRKER
- MODULOMETER OR VU-METER
- ⑥ — MODULOMETRE OU VU-METRE
- MODULOMETER ODER VU-METER

A11-A20



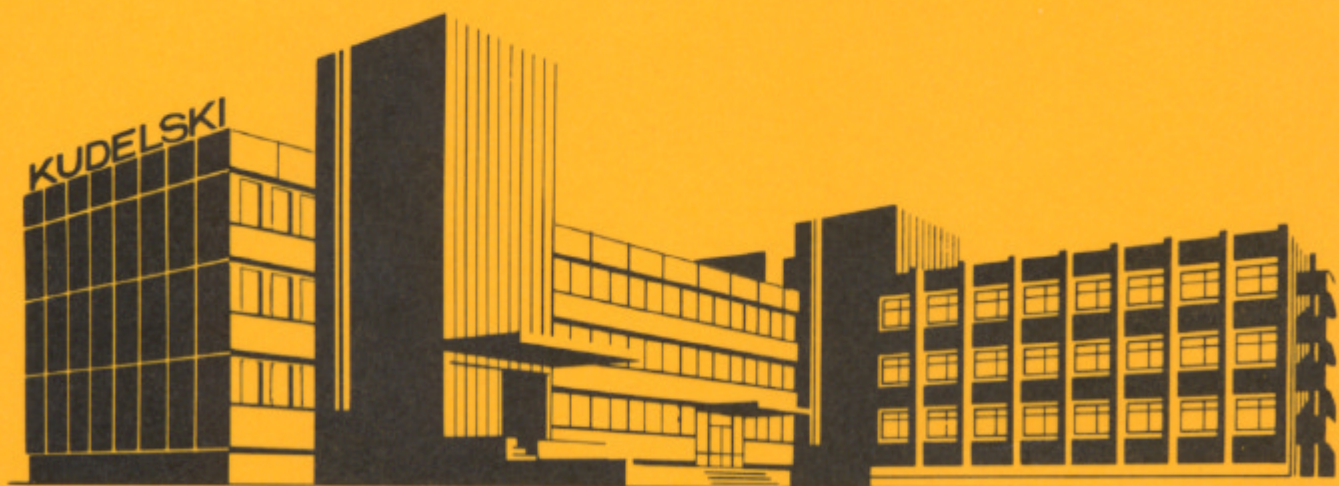
CABLE COLOR CODE

1	BROWN
2	RED
3	ORANGE
4	YELLOW
5	GREEN
6	BLUE
7	VIOLET
8	GREY
9	WHITE
0	BLACK
X	PINK



ALL CONNECTORS VIEWED FROM THE OUTSIDE

KUZZLECKI S.A. Dept. NAGRA	NAGRA MADE IN SWITZERLAND	10 1 78
04 - 002 CHAMBRAY	09 04 001000	
<b>SYNOPTIC DIAGRAM</b>		



PRINTED IN SWITZERLAND BY KUDELSKI S.A.