

Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	7
Einleitung	9
1. Festlegung von Zielen und Forderungen	11
1.1 Die Ausgangsleistung	11
1.2 Der Frequenzbereich	14
1.3 Leistungsbereich	16
1.4 Eingangsempfindlichkeit und Verstärkungsfaktor	17
1.5 Dämpfungsfaktor	18
1.6 Verzerrung	19
1.7 Zusammenwirken	23
2. Das Verhältnis von subjektiver Wahrnehmung und objektiven Messwerten . . .	25
2.1 Richtungshören	25
2.2 Details hören	25
2.3 Klangbalance	27
2.4 Abbildung räumlicher Tiefe	29
2.5 Zwischenstand	29
2.6 Abbildung „nach vorn“	29
2.7 Umhüllung	30
2.8 Akustische Struktur des Aufnahmefelds	30
2.9 Betroffenheit und Konzentration	31
2.10 Zusammenfassung	31
3. Schaltungen und ihre Wirkungen	33
3.1 Gegentaktverstärker	33
3.2 Erweiterungen von Gegentaktschaltungen	34
3.3 Charakteristische Kennzeichen von Gegentakt-Endstufen	35
3.4 Eintakt-Endstufen (Single ended)	39
3.5 Spannungs- oder Stromsteuerung	43
3.6 Alternative Schaltungskonzepte	45
4. Überlegungen zu den einzelnen Schaltungsbestandteilen eines Verstärkers . . .	47
4.1 Spannungsversorgung	47
4.2 Endstufen	49
4.3 Phasenumkehr	50
4.4 Steuerstufen	53
4.5 Vorverstärkung	54
5. Verstärkerdetails	55
5.1 Gegentaktverstärker	55
5.2 SE-Verstärker	66

6. Gegenkopplung	69
6.1 Gegenkopplung und Nichtlinearität	69
6.2 Mit welcher Spannung ist der Verstärker „beschäftigt“?	71
6.3 Wie wirken sich die Laufzeitverzögerungen auf den Verstärkungsvorgang aus?	72
6.4 Die Gegenkopplung fügt Harmonische hinzu	74
6.5 Gegenkopplung und Klangverfärbungen	74
6.6 Gegenkopplung und Stabilität	76
6.7 „Vorwärts-Gegenkopplung“ (error correction)	76
7. Der Bau eines Prototyps	79
7.1 Mit einer gedruckten Schaltung zu beginnen, schränkt zu sehr ein	79
7.2 Montagestationen	79
7.3 Erdung	79
7.4 Erster Betrieb ohne Gegenkopplung	80
7.5 Interne Verkopplungen	80
7.6 Logisches Aufbaukonzept	80
7.7 Messungen in den einzelnen Stufen	80
7.8 Anschließend: Gesamtüberprüfung von Ein- zu Ausgang	80
7.9 Stabilität	80
7.10 Hörtests	81
7.11 Der Optimierungszirkel	81
7.12 Was folgt?	81
8. Geschäftliche Fragen	83
8.1 Investition von Zeit	83
8.2 Investitionen in die Hardware	83
8.3 Vertriebskanäle	83
8.4 Möglicher Umsatz	83
8.5 Der Zwischenhandel	84
8.6 Zeitvorgaben	84
8.7 Entwickler oder Geschäftsmann?	84
8.8 Werbung	84
8.9 Vorteile herausstellen	84
8.10 Wirkung auf Kunden	85
8.11 Service und Kundendienst	85
8.12 Die Lebensdauer eines Gerätes und Folgeaktionen	85
8.13 Brauche ich Partner?	85
8.14 Merkmale der Ökonomie	86
8.15 Was macht die Konkurrenz?	86
8.16 Nur im Inland oder in der ganzen Welt?	86
8.17 Kosten	86
8.18 Fabrikationsstätte	87
8.19 Zusammenfassung	87

9. Eine ganzheitliche Betrachtung.	89
9.1 Was sagt das Herz?	89
9.2 Denken und Handeln in Sphären.	90
9.3 Deine eigene Persönlichkeit	92
9.4 Eine Herausforderung	92
10. Messungen an Verstärkern – einführende Hinweise	95
10.1 Analoge Messgeräte	95
10.2 Messungen mithilfe des Computers	96
10.3 Einrichtung des Messlabors	97
11. Frequenzgangmessung bei 1 Watt	101
11.1 Einleitende Hinweise zur Messgröße dB (Dezibel).	101
11.2 Messtechnische Bestimmung des -3dB-Frequenzbereiches	104
12. Messung des Frequenzganges bei P_{max}.	109
12.1 Gegentaktendstufe, P _{max} , tieffrequenter Bereich	109
12.2 SE-Verstärker, P _{max} , tieffrequenter Bereich.	111
12.3 P _{max} -Begrenzung bei hohen Frequenzen	114
13. Impedanzen	117
13.1 Die Eingangsimpedanz	117
13.2 Die Ausgangsimpedanz	119
14. Zur Messung des Verstärkungsfaktors	123
14.1 Die Verstärkung in den Vorstufen	123
14.2 Verstärkung der Endstufe	124
15. Verzerrungen	125
15.1 ... warnender Hinweis!	125
15.2 Analyse harmonischer Verzerrungen	127
15.3 Intermodulationsverzerrungen	134
15.4 Messung der Linearität	136
16. Messungen im Zeit- und Frequenzbereich	139
16.1 Phasenmessungen.	139
16.2 Sprungantwort	141
17. Neue Messverfahren	153
17.1 Kurzer Rückblick.	153
17.2 Ein neuer Weg?	154
17.3 Anders denken!	156
17.4 Welchen Weg sollten wir einschlagen?	157

18. Anhang: Kann ein Röhrenverstärker Mikrodetails wiedergeben?	159
18.1 Einführung	159
18.2 Grenzen unseres Hörens	159
18.3 Aufbau eines Mikrodetail-Modells	161
18.4 Beweise für die Korrektheit des Mikrodetail-Modells	168
18.5 Der Einfluss des Hörabstandes d zum Lautsprecher.	169
18.6 Der Einfluss des Lautsprecher-Wirkungsgrades	170
18.7 Der Einfluss des Lautsprecher-Frequenzganges.	171
18.8 Der Einfluss der Primärimpedanz Z_{aa}	171
18.9 Der Einfluss von $R_{i,eff}$	173
18.10 Der Einfluss eines Luftspalts im Übertragerkern.	174
18.11 Der Einfluss des Kernmaterials.	175
18.12 Diskussion und Schlussfolgerungen	176
Glossar	179
Stichwortverzeichnis	181