

CAAD-330WIN
Best-Nr. 37.0340

Lautsprecher-Kalkulationsprogramm für WINDOWS®
Speaker Calculation Programme for WINDOWS®



**COMPUTER
AIDED
AUDIO
DESIGN**

CAAD 3.0

**HANDBUCH
USER'S GUIDE**

D Inhalt

A	1 Systemvoraussetzungen	2
CH	2 Einrichtung von CAAD 3.0	2
	3 Programmstart	2
	4 Die Untermenüs	3
	4.1 Datei	3
	4.2 Bearbeiten	3
	4.3 Treiber	3
	4.4 Gehäuse	3
	4.5 Filter	8
	4.6 Grafik	8
	4.7 Drucker	8
	4.8 Hilfe	9
	4.9 Quit	9
	5 Der Treibereditor	9
	5.1 Datei	9
	5.2 Treiber suchen	10
	5.3 Daten laden	10
	5.4 Daten speichern	10
	5.5 Drucker	10
	5.6 Hauptmenü	10
	6 Filter	10
	6.1 Weichen	10
	6.2 Systemdämpfung	10
	6.3 Impedanzkorrektur	11
	6.4 Drucker	11
	6.5 Hauptmenü	11
	7 Copyright/Haftung	11

1 Systemvoraussetzungen

- IBM-kompatibler AT ab 80286
- Eine von WINDOWS 3.1/95/98 unterstützte Grafikkarte
- 4 MB RAM davon mindestens 540 KB freie Arbeitsspeicher
- Software MS WINDOWS ab Version 3.1
- MS DOS ab Version 3.3 oder ähnliches Betriebssystem oder OS2
- Diskettenlaufwerk 3,5"/1,44 MB
- Festplatte mit mindestens 4 MB freien Speicherplatz

ANMERKUNG

Durch den Erwerb dieses Programms sind Sie nur zur Benutzung berechtigt. Es ist nicht gestattet, das Programm oder Teile davon zu kopieren oder auf irgendeine Weise zu veröffentlichen.

2 Einrichtung von CAAD 3.0

CAAD 3.0 kann nicht direkt von Diskette gestartet werden. Es muß auf eine vorhandene Festplatte installiert werden. Legen Sie dazu bitte Ihre Originaldiskette in Ihr 3,5"-Laufwerk ein. Starten Sie WINDOWS von Ihrer

Festplatte, und aktivieren Sie den Dateimanager. Wechseln Sie auf das 3,5"-Laufwerk, und starten Sie das Programm SETUP.EXE.

Sie werden zunächst aufgefordert, das Laufwerk und das Verzeichnis anzugeben, in das das Programm CAAD 3.0 installiert werden soll.

Nach Bestätigung der Eingabe kopiert das SETUP-Programm automatisch alle erforderlichen Dateien in das angegebene Verzeichnis. Außerdem werden Systemdateien in das Verzeichnis SYSTEM von WINDOWS kopiert. SETUP erstellt automatisch ein neues WINDOWS-Fenster, in dem das Icon von CAAD 3.0 platziert wird.

Die Originaldiskette von CAAD 3.0 ist kopiergeschützt! Ihre Programmversion wird durch das automatische Aufrufen des Zusatzprogramms „WINMOVE.EXE“ auf Ihrem Rechner autorisiert. Das Schreibschutzfenster der Originaldiskette muß bei der Installation geschlossen sein! Bei offenem Schreibschutzfenster erfolgt keine Autorisation!

Nach erfolgter Installation ist das Programm sofort lauffähig.

ANMERKUNG

Bei einem Rechnerwechsel (oder Festplattenwechsel) kann die Autorisierung von der Festplatte wieder auf die Diskette zurückgegeben werden.

Dazu wird das Programm „WINMOVE.EXE“ von Windows aus wie folgt aufgerufen:

WINDOWS 3.1

Starten Sie den Datei-Manager, markieren Sie „WINMOVE.EXE“ im Unterverzeichnis CAAD3_0 Ihrer Festplatte, und wählen Sie dann im Pulldown Menü „DATEI“ den Unterpunkt „Ausführen...“ an. Geben Sie in der Befehlszeile „WINMOVE.EXE C: A:“ ein, wenn sich CAAD 3.0 auf Festplatte C: befindet und A: das Diskettenlaufwerk ist, in dem sich die Originaldiskette befindet (für Festplatte D: und Floppy B: entsprechend „WINMOVE.EXE D: B:“). Bestätigen Sie mit dem „OK“-Button; die Autorisierung des Programms wird jetzt auf die Diskette zurückübertragen. CAAD 3.0 ist jetzt von der Festplatte nicht mehr lauffähig!

WINDOWS 95/98

Klicken Sie in der WINDOWS START-Leiste das Icon „Ausführen...“ an und geben dann in der Befehlszeile „WINMOVE.EXE C: A:“ ein, wenn sich CAAD 3.0 auf Festplatte C: befindet und A: das Diskettenlaufwerk ist, in dem sich die Originaldiskette befindet (für Festplatte D: und Floppy B: entsprechend „WINMOVE.EXE D: B:“). Bestätigen Sie mit dem „OK“-Button; die Autorisierung des Programms wird jetzt auf die Diskette zurückübertragen. CAAD 3.0 ist jetzt von der Festplatte nicht mehr lauffähig!

3 Programmstart

Zum Starten des Programms klicken Sie mit der linken Maustaste das Icon CAAD 3.0 doppelt an. Es erscheint für einige Sekunden der Eröffnungsbildschirm, danach befinden Sie sich im Hauptmenü von CAAD 3.0.

4 Die Untermenüs

4.1 Datei

Datenbank laden: Hier können Sie die Lautsprecherdatenbank wählen, aus der Sie Ihre Thiele-Small-Parameter für die Lautsprecherberechnungen entnehmen können. Standardmäßig wird die Datenbank IMG.TTN geladen.

Datenbank erstellen: Wollen Sie außer der Datenbank IMG (.TTN/.MTN/.HTN) weitere Datenbanken erstellen, so können Sie unter diesem Menüpunkt beliebige viele Datenbanken anlegen. Geben Sie dazu in dem oberen Textfeld den Datenbanknamen ein (maximal 8 Zeichen). Klicken Sie das Befehlsfeld „Erstellen“ an. CAAD 3.0 legt nun automatisch 3 Dateien an: eine für Bässe, eine für Mitteltöner und eine für Hochtöner.

Projekt laden: In CAAD 3.0 haben Sie die Möglichkeit, berechnete Daten als Projekt abzuspeichern. Die Dateiendung lautet hier „PKT“. Mit dem Menüpunkt „Projekt laden“ können Sie diese Daten wieder abrufen.

Projekt speichern: Wie oben beschrieben, können Sie hier berechnete Daten in einer Datei speichern. Geben Sie dazu in dem oberen Textfeld den gewünschten Dateinamen ein (max. 8 Zeichen), und bestätigen Sie mit der Befehlstaste „Speichern“.

Informations-Dateien: Unter diesem Punkt finden Sie Informationsdateien von MONACOR-Artikeln über Lautsprecher, Spulen, Kondensatoren, Widerstände, Reflexrohre und Treiberkombinationen. Außerdem finden Sie hier eine technische Bibliothek zur Weichenberechnung und eine Informationsdatei über das Programm CAAD 3.0.

Beenden Alt + F4: Um die Kompatibilität mit anderen WINDOWS-Programmen zu wahren, wurde dieser Menüpunkt implementiert. Sie beenden damit das Programm CAAD 3.0. (Sie können CAAD 3.0 außerdem über den Menüpunkt „Quit“ beenden.)

4.2 Bearbeiten

Farben: Hier haben Sie die Möglichkeit, dem Programm eine individuelle Farbgestaltung zu geben. Klicken Sie dazu den gewünschten Farbwahlpunkt an. Nun öffnet sich ein Fenster, in dem Sie die gewünschte Farbe mit dem Mauszeiger und einem Klick mit der linken Maustaste auswählen können. Bestätigen Sie die Auswahl mit „OK“. Die Farbe wird dann übernommen.

Falls Sie durch Ihre Farbwahl nichts mehr auf dem Bildschirm erkennen können (weißer Adler auf weißem Grund), können Sie mit dem Unterpunkt „Normfarben setzen“ die Standardfarben wieder herstellen (Tastenkombination: „Alt“ + „B“ + „F“ + „N“ + „ENTER“).

E-Normreihe: Für die Bauteilwerte von Frequenzweichen bzw. Frequenzkorrekturglieder kann hier die E-Normreihe bestimmt werden. Sie haben die Auswahl zwischen E-12, E-24 und keiner Normreihe.

Einstellungen speichern: Die oben beschriebenen Einstellungen können unter diesem Punkt in der Datei „CAAD.SYS“ abgespeichert werden. Sie werden dann automatisch bei jedem Programmstart wieder abgerufen. D
A
CH

Land: Sie haben bei CAAD 3.0 die Möglichkeit unter sieben Sprachen zu wählen: Flämisches, Dänisch, Deutsch, Englisch, Spanisch, Französisch und Schwedisch. Klicken Sie einfach die entsprechende Sprache an – die Sprache wird dann augenblicklich gewechselt. Hinweis: Sichern Sie bitte Ihre Sprachwahl mit dem Menüpunkt „Einstellungen speichern“ für den nächsten Programmstart.

4.3 Treiber

Treiber-Editor: Unter diesem Menüpunkt gelangen Sie in den Treiber-Editor, in dem Sie Lautsprecherdaten eingeben, laden und speichern können. Der Treiber-Editor wird weiter unten beschrieben.

Treiber auswählen: Für die Auswahl eines Treibers aus der Datenbank aktivieren Sie den Menüpunkt „Treiber auswählen“. Sie haben dann die Wahl zwischen Baßtreibern, Mittelton- und Hochtontreibern. Nachdem Sie einen dieser Punkte ausgewählt haben, wird automatisch der Treiber-Editor aktiviert. Es öffnet sich eine Auswahlliste mit den in der Datei abgespeicherten Treibern. Per Doppelklick mit der linken Maustaste oder über die Cursor-Tasten und der RETURN-Taste wird der gewünschte Treiber geladen. Sie können jetzt die Daten ändern oder zum Hauptmenü zurückkehren. Die Lautsprecherdaten bleiben im Speicher.

Neue Treiberdaten editieren: Um einen neuen Treiber zu editieren, gelangen Sie unter diesem Menüpunkt wieder in den Treiber-Editor. Die Eingabefelder sind nun leer. Geben Sie hier den Treibernamen und sämtliche Thiele-Small-Parameter Ihres neuen Treibers ein. Sollten Sie einige Daten nicht zur Verfügung haben, werden einige Daten automatisch errechnet. Sichern Sie Ihre Daten unter dem Punkt „Daten speichern“.

4.4 Gehäuse

Unter diesem Punkt finden Sie die eigentliche Gehäuseberechnung. Sie haben die Wahl zwischen acht Gehäusetypen:

- Geschlossenes Gehäuse
- Baßreflex-Gehäuse
- Bandpaß-Gehäuse
- Compound-Geschlossenes Gehäuse
- Compound-Baßreflex-Gehäuse
- Compound-Bandpaß-Gehäuse
- Transmission-Line-Gehäuse
- Baß-Hörner

Klicken Sie mit der linken Maustaste das gewünschte Gehäuse an. Sie können aber auch sogenannte „Short Cuts“ verwenden: Es sind Tastenkombinationen mit der Shift-Taste, der Alt-Taste oder mit der Strg-Taste und einer Funktions- oder nicht numerischen Taste. Für die Gehäuseberechnung verwenden Sie bitte die Short Cuts „Strg“ + „F1“ bis „Strg“ + „F8“ (englische Tastatur: „Ctrl“ + „F1“ bis „Ctrl“ + „F8“).

D Beschreibung der Felder

- A** • **Treibername:** Der Treibername wird automatisch aus der Datenbank übernommen. Er kann aber auch bei Bedarf überschrieben werden. Der Treibername wird jetzt in allen Überschriften zur Gehäuseberechnung angezeigt. Auch auf den Grafikausdrucken der Gehäuseberechnung erscheint er zur Kennzeichnung der Ausdrucke. Die maximale Länge des Lautsprecheramens hängt von der Grafikauflösung und der Schriftgröße ab.
- CH** • **Gehäusetype:** In dem Feld „Gehäusetype“ wird der von Ihnen gewählte Gehäusetype angezeigt.
- **Resonanzfrequenz (fs) in Hz:** In dieses Feld wird die Freiluft-Resonanzfrequenz des Treibers eingetragen. Falls Sie einen Treiber aus der Datenbank gewählt haben, dann wird dieser Wert automatisch übernommen. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **Äquivalenzvolumen (Vas) in l:** Hier geben Sie den Wert für das Äquivalenz-Volumen ein. Der Wert entspricht der Luftmenge mit der gleichen Nachgiebigkeit wie die Membraneinspannung bei Montage in einem geschlossenen luftdichten Gehäuse. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **Gesamtgüte (Qts):** Ein wichtiger Wert für die Gehäuseberechnung. Qts gibt Aufschluß über die mechanische und elektrische Güte des Treibers. Die Gesamtgüte hat einen entscheidenden Einfluß auf das fertige Lautsprechergehäuse. Falls die Zahl 0 (Null) eingegeben wird, berechnet das Programm die Gesamtgüte aus den folgenden Faktoren: DC-Widerstand (Re), Mechanische Güte (Qms), Elektrische Güte (Qes) und Rs. Der letzte Faktor stellt den Gesamtwiderstand der Lautsprecherkabel und Spulen in der Frequenzweiche dar. Alle diese Werte beeinflussen die elektrische Güte und damit die Gesamtgüte. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **Mechanische Güte (Qm):** Die mechanische Güte ergibt sich z. B. aus der Qualität der Aufhängung der Membran. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **Elektrische Güte (Qe):** Die elektrische Güte wird durch Verluste im Treiber bzw. der Qualität der Spule und des Magneten bestimmt. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **DC-Widerstand (Re) in Ohm:** Gleichstromwiderstand der Spule. Nicht zu verwechseln mit der Wechselstrom- oder Induktivitätswiderstand der Spule. Letzter Wert ist normalerweise ungefähr 20 % höher. Dieser Wert wird automatisch übertragen
- **Serienwiderstand (Rs) in Ohm:** Der Serienwiderstand ist ein sehr interessanter Faktor. Die Zahl stellt den elektrischen Verlust der Lautsprecherkabel und der Frequenzweiche in Ohm dar. Wie oben angegeben, beeinflusst er die elektrische Güte und damit die Gesamtgüte. Falls ein Notfall auftritt und Sie den Wert von Qms und Qes nicht kennen, nicht verzweifeln. Die Lösung ist unkonventionell, aber funktioniert: $Qts_{neu} = Qts_{alt} \times (Re + Rs/Re)$ (x bedeutet

multiplizieren). Ein eingefügter Serienwiderstand kann einen niedrigen Qt-Wert eines Treibers etwas erhöhen.

Wird nicht aus der Datenbank übertragen

Die jetzt folgenden Parameter hängen von dem zu berechnenden Gehäusetype ab.

Geschlossenes Gehäuse

Systemgüte: Hier kann man den gewünschten Wert der Systemgüte angeben. Die Systemgüte errechnet sich aus Treibergüte und Gehäusegüte. Aufgrund von Naturgesetzen muß der Wert der Systemgüte höher sein als die Gesamtgüte des Treibers!

$Q_{cb} = 0,5$ wird „kritisch bedämpft“ genannt und gibt einen sehr definierten, aber „dünnen“ Baßton. Relativer Schalldruck -6 dB bei Resonanzfrequenz.

$Q_{cb} = 0,7$ ist ein idealer Kompromiß zwischen tiefreichendem Baß und guter Impuls wiedergabe. Relativer Schalldruck -3 dB bei Resonanzfrequenz, die allerdings mit ansteigt!

$Q_{cb} = 1,0$ gibt einen kräftigen Baß, aber ein mäßiges Impulsverhalten. Relativer Schalldruck -0 dB bei weiter ansteigender Resonanzfrequenz.

$Q_{cb} = 1,4$ Gibt einen sehr kräftigen Baß, aber ein schlechtes Impulsverhalten. Relativer Schalldruck $+3$ dB bei einer meistens auch schon zu hohen Resonanzfrequenz.

... und so weiter. Aber denken Sie daran, die anderen Parameter und besonders die Frequenzkurve zu kontrollieren ($Q_{cb} = Q$ geschlossenes Gehäuse).

Alpha (α)

$$\alpha = (Q_{cb}/Q_t)^2 - 1$$

Als Faustregel gilt:

Niedriger Q_{cb} -Wert = größeres Gehäuse

$$Q_{cb}/Q_t = f_{cb}/f_s$$

System-Resonanz (fcb) in Hz: Die Systemresonanz wird von der Treiber-Resonanzfrequenz und der Gehäuse-Resonanzfrequenz bestimmt.

Aufgrund von Naturgesetzen muß die System-Resonanzfrequenz höher sein als die für den Treiber. Sie werden bald feststellen, daß kleine Änderungen in (fcb) große Änderungen in V_b (Gehäusevolumen) ergeben.

Als Faustformel gilt:

Niedriger fcb-Wert = größeres Gehäuse

α und Q_{cb} verändern sich immer proportional

Alpha (α):

$$\alpha = (f_{cb}/f_s)^2 - 1$$

Wechselbeziehung zwischen dem Äquivalenzvolumen des Treibers und der Nachgiebigkeit des Gehäuses (V_{as}/V_{ab}) ist immer größer als 0 (Null) und gewöhnlich kleiner als 10.

Als Faustformel gilt:

Niedriger α -Wert = größeres Gehäuse

Gehäusevolumen (Vb) in l: Falls Sie die Eignung von Lautsprechern für ein vorhandenes Gehäuse untersuchen wollen: Hier können Sie das Gehäusevolu-

men in Litern eingeben. Aus der Frequenzkurve und den Werten von Qcb und fcb kann man ersehen, wie gut Lautsprecher und Gehäuse zusammenpassen.

Zusatzvolumen (Vb+) in l: Das Zusatzvolumen setzt sich aus der Addition der Luftmengen zusammen, die durch Treiber, Frequenzweiche und den Streben (zur Verstärkung des Gehäuses) eingenommen wird. Wenn der endgültige Gehäusevorschlag vom Programm angezeigt wird, wird dieses Volumen berücksichtigt und einbezogen.

Die Parametereingabe für geschlossene Gehäuse ist an dieser Stelle beendet. Bitte achten Sie auf mögliche Fehlermeldungen.

Die Ergebnisse der Gehäuse-Berechnungen werden auf der rechten Seite des Bildschirms angezeigt. Die meisten Parameter sollten bekannt sein. Einige wenige müssen jedoch erklärt werden:

Das akustische Volumen ist das durch das Programm berechnete Innenvolumen des Gehäuses. Durch Dämmmaterial wie Acustilux, Glaswolle, Steinwolle, Schafwolle oder ähnliches, wird das effektive Volumen des Gehäuses vergrößert. Grund dafür ist die geringere Schallgeschwindigkeit im Dämmmaterial. Die Schallgeschwindigkeit kann in sehr stark gedämpften Gehäusen um den Faktor 1,4 abnehmen. CAAD 3.0 berücksichtigt diesen Effekt und setzt einen Füllfaktor 1,2 als Standard voraus.

Das Nettovolumen (Vb) stellt das um den Füllfaktor korrigierte Gehäusevolumen dar.

Der Quotient fs/Qt (EBP = Efficiency Bandwidth Product) zeigt (nach Richard H. Small) die Eignung eines Treibers für einen bestimmten Gehäusertyp:

EBP unter 50 für Transmission-Line-Gehäuse

EBP 50–99 für geschlossene Gehäuse

EBP 100–149 für Baßreflex-Gehäuse

EBP 150–250 für Hornsysteme

Alle o. g. Werte sind nur Richtlinien und keine absoluten Vorgaben.

Der Referenz-Schalldruck (SPL = Sound Pressure Level) in dB wird aus den Treiberdaten fs, Vas und Qe berechnet und kann teilweise etwas niedriger sein, als vom Hersteller angegeben!

Passend für den eingegebenen Treiber liefert Ihnen CAAD 3.0 als letzte Parameter die Maße für ein Lautsprechergehäuse. Das Zusatzvolumen wurde dabei schon berücksichtigt. Die angezeigten Daten sind Innenmaße des Gehäuses.

Bei geschlossenen Gehäusen haben Sie die Möglichkeit, eigene Gehäusemaße vorzugeben und sich die resultierenden Parameter errechnen zu lassen. Aktivieren Sie bitte dazu das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“, und ändern Sie die Daten in den Feldern für die Gehäusemaße. Wenn das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“ nicht aktiviert ist, werden eingegebene Daten ignoriert und überschrieben.

HINWEIS

Die Gehäusedaten werden fast ausschließlich vom Baßtreiber bestimmt. Zu einer kompletten Box gehören jedoch auch die Mittel- und Hochtöner. Geeignete Lautsprecher dafür können Sie sich aus der

INFO-Datei „Lautsprecher“ aussuchen. Es sollte dabei darauf geachtet werden, daß sich die Belastbarkeiten der Lautsprecher entsprechen und daß sich die Frequenzbereiche überlappen. Durch geeignete Wahl der Trennfrequenzen für Baß/Mittelton und Mittelton/Hochtton kann dann eine Frequenzweiche berechnet werden. Die zusätzlichen Treibervolumina müssen zum Gehäusevolumen addiert werden.

Baßreflex-Gehäuse

Membranfläche (Sd) cm²: Die Größe der Membranfläche bestimmt letztendlich die Mindestfläche der Baßreflexöffnung. Dieser Parameter ist entscheidend für weitere Berechnungen.

BRK-Fläche (BRK = Baß-Reflex-Kanal) (Ap) cm²:

Das Programm berechnet eine Mindestfläche der Baßreflexöffnung, um Verzerrungen und Windgeräusche in der Reflexöffnung zu vermeiden. Falls die errechnete Mindestfläche größer als die Fläche Ihres vorhandenen, einzelnen Baßreflex-Rohres ist, können folgende Informationen nützlich sein:

Rohrbezeichnung	MBR-35	MBR-50	MBR-70	MBR-110
Rohrdurchmesser in mm	35	51	70	110
Fläche eines Rohres in cm ²	9,6	20,4	34,2	95
Fläche von 2 Rohren in cm ²	19,2	40,8	68,4	190
Fläche von 4 Rohren in cm ²	38,4	81,6	136,8	380

Wenn bei der nachfolgenden Berechnung diese Fehlermeldung erscheint:

„BRK-Länge muß > 3 cm und < Gehäusetiefe sein“, so muß zunächst überprüft werden, ob die BRK-Länge größer als die Gehäusetiefe oder kleiner als 3 cm ist (Vergleich auf der rechten Bildschirmseite). Sollte die BRK-Länge die Gehäusetiefe übersteigen, so muß die BRK-Fläche (Ap) verkleinert werden. Sollte sie kleiner als 3 cm sein, so muß die BRK-Fläche vergrößert werden. Die Fehlermeldung bei einer Unterschreitung der Mindest-BRK-Fläche kann ignoriert werden. Man muß dann allerdings mögliche Windgeräusche in Kauf nehmen.

Als Faustformel gilt:

Größere Öffnungsfläche = längeres Reflexrohr

Verlustfaktor (Ql): Es ist unmöglich, eine ideale Kombination von Treiber und Gehäuse zu erstellen, die keine Verluste aufweist (Reibungsverluste, ungewollte Öffnungen, Reflexionen). Die meßtechnische Bestimmung von Ql kann erst nach Fertigstellung des Gehäuses durchgeführt werden. Aufgrund von Untersuchungen, die unter anderem von Richard H. Small durchgeführt worden sind, ist die untenstehende Tabelle entstanden. Sie kann als Richtlinie für die Berechnung von Baßreflex-Gehäusen dienen, bis Sie eigene Erfahrungen gemacht haben.

Gehäusevolumen in Litern:	unter 35	35–70	über 70
Ql Standardwert:	10	7	5

Zusatzvolumen (Vb+) in l: Das Zusatzvolumen setzt sich aus der Addition der Luftmengen zusammen, die durch Treiber, Frequenzweiche und den Streben (zur Verstärkung des Gehäuses) eingenommen wird. Wenn der endgültige Gehäusevorschlag vom

D Programm angezeigt wird, wird dieses Volumen berücksichtigt und einbezogen.

A Die Parametereingabe für Baßreflex-Gehäuse ist an dieser Stelle beendet. Bitte achten Sie auf mögliche Fehlermeldungen.

CH

Die Ergebnisse der Gehäuse-Berechnungen werden auf der rechten Seite des Bildschirms angezeigt. Die meisten Parameter sollten bekannt sein. Einige wenige müssen jedoch erklärt werden:

BRK = Baß Reflex Kanal

Der Referenz-Schalldruck (SPL = Sound Pressure Level) in dB wird aus den Treiberdaten f_s , V_{as} und Q_e berechnet und kann teilweise etwas niedriger sein, als vom Hersteller angegeben!

Der Quotient f_s/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) zeigt (nach Richard H. Small) die Eignung eines Treibers für einen bestimmten Gehäusotyp:

EBP unter 50 für Transmission-Line-Gehäuse

EBP 50–99 für geschlossene Gehäuse

EBP 100–149 für Baßreflex-Gehäuse

EBP 150–250 für Hornsysteme

Alle o. g. Werte sind nur Richtlinien und keine absoluten Vorgaben.

Der Referenz-Schalldruck (SPL = Sound Pressure Level) in dB wird aus den Treiberdaten f_s , V_{as} und Q_e berechnet und kann teilweise etwas niedriger sein, als vom Hersteller angegeben!

α ist das Verhältnis des Äquivalenzvolumens des Treibers und des Gehäusevolumens (V_{as}/V_b).

h steht für das Verhältnis zwischen der Resonanzfrequenz (f_s) des Treibers und der Resonanzfrequenz der Reflexöffnung (F_p/f_s).

Passend für den eingegebenen Treiber liefert Ihnen CAAD 3.0 als letzte Parameter die Maße für ein Lautsprechergehäuse. Das Zusatzvolumen wurde dabei schon berücksichtigt. Die angezeigten Daten sind Innenmaße des Gehäuses.

Bei Baßreflex-Gehäusen haben Sie die Möglichkeit, eigene Gehäusemaße vorzugeben und sich die resultierenden Parameter errechnen zu lassen. Aktivieren Sie bitte dazu das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“, und ändern Sie die Daten in den Feldern für die Gehäusemaße.

Wenn das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“ nicht aktiviert ist, werden eingegebene Daten ignoriert und überschrieben.

Bandpaß-Gehäuse

Systemdämpfung (S): In dieses Feld geben Sie den Systemdämpfungsfaktor ein (etwa 0,4–0,7). Er beeinflusst die Impulswiedergabe und die Gehäusedimensionen. Mit $S = 0,4$ ergibt sich ein sehr „kräftiger, satter“ Baß, während sich mit $S = 0,7$ ein „HiFi“-Baß erzielen läßt.

Systemgüte (Q't): Die Systemgüte (Q't) setzt sich aus den Güten des Lautsprechers und des rückwärtigen, geschlossenen Volumens des Bandpaßgehäuses zusammen. Q't = 0,7 ist ein guter Anfangswert, er darf aber niemals kleiner als der Q't-Wert des Trei-

bers sein. Das würde sonst ein Gehäuse von unbegrenzter Größe zur Folge haben. Man kann verschiedene Kombinationen von S und Q't ausprobieren, um Änderungen in der Bandbreite und dem Frequenzgang zu bewirken.

BRK-Fläche (BRK = Baß-Reflex-Kanal) (Ap) cm²:

Das Programm berechnet eine Mindestfläche der Baßreflexöffnung, um Verzerrungen und Windgeräusche in der Reflexöffnung zu vermeiden. Falls die errechnete Mindestfläche größer als die Fläche Ihres vorhandenen, einzelnen Baßreflex-Rohres ist, können folgende Informationen nützlich sein:

Rohrbezeichnung	MBR-35	MBR-50	MBR-70	MBR-110
Rohrdurchmesser in mm	35	51	70	110
Fläche eines Rohres in cm ²	9,6	20,4	34,2	95
Fläche von 2 Rohren in cm ²	19,2	40,8	68,4	190
Fläche von 4 Rohren in cm ²	38,4	81,6	136,8	380

Wenn bei der nachfolgenden Berechnung diese Fehlermeldung erscheint: „BRK-Länge muß > 3 cm und < Gehäusetiefe sein“, so muß zunächst überprüft werden, ob die BRK-Länge größer als die Gehäusetiefe oder kleiner als 3 cm ist (Vergleich auf der rechten Bildschirmseite). Sollte die BRK-Länge die Gehäusetiefe übersteigen, so muß die BRK-Fläche (Ap) verkleinert werden. Sollte sie kleiner als 3 cm sein, so muß die BRK-Fläche vergrößert werden. Die Fehlermeldung bei einer Unterschreitung der Mindest-BRK-Fläche kann ignoriert werden. Man muß dann allerdings mögliche Windgeräusche in Kauf nehmen.

Als Faustformel gilt:

Größere Öffnungsfläche = längeres Reflexrohr

Zusatzvolumen (Vb+) in l: Vb+ ist hier die verdrängte Luftmenge im hinteren Volumen in Litern, die vom Treiber, der Frequenzweiche und den Streben (zur Verstärkung des Gehäuses) eingenommen wird. Das Zusatzvolumen (Vb+) wird beim Gehäusevorschlag berücksichtigt.

Zusatzvolumen (Vf+) in l: Vf+ ist hier die verdrängte Luftmenge des Frontvolumens in Litern, die vom Treiber, der Frequenzweiche und den Streben (zur Verstärkung des Gehäuses) eingenommen wird. Das Zusatzvolumen (Vf+) wird beim Gehäusevorschlag berücksichtigt.

Die Parametereingabe für Bandpaß-Gehäuse ist an dieser Stelle beendet. Bitte achten Sie auf mögliche Fehlermeldungen, die jetzt angezeigt werden.

Die Ergebnisse der Gehäuse-Berechnungen werden auf der rechten Seite des Bildschirms angezeigt. Die meisten Parameter sollten bekannt sein. Einige wenige müssen jedoch erklärt werden:

BRK = Baß Reflex Kanal

Der maximale Rippel (Welligkeit) gibt an, um wieviel dB der Schalldruck vor und nach der Mittenfrequenz über dem Schalldruck der Mittenfrequenz hinausgeht. Es gilt: Je größer die Welligkeit, desto schlechter ist die Impulswiedergabe des Gehäuses. Die Systemdämpfung (S) hat auf die Welligkeit einen entscheidenden Einfluß.

Als Faustregel Gilt:

Niedrige Welligkeit = bessere Impulswiedergabe

Der Quotient f_s/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) zeigt (nach Richard H.Small) die Eignung eines Treibers für einen bestimmten Gehäusotyp:

EBP	unter 50	für Transmission Line Gehäuse
EBP	50–99	für geschlossene Gehäuse
EBP	100–149	für Baßreflex-Gehäuse
EBP	150–250	für Hornsysteme

Compound (Push/Pull)

Durch 2 gleiche Treiber Rücken an Rücken in einem kleinen Gehäuse montiert und so beschaltet, daß während der eine Lautsprecher die Membran nach hinten bewegt (push), der andere die Membran nach vorn drückt (pull). Die Grafik für Compound-Systeme macht das Prinzip deutlich. Durch das Compound-Verfahren kann das Gehäusevolumen erheblich reduziert werden (etwa halbes Volumen). Der SPL wird allerdings gegenüber einem einzelnen Chassis im entsprechend größerem Gehäuse um 3 dB reduziert.

Nach Wahl dieses Menüpunktes muß zunächst die Art des Compound-Gehäuses bestimmt werden. Sie haben die Auswahl zwischen geschlossenem, Baßreflex- und Bandpaßgehäuse. Sie werden danach gefragt, ob Sie ein rundes Verbindungsgehäuse wünschen. Bejahen Sie diese Frage, so müssen Sie nur den Durchmesser und die Länge des Verbindungsgehäuses eingeben. Der Durchmesser wird im allgemeinen vom Lautsprecherdurchmesser bestimmt. Die Länge des Verbindungsgehäuses hängt von der Einbautiefe des Treibers ab. Sie sollte mindestens die doppelte Einbautiefe des Treibers betragen. Wählen Sie ein eckiges Gehäuse, so müssen Sie die Breite, die Höhe und die Länge des Verbindungsgehäuses eingeben. Wenn die Treiberdaten von der Datenbank übernommen wurden, werden Ihnen diese Maße schon vorgegeben. Der weitere Berechnungsverlauf gleicht denen von geschlossenen, Baßreflex- oder Bandpaßgehäusen.

Bei Compound-Gehäusen haben Sie die Möglichkeit, eigene Gehäusemaße vorzugeben und sich die resultierenden Parameter errechnen zu lassen. Aktivieren Sie bitte dazu das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“ und ändern Sie die Daten in den Feldern für die Gehäusemaße. Wenn das Optionsfeld „Gehäusemaße vorgeben“ nicht aktiviert ist, werden eingegebene Daten ignoriert und überschrieben.

Transmission Line

Membranfläche (Sd) cm²: Die Größe der Membranfläche bestimmt letztendlich die Mindestfläche der Austrittsöffnung. Dieser Parameter ist entscheidend für weitere Berechnungen.

Designfrequenz (ftl) in Hz: Mit der Designfrequenz bestimmt man die untere Grenzfrequenz für das TL-Gehäuse. Die Designfrequenz sollte aber nicht niedriger als die Resonanzfrequenz des Treibers gewählt werden.

Fülllichte kg/m³: Um das effektive Gehäusevolumen (unter Beibehaltung der Gehäuse-Außenmaße) zu vergrößern, wird das Gehäuseinnere mit Dämmwolle ausgelegt. Je dichter die Dämmwolle gestopft

wird, desto größer wird das effektive Volumen. Brauchbare Fülllichte liegen zwischen 6 und 8 kg pro Kubikmeter.

Flächenfaktor (1.25–2.5): Der Flächenfaktor ist das Verhältnis zwischen Membranfläche und Anfangsfläche innerhalb der TL-Box. Der Flächenfaktor beeinflusst die Güte und die Resonanzfrequenz der Box.

Die Parametereingabe für Transmission Line-Gehäuse ist an dieser Stelle abgeschlossen. Bitte achten Sie auf mögliche Fehlermeldungen.

Die Ergebnisse der Gehäuse-Berechnungen werden auf der rechten Seite des Bildschirms angezeigt. Die meisten Parameter sollten bekannt sein. Einige wenige müssen jedoch erklärt werden:

Der Quotient f_s/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) zeigt (nach Richard H. Small) die Eignung eines Treibers für einen bestimmten Gehäusotyp:

EBP	unter 50	für Transmission-Line-Gehäuse
EBP	50–99	für geschlossene Gehäuse
EBP	100–149	für Baßreflex-Gehäuse
EBP	150–250	für Hornsysteme

Alle o. g. Werte sind nur Richtlinien und keine absoluten Vorgaben.

Die Angaben zu den Gehäusedimensionen sind wie folgt zu interpretieren:

Breite innen:	Innere Gehäusebreite
Höhe innen:	Innere Gehäusehöhe
Tiefe 1 innen:	Innere Gehäusetiefe am Beginn des Kanals (beim Treiber)
Tiefe 2 innen:	Innere Gehäusetiefe am Kanalknick (Mitte des Kanals)
Tiefe 3 innen:	Innere Gehäusetiefe am Kanalende (Schallaustritt)

Horn

Membranfläche (SD) cm²: Bei der Hornberechnung ist die Größe der Membranfläche entscheidend für die Größe der Halsfläche (Anfangsfläche) des Horns.

Untere Grenzfrequenz (f_{gu}): An dieser Stelle wird die gewünschte untere Grenzfrequenz des Horns eingegeben. Sie hat entscheidenden Einfluß auf die Hornlänge. Die untere Grenzfrequenz sollte immer höher als die Resonanzfrequenz des Treibers gewählt werden.

Obere Grenzfrequenz (f_{hm}): In dieses Feld kann man die gewünschte obere Grenzfrequenz des Horns eingeben. Falls Sie sich die massebedingte (Membranmasse) obere Grenzfrequenz von CAAD 3.0 ausrechnen lassen wollen, geben Sie bitte eine 0 (Null) ein.

Druckkammervolumen (V_c) in l: Unter dem Druckkammervolumen versteht man eine Gehäusekammer zwischen Lautsprecher und Hornhals. Es bewirkt eine Begrenzung der oberen Grenzfrequenz, um Verzerrungen durch Partialschwingungen zu vermeiden.

Als nächstes müssen Sie die gewünschte Aufstellung des Horns im Raum eingeben. Dieser Parameter ist aber nur für Baßhörner von Bedeutung. Die Mund-



D fläche und damit auch die Länge des Horns hängen bei Baßhörnern entscheidend von der Aufstellung im Raum ab. Beispiel:

A		Mundfläche	Länge des Horns
CH	Aufstellung des Horns		
	1: Boden	18 940 cm ²	207,9 cm
	2: Boden/Wand	9 470 cm ²	169,9 cm
	3: Boden/(Wand-)Ecke	4 735 cm ²	132,0 cm

Klicken Sie dazu das Eingabefeld neben Aufstellung des Horns an. Es wird ein Fenster geöffnet, in dem Sie die gewünschte Position auswählen können.

Die Halsfläche (Ah) bezeichnet die Anfangsfläche des Horns vor dem Lautsprecher.

Die Mundfläche (Am) ist die Endfläche des Horns am Trichterende.

Die Hornkonstante (k) bestimmt den Krümmungsverlauf (Hornkontur) des Horns, und damit auch die Hornlänge. Je größer die Hornkonstante, desto größer der Öffnungswinkel und desto kürzer das Horn.

Das rückwärtige Boxenvolumen (Vb) ist ein geschlossenes Gehäuse, auf das der Treiber nach hinten wirkt. Es wird genau wie ein einfaches geschlossenes Gehäuse berechnet.

Der angegebene Schalldruckgewinn in dB ist eine reine Rechengröße. Diese theoretische Angabe verringert sich etwas durch Reibungsverluste und Reflexionen am Hornmund.

Zur Berechnung der Hornkontur werden folgende Angaben benötigt:

Anzahl der Teilabstände: Die Gesamtlänge des Horns wird in gleichmäßige Teilabstände unterteilt. An diesen Stellen gibt CAAD 3.0 die Horndimensionen in cm an. Der Abstand der Teilungen wird automatisch berechnet.

Abstand der Teilungen: Möchte man die Teilungen in einem bestimmten Abstand voneinander setzen, gibt man hier den Teilabstand in cm ein. Die Anzahl der Teilabstände wird dann automatisch berechnet.

Hornöffnung

Rund: CAAD 3.0 berechnet ein kreisrundes Horn. An vorher definierten Abständen (xm) in cm vom Hornhals werden die entsprechenden Flächen (xf) in cm² und der dazugehörige Radius (xr) in cm errechnet.

Quadratisch: CAAD 3.0 berechnet ein Horn mit einer quadratischen Hornöffnung. An vorher definierten Abständen (xm) in cm vom Hornhals werden die entsprechenden Flächen (xf) in cm² und die dazugehörigen Seiten (ax) und (bx) in cm errechnet.

Seitenverhältnis: Hier haben Sie die Möglichkeit, bei rechteckigen Mundöffnungen des Horns ein bestimmtes Seitenverhältnis vorzugeben. Seitenverhältnisse von 0,0001 zu 99 999 bis 99 999 zu 0,0001 können berechnet werden (ob sinnvoll oder nicht). An vorher definierten Abständen (xm) in cm vom Hornhals werden die entsprechenden Flächen (xf) in cm² und die dazugehörigen Seiten (ax) und (bx) in cm errechnet.

Seite konstant: Soll das Horn z. B. bei Baßhörnern eine bestimmte Breite nicht überschreiten, so kann eine Seite als Konstante in einem weiteren Fenster vorgegeben werden. Jetzt wird nur die Seite (bx)

berechnet. An vorher definierten Abständen (xm) in cm vom Hornhals werden die entsprechenden Flächen (xf) in cm² und die dazugehörigen Seiten (ax) und (bx) in cm errechnet

Sie können sich eine Liste mit den oben beschriebenen Parametern anzeigen lassen, indem Sie das Befehlsfeld „Horndimensionen auflisten“ aktivieren. Diese Liste kann auch über den Menüpunkt „Drucker-Liste drucken“ auf einem Drucker ausgegeben werden.

4.5 Filter

Aktivieren Sie diesen Menüpunkt, so gelangen Sie in den Filtereditor. Hier haben Sie die Möglichkeit zur Berechnung von Frequenzweichen 1. bis 4. Grades in 2- bis 4-Wege-Ausführung. Außerdem können Sie hier eine Impedanzkorrektur für den Impedanzanstieg bei der Resonanzfrequenz bzw. bei steigender Frequenz berechnen lassen. Auch die Anpassung des Schalldrucks verschiedener Treiber kann in diesem Editor vorgenommen werden. Die genaue Beschreibung des Filtereditors wird weiter unten vorgenommen.

4.6 Grafik

Schalldruckkurve: Nach Berechnung eines Lautsprechergehäuses kann man sich hier die Schalldruckkurve und die Impedanzkurve des Systems ansehen. Bei Transmission-Line-Gehäusen und bei Hornsystemen werden diese Kurven nicht berechnet. Zum Vergleich von Kurven zweierlei Gehäuseberechnungen kann man durch Drücken der Taste „s“ (wie speichern) die gerade berechnete Kurve abspeichern und bei Bedarf mit „l“ (wie laden) wieder laden und auf dem Grafikschild darstellen lassen. Die geladenen Vergleichskurven werden rot dargestellt.

Gehäusezeichnung: Wird diese Funktion aktiviert, so können Sie sich Ihr fertiges Lautsprechergehäuse im ersten Bild dreidimensional ansehen. Nach einem Mausclick bzw. durch Drücken der Taste „ENTER“ sehen Sie im zweiten Bild den Schnitt durch die Lautsprecherbox mit Maßangaben. Sie haben die Möglichkeit, in den Textfenstern rechts oben am Bildschirmrand den Abstand vom Boden zum Treiber zu ändern, den Abstand vom Treiber zu Treiber (bei mehreren gleichen Treibern) zu bestimmen und die Wandstärke des Gehäuses zu definieren. Durch einen weiteren Klick mit der linken Maustaste bzw. Drücken der „ENTER“-Taste verlassen Sie die Gehäusezeichnung.

Selbstverständlich lassen sich sowohl die Schalldruckkurve als auch die Gehäusezeichnungen auf einem von WINDOWS unterstützten Drucker ausgeben (siehe nächsten Punkt).

4.7 Drucker

Drucker auswählen: Falls Sie einen anderen Drucker als den gerade aktiven Drucker auswählen möchten, aktivieren Sie diesen Punkt. Das Ihnen bereits bekannte Fenster für die WINDOWS-Druckereinrichtung wird geöffnet. Wie gewohnt wählen Sie hier Ihren gewünschten Drucker, das Papierformat, Hoch-

bzw. Querformat und alle anderen Parameter für den Drucker aus.

Drucker einrichten: Hier werden die Einstellungen für den aktiven Drucker durchgeführt.

Bildschirmdrucken: Für eine direkte Hardcopy vom Bildschirm auf Ihrem Drucker kann dieser Punkt angewählt werden. Bei Grafiken wird zuvor die Vordergrundfarbe auf schwarz gewechselt, und die Hintergrundfarbe wird auf weiß geändert (bei Farbdruckern wird sonst die entsprechende Farbpatrone zu schnell leer). Nach dem Ausdruck werden die eingestellten Bildschirmfarben wieder hergestellt.

Gehäusedaten drucken: Wenn Sie sich eine Gehäusezeichnung anzeigen lassen, so kann diese Zeichnung unter diesem Menüpunkt sauber zu Papier gebracht werden.

Treiberkurve drucken: Wenn die Treiberkurve/Impedanzkurve angezeigt wird, kann sie unter diesem Menüpunkt sauber zu Papier gebracht werden.

Liste drucken: Werden Listen im Programm angezeigt, können sie mit diesem Befehl ausgedruckt werden.

4.8 Hilfe

Hilfe: Hier werden die meisten Eingabefelder des Berechnungseditors erklärt (Aktivierung der Hilfe auch mit der Taste F1).

Bedienungsanleitung: Wie der Name schon sagt, kann hier die Bedienungsanleitung On Line angezeigt werden. Schließen Sie bitte diese Hilfe mit ALT F4 oder beenden Sie die Hilfe mit „Datei beenden“.

4.9 Quit

Mit diesem Menüpunkt beenden Sie das Programm CAAD 3.0.

5 Der Treibereditor

5.1 Datei

Datenbank wählen: Siehe oben unter Punkt 4.1.

Datenbank erstellen: Siehe oben unter Punkt 4.1.

Neuer Treiber: Wollen Sie einen neuen Treiber erstellen, so aktivieren Sie diesen Punkt. Die Eingabefelder des Treibereditors werden vorher gelöscht.

Geben Sie bitte alle Ihnen zur Verfügung stehenden Thiele-Small-Parameter in die entsprechenden Felder ein. Falls Sie einige Daten nicht wissen sollten, so geben Sie bitte eine Null ein. CAAD 3.0 wird in den meisten Fällen dieses Feld berechnen. Wenn Sie alle Daten eingegeben haben, speichern Sie bitte diesen Datensatz unter dem Menüpunkt „Daten speichern/Neuer Datensatz“ ab. Bevor der Datensatz in eine Datei geschrieben wird, werden Sie noch aufgefordert, den Treibertypen anzugeben (Baß, Mitteltöner oder Hochtöner). Der Treiber wird dann in die entsprechende Datei geschrieben.

Erklärungen der Eingabefelder

• **Nenn-Impedanz (Zn) Ohm:** Summe der vektoriel-len Addition von Gleichstromwiderstand (Re) und

dem induktiven Widerstand der Lautsprecherspule. Nur zu Dokumentationszwecken, wird nicht berechnet.

• **Resonanz-Frequenz (fs) in Hz:** Untere Frequenz, bei der die Impedanz des Lautsprechers ein Widerstandsmaximum aufweist. Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **Äquivalenz-Volumen (Vas) in l:** Luftmenge mit gleicher Nachgiebigkeit wie die Membraneinspannung. Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **Gesamtgüte (Qt):** Gesamtgüte des Lautsprechers, errechnet sich aus der elektrischen Güte (Qe) und der mechanischen Güte (Qm). Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **DC-Widerstand (Re) Ohm:** Gleichstromwiderstand des Lautsprechers, kann einfach mit einem Ohmmeter gemessen werden. Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **Mechanische Güte (Qm):** Wird von den meisten Herstellern angegeben. Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **Elektrische Güte (Qe):** Wird von den meisten Herstellern angegeben. Ein Thiele-Small-Parameter, wichtig für andere Berechnungen, daher so genau wie möglich eingeben. Dieses Feld wird berechnet.

• **Treibervolumen (Vdd) l:** Wird von einigen Herstellern angegeben und stellt das verdrängte Volumen durch den Treiber in Litern dar. Wird nicht berechnet.

• **Effektive Membranfläche (Sd) cm²:** Diese Angabe wird von einigen Herstellern gemacht und sollte gemessen und berechnet werden, falls nicht angegeben. Errechnet sich aus dem effektiven Durchmesser der Membrane (Mitte Membransicke bis gegenüberliegende Seite Mitte Membransicke). Sie wird zur Berechnung von anderen Parametern benötigt. Dieses Feld wird berechnet.

• **Nachgiebigkeit (Cs) mm/N:** Nachgiebigkeit der Membraneinspannung des Treibers. Diese Angabe wird von einigen wenigen Herstellern gemacht. Dieses Feld wird berechnet.

• **Mechanischer Widerstand (Rms):** Summe aller Reibungsverluste durch Membraneinspannung, Anschlußkabel und Luftwiderstand. Dieses Feld wird berechnet.

• **Induktivität (Le) in mH:** Induktivität der Spule des Treibers. Sollte angegeben werden, falls möglich. Dieser Wert wird zur Berechnung anderer Parameter benötigt.

- D** Wird nicht berechnet.
- A** • **Bewegte Masse (Md) in g:** Summe der Massen von Membrane und Zentrierspinne. Md sollte angegeben werden, falls möglich. Wird zur Berechnung anderer Parameter benötigt. Dieses Feld wird berechnet.
- **Kraftfaktor (B x L) N/A:** Dieser Wert gibt an, wie stark der „Lautsprecher-Motor“ ist und sollte angegeben werden, falls möglich (gemessen in Newton pro Ampere). Dieses Feld wird berechnet.
- **Wickelhöhe (Hc) in mm:** Wickelhöhe der Treiberspule. Nur zur Information. Wird nicht berechnet.
- **Luftspaltenhöhe (Hg) mm:** Höhe des Luftspalts, in dem sich die Treiberspule bewegt. Nur zur Information. Wird nicht berechnet.
- **Nennbelastbarkeit (Pn) Wrms:** Sinus-Dauerbelastbarkeit des Treibers. Nur zur Information. Wird nicht berechnet.
- **Abmessungen (B x L oder D) in mm:** Absolute Abmessungen des Treibers Breite mal Länge oder Durchmesser in mm. Wird für Compound-Berechnungen benötigt. Wird nicht berechnet.
- **Einbautiefe in mm:** Einbautiefe des Treibers. Wird für Compound-Berechnungen benötigt. Wird nicht berechnet.

Treiber löschen: Soll ein Treiber aus der Datenbank entfernt werden, wird zunächst die entsprechende Datenbank ausgewählt und dann der zu löschende Treiber in den Treibereditor geladen. Danach wird der Punkt „Treiber löschen“ aktiviert. Bestätigen Sie die Frage „Treiber wirklich löschen?“ mit ja, und der Treiber wird aus der Datenbank entfernt.

5.2 Treiber suchen

Sucht man Treiber mit bestimmten Daten oder einem bestimmten Namen, so werden Ihnen in diesem PULL-DOWN-Menü die Suchmöglichkeiten nach Treibernamen, Resonanzfrequenz, Gesamtgüte und Äquivalenzvolumen gegeben. Bei der Datensuche müssen Sie außer den gesuchten Daten auch die Datentoleranz eingeben. Nach erfolgter Eingabe wird Ihnen eine Liste mit den Treibern angezeigt, die diesen Daten entsprechen. Per Doppelklick mit der linken Maustaste bzw. durch Auswahl mit den Cursortasten und der Taste „ENTER“ wird der gewünschte Treiber in den Treibereditor geladen.

5.3 Daten laden

Haben Sie eine Datenbank ausgewählt, können Sie unter diesem Punkt einen Treiber aus dieser Datenbank in den Treibereditor laden. Zuvor müssen Sie jedoch angeben, ob Sie einen Baßtreiber, einen Mitteltöner oder einen Hochtöner laden wollen. In einer Aus-

wahlliste werden Ihnen sämtliche Treiber der entsprechenden Datei zur Auswahl angezeigt.

5.4 Daten speichern

Neuer Datensatz: Haben Sie einen neuen Datensatz kreiert, so müssen Sie diesen unter dem Menüpunkt „Neuer Datensatz“ abspeichern (siehe oben).

Aktuellen Datensatz ersetzen: Haben Sie Daten im Treibereditor geändert, so können Sie mit der Aktivierung dieses Punktes in die Datenbank übernommen werden.

5.5 Drucker

Bildschirm drucken: Die Daten des Treibereditors können mit diesem Punkt auf einen Drucker ausgegeben werden.

5.6 Hauptmenü

Klicken Sie diesen Punkt an, so gelangen Sie zurück ins Hauptmenü.

6 Filter

6.1 Weichen

Mit CAAD 3.0 haben Sie die Möglichkeit, Frequenzweichen 1. bis 4. Ordnung in 2- bis 4-Wege-Ausführung zu berechnen. Sie können sich den Schaltplan dieser Frequenzweiche mit allen Bauteiledaten anzeigen und ausdrucken lassen.

Außerdem – und das ist neu – können Sie auch die zu erwartende Schalldruckkurve, die Impedanzkurve und die Kurve der Phasenverschiebung in einem Koordinatensystem zeichnen lassen. Selbstverständlich kann auch diese Grafik ausgedruckt werden.

Zur Auswahl der Weichencharakteristik (1. bis 4. Ordnung, Butterworth oder Linkwitz-Riley) klicken Sie bitte das linke PULL-DOWN-Fenster an und wählen Sie die entsprechende Weichencharakteristik aus. Verfahren Sie entsprechend mit der Auswahl der Anzahl der Weichenwege (rechtes PULL-DOWN-Fenster). Je nach Anzahl der Weichenzweige werden Sie in dem Fenster „Dateneingabe“ aufgefordert, die Daten für die Trennfrequenzen und die Treiberimpedanzen einzugeben. Danach bestimmen Sie, ob Sie sich den Schaltplan oder die Kurve anzeigen lassen.

6.2 Systemdämpfung

Oft ist es nötig, Treiber mit höherem Schalldruck an die mit geringerem Schalldruck anzugleichen und zu bedämpfen, jedoch ohne die Güte (Qts) des Treibers zu ändern. CAAD 3.0 berechnet Spannungsteiler mit Widerständen, die zwischen Frequenzweiche und Treiber eingefügt werden. Alternativ dazu wird ein Serienwiderstand berechnet, der jedoch die Güte (Qts) des Treibers beeinflusst. Die erforderlichen Eingabedaten beschränken sich auf die erforderliche Dämpfung in dB und die Nennimpedanz des Treibers. Auch hier können Sie

sich den Schaltplan anzeigen lassen bzw. ausdrucken.

6.3 Impedanzkorrektur

Bei der Berechnung von Frequenzweichen wird eine bekannte und konstante Impedanz im relevanten Frequenzbereich angenommen. In der Realität mit existierenden Treibern entspricht das kaum den tatsächlichen Werten. CAAD 3.0 ermöglicht Ihnen die Berechnung einer Impedanzkorrektur, sowohl für die zunehmende Impedanz bei steigender Frequenz ($fz2$ aufgrund der Schwingspuleninduktivität) als auch für die Impedanz bei der Treiberresonanz. Geben Sie bitte in dem Fenster „Dateneingabe“ den Treibernamen (für die Berechnung nicht relevant), die Resonanzfrequenz des Treibers, den DC-Widerstand und die Induktivität der Schwingspule, die mechanische Güte und die elektrische Güte des Treibers ein. Wählen Sie danach die Anzeige des gewünschten Schaltplanes aus.

6.4 Drucker

Bildschirm drucken: Mit diesem Menüpunkt kann wieder eine Hardcopy des Bildschirms auf dem Drucker ausgegeben werden.

ANMERKUNG

Hardcopies vom Bildschirm haben grundsätzlich eine geringere Auflösung als Ausdrücke, die über den Druckmanager gesteuert werden.

Schaltplan drucken: Wie der Name schon sagt, können hier sämtliche Schaltpläne dieses Editors sauber ausgedruckt werden.

Kurve drucken: Die Schall-Impedanz und Phasenkurven werden unter diesem Punkt sauber zu Papier gebracht.

6.5 Hauptmenü

Sie verlassen den Filtereditor durch Anwahl dieses Menüpunktes.



7 Copyright/Haftung

Der vorliegende Text – einschließlich aller enthaltenen Abbildungen – ist urheberrechtlich geschützt. Sämtliche Rechte der Übersetzung, Veröffentlichung und Vervielfältigung – auch auszugsweise – sowie der Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen liegen beim Herausgeber. Zuwiderhandlungen werden strafrechtlich verfolgt. Ausnahmen bedürfen der vorherigen, autorisierten schriftlichen Genehmigung der INTER-MERCADOR GMBH & CO. KG.

Für trotz größter Sorgfalt auftretende fehlerhafte Angaben und deren Folgen übernimmt der Herausgeber weder eine juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung.

Der Autor und die INTER-MERCADOR GMBH & CO. KG wünschen erfolgreiche Berechnungen, ein gutes Gelingen und viel Freude beim Selbstbau der Gehäuse sowie viel Spaß beim Anhören der Selbstbau-boxen!!!

WINDOWS® ist ein eingetragenes Warenzeichen der Microsoft Corporation.

	Page
1 System Requirements	12
2 Installation of CAAD 3.0	12
3 Programme Start	12
4 The Submenus	12
4.1 File	12
4.2 Edit	13
4.3 Driver	13
4.4 Cabinets	13
4.5 Filter	17
4.6 Graphics	17
4.7 Printer	18
4.8 Help	18
4.9 Quit	18
5 The Driver Editor	18
5.1 File	18
5.2 Search driver	19
5.3 Load data	19
5.4 Save data	19
5.5 Printer	19
5.6 Main menu	19
6 Filter	19
6.1 Crossovers	19
6.2 Attenuation	19
6.3 Equalization	19
6.4 Printer	20
6.5 Main menu	20
7 Copyright/Liability	20

1 System Requirements

- IBM compatible AT 80286 or higher
- A graphics card supported by WINDOWS 3.1/95/98
- 4 MB RAM, of which at least 540 kB free base memory
- Software MS WINDOWS version 3.1 or later
- MS DOS version 3.3 or later or similar operating system, or OS 2
- Diskette drive 3.5"/1.44 MB
- Hard disk of at least 4 MB free memory

NOTE

By purchasing this programme you are only entitled to use it. It is not permitted to copy or publish the programme or parts of it in any way.

2 Installation of CAAD 3.0

CAAD 3.0 cannot directly be started from the diskette. It must be installed on a hard disk. Insert your original diskette in your 3.5" drive. Start WINDOWS from your hard disk, activate the file manager, change into the 3.5" drive, and start the programme SETUP.EXE.

You are at first requested to indicate the drive and the directory in which the CAAD 3.0 programme is to be installed.

After confirming the entry the SETUP programme automatically copies all necessary files into the directory indicated. Besides the system files are copied into the directory SYSTEM of WINDOWS. SETUP automatically creates a new WINDOWS frame into which the icon of CAAD 3.0 is placed.

The original floppy disk is copy protected. The authorisation is automatically copied from the floppy disk to your hard disk. The protection window of the original disk has to be closed. The authorisation will not be transferred if the protection window is open!

After the installation the programme is immediately ready for operation.

NOTE

To uninstall an authorisation from hard disk to the floppy disk (e.g. when changing the system or hard disk) proceed as follows:

WINDOWS 3.1

Start the disk manager from WINDOWS. Change into the directory of CAAD3_0 and mark the file "WINMOVE.EXE". Then open the menu option "Execute ..." in the menu "FILE". Then edit the command line and type "WINMOVE.EXE c: a:" (or ... d: a: or ... d: b: and so on). Confirm with the "OK" button.

After uninstalling the authorisation, the programme will run no longer from hard disk!

WINDOWS 95/98

Click on the "Execute ..." icon in the start menu of Windows and edit the command line. Then type "WINMOVE.EXE c: a:" (or ... d: a: or ... d: b: and so on). Confirm with the "OK" button.

After uninstalling the authorisation, the programme will run no longer from hard disk!

3 Programme Start

To start the programme, double-click at the CAAD 3.0 icon with the left mouse key. For some seconds the opening screen is displayed, then you are in the main menu of CAAD 3.0.

4 The Submenus

4.1 File

Load database file: Here you can choose the speaker database file of which you can take your Thiele-Small parameters for the speaker calculations. Default database file is IMG.TTN.

Create database file: If you wish to create further database files except IMG (.TTN/.MTN/.HTN), you can create any number of database files with this menu item. Insert the database name in the upper text field (max. 8 signs). Click at the command button "Create database file". CAAD 3.0 now automatically creates 3 files: one for bass, one for midrange, and one for high range speakers.

Load project: With CAAD 3.0 you can save calculated data as a project. The file ending is ".PKT". With the

menu item "Load project" you can call up these data again.

Save project: As described above, you can save calculated data in a file. Insert in the above text field the desired file name (max. 8 signs) and confirm with the command button "Save project".

Information files: Here you find information files of MONACOR articles about speakers, coils, capacitors, resistors, reflex tubes, and driver combinations. Besides you find a technical library for crossover calculation and an information file about the CAAD 3.0 programme.

Quit Alt + F4: To guarantee the compatibility with other WINDOWS programmes, this menu item has been implemented. By this you quit the CAAD 3.0 programme. (You can also end CAAD 3.0 with the menu item "Quit".)

4.2 Edit

Colours: You can set an individual colour reproduction. Click at the desired colour selection point. Now a window is opened in which you can select the desired colour with the mouse pointer and by clicking the left mouse key. Confirm the selection with "OK". Now the colour is set.

If you cannot see anything any more on your screen due to your colour selection (white eagle on white background), you can set the standard colours again with the subitem "Use default colours" (key combination: "Alt" + "B" + "F" + "N" + "ENTER").

Component range: For the component values for crossovers resp. frequency correcting components the component range can be chosen. You can choose between E-12 range, E-24 range, and exact values.

Save settings: The above-described settings can be saved with this item in the file "CAAD.SYS". Then they are automatically called up again with every programme start.

Country: With CAAD 3.0 you can choose among seven languages: Belgian, Danish, German, English, Spanish, French, and Swedish. Only click at the desired language – there is an immediate change of the language. Note: Please always save your language choice with the menu item "Save settings" for the next programme start.

4.3 Driver

Driver editor: With this menu item you get into the driver editor in which you can insert, load, and save speaker data. The driver editor is described further below.

Select driver: To select a driver of the database, activate the menu item "Select driver". Then you can choose between bass drivers, midrange drivers, and tweeters. After you have chosen one of these items, the driver editor is automatically activated. A selection list of drivers is opened. By double click of the left mouse key or via the cursor keys and the RETURN key the desired driver is loaded. Now you can change the data or return to the main menu. The speaker data remain in the memory.

Edit new driver data: To edit a new driver, you get into the driver editor with this menu item. The input fields are empty now. Insert the driver name and all Thiele-Small parameters of your new driver. If a few data should not be available, some of them will automatically be calculated. Save your data with the item "Save data".



4.4 Cabinets

With this item you find the actual box calculation. You can choose between 8 box types:

- closed
- bass reflex
- band pass
- compound closed
- compound bass reflex
- compound band pass
- transmission line
- bass horns

Click with the left mouse key at the desired box. You can also use so-called "Short Cuts": These are key combinations with the Shift key, the Alt key, or the Strg key and a function or non-numerical key. For the box calculation please use the Short Cuts "Strg" + "F1" to "Strg" + "F8" ("CTRL" + "F1" to "CTRL" + "F8").

Description of the fields

- **Driver name:** The driver name is automatically transferred from the database. If necessary, it can also be overwritten. The driver name is now displayed in all headlines for the box calculation. Also the graphics prints of the box calculations show this name for identification. The max. length of the speaker name depends on the graphics resolution and the letter size.
- **Box type:** In the field "Box type" the type of box selected by you is displayed.
- **Resonance frequency (fs) in Hz:** In this field the free air resonance frequency of the driver is inserted. If you have selected a driver of the database, then this value is automatically transferred. Automatically transferred.
- **Equivalent volume (Vas) in l:** Here you insert the value for the equivalent volume. The value corresponds to the air quantity of the same compliance as the cone suspension, with mounting in a closed airtight box. Automatically transferred.
- **Total Q (Qts):** An important value for the box calculation. Qts gives information about the mechanical and electrical Q of the driver. The total Q has a decisive influence on the finished speaker box. If the number 0 (zero) is inserted, the programme calculates the total Q from the following factors: DC resistance (Re), mechanical Q (Qms), Electrical Q (Qes), and Rs. The last factor is the total resistance of the speaker wires and coils in the frequency system. All of these values influence the electrical Q and by this the total Q. Automatically transferred.
- **Mechanical Q (Qm):** The mechanical Q results e. g. from the quality of the cone suspension. Automatically transferred.

GB • Electrical Q (Qe): The electrical Q is stated by losses in the driver resp. the quality of the coil and the magnet.

Automatically transferred.

• **DC resistance (Re) in Ohm:** DC resistance of the coil. Not to be mixed up with the AC or inductivity resistance of the coil. The last value is usually 20 % higher.

Automatically transferred.

• **Serial resistance (Rs) in Ohm:** The serial resistance is a very interesting factor. The value represents the electrical loss of the speaker wires and the frequency system in Ohm. As indicated above, it influences the electrical Q and by this the total Q. If in case of emergency you do not know the values of Qms and Qes, do not despair. The solution is unconventional but it works:

$Q_{ts\ new} = Q_{ts\ old} \times (Re + R_s/Re)$ (x means multiply). An inserted serial resistor can slightly increase a low Qt value of a driver.

Not transferred from the database.

The following parameters depend on the box type to be calculated.

Closed box

Closed box Q: Here you can insert the desired value of the closed box Q. The closed box Q is calculated of driver Q and box Q. Due to natural laws the value of the closed box Q must be higher than the total Q of the driver!

$Q_{cb} = 0.5$ is called "critically attenuated" and gives a very defined but "thin" bass sound. Relative sound pressure -6 dB at resonance frequency.

$Q_{cb} = 0.7$ is an ideal compromise between low-reaching bass and a good reproduction of a transient response. Relative sound pressure -3 dB at rising resonance frequency.

$Q_{cb} = 1.0$ gives a strong bass but a moderate transient response. Relative sound pressure -0 dB at further rising resonance frequency.

$Q_{cb} = 1.4$ gives a very strong bass, but a poor transient response. Relative sound pressure +3 dB at a frequently too high resonance frequency.

... and so on. But please remember to control the other parameters and especially the frequency curve ($Q_{cb} = Q$ closed box).

Alpha (α)

$$\alpha = (Q_{cb}/Q_t)^2 - 1$$

General rule: Low Q_{cb} value = greater box and

$$Q_{cb}/Q_t = f_{cb}/f_s$$

System resonance (fcb) in Hz: The system resonance is fixed by the driver resonance frequency and the cabinet resonance frequency. Due to natural laws the system resonance frequency must be higher than that for the driver. You will soon find out that small changes in (fcb) result in great changes in Vb (box volume).

General rule: Low fcb value = greater box changes with fcb and Q_{cb} are always proportional

Alpha (α):

$$\alpha = (f_{cb}/f_s)^2 - 1$$

Correlation between the equivalent volume of the driver and the compliance of the box (V_{as}/V_{ab}). α is always greater than 0 (zero) and usually lower than 10.

General rule: Low α -value = greater box

Net box volume (Vb) in l: If you wish to test if the speakers are suitable for a box: Here you can insert the net box volume in litres. The frequency curve and the values of Q_{cb} , fcb, and α show how well speakers and box match.

Additional volume (Vb+) in l: The additional volume is composed of the addition of air quantities occupied by driver, crossover, and the bracings (to reinforce the box). If the final box suggestion is displayed by the programme, this volume is considered and included.

The parameter input for closed box types is finished here. Please pay attention to possible error messages.

The results of the box calculation are displayed on the screen at the right. Most parameters should be known. However, a few must be explained:

The acoustic volume is the inside box volume calculated by the programme. By dampening material like Acustilux, glass wool, rock wool, sheep wool or similar, the effective volume of the box is enlarged. The reason for this is the lower sound speed in the dampening material. The sound speed can decrease by the factor 1.4 in box types which are dampened very much. CAAD 3.0 takes this effect into account and assumes a density factor of 1.2 as a standard value.

The net volume (V_b) is the box volume corrected by the density factor.

The quotient f_s/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) shows (according to Richard H. Small) if a driver is suitable for a special box type:

EBP below 50 for transmission line

EBP 50–99 for closed boxes

EBP 100–149 for bass reflex

EBP 150–250 for horn systems

All above-mentioned values are just guidelines and should not be taken too strictly.

The reference sound pressure (SPL = Sound Pressure Level) in dB is calculated of the driver data f_s , V_{as} , and Q_e , and can sometimes be slightly lower than stated by the manufacturer!

With the last parameter CAAD 3.0 gives you dimensions for a speaker box, suitable for the driver inserted. The additional volume has already been considered hereby. The data displayed are inside box dimensions.

With closed boxes you can insert your own box dimensions and have the resulting parameters calculated. For this activate the option field "Set own box dimensions" and change the data in the fields for the box dimensions. If the option field "Set own box dimensions" is not activated, the inserted data are disregarded and overwritten.

NOTE

The box data are almost exclusively fixed by the bass driver. However, a complete speaker box also includes midrange and high range speakers. You can select suitable speakers out of the info file "Speaker". Watch that the speaker capabilities correspond with each other and that the frequency ranges are overlapping each other. By suitable selection of the cut-off frequencies for bass/midrange and midrange/high range a crossover can be calculated. The additional driver volumes must be added to the box volume.

Bass reflex

Cone area (Sd) cm²: By the size of the cone area the minimum area of the bass reflex opening is fixed. This parameter is decisive for further calculations.

Port area (Ap) cm²: The programme calculates a minimum area of the bass reflex opening to avoid distortions and wind noise in the reflex opening. In case the calculated minimum area is greater than the area of your individual bass reflex tube, the following information can be useful:

Tube model	MBR-35	MBR-50	MBR-70	MBR-110
Tube diameter in mm	35	51	70	110
Area of one tube in cm ²	9.6	20.4	34.2	95
Area of two tubes in cm ²	19.2	40.8	68.4	190
Area of four tubes in cm ²	38.4	81.6	136.8	380

If with the following calculation this error message is displayed:

"Port length must be > 3 cm and < box depth"

it must at first be checked if the port length is greater than the box depth or lower than 3 cm (compare with the screen at the right). If the port length should exceed the box depth, the port area (Ap) must be reduced. If it should be lower than 3 cm, the port area must be increased. The error message in case of a lower value than the minimum port area can be disregarded. In this case, however, there may be an inconvenient wind noise.

General rule:

Greater opening area = longer reflex tube

Loss factor (Ql): It is impossible to make an ideal combination of driver and box which does not show any losses (friction losses, unwanted openings, reflections). Ql can only exactly be measured after the box has been finished. The below-mentioned list is the result of researches which have been made among others by Richard H. Small. It can serve as a guideline for the calculation of bass reflex boxes until you have made your own experience.

Box volume in litres: below 35 35–70 above 70

Ql standard value: 10 7 5

Additional volume (Vb+) in l: The additional volume is the addition of the air quantities occupied by driver, crossover system, and the bracings (to reinforce the box). If the final box suggestion is displayed by the programme, this volume is considered and included.

The parameter input for bass reflex boxes is finished here. Please pay attention to possible error messages.

The results of the box calculation are displayed on the screen at the right. Most parameters should be known. However, a few must be explained:

BRK = Bass reflex channel

The reference sound pressure (SPL = Sound Pressure Level) is calculated of the driver data fs, Vas, and Qe, and can sometimes be slightly lower than stated by the manufacturer!

The quotient fs/Qt (EBP = Efficiency Bandwidth Product) shows (according to Richard H. Small) if a driver is suitable for a special box type:

EBP below 50 for transmission line

EBP 50–99 for closed boxes

EBP 100–149 for bass reflex

EBP 150–250 for horn systems

All above-mentioned values are just guidelines and are not to be taken too strictly.

The reference sound pressure (SPL = Sound Pressure Level) in dB is calculated of the driver data fs, Vas, and Qe, and can sometimes be slightly lower than stated by the manufacturer!

α is the relation of the equivalent volume of the driver and the box volume (Vas/Vb).

h is the ratio of the resonance frequency (fs) of the driver and the resonance frequency of the reflex opening (Fp/fs).

With the last parameter CAAD 3.0 gives dimensions for a speaker box, suitable for the inserted driver. The additional volume has already been considered. The displayed data are inside box dimensions.

With bass reflex boxes you can fix your own box dimensions and have the resulting parameters calculated. Activate the option field "Set own box dimensions" and change the data in the boxes for the box dimensions.

If the option field "Set own box dimensions" is not activated, the inserted data are disregarded and overwritten.

Band pass

Attenuation (S): In this field you insert the attenuation factor (approx. 0.4–0.7). It influences the transient reproduction and the box dimensions. With S = 0.4 there is a very "strong fat" bass while with S = 0.7 a "HiFi" bass is obtained.

System Q (Q't): The system Q (Q't) is composed of the Qs of the speaker and the rear closed volume of the band pass box. Q't = 0.7 is a good value for a start but it must never be lower than the Q't value of the driver. Otherwise this would result in a box of unlimited size. You can try different combinations of S and Q't to change the bandwidth and the frequency response.

Port area (Ap) cm²: The programme calculates a minimum area of the bass reflex opening to avoid distortions and wind noise in the reflex opening. If the calculated minimum area is greater than the area of your individual bass reflex tube, the following information can be useful:

Tube model	MBR-35	MBR-50	MBR-70	MBR-110
Tube diameter in mm	35	51	70	110
Area of one tube in cm ²	9.6	20.4	34.2	95
Area of two tubes in cm ²	19.2	40.8	68.4	190
Area of four tubes in cm ²	38.4	81.6	136.8	380

If with the following calculation this error message is displayed:

“Port length must be > 3 cm and < box depth”, it must at first be checked if the port length is greater than the box depth or lower than 3 cm (compare with the screen at the right). If the port length exceeds the box depth, the port area (Ap) must be reduced. If it should be lower than 3 cm, the port area must be enlarged. The error message with a lower value than the minimum port area can be disregarded. However, in this case there may be an inconvenient wind noise.

General rule:

Greater opening area = longer reflex tube

Additional volume (Vb+) in l: Vb+ is the air quantity in litres of the rear volume occupied by the driver, the crossover, and the bracings (to reinforce the box). The additional volume (Vb+) is taken into account for the box suggestion.

Additional volume (Vf+) in l: Vf+ is the air quantity in litres of the front volume occupied by the driver, the crossover system, and the bracings (to reinforce the box). The additional volume (Vf+) is taken into account for the box suggestion.

The parameter input for band pass boxes is finished here. Please pay attention to possible error messages displayed now.

The results of the box calculation are displayed on the screen at the right. Most parameters should be known. However, a few must be explained:

BRK = Bass reflex channel

The max. ripple indicates by how much dB the sound pressure before and behind the midfrequency exceeds the sound pressure of the midfrequency. The greater the ripple, the poorer the reproduction of the transient response of the box. The system attenuation (S) has a decisive influence on the ripple.

General rule:

Low ripple = better reproduction of the transient response.

The quotient fs/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) shows (according to Richard H. Small) if a driver is suitable for a special box type:

EBP below 50 for transmission line

EBP 50–99 for closed boxes

EBP 100–149 for bass reflex

EBP 150–250 for horn systems

Compound (Push/Pull)

Two drivers of the same type which are mounted rear side to rear side in a small box are connected, so that while one speaker moves the cone backward (push), the other presses the cone forward (pull). The graphics for compound clearly shows this principle. Due to the

compound system the box volume can considerably be reduced (approx. half a volume). However, the SPL is reduced by 3 dB in a relatively larger box in contrast to a singled chassis.

After selecting this menu item at first the type of the compound box can be fixed. You can choose between closed boxes, bass reflex, and band pass boxes. Then you are asked if you wish a round connecting box. If this question is confirmed, you only have to insert the diameter and length of the connecting box. The diameter is in general fixed by the speaker diameter. The length of the connecting box depends on the mounting depth of the driver. It should be at least twice the mounting depth of the driver. If you choose a square box, you have to insert the width, height, and length of the connecting box. If the driver data have been taken over from the database, these dimensions are already fixed. The further calculation is equal to that of closed boxes, bass reflex, and band pass boxes.

With compound boxes you can fix your own box dimensions and have the resulting parameters calculated. Activate the option field “Set own box dimensions” and change the data in the fields for the box dimensions. If the option field “Set own box dimensions” is not activated, the inserted data are disregarded and overwritten.

Transmission Line

Effective cone area (Sd) cm²: The size of the cone area finally fixes the minimum area of the open line end. This parameter is decisive for further calculations.

Design frequency (ftl) in Hz: With the design frequency the fundamental frequency for the TL box is fixed. The design frequency should not be selected lower than the resonance frequency of the driver.

Stuffing density kg/m³: To enlarge the effective box volume (while maintaining the outside box dimensions), the box is stuffed with dampening wool inside. The more dampening wool is used, the greater the effective volume. A useful stuffing density is between 6 and 8 kg per m³.

Area factor (1.25–2.5): The area factor is the relation of cone area and initial area within the TL box. The area factor influences the Q value and the resonance frequency of the box.

The parameter input for transmission line box is finished here. Please pay attention to possible error messages.

The results of the box calculation are displayed on the screen at the right. Most parameters should be known. However, a few must be explained:

The quotient fs/Q_t (EBP = Efficiency Bandwidth Product) shows (according to Richard H. Small) if a driver is suitable for a special box type:

EBP below 50 for transmission line

EBP 50–99 for closed boxes

EBP 100–149 for bass reflex

EBP 150–250 for horn systems

All above-mentioned values are just guidelines and should not be taken too strictly.

The indications regarding the box dimensions are to be interpreted as follows:

- Width inside: inside box width
- Height inside: inside box height
- Depth 1 inside: inside box depth at the beginning of the channel (at the driver)
- Depth 2 inside: inside box depth at the bending of the channel (center of the channel)
- Depth 3 inside: inside box depth at the end of the channel (channel exit)

Horn

Effective cone area (SD) cm²: For the horn calculation the size of the cone area is decisive for the size of the throat area (initial area) of the horn.

Lower cut-off frequency (fgu): Insert the desired lower cut-off frequency of the horn. It has a decisive influence on the horn length. The lower cut-off frequency should always be chosen higher than the resonance frequency of the driver.

Higher cut-off frequency (fhm): In this field insert the desired higher cut-off frequency of the horn. If you wish to have calculated the mass-depending (cone mass) higher cut-off frequency, insert 0 (zero).

Pressure chamber volume (Vc) in l: The pressure chamber volume is a cabinet chamber between speaker and horn throat. By this the higher cut-off frequency is limited to avoid distortions by partial vibrations.

The next value to insert is the desired room position of the horn. This is only of importance for bass horns because for this horn type the mouth area and by this also the length of the horn decisively depend on the room position. Example:

Horn position	Mouth area	Horn length
1: Floor	18 940 cm ²	207.9 cm
2: Floor/wall	9 470 cm ²	169.9 cm
3: Floor/(wall) corner	4 735 cm ²	132.0 cm

Click at the input field beside the horn position. A window is opened in which you can choose the desired position.

The throat area (Ah) is the initial area of the horn ahead of the speaker.

The mouth area (Am) is the end area of the horn at the funnel end.

The horn constant (k) fixes the bending of the horn (horn shape) and by this also the horn length. A greater horn constant results in a greater opening angle and a shorter horn length.

The closed box volume (Vb) is a closed box onto which the driver acts backwards. It is exactly calculated like a simple closed box.

The indicated SPL gain in dB is just a calculating factor. This theoretical value is slightly reduced due to friction losses and reflections at the horn mouth.

To calculate the horn shape, the following factors are necessary:

Number of graduations: The total horn length is subdivided in equal graduations. At these points CAAD 3.0 states the horn dimensions in cm. The distance of the graduations is automatically calculated. GB

Distance of graduations: If you wish to place the sections at a special distance from each other, insert this distance in cm. The number of graduations is then calculated automatically.

Horn area

Circular: CAAD 3.0 calculates a circular horn. At distances (xm) in cm from the horn throat, which have been defined before, the corresponding areas (xf) in cm² and the respective radius (xr) in cm are calculated.

Square: CAAD 3.0 calculates a horn with a square horn opening. At distances (xm) in cm from the horn throat, which have been defined before, the corresponding areas (xf) in cm² and the respective sides (ax) and (bx) in cm are calculated.

Side ratio: Here you can fix a special side ratio in case of square mouth areas of the horn. Ratios from 0.0001 to 99 999 and from 99 999 to 0.0001 can be calculated (if it makes any sense or not). At distances (xm) in cm from the horn throat, which have been defined before, the corresponding areas (xf) in cm² and the respective sides (ax) and (bx) in cm are calculated.

One side of constant value: If the horn, e. g. with bass horns, is not to exceed a certain width, one side can be fixed as a constant value in another window. Now only one side (bx) is calculated. At distances (xm) in cm from the horn throat, which have been defined before, the corresponding areas (xf) in cm² and the respective sides (ax) and (bx) are calculated.

A list with the above described parameters can be displayed by activating the order field "List horn dimensions". This list can also be printed via the menu item "Print list" on a printer.

4.5 Filter

With this menu item you activate the filter editor. Here you can have calculated the crossovers of 1st to 4th order in 2-way up to 4-way versions. Besides you can have calculated an equalization for the impedance increase at the resonance frequency resp. at rising frequency. In this editor also the sound pressure of different drivers can be matched with each other. The filter editor is exactly described further below.

4.6 Graphics

Sound pressure curve: After calculation of one speaker box the sound pressure curve and the impedance curve of the system can be displayed. With transmission line boxes and horn systems these curves are not calculated. To compare curves of two different box calculations, the curve which has just been calculated can be saved by pressing the key "s" (like save) and, if necessary, it can be loaded again by "l" (like load) to be displayed on the graphics screen. The loaded comparison curves are displayed in red colour.

GB Cabinet drawing: If this function is activated, you can see your finished speaker cabinet as a 3-dimensional display in the first picture. After a mouse click or by pressing the "ENTER" key you see the section through the speaker cabinet including dimensions in the second picture. In the text windows at the above screen edge at the right you can change the distance from the floor to the driver, fix the distance from driver to driver (in case of several equal drivers) and define the wall thickness of the cabinet. By a further mouse click or by pressing the "ENTER" key you leave the cabinet drawing.

Of course the sound pressure curve as well as the cabinet drawings can be printed on a printer supported by WINDOWS (see next item).

4.7 Printer

Select printer: Activate this item if you wish to select another printer than the just active one. The window already known to you for the WINDOWS printing facility is opened. As usual, choose here the desired printer, the paper size, vertical resp. horizontal size, and all other parameters for the printer.

Printer set-up: Here the active printer settings are made.

Print screen: Select this item for a direct hard copy from your screen to your printer. In case of graphics at first the foreground colour is changed to black and the background colour to white (otherwise with colour printers the corresponding colour cartridge is used up too quickly). After the printing the screen colours which have been set before are reset.

Print cabinet data: A cabinet drawing displayed can accurately be printed on paper with this menu item.

Print driver SPL: The driver/impedance curve displayed can accurately be printed on paper with this menu item.

Print list: The lists displayed in the programme can be printed with this order.

4.8 Help

Help: Here most input fields of the calculation editor are explained. (Help can also be activated with key F1.)

Manual: This name includes that here the manual can be displayed On Line. Please close this help with ALT F4 or end Help with "quit file".

4.9 Quit

With this menu item you end the programme CAAD 3.0.

5 The Driver Editor

5.1 File

Choose database file: see above, below item 4.1.

Create database file: see above, below item 4.1.

New driver: If you wish to create a new driver, activate this item. The input fields of the driver editor are deleted before.

Please insert all Thiele-Small parameters available to you in the corresponding fields. If you should not know some data, please insert 0 (zero). CAAD 3.0 will calculate this field in most cases. If you have entered all data, please save this data set below the menu item "Save data/new data set". Before the data set is written into a file, you are asked to state the driver type (bass, midrange, or high range). The driver is then inserted into the corresponding file.

Explanations of the input fields

- **Nominal impedance (Zn) Ohm:** Total of the vectorial addition of DC resistance (Re) and the inductive resistance of the speaker coil. Only for purposes of documentation. Not calculated.
- **Resonance frequency (fs) in Hz:** Lower frequency at which the impedance of the speaker has a resistance maximum. A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **Equivalent volume (Vas) in l:** Air volume with the same compliance as the cone suspension. A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **Total Q (Qt):** Total Q of the speaker, calculated of the electrical Q (Qe) and the mechanical Q (Qm). A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **DC resistance (Re) Ohm:** DC resistance of the speaker, can easily be measured with an ohmmeter. A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **Mechanical Q (Qm):** Stated by most manufacturers. A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **Electrical Q (Qe):** Stated by most manufacturers. A Thiele-Small-parameter, important for other calculations, therefore state as exactly as possible. This field is calculated.
- **Driver volume (Vdd) l:** Stated by some manufacturers. It indicates the volume in litres displaced by the driver. Not calculated.
- **Effective cone area (Sd) cm²:** Stated by some manufacturers. It should be measured and calculated, if not given. It is calculated of the effective cone diameter (center of cone surround up to opposite center of cone surround). It is necessary for the calculation of other parameters. This field is calculated.
- **Compliance (Cs) mm/N:** Compliance of the cone suspension of the driver. Stated by a few manufacturers. This field is calculated.

- **Mechanical resistance (Rms):** Total of all friction losses by cone suspension, connecting wires, and air resistance.
This field is calculated.
- **Inductivity (Le) in mH:** Inductivity of the voice coil of the driver. Should be stated, if possible. This value is necessary for the calculation of other parameters. Not calculated.
- **Moving mass (Md) in g:** Total of the masses of cone and centering spider. Md should be stated, if possible. Necessary for the calculation of other parameters.
This field is calculated.
- **Force factor (B x L) N/A:** This value indicates how strong the speaker "motor" is and should be stated, if possible (measured in Newton per Ampere).
This field is calculated.
- **Winding height (Hc) in mm:** Winding height of the driver coil.
Only for information purposes. Not calculated.
- **Air gap height (Hg) in mm:** Height of the air gap in which the driver coil is moving.
Only for information purposes. Not calculated.
- **Power handling (Pn) Wrms:** Sine continuous power handling of the driver.
Only for information purposes. Not calculated.
- **Dimensions (W x L or D) in mm:** Absolute dimensions of the driver, width x length or diameter in mm. Necessary for compound calculations.
Not calculated.
- **Mounting depth in mm:** Mounting depth of the driver. Necessary for compound calculations.
Not calculated.

Delete driver: If a driver should be deleted from the database, at first choose the corresponding database and then load the driver to be deleted into the driver editor. Then activate the item "Delete driver". If you confirm the question "do you really wish to delete the driver?", the driver is deleted from the database.

5.2 Search driver

If a driver with special data or a special name is searched, in this PULL DOWN menu you are able to search the driver name, resonance frequency, total Q, and equivalent volume. Besides the data searched for, you have also to insert the data tolerance. After inserting, a list of drivers is displayed which correspond to these data. By double click with the left mouse key resp. by cursor key selection and the "ENTER" key the desired driver is loaded in the driver editor.

5.3 Load data

If you have chosen a database, you can load a driver of this database in the driver editor with this item. At first you have to state if you wish to load a bass driver, a midrange, or a high range driver. In a selection list all drivers of the corresponding file are displayed for selection.

5.4 Save data

Save data as new: If you have created a new data set, you have to save it below the menu item "Save data as new" (see above).

Overwrite actual data: If you have changed data in the driver editor, they can be included in the database with activating this item.

5.5 Printer

Print screen: The data of the driver editor can be printed with this item.

5.6 Main menu

By clicking at this item you return to the main menu.

6 Filter

6.1 Crossovers

With CAAD 3.0 you can calculate crossovers of the 1st up to 4th order in 2-way or 4-way versions. The schematic of this crossover with all components can be displayed and printed.

Besides – and this is new – also the sound pressure curve, the impedance curve, and the curve of the phase displacement to be expected can be drawn in a coordinate system. Of course also this graphics can be printed.

To select the characteristics of the crossover (1st up to 4th order, Butterworth or Linkwitz-Riley), please click at the left PULL DOWN window and choose the corresponding crossover characteristics. Proceed accordingly to select the number of the crossover ways (right PULL DOWN window). According to the number of the crossover ways you are requested in the window "Data input" to insert the data for the cut-off frequencies and the driver impedances. Then you indicate if you wish to have the schematic or the diagram displayed.

6.2 Attenuation

It is often necessary to match drivers with a higher sound pressure to those with a lower sound pressure and to attenuate them without changing the impedance. CAAD 3.0 calculates attenuators with resistances which are inserted between crossover system and driver. Alternatively to this a serial resistance is calculated which, however, influences the total Q (Qts) of the driver. The necessary input data are limited to the necessary attenuation in dB and the nominal impedance of the driver. Also here you can have the schematic displayed resp. printed.

6.3 Equalization

While calculating crossovers, a known and constant impedance in the relevant frequency range is assumed. In reality this does not correspond to the actual values of drivers. With CAAD 3.0 you can calculate an equalization, both for the increasing impedance at rising frequency (fz2 due to the voice coil inductivity) and for the impedance at the driver resonance. Please insert in the window "Data input" the driver name (not relevant for the calculation), the resonance frequency

of the driver, the DC resistance, the inductivity of the voice coil, the mechanical Q, and the electrical Q of the driver. Then choose the display of the desired schematic.

6.4 Printer

Print screen: With this menu item a hard copy of the screen can be printed.

NOTE

Hard copies of the screen always have a lower resolution than prints ordered via the print manager.

Schematic: The name already implies that here all schematics of this editor can accurately be printed.

Diagram: The sound impedance and phase curves are accurately printed with this item.

6.5 Main menu

You leave the filter editor by choosing this menu item.

7 Copyright/Liability

The present text – including illustrations and diagrams – is protected by copyright. The editor keeps all rights with regard to translations, publications, copies (including extracts) as well as micro-filming, data saving, and processing in electronical systems. Violations will be prosecuted. Exceptions have previously to be approved in writing by an authorized person of INTER-MERCADOR GMBH & CO. KG.

In case of faulty data, despite greatest diligence, and following consequences the editor neither takes over any legal responsibility nor any liability.

The author and INTER-MERCADOR GMBH & Co. KG wish successful calculations, much success while building the speaker boxes as well as much pleasure while listening to the home-built speaker boxes!

