


***Auswucht-Modul  
CAB 41***

Programmbeschreibung



## I N H A L T

1.	Allgemeine Hinweise	1
2.	Programme	2
3.	Beschreibung der Funktionstasten	3
4.	Ablaufschema für das Betriebsauswuchten	4
5.	Betriebsauswuchten in einer Ebene	5
5.1	Beispiel	6
6.	Betriebsauswuchten in zwei Ebenen	10
6.1	Beispiel	12
7.	Betriebsauswuchten in mehr als zwei Ebenen	15
7.1	Grundlagen	15
7.1.1	Auswuchten starrer Rotoren in mehreren Ebenen	15
7.1.2	Auswuchten elastischer Rotoren in mehreren Ebenen	16
7.2	Hinweise zum Betriebsauswuchten elastischer Rotoren	18
7.3	Vier Ebenen Auswuchten	19
7.3.1	<u>Ablauf der Messung</u> : (4-Ebenen, isotrop)	19
7.3.2	Beispiel	20
7.3.3	Hinweise zum Auswuchten von anisotropen Rotoren	21
7.3.4	Beispiel	22
7.4	Hinweise für das Betriebsauswuchten in drei Ebenen	23
8.	Korrekturprogramm, Zwischenrechnungen	24
8.1	Eingabe in X- und Y-Komponenten	24
8.2	Korrektur der Eingabewerte	24
9.	Nachkorrektur des Unwuchtausgleichs	26
10.	Ausgabevariationen	27
10.1	<u>POLAR</u> . Ausgabe der Ausgleichswerte in polarer Form	27
10.2	<u>90°</u> . Ausgabe der Ausgleichswerte in 90° Komponenten	28

10.3	<u>FEST</u> . Ausgabe der Ausgleichswerte verteilt auf fest vorgegebene Orte	29
10.4	 . Ausgleich durch Winkelspreizung vorhandener Ausgleichsgewichte gleicher Masse z.B. Schleifscheibenauswuchten	30
10.5	<u>SUM</u> . Summation mehrerer Ausgleichsgewichte	31
11.	<u>KRAFT</u> . Berechnung der Zentrifugalkraft	32
12.	<u>RIEMEN</u> . Berechnung der Riemendrehzahl	33
13.	<u>KOEFF</u> . Auswuchten im Wiederholungsfall	35
13.1	Aus- Eingabe der Koeffizienten (Einflußzahlen)	35
13.1.1	Angabe der Koeffizienten mit Drucker	35
13.1.2	Angabe der Koeffizienten ohne Drucker	36
13.1.3	Eingabe der Koeffizienten	36
14.	Fehlercodes (programmspezifisch)	38
<u>Anhang</u> :	Dokumentation von Rechenbeispielen durch den Drucker	

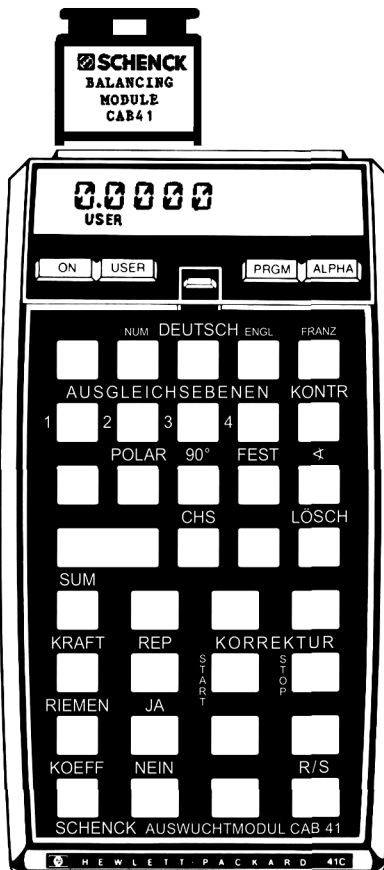
Die in dieser Anleitung beschriebenen Programme sind sorgfältig erstellt und überprüft worden. Eine Garantie für erfolgreiches Arbeiten im einzelnen Anwendungsfall wird von der Carl Schenck AG nicht übernommen. Insbesondere sind Haftungsansprüche aus dem Gebrauch der Programme ausgeschlossen.

## 1. ALLGEMEINE HINWEISE

Das SCHENCK-Modul CAB 41 ist zum Einsatz in den Taschenrechnern Hewlett Packard Typ 41 CV und CX bestimmt und enthält alle wichtigen Rechenprogramme zum Betriebsauswuchten von Rotoren. Der Ablauf der Programme wird im einzelnen in dieser Anleitung beschrieben. Hinweise zur Messung der Unwuchtschwingungen sowie theoretische Grundlagen des Betriebsauswuchtens, entnehmen Sie bitte der Bedienungsanleitung des Auswuchtgerätes.

Durch Einfügen des SCHENCK-Moduls CAB 41 wird aus dem Taschenrechner HP 41 ein Spezialgerät zum Betriebsauswuchten. Der Taschenrechner ist so konzipiert, daß zu jedem einsteckbaren Programmmodul eine zugehörige Tastenbeschriftung eingelegt werden kann. Die Beschriftung steht immer über oder links von der entsprechenden Taste (BILD 1).

Die Programmdaten des Moduls CAB 41 sind fest eingebrannt. Die Programmdaten können weder gelöscht werden, noch verliert das CAB 41 sein "Gedächtnis".



Ist das Auswuchtmodul CAB 41 in einen der 4 Steckplätze des Rechners eingeschoben, dann ist automatisch die Betriebsbereitschaft (USER-Modus) vorhanden und das Auswucht-Dialogprogramm kann gestartet werden. Nach dem Einschalten des Rechners erscheint eine willkürliche Zahl und als Anzeigeindikator "USER".

Bei zu niedrigem Ladezustand der Batterien erscheint zusätzlich die Anzeige "BAT".

### V O R S I C H T

Schalten Sie den Taschenrechner grundsätzlich aus, bevor Sie das Modul einstecken oder entfernen. Andernfalls können sowohl der Rechner als auch das Modul beschädigt werden.

BILD 1: Auswertegerät HP 41 mit SCHENCK Auswuchtmodul CAB 41

## 2. PROGRAMME

Das SCHENCK-Modul CAB 41 enthält folgende Programme:

### Auswuchtprogramme

- o 1-Ebenen-Auswuchten
- o 2-Ebenen-Auswuchten
- o 3-Ebenen-Auswuchten  
isotrope und anisotrope Rotoren
- o 4-Ebenen-Auswuchten  
isotrope und anisotrope Rotoren
- o Kontrolllauf-Programm für 1, 2, 3 und 4 Ebenen

### Ausgabeprogramme

- o Verteilen des Ausgleichsgewichts auf Festorte
- o Winkelspreizung von 2, 3 und 4 definierten Ausgleichsgewichten (z. B. für das Schleifscheibenauswuchten)
- o Ein- und Ausgabe von Einflußzahlen

### Hilfsprogramme

- o Zusammenfassen von Ausgleichsgewichten
- o Berechnen der Zentrifugalkraft
- o Berechnen der Riemendrehzahl

### Dialogsprache

- o Deutsch
- o Englisch
- o Französisch

### 3. BESCHREIBUNG DER FUNKTIONSTASTEN

#### Aufrufen der Dialogsprache

---

<b>DEUTSCH</b>	Deutsch
<b>ENGL</b>	Englisch
<b>FRANZ</b>	Französisch

#### Aufrufen der Auswuchtprogramme

---

##### "AUSGLEICHSEBENEN"

- |   |                          |                     |
|---|--------------------------|---------------------|
| 1 | <input type="checkbox"/> | 1-Ebenen-Auswuchten |
| 2 | <input type="checkbox"/> | 2-Ebenen-Auswuchten |
| 3 | <input type="checkbox"/> | 3-Ebenen-Auswuchten |
| 4 | <input type="checkbox"/> | 4-Ebenen-Auswuchten |

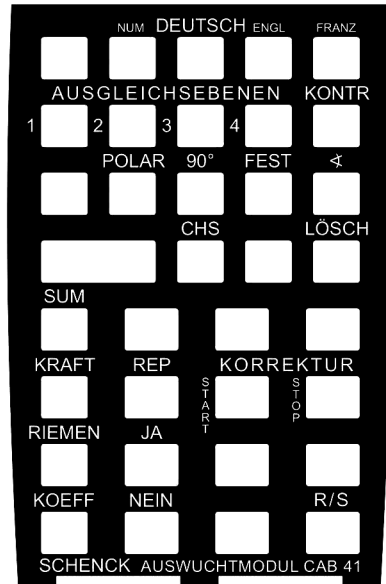


BILD 2: Tastenbeschriftung CAB 41 (Deutsch)

#### Aufrufen von Unterprogrammen und Zusatzfunktionen

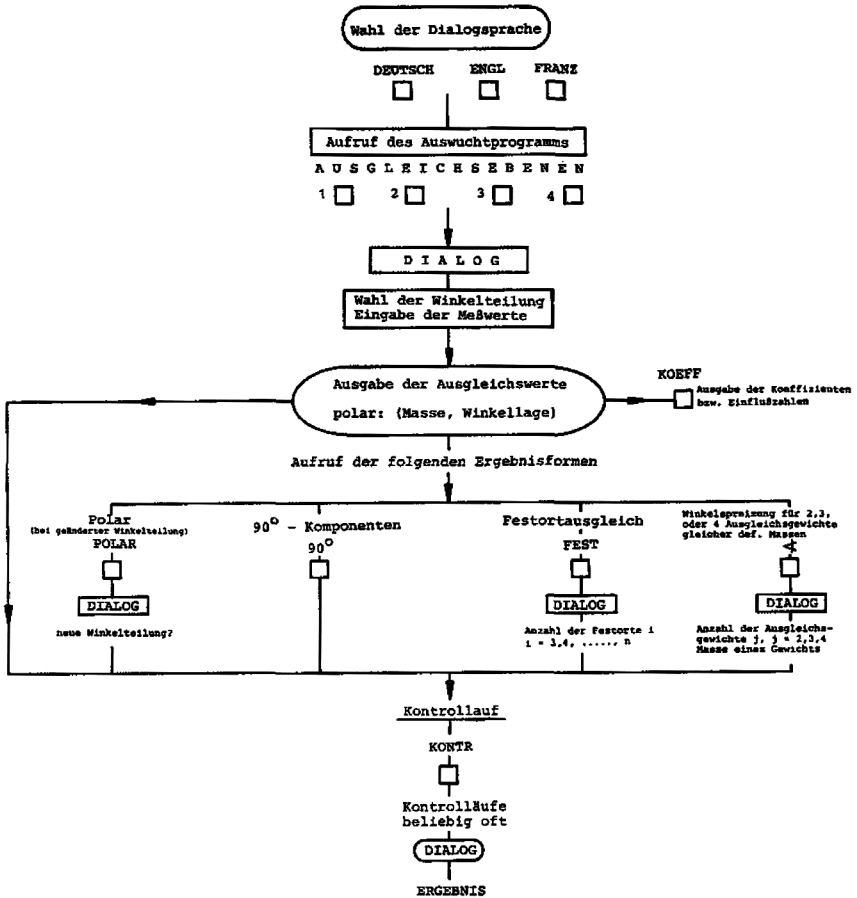
---

<b>KONTR</b>	Kontrolllauf (Nachkorrektur)
<b>POLAR</b>	Polar-Ausgleich (Masse und Phasenwinkel)
<b>90°</b>	Ausgleich in 90° Komponenten (X- und Y-Komponente)
<b>FEST</b>	Verteilen des Ausgleichsgewichts auf Festorte
<b>↵</b>	Winkelspreizung vorhandener Ausgleichsgewichte
<b>↵</b>	Aufruf der Doppelfunktion einzelner Tasten
<b>CHS</b>	Vorzeichenänderung bei Dateneingabe
<b>LÖSCH</b>	Löschen von Eingabedaten (nur möglich vor Drücken der R/S Taste)
<b>SUM</b>	Zusammenfassen mehrerer Ausgleichsgewichte
<b>KRAFT</b>	Zentrifugalkraft des angesetzten Gewichts
<b>REP</b>	Wiederholen des Ergebnisses (Text und Zahl)
<b>RIEMEN</b>	Errechnen der Riemendrehzahl
<b>JA</b>	Ja-Befehl während des Dialogprogramms
<b>KOEF</b>	Ein-/Ausgabe von Koeffizienten bzw. Einflußzahlen
<b>NEIN</b>	Nein-Befehl während des Dialogprogramms
<b>RUN/STOP</b>	Start-Stop-Befehl
<b>KORREKTUR</b>	Korrektur falsch eingegebener und im Rechner bereits gespeicherter Daten

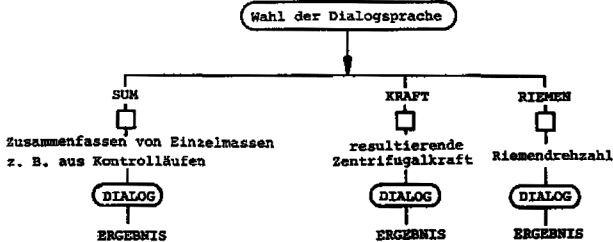
<b>S</b>		<b>S</b>	
<b>T</b>	Eingabe des	<b>T</b>	Abbruch des
<b>A</b>	neuen Werts	<b>O</b>	Korrekturprogramms
<b>R</b>		<b>P</b>	
<b>T</b>			

<b>S</b>	
<b>T</b>	Abbruch des
<b>O</b>	Korrekturprogramms
<b>P</b>	

Bild 3 Ablaufschema für  
das Betriebsansuchen



Hilfsprogramme





## 5. BETRIEBSAUSWUCHTEN IN EINER EBENE

Zur Beseitigung der Unwucht ist es erforderlich, die Massensymmetrie des Rotors durch Ansetzen oder Entfernen von Massen wiederherzustellen.

Entsprechend den Unwuchtarten wird auch beim Unwuchtausgleich von statischem und dynamischem Auswuchten gesprochen. Durch ein statisches Auswuchten kann nur der statische Unwuchtanteil ausgeglichen werden. Im allgemeinen ist dies bei schmalen, ohne Axialschlag umlaufenden Rotoren ausreichend. Die statische Unwucht eines Rotors läßt sich durch einen Massenausgleich in einer Radialebene beseitigen.

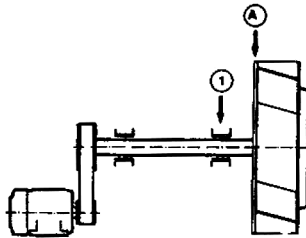


BILD 4: Die Unwuchtschwingungen des Gebläses werden an der Lagerstelle (1) gemessen ("Meßstelle") und die ermittelte Unwucht in der Schwerpunktsebene A ausgeglichen ("Ausgleichsebene").

Der Auswuchtvorgang umfaßt zwei Meßläufe und einen Kontrolllauf.

### Meßlauf 1, Unwuchtlauf (UU)

Rotor auf Betriebsdrehzahl fahren. Mit dem Auswuchtgerät an einer Meßstelle Betrag und Winkellage der auftretenden Unwuchtschwingungen messen.

### Meßlauf 2, Testlauf (T1)

Am Rotor in der Unwucht-Ausgleichsebene ein Testgewicht anbringen, oder ein bereits vorhandenes Gewicht entfernen. (Bei Gewichtswegnahme muß dessen Masse mit negativem Vorzeichen eingegeben werden). Rotor wieder auf Betriebsdrehzahl (gleiche Drehzahl wie im Meßlauf 1) bringen und Messung des Betrags und der Winkellage wiederholen.

Das Testgewicht kann, je nach Programmwahl, vom Rotor entfernt oder daran belassen werden.

Die Meßwerte von Meßlauf 1 und 2, jeweils Betrag und Winkel- lage der Unwuchtschwingung, die Größe des Testgewichts und dessen Ansatzort werden in den Rechner eingegeben.

Das Auswerteprogramm ermittelt dann das Ausgleichsgewicht und den Ausgleichsort.

Kontrolllauf: (KONTR)

Nach Anbringen des Ausgleichsgewichtes wird der Rotor wieder auf Betriebsdrehzahl hochgefahren. Wiederum wird die Unwuchtschwingung gemessen.

Sind die Unwuchtschwingungen noch zu groß, ist eine Nachkorrektur erforderlich. Die Ergebnisse des Kontrolllaufs können ohne neue Testläufe zur Berechnung der Nachkorrekturwerte in den Rechner eingegeben werden.

Nachkorrekturen können beliebig oft durchgeführt werden. Es ist sinnvoll, dann aufzuhören, wenn die zulässigen Tole- ranzen erreicht worden sind.

5.1 Beispiel

Ein scheibenförmiges Gebläserad soll im Betriebszustand mit einem Auswuchtgerät in einer Ebene ausgewuchtet werden. Als Winkelteilung wird eine 0 - 360° Markierung auf dem Rotor angebracht.

Die Meßwerte aus Urunwuchtlauf und Testlauf sind in der nach- folgenden Tabelle dargestellt.

	Betrag	Winkellage
Urunwuchtlauf	12 mm/s	40°
Testlauf: Testgewicht 10 g an 0°	14 mm/s	120°

Mit dem Programm "1-AUSGLEICHSEBENEN" ist das Unwucht-Ausgleichsgewicht und der Ausgleichsort zu berechnen:

Bedienung des Rechners

<u>Tastenfolge:</u>	<u>Anzeige:</u>	<u>Hinweis:</u>
<input type="checkbox"/> ON	WORKING	Einschalten des Rechners
	0.0 USER	beliebiger Zahlenwert
<input type="checkbox"/> DEUTSCH	COPYRIGHT BY SCHENCK	Wahl d. Dialogsprache
	WAEHLE PROG	Wahl d. Ausgleichsebene
1	WINKELTEIL = ?	1-Ebenen-Auswuchten Winkelteilung
360	3 6 0	
<input type="checkbox"/> R/S	UU:AMPL A = ?	Amplitude d. Unwucht
12	1 2	Meßwert Unwucht
<input type="checkbox"/> R/S	UU:WINKL A = ?	Winkellage d. Unwucht
40	4 0	Meßwert Unwucht
<input type="checkbox"/> R/S	T1:MASSE A = ?	Testgewicht
10	1 0	gewählte Masse
<input type="checkbox"/> R/S	T1:ORT A = ?	Anbringungsort d. Testgewichts
0	0	hier: an Ort 0°
<input type="checkbox"/> R/S	T1:AMPL A = ?	Amplitude d. Testlaufs

<u>Tastenfolge:</u>	<u>Anzeige:</u>	<u>Hinweis:</u>
14	1 4	Meßwert Meßlauf 2
<input type="checkbox"/> R/S	T1:WINKL A = ?	Winkellage d. Unwucht beim Testlauf
120	1 2 0	Meßwert Meßlauf 2
<input type="checkbox"/> R/S	T1:MASS PERM ?	Soll d. Testgewicht am Rotor verbleiben
<input type="checkbox"/> NEIN	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="checkbox"/> R/S	KORREKTUR ?	Müssen Eingabewerte korrigiert werden
<input type="checkbox"/> NEIN	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="checkbox"/> R/S		

Der Rechner führt das Programm aus. Das Ergebnis wird akustisch angekündigt und angezeigt.

Ausgabe:

Tastenfolge	Anzeige	
	MASSE A	wird kurz eingeblendet
	7.15	Ausgleichsmasse
<input type="checkbox"/> R/S	ORT A	wird kurz eingeblendet
	55.24	Anbringungsort d. Ausgleichsmasse

Ergebnis:

Ein Ausgleichsgewicht von 7.15 g ist am Ausgleichsort 55.24° anzubringen.

Die Art des Ergebniswerts, z. B. MASSE A wird nur kurzzeitig eingeblendet und wechselt automatisch in den entsprechenden Zahlenwert. Um sicherzustellen, um welchen Zahlenwert es sich handelt, ist das zuletzt erscheinende Ergebnis folgendermaßen - beliebig oft - wiederholbar:

Tastenfolge	Anzeige
	7.15
<input type="checkbox"/> REP <input type="checkbox"/> R/S	MASSE A 7.15
<input type="checkbox"/> R/S	nächster Ergebniswert

## 6. BETRIEBSAUSWUCHTEN IN ZWEI EBENEN

An langgestreckten, walzenförmigen Rotoren darf das Unwuchtmoment nicht vernachlässigt werden. Hier erweist sich im allgemeinen ein dynamisches Auswuchten als unumgänglich.

Die dynamische Unwucht eines starren Rotors wird durch Änderung der Massenverteilung in zwei Radialebenen ausgeglichen.

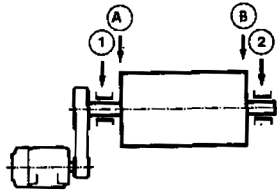


BILD 5: Schematischer Aufbau einer Zentrifuge. Als Meßstellen sind die beiden Lagerstellen (1) und (2) zu wählen. Der Unwuchtausgleich erfolgt in den Endebenen A und B des Rotors durch Ansetzen oder Abnehmen von Masse.

Typische Rotoren, bei denen sich fast immer dynamisches Auswuchten in zwei Ebenen als erforderlich erweist, sind:

Elektroanker, Generatorläufer, Kompressorläufer, Turbinenläufer, Pumpenläufer, breite Lüfterräder, Schleifwalzen, Zentrifugentrommeln, Schlägerwellen, Spindeln u. ä.

Der Auswuchtvorgang umfaßt im allgemeinen drei Meßläufe und einen Kontrolllauf.

Meßlauf 1 Urunwuchtlauf (UU):

Rotor auf Betriebsdrehzahl fahren. Mit Auswuchtgerät an zwei Meßstellen jeweils Betrag und Winkellage der auftretenden Unwuchtschwingung messen.

Meßlauf 2 1. Testlauf (T1):

Am Rotor in der Ausgleichsebene A ein Testgewicht anbringen. Rotor auf Betriebsdrehzahl (gleiche Drehzahl wie im Meßlauf 1) bringen und Unwuchtschwingungen an den zwei Meßstellen messen.

Meßlauf 3 2. Testlauf (T2):

Testgewicht in Ausgleichsebene A abnehmen. Testgewicht in Ausgleichsebene B ansetzen. Rotor auf Betriebsdrehzahl fahren und erneut Unwuchtschwingungen an den zwei Meßstellen messen.

Testgewicht in Ausgleichsebene B vom Rotor entfernen.

Meßwerte von Meßlauf 1, 2 und 3, jeweils Betrag und Winkellage der Unwuchtschwingung, Größe der Testgewichte und deren Ansatzort in den Rechner eingeben. Das Programm ermittelt dann Ausgleichsgewicht und Ausgleichsort für die zwei Ausgleichsebenen.

Die zwei errechneten Ausgleichsgewichte in den jeweiligen Ausgleichsebenen anbringen.

Kontrolllauf: (KONTR)

Nach Anbringen der Ausgleichsgewichte Rotor wieder auf Betriebsdrehzahl hochfahren.

Unwuchtschwingungen wieder an den zwei gleichen Meßstellen messen.

Sind die Unwuchtschwingungen noch zu groß, ist eine Nachkorrektur erforderlich. Die Ergebnisse des Kontrolllaufs können ohne neue Testläufe zur Berechnung der Nachkorrektur verwendet werden.

Nachkorrekturen lassen sich beliebig oft wiederholen. Es ist sinnvoll dann aufzuhören, wenn die zulässigen Toleranzen erreicht worden sind.

6.1 Beispiel

Ein Generatorläufer soll im Betriebszustand mit einem Auswuchtgerät in zwei Ebenen ausgewuchtet werden. Als Winkelteilung wird eine 0 ... 360° Markierung auf dem Rotor angebracht.

Die Meßwerte aus Urunwuchtlauf und den beiden Testläufen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

	Ebene A		Ebene B	
	Betrag	Winkellage	Betrag	Winkellage
Urunwuchtlauf	150 mm/s	304°	135 mm/s	333°
1. Testlauf Testgewicht 200 g an 90° in Ausgleichs- ebene A	100 mm/s	336°	115 mm/s	308°
2. Testlauf Testgewicht 150 g an 180° in Ausgleichs- ebene B	110 mm/s	202°	45 mm/s	243°



Bedienung des Rechners

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<b>ON</b>	WORKING 0.0 USER	Einschalten d. Rechners
<b>DEUTSCH</b>	COPYRIGHT BY SCHENCK  WAEHLE PROG	Wahl d. Dialog- sprache  Wahl d. Ausgleichs- ebenen
2	WINKELTEIL = ?	2-Ebenen-Auswuchten Winkelteilung
360	3 6 0	
<b>R/S</b>	UU:AMPL A = ?	Amplitude d. Ur- unwucht
150	1 5 0	Meßwert Urunwucht Ebene A
<b>R/S</b>	UU:WINKL A = ?	Winkellage d. Ur- unwucht in Ebene A
304	3 0 4	Meßwert Urunwucht Ebene B
.		
.		
.		
Die Meßwerte werden weiter, analog der Benutzerführung durch den Rechner, eingegeben.		
.		
.		
45	4 5	Meßwert 2. Testlauf Ebene B
<b>R/S</b>	T2:WINKL B = ?	Winkellage d. Un- wucht in Ebene B
243	2 4 3	Meßwert 2. Testlauf Ebene B

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="checkbox"/> R/S	T2:MASS PERM?	Soll d. Testgewicht in Ebene B am Rotor verbleiben?
<input type="checkbox"/> NEIN	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="checkbox"/> R/S	KORREKTUR?	Müssen Eingabewerte korrigiert werden?
<input type="checkbox"/> NEIN	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="checkbox"/> R/S		

Der Rechner führt das Programm aus. Das Ergebnis wird akustisch angekündigt und angezeigt

Ausgabe:

	MASSE A 86.2	Ausgleichsmasse in Ebene A
<input type="checkbox"/> R/S	ORT A 33.5	Anbringungsort d. Ausgleichsmasse in Ebene A
<input type="checkbox"/> R/S	MASSE B 116.2	Ausgleichsmasse in Ebene B
<input type="checkbox"/> R/S	ORT B 161.3	Anbringungsort d. Ausgleichsmasse in Ebene B

Ergebnis:

In Ausgleichsebene A ist ein Ausgleichsgewicht von 86.2 g am Ort 33,5° anzubringen.

In Ausgleichsebene B ist ein Ausgleichsgewicht von 116.2 g am Ort 161,3° anzubringen.

Die Art des Ergebniswerts, z. B. MASSE A wird nur kurzzeitig eingeblendet und wechselt automatisch in den entsprechenden Zahlenwert. Um sicherzustellen, um welchen Zahlenwert es sich handelt, ist das zuletzt erscheinende Ergebnis folgendermaßen - beliebig oft - wiederholbar:

	86.2	Ergebniswert
<input type="checkbox"/> REP <input type="checkbox"/> R/S	MASSE A 86.2	Wiederholung d. Ergebniswerts
<input type="checkbox"/> R/S		nächster Ergebniswert

## 7. BETRIEBSAUSWUCHTEN IN MEHR ALS 2 EBENEN

### 7.1 Grundlagen

#### 7.1.1 Auswuchten starrer Rotoren in mehreren Ebenen

Der Auswucht- und Schwingungszustand mehrfach gelagerter Rotorsysteme läßt sich durch ein Mehr-Ebenen-Auswuchten im eingebauten Zustand gezielt verbessern. Für den Unwuchtgleich ist jeder Lagerstelle eine Ausgleichsebene am Rotor zuzuordnen. Der vierfach gelagerte Rotor - wie in Bild 6 dargestellt - verlangt z. B. vier Ausgleichsebenen.

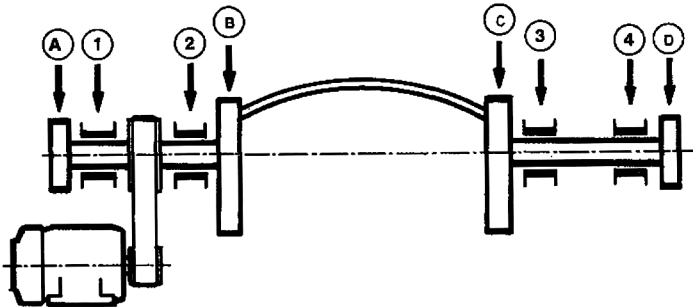


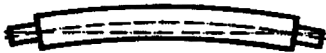
BILD 6: Schematischer Aufbau der rotierenden Teile einer Vertilzmaschine. Den Meßstellen (1) bis (4) sind die Ausgleichsebenen A, B, C und D zugeordnet.

Typische Vertreter dieser Klasse sind Maschinen zur Herstellung von Drahtseil, Kabel und Litze. Sie arbeiten mit mehrfach gelagerten Rotorsystemen, die aus zwei oder mehr winkelstarr miteinander gekoppelten Teilrotoren bestehen. Im Vergleich zum Zweiebenenwuchten unterscheidet sich das Mehrebenenwuchten nur in der Anzahl der Testläufe und der Art der Auswertung der Meßergebnisse.

Um beispielsweise einen starren Rotor ähnlich Bild 6 in 4 Ebenen auszuwuchten, ist das Auswuchtprogramm "4-AUSGLEICHSEBENEN" aufzurufen und die Meßwerte entsprechend dem Bedienerdialog einzugeben.

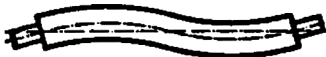
### 7.1.2 Auswuchten elastischer Rotoren in mehreren Ebenen

Ein Rotor kann als starr gelten, solange der einmal erreichte Zustand für unterschiedliche Drehzahlen und für verschiedene Lagerbedingungen erhalten bleibt. Ändert sich der Laufzustand mit der Drehzahl und, was oft nicht beachtet wird, mit den Lagerbedingungen, dann spricht man von einem elastischen Rotor. Zum Auswuchten eines elastischen Rotors muß, je nachdem welche Biege-Eigenformen bei der Betriebsdrehzahl wirksam werden, ein Unwuchtausgleich in 3, 4 oder mehr Ebenen durchgeführt werden (BILD 7).



3-Ebenen-Problem

a) Durchbiegung einer Walze bei der I. kritischen Drehzahl



4-Ebenen-Problem

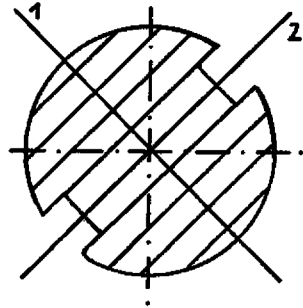
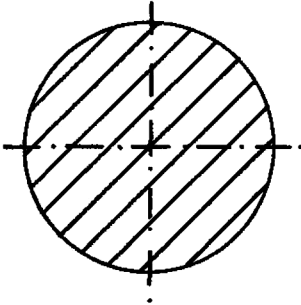
b) Durchbiegung einer Walze bei der II. kritischen Drehzahl

BILD 7: Eigenformen elastischer Rotoren

Das Rechenprogramm ermittelt die Ausgleichsgewichte und -winkel in 1, 2, 3 oder 4 Ausgleichsebenen für elastische Rotoren mit isotroper (BILD 8a) oder anisotroper (BILD 8b) Steifigkeit.

Das Auswuchtverfahren erfordert je nach Anzahl der zu beeinflussenden Zustände eine Reihe von Testläufen mit Testgewichten, bei denen die Unwuchtschwingungen gemessen werden.

Bei jedem Testlauf ist nur ein Testgewicht in eine Ausgleichsebene anzusetzen. Die Anzahl der Testläufe, die erforderlich sind, ist bei einem isotropen Rotor gleich der Anzahl der Ausgleichsebenen bzw. Zustände. Bei einem anisotropen Rotor ist sie doppelt so groß, wobei die Testgewichte in den Hauptachsen anzusetzen sind (BILD 8).



1, 2 Hauptachsen

a) isotrop

b) anisotrop

BILD 8: Beispiel für isotropen und anisotropen Rotor

## 7.2 Hinweise zum Betriebsauswuchten elastischer Rotoren

Die Betriebsdrehzahl des in Bild 9 dargestellten isotropen Rotors ist in der Nähe der zweiten kritischen Drehzahl. Die Durchbiegung des elastischen Rotors bei Betriebsdrehzahl ist identisch der Darstellung in Bild 7b. Um diesen Rotor auszuwuchten, ist es notwendig, in 4 Ausgleichsebenen Ausgleichsgewichte anzubringen.

Zur Ermittlung der Ausgleichsgewichte und des Ausgleichsortes sind Messungen bei drei Auswuchtdrehzahlen erforderlich.

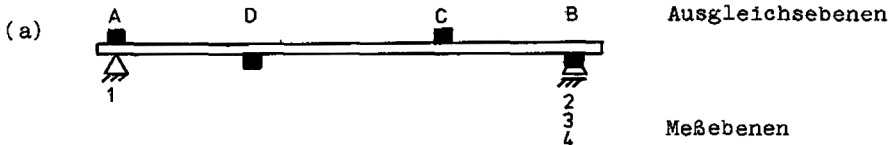
Drehzahl  $n_1$  = für den niedrigtourigen Ausgleich des noch starren Rotors.

Drehzahl  $n_2$  = für den hochtourigen Ausgleich des sich verformenden Rotors in der 1. Biege-eigenform

Drehzahl  $n_3$  = für den hochtourigen Ausgleich des sich verformenden Rotors in der 2. Biege-eigenform

Die 1. Drehzahl sollte dabei so niedrig wie möglich liegen ( $\leq 50\%$  der 1. biegekritischen Drehzahl), damit die Auswirkung der inneren Biegemomente noch nicht zu einer meßbaren Verformung des Rotors führen.

Die 2. Drehzahl muß auf jeden Fall im biegeelastischen Bereich (1. Biegeeigenform) des Rotors liegen, damit die inneren Biegemomente zu einer meßbaren Verformung des Rotors führen. Die 3. Drehzahl muß im Bereich der 2. Biegeeigenform liegen.



oder

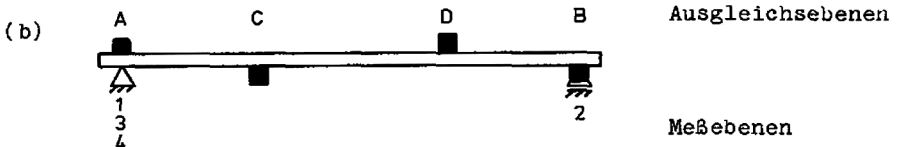


BILD 9: Ausgleichs- und Meßebenen des Rotors  
(4-Ebenen Problem, isotrop)

## 7.3 VIER-EBENEN-AUSWUCHTEN

### 7.3.1 Ablauf der Messung: (4-Ebenen, isotrop)

#### Meßlauf 1 (UU)

Messen von Betrag und Winkellage der Unwuchtschwingung bei unterkritischer Drehzahl ( $n_1$ ) an den Meßstellen 1 und 2 (Urunwuchtlauf).

#### Meßlauf 2 (UU)

Erhöhung der Rotordrehzahl bis in die Nähe der ersten biegekritischen Drehzahl ( $n_2$ ). Messen von Betrag und Winkellage an den Meßstellen 1 oder 2. Es sollte die Meßstelle ausgewählt werden, die im Vergleich zu den bei Messung 1 erhaltenen Meßwerten die größten Änderungen aufweist. Die ausgewählte Meßstelle wird mit Meßstelle 3 bezeichnet.

#### Meßlauf 3 (UU)

Erhöhung der Rotordrehzahl bis in die Nähe der zweiten biegekritischen Drehzahl ( $n_3$ ). Messen von Betrag und Winkellage an den Meßstellen 1 oder 2. Es sollte die Meßstelle ausgewählt werden, die im Vergleich zu den bei Messung 1 und 2 erhaltenen Meßwerten die größten Änderungen aufweist. Die ausgewählte Meßstelle wird mit Meßstelle 4 bezeichnet.

#### Meßlauf 4 (T1)

Ansetzen eines Testgewichtes in der Ausgleichsebene A und Messen von Betrag und Winkellage der Unwuchtschwingung bei unterkritischer Drehzahl  $n_1$  an den Meßstellen 1 und 2. Erhöhung der Drehzahl bis in die Nähe der ersten biegekritischen Drehzahl  $n_2$  und Messen der Unwuchtschwingung an der Meßstelle 3. Erhöhung der Drehzahl bis in die Nähe der zweiten biegekritischen Drehzahl  $n_3$  und Messen der Unwuchtschwingung an der Meßstelle 4. Testgewicht entfernen.

#### Meßlauf 5 (T2)

Ansetzen eines Testgewichtes in Ausgleichsebene B. Sonstiger Ablauf wie unter Punkt 4 beschrieben.

#### Meßlauf 6 (T3)

Ansetzen eines Testgewichtes in Ausgleichsebene C. Sonstiger Ablauf wie unter Punkt 4 beschrieben.

#### Meßlauf 7 (T4)

Ansetzen eines Testgewichtes in Ausgleichsebene D. Sonstiger Ablauf wie unter Punkt 4 beschrieben.

Aufruf des Programms "4-AUSGLEICHSEBENEN" und Eingabe der Meßwerte entsprechend Benutzerdialog.

7.3.2 Beispiel: 4-Ebenen-Auswuchten, i s o t r o p

Tastenfolge	Anzeige	
<input type="checkbox"/> ON	WORKING 0.0 USER	Einschalten d. Rechners
<input type="checkbox"/> DEUTSCH	COPYRIGHT BY SCHENCK	Wahl d. Dialogsprache
	WAEHLE PROG	Wahl d. Ausgleichsebenen
4	ANISOTROP?	Ist d. Rotor anisotrop?
<input type="checkbox"/> NEIN	0	
<input type="checkbox"/> R/S	WINKELTEIL?	
360	3 6 0	Winkelteilung
<input type="checkbox"/> R/S	UU:AMPL A = ?	Amplitude d. Unwucht in Ebene A
12	1 2	Meßwert Ebene A Meßlauf 1
<input type="checkbox"/> R/S	UU:WINKL A = ?	Winkellage d. Urunwucht in Ebene A
40	4 0	Meßwert Ebene A Meßlauf
<input type="checkbox"/> R/S	UU:AMPL B = ?	Amplitude d. Unwucht in Ebene B

Die Meßwerte werden weiter, analog der Benutzerführung durch den Rechner für die Ebenen C und D, eingegeben.



Der Rechner führt das Programm aus. Das Ergebnis wird akustisch angekündigt und angezeigt.

MASSE A	Ausgleichsmasse in
22.5	Ebene A

**R/S**

ORT A	Anbringungsort der
304.4	Ausgleichsmasse in
	Ebene A

Durch Drücken der R/S-Taste lassen sich noch die übrigen Ergebniswerte ausgeben.  
Die Art des Ergebniswerts, z. B. MASSE A wird nur kurzzeitig eingeblendet und wechselt automatisch in den entsprechenden Zahlenwert. Um sicherzustellen, um welchen Zahlenwert es sich handelt, ist das zuletzt erscheinende Ergebnis folgendermaßen - beliebig oft - wiederholbar:

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
	22.5	Ergebniswert
<b>REP</b> <b>R/S</b>	MASSE A 22.5	Wiederholung d. Ergebniswert
<b>R/S</b>		nächster Ergebniswert

### 7.3.3

#### Hinweise zum Auswuchten von anisotropen Rotoren

Für einen anisotropen Rotor gemäß BILD 8b, ist die doppelte Anzahl von Testläufen erforderlich.

#### Bitte beachten

Ansetzen der Testgewichte nur in den Hauptachsen zulässig.

7.3.4 Beispiel: 4-Ebenen-Auswuchten, a n i s o t r o p

Tastenfolge	Anzeige	
	WAEHLE PROG	
4	ANISOTROP?	Ist d. Rotor anisotrop?
<input type="checkbox"/> JA	1	Ja/Nein hier: JA
<input type="checkbox"/> R/S	WINKELTEIL = ?	
360	3 6 0	Winkelteilung
<input type="checkbox"/> R/S	UU:AMPL A = ?	
28	2 8	Meßwert Ebene A Meßlauf 1
<input type="checkbox"/> R/S		

Eingabe des Betrags und der Winkellage der Unwuchtschwingung bei unterkritischer Drehzahl für die Meßstellen A bis D. Anschließend Testgewicht in Meße Ebene A an der 1. Hauptachse anbringen und Meßwerte für die einzelnen Meßstellen nacheinander eingeben. Testgewicht aus Meße Ebene 1 entfernen und nacheinander in den Meße Ebenen B, C und D jeweils an der 1. Hauptachse anbringen. Meßwerte eingeben.

	T1:MASSE A = ?	Masse d. Testgewichts
56	5 6	Testgewicht in Ebene A
<input type="checkbox"/> R/S	T1:ORT A = ?	Anbringungsort d. Testgewichts
140	1 4 0	Hauptachse 1 in Ebene A
<input type="checkbox"/> R/S	T1:AMPL A = ?	Amplitude d. Testlaufs in Ebene A

Eingabe analog für die Amplituden und Winkellagen der Meße Ebenen B, C und D.

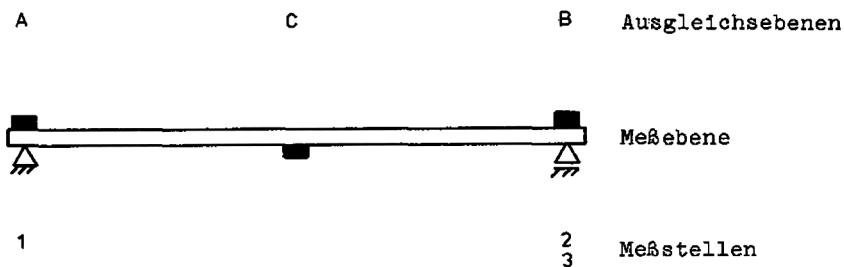
Das Testgewicht wird nun nacheinander an der 2. Hauptachse in den Ebenen A, B, C und D befestigt. Zur Unterscheidung gegenüber den zuvor durch Befestigung des Testgewichts an der 1. Hauptachse erhaltenen Meßwerte werden diese Meßwerte mit A,/ B,/ C, und D, bezeichnet. Meßwerte entsprechend Benutzerdialog eingeben.

Tastenfolge	Anzeige	
	T1:AMPL A, = ?	Amplitude der Unwucht in Ebene A, Testlauf 1
25	2 5	Meßwert Ebene A, Testlauf 1
<b>R/S</b>	T1:WINKL A, = ?	Winkellage d. Unwucht in Ebene A, Testlauf 1
230	2 3 0	Meßwert Ebene A, Testlauf 1

Ausgabe der Ausgleichswerte ist identisch der Ausgabe bei isotropen Rotoren.

#### 7.4 Hinweise für das Betriebsauswuchten in drei Ebenen

Für das Auswuchten in 3-Ebenen zeigt BILD 10 schematisch die Festlegung der Meß- und Ausgleichsebenen und die möglichen Meßstellen.





**BILD 10:** Ausgleichs- und Meßebenen bei dem 3-Ebenen-Auswuchten eines Rotors

Auf eine Beschreibung zur Bedienung des Rechners wird hier verzichtet. Die Bedienung geschieht analog zum 4-Ebenen-Auswuchten, lediglich um die Ebene D reduziert.

## 8. KORREKTURPROGRAMM, ZWISCHENRECHNUNGEN

### 8.1 Eingabe in X- und Y- Komponenten

In den vorangegangenen Beispielen wurde vorausgesetzt, daß die Meßwerte der Unwuchtschwingung als Betrags- und Winkelwert von dem Auswuchtgerät angezeigt werden. Falls das Meßgerät jedoch die Unwuchtschwingung in die X- und Y-Komponente zerlegt anzeigt, so lassen sich diese Meßwerte direkt nach Drücken von

AUSGLEICHSEBENEN		
	1 <input type="text"/>	(für 1 Ausgleichsebene)
	2 <input type="text"/>	(für 2 Ausgleichsebenen) etc.

eingeben.

### 8.2 Korrektur der Eingabewerte

- Während eines beliebigen Dialogprogramms, können Eingabefehler durch das Drücken der Löschtaste LÖSCH eliminiert und neu eingegeben werden. Voraussetzung dabei ist, daß der Eingabevorgang nicht durch den R/S-Befehl abgeschlossen wurde.
- Während eines Dialog-Hauptprogramms (1, 2, 3, 4-Ebenen-Betriebsauswuchten) lassen sich Eingabefehler korrigieren, die per R/S-Befehl in den Rechner eingelesen wurden.

Am Ende eines jeden Auswuchtprogramms wird die Frage "Korrektur?" gestellt, die mit einem JA- oder NEIN-Befehl quittiert werden muß. Bei JA wird zur Eingabe des korrigierten Wortes aufgefordert.

Die Eingabedaten werden vom Rechner wieder in der eingegebenen Reihenfolge angezeigt, und die Eingabedaten können mit den Meßdaten verglichen werden.

Ist die zu korrigierende Stelle erreicht, wird nach den Befehlen START und R/S der neue Wert eingegeben und durch Drücken von R/S ins Programm übernommen. Der Überprüfungsdialog kann zur weiteren Überprüfung fortgesetzt oder mit STOP abgebrochen werden. Eine Korrektur der Winkelteilung ist nicht möglich und auch nicht sinnvoll, da die Winkelteilung nach der Rechnung durch das Ausgabeprogramm geändert werden kann. Am Beispiel des 1-Ebenen-Programms (Kap 5.1) soll dies verdeutlicht werden.

Beispiel

Nach Eingabe der Meßwerte wird im Display des Auswertegeräts "KORREKTUR?" angezeigt.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
	KORREKTUR?	Sind Eingabewerte richtig eingegeben worden oder müssen sie berichtigt werden?
<b>JA</b>	1	Ja/Nein hier: JA
<b>R/S</b>	WINKEL/TEIL = 360	) )
<b>R/S</b>	UU:AMPL A = 12.00	) Das Programm mit ) R/S, bis zum ) Wert der korri-
<b>R/S</b>	UU:WINKL A = 40.00	) giert werden soll, ) durchlaufen. )
<b>R/S</b>	T1:MASSE A 10.00	) Dieser Wert ist ) falsch und soll be-
<b>S T A R T</b>	5	) richtigt werden.  Start d. Korrekturprogramms
<b>R/S</b>	NEUER WERT = ?	Korrekten Wert eingeben
20	2 0	20 ist korrekter Wert
<b>R/S</b>	T1:ORT A = 0.00	Nachfolgenden Wert eingeben.
Durch Drücken der Taste	<b>S T O P</b>	kann das Korrekturprogramm
abgebrochen werden.	6	Ende d. Korrekturprogramms
<b>R/S</b>	KORREKTUR?	Soll d. Korrekturprogramm nochmal aufgerufen werden?
<b>NEIN</b>	0	Ja/Nein hier: NEIN

Eingabe fortsetzen oder mit **R/S** Ergebnis zur Anzeige bringen.

## 9. Nachkorrektur des Unwuchtausgleichs

Ist das Ergebnis des Betriebswuchtens noch nicht zufriedenstellend, d. h. sind die Unwuchtschwingungen noch zu groß, ist eine Nachkorrektur erforderlich. Das Modul verfügt über das Unterprogramm "KONTR". Für die zuletzt durchgeführte und noch im Speicher befindliche Betriebswuchtung lassen sich die Meßwerte des Kontrolllaufs (ohne neue Testläufe) in den Rechner eingeben.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="text" value="KONTR"/>	KL:AMPL A = ?	
3.2	3.2	Meßwert
<input type="text" value="R/S"/>	KL:ORT A = ?	
135	1 3 5	Meßwert
<input type="text" value="R/S"/>	KORREKTUR?	
<input type="text" value="NEIN"/>	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="text" value="R/S"/>	MASSE A = 1.91	Korrekturwert nach Kontrolllauf
<input type="text" value="R/S"/>	ORT A = 150.24	Korrekturort nach Kontrolllauf

Die errechnete Masse wird zusätzlich am errechneten Ort angebracht. Auch hier kann das Ergebnis wie in BILD 3 beschrieben, beliebig oft und in beliebiger Reihenfolge abgerufen werden.

Die Korrekturen können beliebig oft fortgesetzt werden. Es ist sinnvoll dann aufzuhören, wenn die zulässigen Toleranzen erreicht worden sind.

## 10. AUSGABEVARIATIONEN

### Beispiel am Betriebsauswuchten in einer Ebene

#### 10.1 POLAR

Ausgabe der Ausgleichswerte in polarer Form  
für neue Winkelteilung bzw. Wiederholung der gesamten  
Ergebnisausgabe

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">POLAR</span>	WINKELTEIL = ?	
8	8	Eingabewert alt/neu z. B. 8
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R/S</span>	MASSE A = 7.15	
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R/S</span>	ORT A = 1.23	

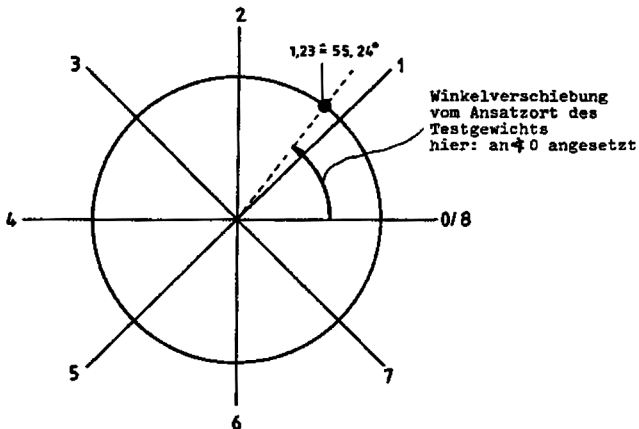


BILD 11: Beispiel für Winkelteilung 8

10.2 90°

Ausgabe der Ausgleichswerte in 90°-Komponenten

Sind an einem Rotor 4 rechtwinklig zueinander angeordnete Bohrungen zum montieren von Ausgleichsgewichten vorhanden, so läßt sich das errechnete Ausgleichsgewicht und die Lage in Polarform auf 2 Ausgleichsgewichte aufteilen.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>
90°	X-MASSE A = 4.08
<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R/S</span>	Y-MASSE A = 5.87

Ist der Zahlenwert mit einem negativen Vorzeichen versehen, werden die Gewichte an den entsprechenden negativen Achsen angebracht.

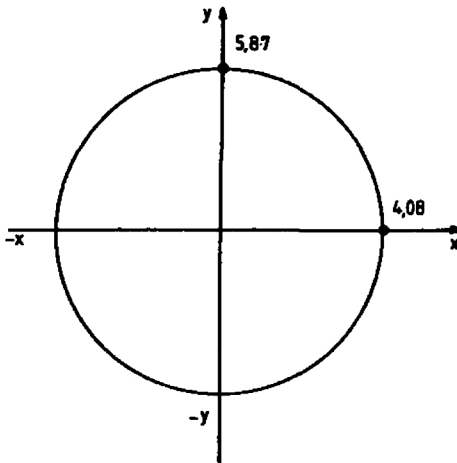


BILD 12: Beispiel für 90°-Komponenten in X-/Y-Ausgabe



### 10.3 FEST

#### Ausgabe der Ausgleichswerte verteilt auf fest vorgegebene Orte

Sind z. B. 8 Ausgleichsorte gleicher Winkelteilung vorhanden (z. B. Lüfterschaufeln), so läßt sich das für den polaren Ausgleich errechnete Ausgleichsgewicht auf 2 benachbarte Ausgleichsorte aufteilen.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="text" value="FEST"/>	FESTORTE = ?	
8	8	Eingabe d. Ausgleichsorte
<input type="text" value="R/S"/>	MASSE A 1 = 5.77	Ausgleichswert 1
<input type="text" value="R/S"/>	ORT A 1 = 1.00	Ausgleichsort f. Wert 1
<input type="text" value="R/S"/>	MASSE A 2 = 1.80	Ausgleichswert 2
<input type="text" value="R/S"/>	ORT A 2 = 2.00	Ausgleichsort f. Wert 2

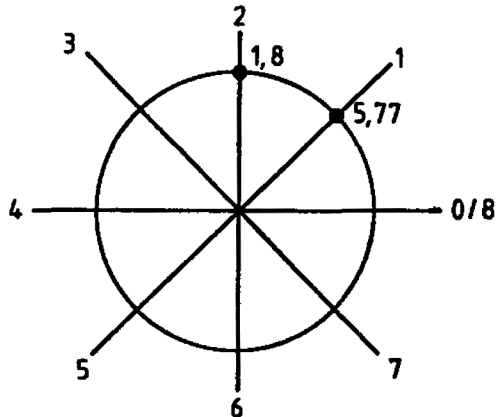


BILD 13: Beispiel für Festortausgleich bei Winkelteilung 8

10.4 ~~4~~

Ausgleich durch Winkelspreizung vorhandener Ausgleichsgewichte gleicher Masse

- Schleifscheibenauswuchten -

Für den Urunwuchtlauf werden die vorhandenen "Wuchtsteine" neutralisiert, d. h. 2 Wuchtsteine werden um  $180^\circ$ , 3 Wuchtsteine um  $120^\circ$  und 4 Wuchtsteine um  $90^\circ$  versetzt und damit "neutralisiert". Anschließend werden 1 oder 2 Wuchtsteine so verschoben, daß sie als Testgewicht fungieren.

Nach den Testläufen werden die Orte der definierten "Wuchtsteine" aus dem Polar-Ergebnis bestimmt.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
	ZAHL STEINE?	
3	3	Anzahl 2, 3, 4
<u>R/S</u>	MASSE STEIN?	<u>Einheit g, kg etc. eines Steins</u>
5	5	
<u>R/S</u>	ORT A1 = 325.69	Platzierungsort 1
<u>R/S</u>	ORT A2 = 144.78	Platzierungsort 2
<u>R/S</u>	ORT A3 = 10.24	Platzierungsort 3

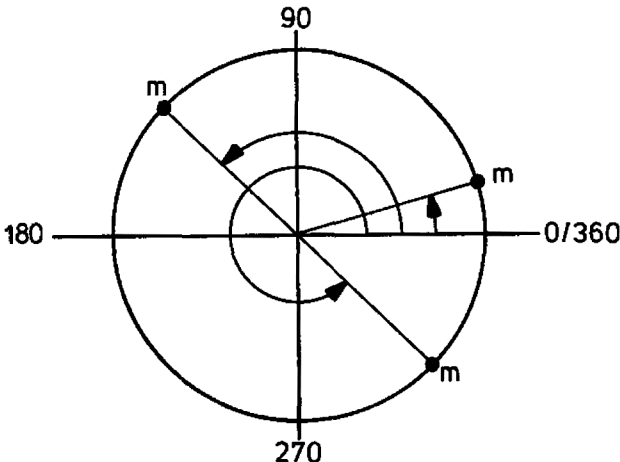


BILD 14: Beispiel für Winkelspreizung bei 3 Ausgleichsgewichten

10.5 SUM

Zusammenfassen mehrerer Ausgleichgewichte

Das Unterprogramm SUM (Summation) ermöglicht die Zusammenfassung verschiedener Ausgleichsmassen an verschiedenen Orten zu einer Ausgleichsmasse an einem Ort. Dies ist oft nach den unter Punkt 9.5 beschriebenen Nachwuchtungen (Korrekturen) erwünscht.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="checkbox"/> SUM	WINKELTEIL = ?	Winkelteilung
360	3 6 0	
<input type="checkbox"/> R/S	MASSE 1 = ?	
1.91	1.9 1	Masse d. Betriebsauswuchtung
<input type="checkbox"/> R/S	ORT 1 = ?	Anbringungsort 1
150.24	1 5 0.2 4	
<input type="checkbox"/> R/S	MASSE 2 = ?	Masse d. Korrekturlaufs
7.15	7.1 5	
<input type="checkbox"/> R/S	ORT 2 = ?	Anbringungsort 2
55.24	5 5.2 4	
<input type="checkbox"/> R/S	MASSE 3 = ?	
<input type="checkbox"/> R/S		Ende

Ist keine weitere Masse mehr vorhanden, wird das Programm direkt durchden R/S-Befehl gestartet. Die Anzahl der Massen ist nicht begrenzt. Das Ende der Eingabe erfolgt durch Masse = 0 oder Winkel = 0 .

	MASSE =	Summationsmasse
	7.24	
<input type="checkbox"/> R/S	ORT =	Summationsort
	7 0.4 8	

## 11. KRAFT

### Berechnung der Zentrifugalkraft

Das Programm errechnet aus der am Rotor angebrachten Masse, dem Ausgleichsradius und der Rotordrehzahl die auf die Befestigungsart der Ausgleichsmasse wirkende Fliehkraft.

Besonders bei schnelllaufenden Rotoren ( $F_z \sim \omega^2$ ) ist die Kenntnis der Zentrifugalkraft für die Berechnung der Befestigung und Auswahl der Befestigungsart notwendig.

Eingabe in kg, Meter, U/min.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<b>KRAFT</b>	MASSE/KG = ?	Masse eines am Rotor anzubringenden Gewichts in Kg
0.5	0.5	0.5 kg
<b>R/S</b>	RADIUS/M = ?	Abstand der Masse zur Drehachse des Rotors in Meter
0.3	0.3	0.3 m
<b>R/S</b>	UMDREH/MIN = ?	Rotordrehzahl in U/min
1500	1 5 0 0	1500 U/min
<b>R/S</b>	ZENTR. KRAFT/N 3701.10	Ergebnis: Zentrifugalkraft in Newton

alternativ: Eingabe in Unzen, Inch, U/min

<b>KRAFT</b>	MASSE/OUNCE = ?	Masse eines am Rotor anzubringenden Gewichts in Unzen
17.64	1 7.6 4	17.64 ounce
<b>R/S</b>	RADIUS/INCH = ?	Abstand der Masse zur Drehachse des Rotors in Inch (Zoll)
11.81	1 1.8 1	11.81 inch
<b>R/S</b>	UMDREH/MIN = ?	Rotordrehzahl in U/min
1500	1 5 0 0	1500 U/min
<b>R/S</b>	ZENTR. KRAFT/N 3701.10	Ergebnis: Zentrifugalkraft in Newton

## 12. RIEMEN

### Berechnung der Riemendrehzahl

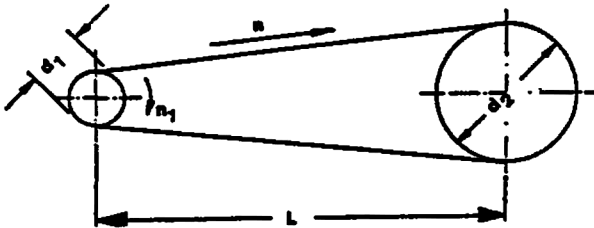
Bei der Frequenzanalyse werden die Frequenzen (Drehzahlen) und die zugehörigen Amplituden von Teilschwingungen eines Schwingungsgemisches ermittelt.

Oft ist es schwierig, Teilschwingungen ihren Erregern zuzuordnen, da die Drehzahlen von möglichen Schwingungserregern nicht bekannt sind.

Ein typisches Beispiel hierfür sind Schwingungen, die von Antriebsriemen verursacht werden. Fehlerhafte Antriebsriemen erzeugen Schwingungen mit ihrer Bewegungsfrequenz (-drehzahl). Möglich sind auch Schwingungen mit der doppelten Bewegungsfrequenz ( $2 \times f_{\text{Riemen}}$ ).

Das Unterprogramm "Riemen" ist so aufgebaut, daß es die Riemendrehzahl ausschließlich aus leicht meßbaren geometrischen Daten bestimmt. Die Festlegung welche Riemenscheibe mit  $d_1$  und  $n_1$  bezeichnet wird, ist gleich (BILD 15).

### Beispiel 1



### Beispiel 2

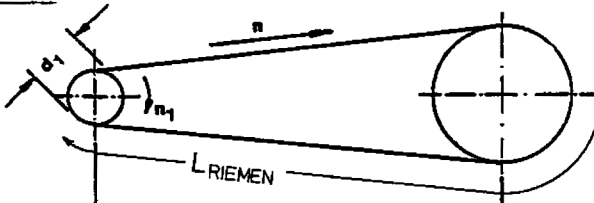


BILD 15: Benötigte Größen zur Berechnung der Riemendrehzahl

Beispiel 1

Tastenfolge

Anzeige

Hinweis

**RIEMEN**

DREHZAHL 1 = ?

Drehzahl Riemenscheibe 1

1500

1 5 0 0

**R/S**

DURCHMESS. 1?

Durchmesser Riemenscheibe 1

100

1 0 0

**R/S**

DURCHMESS. 2?

Durchmesser Riemenscheibe 2

200

2 0 0

**R/S**

1 - 2 ABSTAND?

Abstand d. Riemenscheiben

300

3 0 0

**R/S**

RIEMENDREHZ.  
4 3 6.5 0

Riemendrehzahl

**R/S**

RIEMENLAENGE  
1 0 7 9.5 9

Riemenlänge

Beispiel 2

**RIEMEN**

**RIEMEN**

DREHZAHL 1 = ?

Drehzahl Riemenscheibe 1

1500

1 5 0 0

**R/S**

DURCHMESS. 1 = ?

Durchmesser Riemenscheibe 1

100

1 0 0

**R/S**

RIEMENLAENGE?

Riemenlänge

1080

1 0 8 0

**R/S**

RIEMENDREHZ.  
4 3 6.3 3

Riemendrehzahl

### 13. KOEFF

#### Auswuchten im Wiederholungsfall

##### 13.1 Aus-/Eingabe der Koeffizienten (Einflußzahlen)

Bei vielen Rotoren genügt ein einmaliges Auswuchten nicht. Sie müssen in regelmäßigen Abständen nachgewuchtet werden. Zum Nachwuchten kann man ein vereinfachtes Auswerteverfahren anwenden, wenn beim erstmaligen Auswuchten des Rotors die Einflußzahlen notiert wurden. Das Auswuchten im Wiederholungsfall ist nur möglich, wenn an der Maschine keine Veränderungen vorgenommen wurden (Aus-/Einbau des Rotors, Änderung der Lagerung, Drehzahl etc.).

Zur Ausführung der Nachwuchtung müssen dann die Einflußzahlen der Maschine nach der Programmwahl und Wahl der Winkelteilung wieder in den Rechner eingegeben werden. Der weitere Programmablauf ist dann der gleiche wie bei einer Nachkorrektur (siehe Kap. 9).

Nach einem erfolgten Betriebsauswuchten lassen sich die Einflußzahlen dieser Wuchtung mit folgenden Ausgabegeräten anzeigen bzw. registrieren:

Anzeige im Display	=	Ausgabegerät Nr. 0
Registrierung durch Drucker	=	Ausgabegerät Nr. 1
Registrierung durch Magnetkarte	=	Ausgabegerät Nr. 2
Registrierung durch Magnetband	=	Ausgabegerät Nr. 3

Die Ausgabe der Koeffizienten auf Drucker, Magnetkarte und Magnetband ist durch das jeweilige Hewlett Packard Zusatzgerät möglich.

##### 13.1.1 Ausgabe der Koeffizienten m i t Drucker

Beispiel:

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="text" value="KOEFF"/>	AUSG. GERAET?	Ausgabegerät
1	1	Drucker
<input type="text" value="R/S"/>	PROBLEMNAME?	Zur Identifikation
P R O ... E R SPACE gelb 4	PROZESSLUEFTER 4	*)
<input type="text" value="R/S"/>		

- \*) Eingabe max. 22 Zeichen z. B. Prozesslüfter 4 (15 Zeichen). Es gelten die blauen Buchstaben und Zeichen. In Verbindung mit der gelb-Taste gelten die Zahlen. Bei Verwendung des HP-Digitalkassettenlaufwerks (Zubehörteil) wird der Problemname auch als Dateiname verwendet.

Beispiel:

Für den in einer Ebene ausgewuchteten Prozesslüfter 4 sollen die Einflußkoeffizienten ausgegeben und anschließend wieder eingegeben werden.

13.1.2 Ausgabe der Koeffizienten im Display

Dokumentation der Werte kann durch Aufschreiben der Einflußzahlen erfolgen.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="text" value="KOEFF"/>	AUSG. GERAETE?	
0	0	
<input type="text" value="R/S"/>	D1 = 1.0	
<input type="text" value="R/S"/>	D2 = 1.0	
<input type="text" value="R/S"/>	D3 = 0.595857	
<input type="text" value="R/S"/>	D4 = 15.23786	
<input type="text" value="R/S"/>	0.0	Ende d. Ausgabe

13.1.3 Eingabe der Koeffizienten

Zur Ausführung der Nachwuchtung müssen die Koeffizienten in den Rechner eingegeben werden. Die Eingabe geschieht unmittelbar nach dem Einschalten des Rechners. Durch den Informationsgehalt der Koeffizienten wird sofort das zugehörige Programm gestartet.

Folgende Eingabemöglichkeiten sind vorhanden:

- durch Tastatur = Eingabegerät Nr. 0 oder Nr. 1
- durch Magnetkarte = Eingabegerät Nr. 2
- durch Magnetband = Eingabegerät Nr. 3



Eingabe der Koeffizienten von Prozeßlüfter 4

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
<input type="button" value="ON"/>	0.00 USER	Einschalten d. Geräts
<input type="button" value="KOEFF"/>	EING. GERAET = ?	wähle Eingabegerät
0 oder 1	0	0 oder 1 hier: "0"
<input type="button" value="R/S"/>	D1 = ?	
1.0	1.0	
<input type="button" value="R/S"/>	D2 = ?	
1.0	1.0	
<input type="button" value="R/S"/>	D3 = ?	
0.595857	0.595857	
<input type="button" value="R/S"/>	D4 = ?	
15.23786	15.23786	
<input type="button" value="R/S"/>	KORREKTUR?	
<input type="button" value="NEIN"/>	0	Ja/Nein hier: NEIN
<input type="button" value="R/S"/>	KL: AMPL A = ?	

Eingabe der Meßwerte in das nun laufende Dialogprogramm für das Ein-Ebenen-Betriebsauswuchten.

Ergebnis  
Masse, Winkellage

Anmerkung: Muß ein Koeffizient mit einem negativen Vorzeichen eingegeben werden, so ist der Zahlenwert durch den Tastenbefehl CHS zu ändern.

<u>Tastenfolge</u>	<u>Anzeige</u>	<u>Hinweis</u>
5 <input type="button" value="CHS"/>	- 5	Vorzeichenwechsel

14. FEHLERCODES (programmspezifisch)

Fehler	Ursache	Abhilfe
101	!Es sind keine Ein- !flußzahlen (Ko- !effizienten) vor- !handen	!Eingeben vorhan- !dener Einfluß- !zahlen
102	!Es sind keine Er- !gebnisse aus den !Auswuchtprogrammen !vorhanden	!Entsprechendes !Auswuchtprogramm !aufrufen und Meß- !werte neu einge- !ben
103	!Gewicht bzw. An- !zahl der Wucht- !steine zu klein, !um Unwucht aus- !gleichen zu können!	!Schwerere Wucht- !steine, mehr !Wuchtsteine
104	!Abstand der beiden !Riemenscheiben- !Mittelpunkte klei- !ner als die Summe !beider Scheibenra- !dien	!Maße überprüfen, !Werte neu einge- !ben
105	!Einflußkoeffizient !D1 = 0	!Prüfen, ob D1 = 0; !gegebenenfalls !neu eingeben

Warnung 11

Bei Betriebsauswuchten ab "2-EBENEN WUCHTEN" ist es möglich, daß während des Berechnens der Ausgleichgewichte, im Rechnerdisplay "WARNUNG 11" erscheint.

"WARNUNG 11" besagt, daß der Erfolg der Wuchtung gefährdet sein kann.

### Typisches Auslösekriterium:

Ein Einebenen-Auswuchtproblem wird als Mehr-Ebenen-Auswuchtproblem in den Rechner eingegeben.

Die Meßwerte von Testlauf 1 und 2 sind in diesem Falle nahezu identisch.

Da zum Berechnen der Ausgleichsgewichte und des Ausgleichsortes von voneinander unabhängigen Meßwerten des Testlaufs 1 und 2 ausgegangen wird, errechnet der Rechner aufgrund dieser linearen Zusammenhänge evtl. unrichtige Werte.

### Maßnahmen

Wenn "WARNUNG 11" am Display erscheint:

- Meßwerte auf lineare Zusammenhänge überprüfen, eventuell Meßwerte graphisch darstellen (siehe "graphisches Auswuchten in 2 Ebenen in der Betriebsanleitung für Auswuchtgeräte)

Durch Auswuchten in einer Ebene kann dann im allgemeinen ein erfolgreiches Wuchtergebnis erzielt werden.

Für das "3- und 4-EBENEN WUCHTEN" gelten die gleichen Zusammenhänge.

Auch hier sind die Meßwerte auf lineare Zusammenhänge zu überprüfen und ggf. die Anzahl der Auswuchtebenen zu reduzieren.

Anhang

Beispiele für Ausdrücke von Hauptprogrammen und Unterprogrammen.  
Die Daten werden zeitgleich mit der Rechneranzeige ausgedruckt.  
Die mit \*\*\* gekennzeichneten Daten sind Eingabewerte

AUSGLEICHSEBENE	Ergebnis	2)	FEST
2			
2-EBENEN WUCHTEN	MASSE A =		FESTORTE=?
WINKELTEIL.=?	ORT A =	8.20	8.00 ***
360.00 ***	MASSE B =	66.35	MASSE A1 =
UU: AMPL. A=?	ORT B =	6.00	4.65
15.30 ***	104.99		ORT A1 =
UU: WINKL A=?			1.00
52.00 ***			MASSE A2 =
UU: AMPL. B=?			4.22
12.40 ***			ORT A2 =
UU: WINKL B=?			2.00
182.00 ***			MASSE B1 =
T1: MASSE A=?			4.81
10.00 ***			ORT B1 =
T1: ORT A=?			2.00
0.00 ***			MASSE B2 =
T1: AMPL. A=?			2.49
17.50 ***			ORT B2 =
T1: WINKL A=?			3.00
99.00 ***			
T1: AMPL. B=?			
10.50 ***			
T1: WINKL B=?			
210.00 ***			
T1: MASS PERM.?			
0 ***			
0 = NEIN			
T2: MASSE B=?			
10.00 ***			
T2: ORT B=?			
0.00 ***			
T2: AMPL. A=?			
16.30 ***			
T2: WINKL A=?			
78.00 ***			
T2: AMPL. B=?			
19.50 ***			
T2: WINKL B=?			
215.00 ***			
T2: MASS PERM.?			
0 ***			
0 = NEIN			
KORREKTUR?			
0 ***			
0 = NEIN			
KONDI.T.N.=0.640			

Ausgabevariationen

1) 90°

X-MASSE A =	3.29
Y-MASSE A =	7.51
X-MASSE B =	-1.76
Y-MASSE B =	6.56

3) 4

ZAHL STEINE?	2.00 ***
MASSE STEIN?	100.00 ***
ORT A1 =	338.70
ORT A2 =	154.00
ORT B1 =	16.93
ORT B2 =	193.04

Hilfsprogramme

1a)  SUM

WINKELTEIL.=?	360.00	***
MASSE 1 =?	5.00	***
ORT 1 =?	88.00	***
MASSE 2 =?	7.90	***
ORT 2 =?	156.00	***
MASSE 3 =?	9.50	***
ORT 3 =?	354.00	***
MASSE 4 =?	8.00	***
MASSE =		
ORT =	8.38	
	73.11	

1b)  SUM

X-MASSE 1 =?	5.00	***
Y-MASSE 1 =?	6.00	***
X-MASSE 2 =?	7.00	***
Y-MASSE 2 =?	8.00	***
X-MASSE 3 =?	8.00	***
Y-MASSE 3 =?	8.00	***
X-MASSE =		
Y-MASSE =	12.00	
	14.00	

2a)  KOEFF

AUSG. GERÄT ?	1.00	***
PROBLEMMAME?		
ROTOR		
ROTOR		
B1=2.0		
B2=1.0		
B3=1.07692		
B4=-58.06073		
B5=0.583075		
B6=-247.597		
B7=0.475137		
B8=-90.38552		
B9=0.922220		
B10=36.78780		

2b)  KOEFF

EING. GERÄT ?	1.00	***
B1= ?	1.00	***
B2= ?	45.00	***
B3= ?	0.617381	***
B4= ?	173.634	***
KORREKTUR?	0	***
0 = NEIN		
1-EB. KONTROLLAUF		
KL: AMPL. A=?	5.00	***
KL: WINKL A=?	125.00	***
KORREKTUR?	0	***
0 = NEIN		
MASSE A =		
ORT A =	3.89	
	112.86	

3a) RIEMEN

DREHZAHL 1=?  
1000.00 \*\*\*  
DURCHMESS. 1?  
250.00 \*\*\*  
DURCHMESS. 2?  
300.00 \*\*\*  
1-2 ABSTAND?  
400.00 \*\*\*  
RIEMENDREHZ.=  
436.29

3b) ████████ RIEMEN

DREHZAHL 1=?  
1500.00 \*\*\*  
DURCHMESS. 1?  
300.00 \*\*\*  
RIEMENLANGE?  
1500.00 \*\*\*  
RIEMENDREHZ.=  
942.48

4a) KRAFT

MASSE/KG =?  
450.00 \*\*\*  
RADIUS/M =?  
0.50 \*\*\*  
UMDREH./MIN?  
1500.00 \*\*\*  
ZENTR.KRAFT/N  
5551652.42

4b) ████████ KRAFT

MASSE/OUNCE?  
500.00 \*\*\*  
RADIUS/INCH?  
5.00 \*\*\*  
UMDREH./MIN?  
3000.00 \*\*\*  
ZENTR.KRAFT/N  
177675.00





CARL SCHENCK AG · Postfach 40 18 · D-6100 Darmstadt 1  
Telefon (0 61 51) 3 20 · Telex 4 196 940 cs d