

7. BESCHREIBUNG UND LISTING DER AUFGESTELLTEN PROGRAMME

In den vorliegenden Kapiteln werden die erwähnten Programme BAND, JORD, GAUSS1 und GAUSS2 beschrieben.

Alle vier in FORTRAN IV geschriebenen Programme liegen als SUBROUTINE vor und können an beliebiger Stelle durch eine CALL-Anweisung aufgerufen werden.

Die Ein- und Ausgabe der Programme BAND, GAUSS1 und GAUSS2 erfolgt über den COMMON-Bereich. In JORD erfolgt der Datenaustausch mit dem aufrufenden Programm über die Parameterliste.

In BAND, GAUSS1 und GAUSS2 werden nur eindimensionale Felder verwendet.

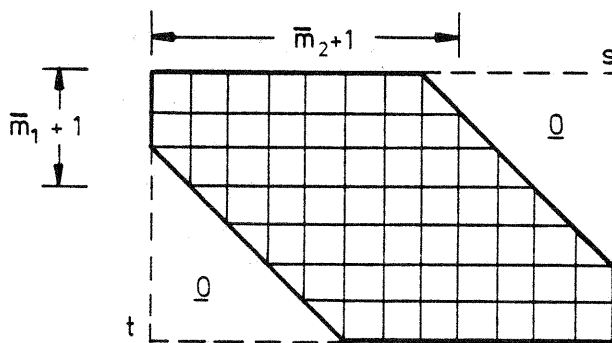
Den Beschreibungen der Subroutinen BAND, GAUSS1 und GAUSS2 sind jeweils ein aufrufendes Programm (Hauptprogramm) und sein Testlauf mit den notwendigen Kommandos hinzugefügt. Alle vier Programme sind auf dem Telefunkenrechner TR 445 getestet.

Da die Programme in der hier gezeigten Form nur Testzwecken dienen, wurde kein Wert auf Optimierung der Rechenzeit und des Speicherplatzbedarfs gelegt.

7.1 SUBROUTINE BAND +)

Die Subroutine BAND numeriert die Knoten und Elemente des zu berechnenden Tragwerks so um, daß die maximale Differenz der Nummern der Elemente, die einen Knoten des Tragwerks gemeinsam haben, möglichst klein wird. Die Bandbreiten der Topologiematrix C_{txs} des unnummerierten Tragwerks werden bestimmt (s.S. 56,59,86).

Bandstruktur von C :



- t : Anzahl der Knoten
s : Anzahl der Elemente
 \bar{m}_1 : untere Bandbreite (ohne Diagonalelement)
 \bar{m}_2 : obere Bandbreite (" ")

+))

Das hier angewandte Verfahren zur Optimierung der Bandbreite der nicht quadratischen Topologiematrix wurde erstmals von COLLINS [10] auf die symmetrische Topologiematrix der Verschiebungsmethode (Knoten-Knoten-zuordnungsmatrix) angewendet.

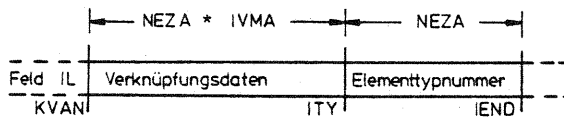
Beschreibung der Eingabedaten :

BAND benötigt als Eingabe die Verknüpfungsdaten (Element-Knotenzuordnungsdaten) und andere Parameter, die über einen COMMON - Bereich an BAND geliefert werden. Im folgenden sind die einzelnen Parameter beschrieben.

IL ist ein eindimensionales INTEGER*4 Feld. Es muß ein Feld des COMMON - Bereichs des aufrufenden Programms sein. Die ersten 350 Elemente von IL sind für die Übertragung einfacher Variablen reserviert. Durch eine EQUIVALENCE - Anweisung wird folgende Zuordnung der Variablennamen getroffen:

IL(3)	=	KA	:	Kanalnummer des Druckers
IL(10)	=	IEND	:	Adresse des letztbelegten Elements im COMMON
IL(34)	=	KNZA	$\hat{=}$	t
IL(45)	=	IVMA	:	Maximale Anzahl der Knoten an einem Element
IL(47)	=	KVAN	:	Anfangsadresse des Vektors, in dem die Verknüpfungsdaten gespeichert sind (KVAN \geq 351)
IL(46)	=	ITY	:	Anfangsadresse des Vektors, der die Elementtypnummern enthält
IL(4)	=	LANG	:	Länge des COMMON- Bereichs im aufrufenden Programm (LANG > 350)
IL(111)	=	IBAND	:	Steuerparameter Bei IBAND \neq 0 erfolgt keine Umnumerierung. Die Knoten-Elementverknüpfungsdaten werden jedoch aufgestellt. Ist IBAND = 0, so wird eine Umnumerierung durchgeführt.
IL(35)	=	NEZA	$\hat{=}$	s
IL(104)	=	NMAX	:	Maximale Anzahl der Elemente an einem Knoten.

COMMON - Belegung vor dem Aufruf:

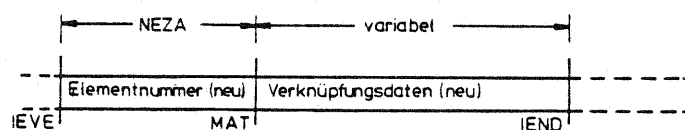
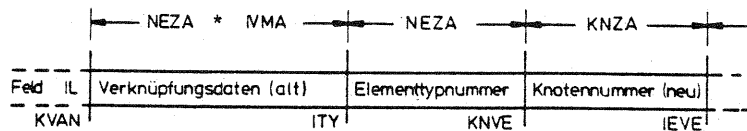


Beschreibung der Ausgabedaten :

Nach dem Aufruf werden die Knoten und Elemente des Tragwerks umnummeriert (bei IBAND = 0) und die Bandbreiten der Topologiematrix berechnet. Die neue Numerierung und die neuen Verknüpfungsdaten werden über den COMMON - Bereich an das aufrufende Programm geliefert.

- IL(49) = IEVE : Anfangsadresse des Vektors, der die neuen Nummern der Elemente enthält
- IL(50) = KNVE : Anfangsadresse des Vektors, in dem die neuen Nummern der Knoten gespeichert sind
- IL(51) = MAT : Anfangsadresse der neuen Verknüpfungsdaten (Knoten-Elemente)
- IL(52) = M1 $\hat{=}$ \bar{m}_1
- IL(53) = M2 $\hat{=}$ \bar{m}_2

COMMON - Belegung nach dem Aufruf von BAND :



Programmlisting:

```

10      SUBROUTINE BAND
20      CTEST, BAND, VERS.=22.06.1977*TOPCU
30      CUMNUMERIERUNG DER KNOTEN UND
40      CELEMENTE EINES TRAGWERKS
50      CAUFZURUFENDE PROGRAMME: BBREIT
60      CGETESTET AUF TELEFUNKENRECHNER TR 445
70      COMMON IL(500)
80      EQUIVALENCE
90      & (IL(3),KA), (IL(10),IEND), (IL(34),KNZA)
100     &, (IL(45),IVMA), (IL(47),KVAN), (IL(49),IEVE)
110     &, (IL(50),KNVE), (IL(51),MAT), (IL(52),M1)
120     &, (IL(53),M2), (IL(46),ITY), (IL(4),LANG)
130     &, (IL(35),NEZA), (IL(104),NMAX), (IL(111),IBAND)
140      CADRESSEN
150      IEL=KNZA*NMAX
160      KNVE=IEND
170      IEVE=KNVE+KNZA
180      MAT=IEVE+NEZA
190      K11=MAT+IEL
200      L1=K11+KNZA
210      K2=L1+NEZA
220      L2=K2+KNZA
230      K1=L2+NEZA
240      L3=K1+KNZA
250      K3=L3+NEZA
260      KE=K3+KNZA
270      MK=KE+IEL
280      IF(LANG.LE.MK+NEZA) GO TO 47
290      M1=0
300      M2=0
A ——— 310      CAUFSTELLEN DER TOPOLOGIEMATRIX
320      DO 49 I=1,KNZA
330      IL(KNVE+I)=I
340      IL(K11+I)=I
350      49  IL(K3+I)=0
360      I2=KVAN
370      I7=MK
380      I8=KE-NMAX
390      I9=MK-IVMA
400      DO 48 J=1,NEZA
410      IL(IEVE+J)=J
420      I1=IL(ITY+J)
430      GO TO (31,31,31,31,32,33,32,33), I1
440      31  I3=2
450      GO TO 35
460      32  I3=3
470      GO TO 35
480      33  I3=4
490      C1
500      C2
510      35  IL(L3+J)=I3
520      DO 50 K=1,I3
530      I1=IL(I2+K)
540      I4=IL(K3+I1)+1
550      IL(K3+I1)=I4
560      IL(I8+I1*NMAX+I4)=J
570      J1=I1-J
580      IF(J1.GT.M1) M1=J1
590      IF(-J1.GT.M2) M2=-J1
600      50  IL(I7+K)=I1
610      I2=I2+IVMA
B ——— 620      48  I7=I7+IVMA
630      M12=M1+M2
640      WRITE(KA,91)M1,M2,M12
650      91  FORMAT(/' URSFRUENGLICHE BANDBREITEN: '/
660      &' M1 =',I3/' M2 =',I3/' M12=',I3)
670      IF(IBAND) 1,2,1
680      1  WRITE(KA,3)
690      3  FORMAT(/' URSPRUENGLICHE (KEINE UMMERIERUNG)')

```

```

C ----- 700      GO TO 4
          710      2      I1=L1+1
          720      DO 70 L=1,KNZA
          730      M11=0
          740      M22=0
          750      DO 62 J2=I1,L3
          760      62      IL(J2)=0
          770      IL(K2+L)=1
          780      IL(K1+1)=L
          790      K=1
          800      K4=K1+1
          810      M4=L1+1
          820      J=0
          830      K5=0
          840      CUMNUMERIERUNG DER KNOTEN
          850      67      CALL BBREIT(K4,K5,K1,K3,I8,NMAX
          860      &,J,L2,L1,M11,M22,M12,J5,&70)
          870      CUMNUMERIERUNG DER ELEMENTE
          880      CALL BBREIT(M4,J5,L1,L3,I9,IVMA
          890      &,K,K2,K1,M22,M11,M12,K5,&70)
          900      IF(J.EQ.NEZA) GO TO 68
          910      GO TO 67
          920      68      I2=KNZA+NEZA
          930      DO 69 I=1,I2
          940      69      IL(KNVE+I)=IL(K2+I)
          950      DO 71 I=1,KNZA
          960      71      IL(K11+I)=IL(K1+I)
          970      M1=M11
          980      M2=M22
          990      M12=M11+M22
          1000     LL=L
          1010     70      CONTINUE
          1020     WRITE(KA,59)LL,M1,M2,M12
          1030     59      FORMAT(// ' NEUE BANDBREITEN BEI KNOTEN=',I3/
          1040     &' M1 =',I3/' M2 =',I3/' M12=',I3)
          1050     WRITE(KA,80) (IL(KNVE+I),I=1,KNZA)
          1060     80      FORMAT(// ' NEUE NUMMERN DER KNOTEN: '//15(X,I3))
          1070     WRITE(KA,81) (IL(IEVE+I),I=1,NEZA)
          1080     81      FORMAT(// ' NEUE NUMMERN DER ELEMENTE: '//15(X,I3))
          1090     WRITE(KA,5)
          1100     5      FORMAT(// ' NEUE')
          1110     4      WRITE(KA,85)
          1120     85      FORMAT(' VERKNUEPFUNGSDATEN'
          1130     &/' (KNOTEN-ELEMENTE):')
          1140     J2=MAT+1
          1150     IEND=MAT+KNZA
          1160     DO 86 I=1,KNZA
          1170     I3=IL(K11+I)
          1180     J1=IL(K3+I3)
          1190     IEND=IEND+J1
          1200     IL(J2)=J1
          1210     I1=I8+I3*NMAX
          1220     DO 87 J=1,J1
          1230     87      IL(J2+J)=IL(IEVE+IL(I1+J))
          1240     WRITE(KA,56)I,J1,(IL(J2+K),K=1,J1)
          1250     56      FORMAT(X,50(I4))
          1260     86      J2=J2+J1+1
          1270     RETURN
          1280     47      STOP ' **** COMMON ZU KLEIN-BAND'
          1290     END
          1300     SUBROUTINE BBREIT(K4,K5,K1,K3,I8,NMAX
          1310     &,J,L2,L1,M11,M22,M12,J5,*)
          1320     CUMNUMERIERUNG DER KNOTEN UND ELEMENTE
          1330     CAUFRUFENDE PROGRAMME: BAND
          1340     COMMON IL(500)
          1350     67      K7=K4+K5
          1360     J5=-1
          1370     DO 63 J4=K4,K7
          1380     KB=J4-K1
          1390     I2=IL(J4)
          1400     I3=IL(K3+I2)
          1410     I4=I8+I2*NMAX
          1420     DO 64 J6=1,I3
          1430     I5=IL(I4+J6)
          1440     IF(IL(L2+I5).GT.0) GO TO 64
          1450     J=J+1
          1460     IL(L2+I5)=J
          1470     IL(L1+J)=I5
          1480     J1=J-K8
          1490     IF(J1.GT.M22) M22=J1
          1500     IF(-J1.GT.M11) M11=-J1
          1510     IF(M11+M22.GT.M12) RETURN 1
          1520     IF(M11+M22.EQ.M12.AND.M11.GE.M1) RETURN 1

```

```

1530      J5=J5+1
1540      64  CONTINUE
1550      63  CONTINUE
1560      K4=K7+1
1570      RETURN
1580      END

```

Von Marke A bis Marke B :

Die Topologiematrix wird in Form der Knoten - Elementverknüpfungsdaten aufgestellt. Dabei werden die Bandbreiten berechnet, die sich vor der Umnumerierung ergeben.

Von Marke C bis Marke D :

Die Knoten und Elemente werden für jeden Knoten (Schleife : $L = 1, KNZA$) einmal umnumeriert. Diese Aufgabe wird durch die Subroutine BBREIT erfüllt. Die Umnumerierung, die die kleinste Differenz der Nummern der an einem Knoten zusammenfallenden Elemente liefert, wird als neue Numerierung angenommen und die zugehörigen Bandbreiten werden berechnet. Anschließend werden die neuen Größen ausgegeben. Bei $IBAND \neq 0$ wird dieser Programmteil übersprungen.

Von Marke E bis Marke F :

Die neuen (bei $IBAND \neq 0$ die ursprünglichen) Knoten-Elementverknüpfungsdaten werden im Vektor mit der Anfangsadresse MAT umgespeichert. Es wird pro Knoten eine Zeile definiert. Die Zeilen sind mit variabler Länge gespeichert. Das erste Element jeder Zeile gibt die Anzahl der in der Zeile enthaltenen Elementnummern an.

Einbau eines neuen Elementtyps:

BAND ist für die folgenden Elementtypnummern beschrieben:

<u>Typnummer</u>	<u>Knotenzahl</u>	
1	2	(Ebenes Fachwerkelement)
2	2	(Räumliches Fachwerkelement)
3	2	(Ebenes Balkenelement)
4	2	(Räumliches Balkenelement)
5	3	(Scheibenelement)
6	4	(Scheibenelement)
7	3	(Plattenelement)
8	4	(Plattenelement).

Soll ein neuer Elementtyp mit der Typnummer 9 und der Knotenzahl j eingebaut werden, so muß die Anweisung

```
GO TO (31,31,31,31,32,33,32,33),I1
```

durch

```
GO TO (31,31,31,31,32,33,32,33,34),I1
```

ersetzt werden. Zwischen den Zeilen 480 und 510 müssen noch die Anweisungen

```
GO TO 35
34 I3 = j
```

eingefügt werden.

Testprogramm:

```

10  CHAUPFPROGRAMM,TEST VON BAND. VERS.=22.06.1977*TOPCU
20      COMMON IL(5000)
30      EQUIVALENCE
40      & (IL(3),KA),(IL(10),IEND),(IL(34),KNZA)
50      &,(IL(45),IVMA),(IL(47),KVAN),(IL(49),IEVE)
60      &,(IL(50),KNVE),(IL(51),MAT),(IL(52),M1)
70      &,(IL(53),M2),(IL(46),ITY),(IL(4),LANG)
80      &,(IL(35),NEZA),(IL(104),NMAX),(IL(111),IBAND)
90      LANG=5000
100 CEINLESEN DER EINGABEPARAMETER
110     READ(5,1) KA,IEND,KNZA,IVMA,IBAND,NEZA,NMAX
120 1   FORMAT(20B)
130 CADRESSENRECHNUNG
140     KVAN=IEND
150     ITY=KVAN+NEZA*IVMA
160     IEND=ITY+NEZA
170 CEIN-UND AUSGABE DER VERKNUEPFUNGSDATEN
180     WRITE(6,7)
190 7   FORMAT(//' VERKNUEPFUNGSDATEN:')
200     DO 2 I=1,NEZA
210     I1=KVAN+(I-1)*IVMA
220     READ(5,1) IEL,IL(ITY+I),(IL(I1+J),J=1,IVMA)
230     WRITE(6,4) IEL,IL(ITY+I),(IL(I1+J),J=1,IVMA)
240 4   FORMAT(X,50(I4))
250 2   IF(IEL.NE.I) STOP ' ***FEHLER'
260 CUMNUMERIEREN DER KNOTEN UND ELEMENTE
270     CALL BAND
280     STOP
290     END

```

Beispiel:

Der Ringträger in Bild 5.2 soll umnummeriert werden.

Vorbereitung des Kartenjobs

für den Telefunkenrechner TR 445:

```

I2XBA,BEN =          0286 TOPCU#.
#UE.,Q. = /
(Karten vom Haupt- und Unterprogrammen)
#MONT.
#STARTE,DATEN = /

```

```

6,500,8,2,0,8,2
1,3,1,2,
2,3,2,3,
3,3,3,4,
4,3,4,5,
5,3,5,6,
6,3,6,7,
7,3,7,8,
8,3,8,1,

```

```

I2XEN#.

```

Programmablauf:

START STDHP

VERKNUEPFUNGSDATEN:

1	3	1	2
2	3	2	3
3	3	3	4
4	3	4	5
5	3	5	6
6	3	6	7
7	3	7	8
8	3	8	1

URSPRIENGLICHE BANDBREITEN:

M1 = 1
M2 = 7
M12= 8

NEUE BANDBREITEN BEI KNOTEN= 1

M1 = 1
M2 = 1
M12= 2

NEUE NUMMERN DER KNOTEN:

1 2 4 6 8 7 5 3

NEUE NUMMERN DER ELEMENTE:

1 3 5 7 8 6 4 2

NEUE

VERKNUEPFUNGSDATEN
(KNOTEN-ELEMENTE):

1	2	1	2
2	2	1	3
3	2	4	2
4	2	3	5
5	2	6	4
6	2	5	7
7	2	8	6
8	2	7	8

STOP

ENDE STDHP 0.34

Auswertung der Ausgabe:

Die neue Numerierung und die zugehörige Topologiematrix sind in Bild 5.5 gegeben.

7.2 SUBROUTINE JORD

JORD berechnet aus der Gleichgewichtsmatrix \underline{N} die Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x . Es wird das GAUSS-JORDAN'sche Eliminationsverfahren angewendet (s.S. 63).

Beschreibung der Eingabedaten :

JORD benötigt als Eingabe die Gleichgewichtsmatrix und einige Steuerparameter. Diese Größen werden über die Parameterliste an JORD geliefert.

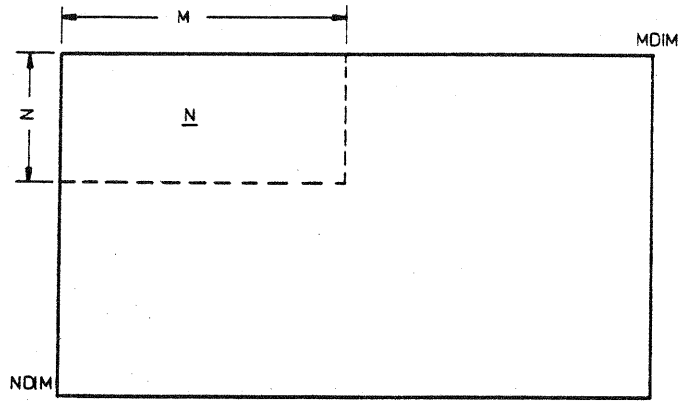
AN : zweidimensionales REAL*4 Feld.
 NDIM : Anzahl der Zeilen von AN
 MDIM : Anzahl der Spalten von AN
 N : Anzahl der Zeilen der Gleichgewichtsmatrix
 M : Anzahl der Spalten der Gleichgewichtsmatrix
 ISP : Ein Vektor der Länge M
 EPS : Maschinengenauigkeit ($=3.0 \times 10^{-11}$ für Telefunkenrechner TR 445)
 KA : Kanalnummer des Druckers
 IB : Parameter zur Steuerung der Ausgabe (zum Testen)
 IB = 0: keine Ausgabe
 IB \neq 0: die Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x werden ausgegeben

JORD erwartet die gesamte Gleichgewichtsmatrix im Feld AN. Deshalb muß die Dimension von AN den Bedingungen

$$\text{NDIM} \geq M$$

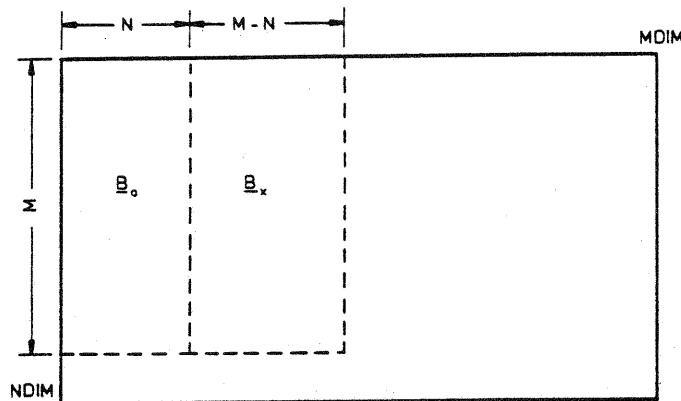
$$\text{MDIM} \geq M$$

genügen (s. folgende Bilder).



Beschreibung der Ausgabedaten:

JORD liefert über das Feld AN die Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x an das aufrufende Programm. Die Gleichgewichtsmatrix ist nicht mehr vorhanden, da sie in JORD von den Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x überspeichert wird (s. folgendes Bild).



Der Vektor ISP enthält Informationen über die Unbekannten, die den Spalten von \underline{N} zugeordnet sind. Die ersten N Elemente von ISP geben die Nummern der nicht als statisch Unbestimmte gewählten Unbekannten an. Die letzten M-N Elemente sind die Nummern der Unbekannten, die in JORD als statisch Unbestimmten gewählt wurden.

Das Programm ist durch die reichlich vorhandenen Kommentarkarten selbsterklärend, so daß sich an dieser Stelle eine ausführliche Beschreibung erübrigt.

Im Programmsystem MISS-SMIS [29] ist eine Version von JORD enthalten, die mit eindimensionalen Feldern arbeitet. In [3, 16, 29] sind ausführlich beschriebene Berechnungsbeispiele zu finden.

Programmlisting

```

10      SUBROUTINE JORD (AN,NDIM,MDIM,N,M,ISP,EPS,KA,IB)
20      CTEST,JORD. VERS.=22.11.1973*TOPCU
30      CBERECHNUNG DER MATRIZEN BO UND BX
40      CAUFZURUFENDE PROGRAMME:AUS
50      CGETESTET AUF TELEFUNKENRECHNER TR 445
60      DIMENSION AN(MDIM,MDIM),ISP(M)
70      IF(NDIM.LT.M.OR.MDIM.LT.M) GO TO 1
80      IR=M-N
90      IF(IR.LE.0) GO TO 2
100     WRITE(KA,13) N,M,IR
110     13  FORMAT(/' SYSTEMPARAMETER:' /
120     *' N =',I4,' (GLEICHUNGEN)'
130     *' M =',I4,' (UNBEKANNTE)'
140     *' IR=',I4,' (REDUNDANZ)')
150     GROS=0.
160     DO 3 J=1,M
170     ISP(J)=J
180     DO 3 I=1,N
190     CPIVOTSUCHE
200     GRZ=ABS(AN(I,J))
210     3   IF(GRZ.GT.GROS) GROS=GRZ
220     CVERGLEICHSGROESSE
230     GROS= EPS*GROS
240     DO 5 I=1,N
250     GRZ=0.
260     DO 4 J1=I,M
270     T=ABS(AN(I,J1))
280     IF(T-GRZ).GE.6,B
290     8   IVER=J1
300     GRZ=T
310     6   CONTINUE
320     CZEILE LINEAR ABHAENGIG, NACH 2
330     IF(GRZ.LT.GROS) GO TO 2
340     IF(IVER-I) 9,10,9
350     CSPALTENTAUSSCH
360     9   IS=ISP(I)
370     ISP(I)=ISP(IVER)
380     ISP(IVER)=IS
390     T=-1./AN(I,IVER)
400     AN(I,IVER)=-1.
410     DO 11 I1=1,N
420     GRZ=AN(I1,I)
430     AN(I1,I)=AN(I1,IVER)*T
440     11  AN(I1,IVER)=GRZ
450     GO TO 31
460     10  T=-1./AN(I,I)
470     AN(I,I)=-1.
480     DO 14 J1=1,N
490     14  AN(J1,I)=AN(J1,I)*T

```

```

500 CMULTIPLIKATION
510 31 DO 5 J1=1,M
520 IF(J1.EQ.I) GO TO 5
530 T=AN(I,J1)
540 AN(I,J1)=0.
550 DO 16 I1=1,N
560 16 AN(I1,J1)=AN(I1,J1)+AN(I1,I)*T
570 5 CONTINUE
580 IF(N.EQ.M) GO TO 4
590 CVORZEICHENAENDERUNG,ERWEITERUNG
600 CDER GLEICHGEWICHTSMATRIX AUF M*N
610 N1=N+1
620 DO 22 I=1,N
630 DO 22 J=N1,M
640 22 AN(I,J)=-AN(I,J)
650 DO 24 I=N1,M
660 DO 23 J=1,M
670 23 AN(I,J)=0.
680 24 AN(I,I)=1.
690 IF(IB.NE.0) WRITE(KA,15) (ISP(I),I=1,M)
700 15 FORMAT(/' VEKTOR ISP:'//15(X,I4))
710 CZEILENTAUSCH
720 4 DO 26 J=1,M
730 IS=ISP(J)
740 IF(J.EQ.IS) GO TO 26
750 IVER=J+1
760 DO 27 J1=IVER,M
770 IF(ISP(J1).EQ.J) GO TO 28
780 27 CONTINUE
790 28 ISP(J1)=IS
800 DO 29 I=1,M
810 GRZ =AN(J,I)
820 AN(J,I)=AN(J1,I)
830 29 AN(J1,I)=GRZ
840 26 CONTINUE
850 CAUSGABE
860 IF(IB.EQ.0) RETURN
870 WRITE(KA,7)
880 7 FORMAT(/' MATRIX BO:')
890 CALL AUS (AN,NDIM,MDIM,1,M,1,N,KA)
900 WRITE(KA,12)
910 12 FORMAT(/' MATRIX BX:')
920 CALL AUS (AN,NDIM,MDIM,1,M,N+1,N+1R,KA)
930 RETURN
940 1 STOP ' **** FALSCHER DIMENSIONSANGABE-JORD'
950 2 STOP ' **** SYSTEM LABIL-JORD'
960 END

970 SUBROUTINE AUS (AN,ND,MD,N1,N2,M1,M2,KA)
980 CAUSGABE DER MATRIZEN BO UND BX
990 CAUFRUFENDE PROGRAMME: JORD
1000 DIMENSION AN(ND,MD)
1010 DO 21 K=M1,M2,4
1020 L=K+3
1030 IF(M2.LT.L) L=M2
1040 WRITE(KA,29) ((J),J=K,L)
1050 DO 21 I=N1,N2
1060 21 WRITE(KA,39) I,(AN(I,J),J=K,L)
1070 29 FORMAT(/4X,4(13X,I3))
1080 39 FORMAT(I4,4(3X,E13.6))
1090 RETURN
1100 END

```

7.3 SUBROUTINE GAUSS2

GAUSS2 berechnet die Einheitslastspannungszustände (\underline{B}_0 -Matrix) und die kompakten Eigenspannungszustände (\underline{B}_x -Matrix) aus der Gleichgewichtsmatrix \underline{N} eines Tragwerks, so daß

$$\underline{N}\underline{B}_0 = \underline{I},$$

$$\underline{N}\underline{B}_x = \underline{0}$$

gilt. Bei statisch bestimmten Tragwerken (\underline{N} quadratisch) wird nur $\underline{B}_0 = \underline{N}^{-1}$ berechnet. \underline{N} muß in kompakter Form (\underline{N}^0), mit dem Hilfsvektor \underline{W} und mit der maximalen Zeilenlänge l_{max} übergeben werden (Bild 5.24).

Beschreibung der Eingabedaten:

GAUSS2 benötigt als Eingabe die Gleichgewichtsmatrix und andere Parameter, die GAUSS2 über den COMMON-Bereich geliefert werden. Im folgenden sind die einzelnen Parameter beschrieben.

AL : Eindimensionales REAL*4 Feld
 IL : Eindimensionales INTEGER*4 Feld.

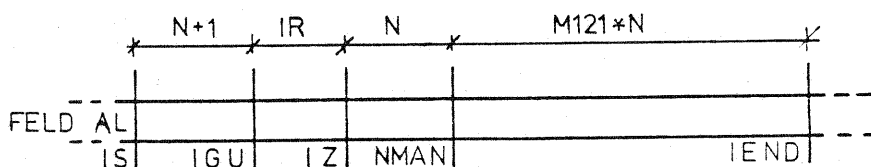
AL oder IL muß ein Feld des COMMON-Bereichs sein. Seine Länge wird im Hauptprogramm festgelegt. In GAUSS2 werden die beiden Felder durch eine EQUIVALENCE-Anweisung übereinander gelegt, so daß wahlweise REAL- oder INTEGER-Größen in den COMMON gespeichert werden können. Die ersten 350 Elemente dieser Felder sind für die Übertragung einfacher Variablen reserviert.

IL(63) = N $\hat{=}$ n
 IL(60) = M $\hat{=}$ m
 IL(52) = M1 $\hat{=}$ m₁
 IL(59) = M121 $\hat{=}$ l_{max}

- IL(67) = NMAN : Anfangsadresse der Gleichgewichtsmatrix, die in kompakter Form gespeichert ist
- IL(10) = IEND : Adresse des letzbelegten Elements im COMMON
- IL(4) = LANG : Länge des COMMON-Bereichs im Hauptprogramm (LANG > 350)
- IL(99) = EPS : Maschinengenauigkeit ($= 3.0 \times 10^{-11}$ für Telefunkenrechner TR 445)
- IL(5) = ID1 : Nummer einer Hintergrunddatei vom Typ RAN zum Zwischenspeichern der oberen Dreiecksmatrix
- IL(8) = ID4 : Nummer einer Hintergrunddatei vom Typ SEQ zum Abspeichern der Spalten von \underline{B}_0 und \underline{B}_x
- IL(3) = KA : Kanalnummer des Druckers
- IL(113) = LMAT : Parameter zur Steuerung der Ausgabe (z.B. zum Testen)
 LMAT = 0 : keine Ausgabe
 LMAT \neq 0 : ausführliche Ausgabe
- IL(29) = IS : Anfangsadresse des Vektors der Länge $N + 1$, dessen ersten N Elemente mit den Elementen von \underline{W} vorbelegt sind ($IS \geq 351$)
- IL(25) = IGU : Anfangsadresse eines Hilfsvektors der Länge $IR = M - N$; dieser Vektor braucht nicht vorbelegt zu sein
- IL(28) = IZ : Anfangsadresse eines Hilfsvektors der Länge N , der nicht vorbelegt ist

Alle oben aufgelisteten Parameter müssen vor dem Aufruf von GAUSS2 belegt sein (mit Ausnahme der Vektoren mit den Anfangsadressen IGU und IZ). Die Zeilen von \underline{N} müssen mit der konstanten Länge $M121 \hat{=} l_{max}$ vorliegen.

COMMON-Belegung vor dem Aufruf von GAUSS2:



Beschreibung der Ausgabedaten:

Nach dem Aufruf von GAUSS2 stehen dem aufrufenden Programm die Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x zur Verfügung.

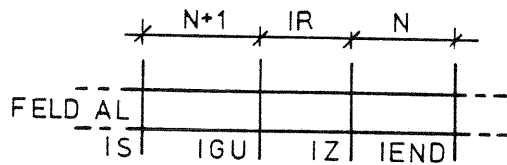
IL(29) = IS : Anfangsadresse des Vektors, der die Nummern der Unbekannten enthält, die nicht als statisch Unbestimmte gewählt wurden

IL(25) = IGU : Anfangsadresse des Vektors, der die Nummern der Unbekannten enthält, die als statisch Unbestimmte gewählt wurden ($\hat{=}$ Nummer der linear abhängigen Spalten von \underline{N})

IL(28) = IZ : Anfangsadresse des Zeilenvertauschungsvektors

IL(10) = IEND : Adresse des zuletzt belegten Speicherplatzes

COMMON-Belegung nach dem Aufruf von GAUSS2:



Die Matrizen \underline{B}_0 und \underline{B}_x sind Spaltenweise in der Datei ID4 abgespeichert. Die ersten N Sätze der Datei ID4 enthalten die Vektoren von \underline{B}_0 in der vollen Länge M . Die restlichen IR Sätze von ID4 sind die aktuell belegten Teile der Spalten von \underline{B}_x . Jeder Satz bezüglich \underline{B}_x hat den folgenden Aufbau:

$$I3, L1, b_i, b_{i+1}, b_{i+2}, \dots, b_{i+L1-1}$$

Hierbei ist b_i das erste und b_{i+L1-1} das letzte Nicht-Null-element einer Spalte von \underline{B}_x . Die j -te Spalte sei beispielweise

$$\underline{B}_{xj} = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ a \ b \ c \ c \ 0 \ 0 \ d \ e \ f \ o \ g \ 0 \ 0 \ 0 \ 0];$$

$\overbrace{\hspace{15em}}^{M=21}$
 $\underbrace{\hspace{3em}}_{I3=6} \quad \underbrace{\hspace{8em}}_{L1=11}$

Dann hat der $N+j$ -te Satz der Datei ID4 die Form:

$$6, 11, a, b, 0, c, 0, 0, d, e, f, 0, g.$$

Programmlisting:

```

10      SUBROUTINE GAUSS2
20      CTEST,ZERLEGUNG ,VERSION=02.02.1978*TOPCU
30      CZERLEGUNG DER GLEICHGEWICHTSMATRIX (KOMPAKT) UND
40      CBERECHNUNG DER EINHEITSLASTSPANNUNGSZUSTAENDE BO
50      CUND DER KOMPAKTEN EIGENSPANNUNGSZUSTAENDE BX
60      CAUFZURUFENDE PROGRAMME: BNULL, MATAUS
70      CBETESTET AUF TELEFUNKENRECHNER TR 445
80      COMMON AL(500)
90      DIMENSION IL(500)
100     EQUIVALENCE (IL(1),AL(1)),
110     *(IL(3),KA),(IL(10),IEND),(IL(63),N),
120     *(IL(60),M),(IL(59),M121),(IL(67),NMAN),
130     *(IL(52),M1),(IL(25),IGU),(IL(71),IP)
140     *,(IL(28),IZ),(IL(29),IS),(IL(32),IU)
150     *,(IL(96),IR),(IL(44),IUEB),(IL(113),LMAT)
160     *,(IL(4),LANG),(AL(99),EPS)
170     *,(IL(5),ID1),(IL(8),ID4)
180     IR=M-N
190     CABFRAGE, OB SYSTEM LABIL
200     IF(IR.LT.0) GO TO 310
210     WRITE(KA,3) N,M,IR,M1,M121
220     3   FORMAT(//' SYSTEMPARAMETER:'//
230     *// ' N   =' ,I4,' (GLEICHUNGEN)'
240     *// ' M   =' ,I4,' (UNBEKANNTE)'
250     *// ' IR  =' ,I4,' (REDUNDANZ)'
260     *// ' M1  =' ,I4,' (UNTERE BANDBREITE)'
270     *// ' M121=' ,I4,' (HAUPTBANDBREITE)')
280     CVORBESETZUNGEN
290     IU=IEND+1
300     IREST=M1
310     IUEB=0
320     K5=IU+1
330     K1=0
340     J1=0
350     IL(IS+N+1)=M+1
360     N1=N-1
370     M12=M121-1
380     MAT1=NMAN+1
390     DO 38 I=1,IR
400     38  IL(IGU+I)=0
410     CNORM DER MATRIX(WILKINSON)
420     GR=0.
430     NNF=MAT1+M121*N1
440     DO 10 I=MAT1,NNF,M121
450     T=0.
460     K2=I+M12
470     DO 20 J=I,K2
480     20  T=T+ABS(AL(J))
490     10  IF(T.GT.GR) GR=T
500     GR=GR*EPS
510     IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,205)
520     205  FORMAT(//' DIE NICHTNULL ELEMENTE UND IHRE
530     *//' RELATIVEN ADRESSEN DER UNTEREN'//
540     *' DREIECKSMATRIX:'//)
550     DO 11 K=MAT1,NNF,M121
560     K1=K1+1
570     70  J1=J1+1
580     K2=K+IREST*M121
590     IF(K2.GT.NNF) K2=NNF
600     IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,36) J1
610     36  FORMAT(' SCHRITT:',I4)
620     CPIVOTSUCHE
630     IVER=0
640     K4=K1
650     A=0.
660     DO 60 K3=K,K2,M121
670     IF(IL(IS+K4).GT.J1) GO TO 60
680     T=ABS(AL(K3))
690     IF(T.LE.A) GO TO 60
700     A=T
710     IVER=K4
720     60  K4=K4+1
730     IF(A.GT.GR) GO TO 63

```

A —

```

740 CWAHL EINER STATISCH UNBESTIMMTEN
750 IUEB=IUEB+1
760 IF(IUEB.GT.IR) GO TO 310
770 IL(IGU+IUEB)=J1
780 IREST=IREST+1
790 GO TO 70
800 63 J2=K+M12
810 I2=IS+K1
820 IF(IVER.EQ.K1) GO TO 100
830 CZEILENTAUSCH
840 J3=IS+IVER
850 J4=IL(I2)
860 IL(I2)=IL(J3)
870 IL(J3)=J4
880 IDV=M121*(IVER-K1)
890 DO 110 I=K,J2
900 J4=IL(I)
910 ID=I+IDV
920 IL(I)=IL(ID)
930 110 IL(ID)=J4
940 CVORWAERTSZERLEGUNG
950 100 K4=1
960 IU1=K5
970 J3=K+1
980 J4=J2+1
990 DO 121 K3=J4,K2,M121
1000 I3=I2+K4
1010 I1=IL(I3)
1020 IF(I1.GT.J1) GO TO 121
1030 IDV=K4*M121
1040 T=AL(K3)/AL(K)
1050 K5=K5+1
1060 IL(K5)=K4
1070 K5=K5+1
1080 AL(K5)=T
1090 IT=1
1100 DO 120 J6=J3,J2
1110 A=AL(J6+IDV)-AL(J6)*T
1120 IF(ABS(A).GT.GR) GO TO 190
1130 AL(J6+IDV)=0.
1140 120 IT=IT+1
1150 CZEILE LINEARABHAENGIG, NACH 310
1160 GO TO 310
1170 190 I4=J3+IT-1
1180 DO 122 J6=I4,J2
1190 ID=J6+IDV
1200 122 AL(ID-IT)=AL(ID)-AL(J6)*T
1210 I4=ID-IT+1
1220 DO 123 J6=I4,ID
1230 123 AL(J6)=0.
1240 IL(I3)=I1+IT
1250 121 K4=K4+1
1260 IL(IU1)=K5
1270 IL(IZ+K1)=IVER
1280 IF(IU1.EQ.K5) GO TO 2503
1290 IF(LMAT.EQ.0) GO TO 2503
1300 IU11=IU1+1
1310 WRITE(KA,35)(IL(I),I=IU11,K5,2)
1320 IU12=IU1+2
1330 WRITE(KA,2500)(AL(I),I=IU12,K5,2)
1340 2503 K5=K5+1
1350 2500 FORMAT(5(X,E12.6))
1360 IF(LANG.LE.K5+IREST) GO TO 131
1370 11 CONTINUE
1380 35 FORMAT(15(X,I4))
1390 CENDE DER ZERLEGUNG
1400 IF(LMAT.EQ.0)GOTO 158
1410 WRITE(KA,159)
1420 159 FORMAT(// ' OBERE DREIECKSMATRIX: ' )
1430 CALL MATAUS(NMAN,N,M121)
1440 158 WRITE(KA,201)
1450 201 FORMAT(// ' ZEILENVERTAUSCHUNGSVEKTOR IZ: ' //)
1460 WRITE(KA,35)(IL(IZ+I),I=1,N)
1470 WRITE(KA,202)
1480 202 FORMAT(// ' VEKTOR IS: ' //)
1490 WRITE(KA,35)(IL(IS+I),I=1,N)
1500 CBERECHNUNG DER MATRIX B0
1510 M11=M+1
1520 REWIND ID4
1530 IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,26)
1540 26 FORMAT(// ' B0-VEKTOREN (SPALTENWEISE AUSGABE): ' )
1550 IF=K5+1

```

B —

C —

```

1560      IF(LANG.LT.IP+M) GO TO 131
1570      DO 23 I=1,N
1580      DO 24 J=1,M11
1590 24    AL(IP+J)=0.
1600      AL(IP+IL(IS+I))=1.
1610      CALL BNUL
1620  CI-TE VEKTOR VON B0 IN DER DATEI ID4
1630      WRITE(ID4) (AL(IP+J),J=1,M)
D — 1640 23  IF(LMAT.NE.0) CALL MATAUS(IP,1,M)
1650  CRETURN, WENN SYSTEM STATISCH BESTIMMT
1660      IF(IR.EQ.0) RETURN
1670      IREST=IR-IUEB
1680      NIUEB=N+IUEB
1690      IF(IREST)310,182,183
1700 183  DO 181 I=1,IREST
1710 181  IL(IGU+IUEB+I)=NIUEB+I
1720 182  WRITE(KA,203)
1730 203  FORMAT(/// STATISCH UNBESTIMMTE :'/)
1740 182  WRITE(KA,35)(IL(IGU+I),I=1,IR)
1750  CBERECHNUNG VON BX (KOMPAKT)
1760  CMB1=UNTERE BANDBREITE
E — 1770      REWIND ID1
1780      MB=0
1790      MB1=0
1800      IS2=IU
1810      I1=IEND+1
1820      DO 170 I=1,N
1830      DO 171 J=1,M121
1840      IF(AL(I1-J).NE.0.) GO TO 172
1850 171  CONTINUE
1860 172  I2=M121-J+1
1870      I3=M-IL(IGU-I)-I2+2
1880      WRITE(ID1)I3,I2,(AL(I1-K),K=J,M121)
1890      I4=I-I3
1900      IF(MB1.LT.I4) MB1=I4
1910      IF(MB.LT.I2) MB=I2
1920 170  I1=I1-M121
1930      MB2=MB-MB1-1
1940      MB12=MB1+MB2
1950      WRITE(6,351) MB1,MB
F — 1960 351  FORMAT(/// BANDBREITEN BEI RUECKWAERTS'
1970      &'ZERLEGUNG:''' M1 =',I4/' M121=',I4)
1980      IU1=0
1990      IGU2=IS2+N+1
2000      IBX=IGU2+IR
2010      IV1=IBX+M
2020      IF(LANG.LT.IV1+M) GO TO 131
2030      IL(IS2+N+1)=2*M
2040      IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,28)
2050 28  FORMAT(// KOMPAKTE BX-VEKTOREN (SPALTENWEISE'
2060      *// AUSGABE DES BESETZTEN BEREICHS):')
2070 1171 I1=IL(IGU+IU1+1)
2080      I2=I1-IU1-1
2090      I3=M-I1
2100      IF(I1.NE.IU1+1) GO TO 188
2110      J1=I3+1
2120      L5=IBX+1
2130      L1=1
2140      AL(L5)=1.
2150      GO TO 187
2160 188  I4=N-I2
2170      NNF=MAT1+I2*MB
2180      IREST=I3-I4+MB1
2190      IU11=0
2200      IL(IGU2+1)=0
2210      I5=NMAN
2220      DO 173 I=1,I2
2230      I9=I4+I
2240      READ(ID1'I9) IL(IS2+I9),I9,(AL(I5+K),K=1,I9)
2250      I9=I9+1
2260      DO 174 K=I9,MB
2270 174  AL(I5+K)=0.
2280      I5=I5+MB
G — 2290 173  CONTINUE
2300  CRUECKWAERTSZERLEGUNG DER IU1+1-TEN
2310  CKOEFFIZIENTENMATRIX
2320      K1=I4
2330      J1=I3
2340      DO 111 K=MAT1,NNF,MB
2350      K1=K1+1
2360 1170  J1=J1+1

```

DO 29 I=1, M

IL(IU1+I) = 0

```

2370      K2=K+IREST*MB
2380      IF(K2.GT.NNF) K2=NNF
2390  CPIVOTSUCHE
2400      IVER=0
2410      K4=K1
2420      A=0.
2430      DO 160 K3=K,K2,MB
2440 156      IF(IL(IS2+K4)-J1) 151,152,160
2450 151      IT=J1-IL(IS2+K4)
2460          J2=K3+IT
2470          J3=K3+MB12
2480          DO 153 J=J2,J3
2490          IF(ABS(AL(J)).GT.GR) GO TO 154
2500 153      IT=IT+1
2510 154      J2=K3+IT
2520          DO 155 J=J2,J3
2530 155      AL(J-IT)=AL(J)
2540          J2=J3-IT+1
2550          DO 157 J=J2,J3
2560 157      AL(J)=0.
2570          IL(IS2+K4)=IL(IS2+K4)+IT
2580          GO TO 156
2590 152      T=ABS(AL(K3))
2600          IF(T.LE.A) GO TO 160
2610          A=T
2620          IVER=K4
2630 160      K4=K4+1
2640  CABFRAGE, OB SPALTE LINEAR ABHAENGIG
2650          IF(A.NE.0.) GO TO 163
2660          IF(IL(IV1+J1).NE.1) GO TO 9
2670          IU11=IU11+1
2680          IL(IGU2+IU11)=J1
2690          IREST=IREST+1
2700          GO TO 1170
2710 9          L1=J1-I3
2720          L5=IBX+L1
2730          AL(L5)=1.
2740          IF(L1.EQ.1) GO TO 187
2750          J2=L1-1
2760          L3=K
2770          K4=IL(IGU2+IU11)
2780          DO 185 I=1,J2
2790          L4=L5-I
2800          IF(J1-I-K4) 167,168,167
2810 168      AL(L4)=0.
2820          IU11=IU11-1
2830          K4=IL(IGU2+IU11)
2840          GO TO 185
2850 167      A=0.
2860          L3=L3-MB
2870          I9=I
2880          IF(I9.GT.MB12) I9=MB12
2890          DO 186 J=1,I9
2900 186      A=A+AL(L4+J)*AL(L3+J)
2910          AL(L4)=-A/AL(L3)
2920 185      CONTINUE
2930          GO TO 187
2940 163      J2=K+MB12
2950          L5=IS2+K1
2960          IF(IVER.EQ.K1) GO TO 1100
2970  CZEILENTAUSCH
2980          J3=IS2+IVER
2990          J4=IL(L5)
3000          IL(L5)=IL(J3)
3010          IL(J3)=J4
3020          IDV=MB*(IVER-K1)
3030          DO 1110 I=K,J2
3040          J4=IL(I)
3050          ID=I+IDV
3060          IL(I)=IL(ID)
3070 1110      IL(ID)=J4
3080  CZERLEGUNG
3090 1100      K4=0
3100          J3=K+1
3110          J4=J2+1
3120          DO 1121 K3=J4,K2,MB
3130          K4=K4+1
3140          IDV=K4*MB
3150          L3=L5+K4
3160          L4=IL(L3)
3170          IF(L4.GT.J1) GO TO 1121

```

```

3180      T=AL(K3)/AL(K)
3190      IT=1
3200      DO 1120 J6=J3,J2
3210      A=AL(J6+IDV)-AL(J6)*T
3220      IF(ABS(A).GT.GR) GO TO 1190
3230      AL(J6+IDV)=0.
3240 1120  IT=IT+1
3250      GO TO 310
3260 1190  K5=J3+IT-1
3270      DO 1122 J6=K5,J2
3280      ID=J6+IDV
3290 1122  AL(ID-ID)=AL(ID)-AL(J6)*T
3300      K5=ID-IT+1
3310      DO 1123 J6=K5,ID
3320 1123  AL(J6)=0.
3330      IL(L3)=L4+IT
3340 1121  CONTINUE
3350 111   CONTINUE
3360 187   IL(IV1+J1)=1
3370      L3=L5+1
3380  CDER IU1+1-TE KOMPAKTE VEKTOR VON BX IN DIE DATEI ID4
3390      I3=M-J1
3400      WRITE(ID4) I3,L1,(AL(L3-J),J=1,L1)
3410      IF(LMAT.NE.0)WRITE(KA,414)I3,L1,
3420      *(AL(L3-J),J=1,L1)
3430 414   FORMAT(/' I3=',I4,3X,'L1=',I4/(5(X,E12.6)))
3440      IU1=IU1+1
H — 3450  IF(IR.GT.IU1) GOTO 1171
3460  CENDE DER BERECHNUNG
3470      IEND=NMAN
3480      RETURN
3490 310   STOP' **** SYSTEM LABIL-GAUSS2'
3500 131   STOP' **** COMMON ZU KLEIN-GAUSS2'
3510      END

```

```

3520      SUBROUTINE BNULL
3530  CBERECHNUNG EINER SPALTE VON B0
3540  CAUFRUFENDE PROGRAMME: GAUSS1, GAUSS2
3550      COMMON IL(500)
3560      DIMENSION AL(500)
3570      EQUIVALENCE (IL(1),AL(1)),
3580      *(IL(60),M),(IL(63),N),(IL(67),NMAN)
3590      *(IL(59),M121),IL(28),IZ),(IL(29),IS)
3600      *(IL(32),IU),(IL(71),IP)
3610      M11=M+1
3620      N1=N-1
3630      K5=IU+1
3640      DO 10 I=1,N1
3650      ISI=IS+I
3660      IVER=IL(IZ+I)
3670      L1=IP+IL(ISI)
3680      IF(IVER.EQ.I) GO TO 11
3690  CVERTAUSCHEN DER RECHTEN SEITE
3700      L2=IP+IL(IS+IVER)
3710      T=AL(L1)
3720      AL(L1)=AL(L2)
3730      AL(L2)=T
3740  CVORWAERTSEINSETZEN IN L
3750 11     K6=IL(K5)
3760      IF(K6.EQ.K5) GO TO 10
3770      K5=K5+1
3780      DO 12 K3=K5,K6,2
3790      L=IP+IL(ISI+IL(K3))
3800      AL(L)=AL(L)-AL(L1)*AL(K3+1)
3810 12     CONTINUE
3820 10     K5=K6+1
3830  CRUECKWAERTSEINSETZEN IN R
3840      M12=M121-1
3850      J=NMAN+M121-N1+1
3860      I1=N
3870      DO 16 I=1,N
3880      ISP=IL(IS+I1)
3890      L1=IP+ISP
3900      T=0.
3910      IF(M12.EQ.0) GO TO 17
3920      K3=M11-ISP
3930      IF(K3.GT.M12) K3=M12

```

```

3940      DO 15 K2=1,K3
3950 15    T=T+AL(J+K2)*AL(L1+K2)
3960 17    AL(L1)=(AL(L1)-T)/AL(J)
3970      I1=I1-1
3980 16    J=J-M121
3990      RETURN
4000      END

4010      SUBROUTINE MATAUS(NMAN,N,MB)
4020 CAUSGABE ZUM TESTEN
4030 CAUFRUFENDE PROGRAMME: GAUSS1, GAUSS2
4040      COMMON AL(500)
4050      DO 1I=1,N
4060      I1=NMAN+(I-1)*MB
4070 1    WRITE(6,2)(AL(I1+J),J=1,MB)
4080 2    FORMAT(/(5(X,E12.6)))
4090      RETURN
4100      END

```

Von Marke A bis Marke B:

Anwendung des GAUSS'schen Eliminationsverfahrens auf \underline{N} und Aufstellen der Matrizen $\underline{\tilde{L}}$, $\underline{\tilde{R}}$; Wahl der statisch Unbestimmten.

Von Marke C bis Marke D:

Spaltenweise Berechnung und Abspeichern (in der Datei ID4) der Matrix \underline{B}_0 .

Von Marke E bis Marke F:

Die obere Dreiecksmatrix wird zur Berechnung von \underline{B}_x umtransformiert und in die Datei ID1 geschrieben.

Von Marke F bis Marke G:

Die Koeffizientenmatrix der $IU+1$ -ten Spalte von \underline{B}_x wird aus der Datei ID1 in den Kern gebracht (die Matrix \underline{R}_j^* , wobei $j = IU + 1$).

Von Marke G bis Marke H:

Anwendung des GAUSS'schen Eliminationsverfahrens auf \underline{R}_j^* und Aufstellen der Matrizen $\underline{\tilde{L}}_j^*$, $\underline{\tilde{R}}_j^*$; Berechnung des besetzten Teils der $IU+1$ -ten Spalte von \underline{B}_x ; Abspeichern in die Datei ID4.

Testprogramm:

```

10 CHAUPROGRAM, TEST VON GAUSS2. VERS.=02.02.1978*TOPCU
20 COMMON AL(5000)
30 DIMENSION IL(5000)
40 EQUIVALENCE (IL(1),AL(1)),
50 *(IL(3),KA),(IL(10),IEND),(IL(63),N),
60 *(IL(60),M),(IL(59),M121),(IL(67),NMAN),
70 *(IL(52),M1),(IL(25),IGU),(IL(113),LMAT)
80 *(IL(28),IZ),(IL(29),IS),(IL(32),IU)
90 *(IL(4),LANG),(AL(99),EPS)
100 *(IL(5),ID1),(IL(8),ID4)
110 LANG=5000
120 CEINLESEN DER EINGABEPARAMETER
130 READ(5,3) IS,IGU,IZ,NMAN,IEND,N,M,M1,M121,
140 * EPS,KA,ID1,ID4,LMAT
150 3 FORMAT(20B)
160 CEINLESEN DER GLEICHGEWICHTSMATRIX
170 CIN KOMPAKTER FORM
180 DO 2 I=1,N
190 IAD=NMAN+(I-1)*M121
200 2 READ(5,3) (AL(IAD+J),J=1,M121)
210 CEINLESEN DES VEKTORS MIT DER ANFANGSADRESSE IS
220 READ(5,3) (IL(IS+J),J=1,N)
230 CBERECHNUNG DER MATRIZEN B0 UND BX
240 CALL GAUSS2
250 STOP
260 END

```

Bespiel:

Die Einheitslastspannungszustände \underline{B}_0 und Die kompakten Eigen-
spannungszustände \underline{B}_x des in Bild 5.32 gegebenen Tragwerks
werden berechnet. Die einzugebende Gleichgewichtsmatrix in
kompakter Form und der zugehörige Vektor \underline{W} ist im folgenden
angegeben (für die ursprüngliche Gleichgewichtsmatrix \underline{N}
s. S. 101).

$\overbrace{\hspace{15em}}^{l_{max} = 7}$

3	-.7071	-1					
1	-1		-.7071				
2	-1			-.7071			
1	1				.7071		
2	1	.7071				-.7071	-1
3	.7071			1	.7071		
4	1	.7071				-.7071	-1
5	-.7071	-1			-.7071		

\underline{W}
 \underline{N}^0

Vorbereitung des Kartenjobs
für den Telefunkenrechner TR 445:

```

I2XBA,BEN=          0286 TOPCU#.
#UE.,Q.=/
(Karten von Haupt- und Unterprogrammen)
#MONT.
#DATEI, ID1,RAN,U1,U18W
#DATEI, ID4,SEQ,U1,U18W
#STARTE, DATEI=21-ID1'24-ID4,DATEN=/
500,509,511,519,575,8,10,3,7,1.0E-8,6,21,24,1,
-.7071,-1,
-1,0,-.7071,
-1,0,0,-.7071,
1,0,0,0,.7071,
1,.7071,0,0,0,-.7071,-1,
.7071,0,0,1,.7071,
1,.7071,0,0,0,-.7071,-1,
-.7071,-1,0,0,-.7071,
3,1,2,1,2,3,4,5,
I2XEN#.

```

Programmablauf:

START STDHP

SYSTEMPARAMETER:

```

N   =  8  (GLEICHUNGEN)
M   = 10  (UNBEKANNTE)
IR  =  2  (REDUNDANZ)
M1  =  3  (UNTERE BANDBREITE)
M121=  7  (HAUPTBANDBREITE)

```

DIE NICHTNULL ELEMENTE UND IHRE
RELATIVEN ADRESSEN DER UNTEREN
DREIECKSMATRIX:

```

SCHRITT:  1
          3
-.100000E+01
SCHRITT:  2
          3
-.100000E+01
SCHRITT:  3
          1  2  3
0.100000E+01 -.100000E+01 -.100000E+01
SCHRITT:  4
          1  2  3
-.100000E+01 -.100000E+01 0.100000E+01
SCHRITT:  5
          3
-.100000E+01
SCHRITT:  6
SCHRITT:  7
          2
-.100000E+01
SCHRITT:  8
SCHRITT:  9

```

OBERE DREIECKSMATRIX:

-.100000E+01	0.0		-.707100E+00	0.0	0.0
0.0	0.0				
-.100000E+01	0.0	0.0	-.707100E+00	0.0	
0.0	0.0				
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0				
0.100000E+01	0.707100E+00	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0				
0.707100E+00	0.100000E+01	0.707100E+00	0.0	0.0	
0.0	0.0				
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0				
-.100000E+01	-.707100E+00	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0				
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0	
0.0	0.0				

ZEILENVERTAUSCHUNGSVEKTOR IZ:

2 3 3 4 6 6 8 8

VEKTOR IS:

1 2 3 4 5 7 8 9

BO-VEKTOREN (SPALTENWEISE AUSGABE):

-.100000E+01	-.100000E+01	0.141423E+01	-.200000E+01	0.141423E+01
0.0	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.0
0.100000E+01	0.100000E+01	-.282845E+01	0.200000E+01	-.141423E+01
0.0	0.282845E+01	-.300000E+01	0.141423E+01	0.0
0.0	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-.100000E+01	0.0	0.0
0.200000E+01	0.100000E+01	-.282845E+01	0.200000E+01	-.141423E+01
0.0	0.282845E+01	-.300000E+01	0.141423E+01	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-.100000E+01	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.141423E+01	-.100000E+01	0.0	0.0
-.100000E+01	-.100000E+01	0.141423E+01	-.100000E+01	0.141423E+01
0.0	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.0
0.100000E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01
0.0	0.141423E+01	-.100000E+01	0.0	0.0

STATISCH UNBESTIMMTE :

6 10

BANDBREITEN BEI RUECKWAERTSZERLEGUNG:

M1 = 1
M121= 4

BANDBREITEN BEI RUECKWAERTSZERLEGUNG:

M1 = 1
M121= 4

KOMPAKTE BX-VEKTOREN (SPALTENWEISE
AUSGABE DES BESETZTEN BEREICHS):

I3= 0 L1= 6
0.100000E+01 0.100000E+01 -.141423E+01 0.100000E+01 -.141423E+01
0.100000E+01

I3= 5 L1= 5
0.100000E+01 -.141423E+01 0.100000E+01 -.141423E+01 0.100000E+01
GEAENDERT: &STDD8.ID1 (0001.00)
GEAENDERT: &STDD8.ID4 (0001.00)
STOP

ENDE STDHP 0.91

Auswertung der Ausgabe:

Die Unbekannten der Stäbe 6 und 10 wurden als statisch Unbestimmte gewählt (für das statisch bestimmte Hauptsystem siehe Seite 102). Für die kompakten Eigenspannungszustände erhält man aus der Ausgabe die folgende Matrix:

$$\begin{array}{c} \text{[BX]} \\ \text{X} \end{array} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccccccc} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & 9 & 10 \end{array} \\ \left[\begin{array}{cccccccccc|c} 1 & 1 & -1,4142 & 1 & -1,4142 & 1 & & & & & \\ \hline & & & & & 1 & -1,4142 & 1 & -1,4142 & 1 & \\ \hline & & & & & & & & & & \end{array} \right] \begin{array}{l} 1 \\ 2 \end{array} \end{array}$$

7.4 SUBROUTINE GAUSS1⁺)

GAUSS1 berechnet die Matrix B_0 und die Matrix B_x der nicht kompakten Eigenspannungszustände. Die Ein- und Ausgabeparameter sind mit denen in GAUSS2 benötigten identisch. Die Hintergrunddateinummer ID1 wird jedoch in GAUSS1 nicht verwendet.

Programmlisting:

```

10      SUBROUTINE GAUSS1
20      CTEST,ZERLEGUNG ,VERSION=10.01.1975*TOPCU
30      CZERLEGUNG DER GLEICHGEWICHTSMATRIX (KOMPAKT) UND
40      CBERECHNUNG DER EINHEITSLASTSPANNUNGSZUSTAENDE B0
50      CUND DER NICHT KOMPAKTEN EIGENSPANNUNGSZUSTAENDE BX
60      CAUFZURUFENDE PROGRAMME: BNULL, MATAUS
70      CGETESTET AUF TELEFUNKENRECHNER TR 445
80      COMMON AL(500)
90      DIMENSION IL(500)
100     EQUIVALENCE (IL(1),AL(1)),
110     *(IL(3),KA),(IL(10),IEND),(IL(63),N),
120     *(IL(60),M),(IL(59),M121),(IL(67),NMAN),
130     *(IL(52),M1),(IL(25),IGU),(IL(71),IP)
140     *,(IL(28),I2),(IL(29),IS),(IL(32),IU)
150     *,(IL(96),IR),(IL(44),IUEB),(IL(113),LMAT)
160     *,(IL(4),LANG),(AL(99),EPS)
170     *,(IL(5),ID1),(IL(8),ID4)
180     IR=M-N
190     CABFRAGE, OB SYSTEM LABIL
200     IF(IR.LT.0) GO TO 310
210     WRITE(KA,3) N,M,IR,M1,M121
220     3  FORMAT(//' SYSTEMPARAMETER:'//
230     *// ' N   =' ,I4,' (GLEICHUNGEN)'
240     *// ' M   =' ,I4,' (UNBEKANNTE)'
250     *// ' IR  =' ,I4,' (REDUNDANZ)'
260     *// ' M1  =' ,I4,' (UNTERE BANDBREITE)'
270     *// ' M121=' ,I4,' (HAUPTBANDBREITE)')
280     CVORBESETZUNGEN
290     IU=IEND+1
300     IREST=M1
310     IUEB=0
320     K5=IU+1
330     K1=0
340     J1=0
350     IL(IS+N+1)=M+1
360     N1=N-1
370     M12=M121-1
380     MAT1=NMAN+1
390     DO 38 I=1,IR
400     38  IL(IGU+I)=0
410     CNORM DER MATRIX(WILKINSON)
420     GR=0.
430     NNF=MAT1+M121*N1
440     DO 10 I=MAT1,NNF,M121
450     T=0.
460     K2=I+M12
470     DO 20 J=I,K2
480     20  T=T+ABS(AL(J))
490     10  IF(T.GT.GR) GR=T
500     GR=GR*EPS
510     IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,205)

```

⁺) Dieser Algorithmus ist ein Unterprogramm vom Programmsystem KRAM'76 [20]. Eine ausführliche Beschreibung kann [20] entnommen werden.

```

520 205  FORMAT(/// DIE NICHTNULL ELEMENTE UND IHRE
530      *'/' RELATIVEN ADRESSEN DER UNTEREN/'
540      *' DREIECKSMATRIX: '/')
550      DO 11 K=MAT1,NNF,M121
560      K1=K1+1
570 70    J1=J1+1
580      K2=K+IREST*M121
590      IF(K2.GT.NNF) K2=NNF
600      IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,36) J1
610 36    FORMAT(' SCHRITT:',I4)
620 CPIVOTSUCHE
630      IVER=0
640      K4=K1
650      A=0.
660      DO 60 K3=K,K2,M121
670      IF(IL(IS+K4).GT.J1) GO TO 60
680      T=ABS(AL(K3))
690      IF(T.LE.A) GO TO 60
700      A=T
710      IVER=K4
720 60    K4=K4+1
730      IF(A.GT.GR) GO TO 63
740 CWAHL EINER STATISCH UNBESTIMMTEN
750      IUEB=IUEB+1
760      IF(IUEB.GT.IR) GO TO 310
770      IL(IGU+IUEB)=J1
780      IREST=IREST+1
790      GO TO 70
800 63    J2=K+M12
810      I2=IS+K1
820      IF(IVER.EQ.K1) GO TO 100
830 CZEILENTAUSCH
840      J3=IS+IVER
850      J4=IL(I2)
860      IL(I2)=IL(J3)
870      IL(J3)=J4
880      IDV=M121*(IVER-K1)
890      DO 110 I=K,J2
900      J4=IL(I)
910      ID=I+IDV
920      IL(I)=IL(ID)
930 110   IL(ID)=J4
940 CVORWAERTSZERLEGUNG
950 100   K4=1
960      IU1=K5
970      J3=K+1
980      J4=J2+1
990      DO 121 K3=J4,K2,M121
1000     I3=I2+K4
1010     I1=IL(I3)
1020     IF(I1.GT.J1) GO TO 121
1030     IDV=K4*M121
1040     T=AL(K3)/AL(K)
1050     K5=K5+1
1060     IL(K5)=K4
1070     K5=K5+1
1080     AL(K5)=T
1090     IT=1
1100     DO 120 J6=J3,J2
1110     A=AL(J6+IDV)-AL(J6)*T
1120     IF(ABS(A).GT.GR) GO TO 190
1130     AL(J6+IDV)=0.
1140 120   IT=IT+1
1150 CZEILE LINEARABHAENGIG, NACH 310
1160     GO TO 310
1170 190   I4=J3+IT-1
1180     DO 122 J6=I4,J2
1190     ID=J6+IDV
1200 122   AL(ID-IT)=AL(ID)-AL(J6)*T
1210     I4=ID-IT+1
1220     DO 123 J6=I4,ID
1230 123   AL(J6)=0.
1240     IL(I3)=I1+IT
1250 121   K4=K4+1
1260     IL(IU1)=K5
1270     IL(I2+K1)=IVER
1280     IF(IU1.EQ.K5) GO TO 2503
1290     IF(LMAT.EQ.0) GO TO 2503
1300     IU11=IU1+1
1310     WRITE(KA,35)(IL(I),I=IU11,K5,2)
1320     IU12=IU1+2
1330     WRITE(KA,2500)(AL(I),I=IU12,K5,2)
1340 2503   K5=K5+1
1350 2500   FORMAT(5(X,E12.6))

```

```

1360      IF(LANG.LE.K5+IREST) GO TO 131
1370 11   CONTINUE
1380 35   FORMAT(15(X,I4))
1390 CENDE DER ZERLEGUNG
1400      IF(LMAT.EQ.0)GOTO 158
1410      WRITE(KA,159)
1420 159  FORMAT(///' OBERE DREIECKSMATRIX:')
1430      CALL MATAUS(NMAN,N,M121)
1440 158  WRITE(KA,201)
1450 201  FORMAT(///' ZEILENVERTAUSCHUNGSVEKTOR IZ:')
1460      WRITE(KA,35)(IL(IZ+I),I=1,N)
1470      WRITE(KA,202)
1480 202  FORMAT(///' VEKTOR IS:')
1490      WRITE(KA,35)(IL(IS+I),I=1,N)
1500 CBERECHNUNG DER MATRIX B0
1510      M11=M+1
1520      REWIND ID4
1530      IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,26)
1540 26   FORMAT(///' B0-VEKTOREN (SPALTENWEISE AUSGABE):')
1550      IP=K5+1
1560      IF(LANG.LT.IP+M) GO TO 131
1570      DO 23 I=1,N
1580      DO 24 J=1,M11
1590 24   AL(IP+J)=0.
1600      AL(IP+IL(IS+I))=1.
1610      CALL BNULL
1620 CI-TE VEKTOR VON B0 IN DIE DATEI ID4
1630      WRITE(ID4) (AL(IP+J),J=1,M)
1640 23   IF(LMAT.NE.0) CALL MATAUS(IP,1,M)
1650 CRETURN, WENN SYSTEM STATISCH BESTIMMT
1660      IF(IR.EQ.0) RETURN
1670      IREST=IR-IUEB
1680      NIUEB=N+IUEB
1690      IF(IREST)310,182,183
1700 183  DO 181 I=1,IREST
1710 181  IL(IGU+IUEB+I)=NIUEB+I
1720      WRITE(KA,203)
1730 203  FORMAT(///' STATISCH UNBESTIMMTE :')
1740 182  WRITE(KA,35)(IL(IGU+I),I=1,IR)
1750 CBERECHNUNG VON BX (NICHT KOMPAKT)
1760 CDER VEKTOREN VON BX IN DIE DATEI ID4
1770      IBX=IU+1
1780      I3=0
1790      K4=IBX+1
1800      IF(LMAT.NE.0) WRITE(KA,188)
1810 188  FORMAT(/' NICHT KOPAKTE BX-VEKTOREN:' (SPALTEN
1820 *WEISE AUSGABE DES BESETZTEN BEREICHS):')
1830      MA=MAT1-M121
1840      DO 170 K=1,IR
1850      J1=IL(IGU+K)
1860      K5=IBX+J1
1870      DO 171 I=K4,K5
1880 171  AL(I)=0.
1890      AL(K5)=1.
1900      J3=J1-K
1910      IF(J3.EQ.0.OR.M12.EQ.0) GOTO 172
1920      IVER=J3
1930      K1=MA+J3*M121
1940      DO 250 I=1,J3
1950      J4=IL(IS+IVER)
1960      I1=J1-J4
1970      IF(I1.GT.M12) I1=M12
1980      T=0.
1990      J2=J4+IBX
2000      DO 300 K2=1,I1
2010 300  T=T+AL(K1+K2)*AL(J2+K2)
2020      AL(J2)=-T/AL(K1)
2030      IVER=IVER-1
2040      K1=K1-M121
2050 172  IF(LMAT.NE.0)WRITE(KA,251) I3,J1,(AL(I),I=K4,K5)
2060 170  WRITE(ID4) I3,J1,(AL(I),I=K4,K5)
2070 251  FORMAT(/' I3=',I4,' L1=',I4/(5(X,E12.6)))
2080 CENDE DER BERECHNUNG
2090      IEND=NMAN
2100      RETURN
2110 310  STOP ' **** SYSTEM LABIL-GAUSS1'
2120 131  STOP ' **** COMMON ZU KLEIN-GAUSS1'
2130      END

```

Testprogramm:

Da sämtliche Ein- und Ausgabedaten der Programme GAUSS1 und GAUSS2 identisch sind, wurde auf eine Protokollierung des Hauptprogramms verzichtet. Lediglich der Aufruf CALL GAUSS2 ist durch CALL GAUSS1 zu ersetzen. Es wurde das zu GAUSS2 gegebene Beispiel berechnet.

Programmablauf:

START STDHP

SYSTEMPARAMETER:

N = 8 (GLEICHUNGEN)
 M = 10 (UNBEKANNTE)
 IR = 2 (REDUNDANZ)
 M1 = 3 (UNTERE BANDBREITE)
 M121 = 7 (HAUPTBANDBREITE)

DIE NICHTNULL ELEMENTE UND IHRE
RELATIVEN ADRESSEN DER UNTEREN
DREIECKSMATRIX:

SCHRITT: 1
 3
 -.100000E+01
 SCHRITT: 2
 3
 -.100000E+01
 SCHRITT: 3
 1 2 3
 0.100000E+01 -.100000E+01 -.100000E+01
 SCHRITT: 4
 1 2 3
 -.100000E+01 -.100000E+01 0.100000E+01
 SCHRITT: 5
 3
 -.100000E+01
 SCHRITT: 6
 SCHRITT: 7
 2
 -.100000E+01
 SCHRITT: 8
 SCHRITT: 9

OBERE DREIECKSMATRIX:

-.100000E+01	0.0	-.707100E+00	0.0	0.0
0.0	0.0			
-.100000E+01	0.0	0.0	-.707100E+00	0.0
0.0	0.0			
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0			

0.100000E+01	0.707100E+00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0			
0.707100E+00	0.100000E+01	0.707100E+00	0.0	0.0
0.0	0.0			
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0			
-.100000E+01	-.707100E+00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0			
-.707100E+00	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0			

ZEILENVERTAUSCHUNGSVEKTOR IZ:

2 3 3 4 6 6 8 8

VEKTOR IS:

1 2 3 4 5 7 8 9

BO-VEKTOREN (SPALTENWEISE AUSGABE):

-.100000E+01	-.100000E+01	0.141423E+01	-.200000E+01	0.141423E+01
0.0	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.0
0.100000E+01	0.100000E+01	-.282845E+01	0.200000E+01	-.141423E+01
0.0	0.282845E+01	-.300000E+01	0.141423E+01	0.0
0.0	-.100000E+01	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-.100000E+01	0.0	0.0
0.200000E+01	0.100000E+01	-.282845E+01	0.200000E+01	-.141423E+01
0.0	0.282845E+01	-.300000E+01	0.141423E+01	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	-.100000E+01	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.141423E+01	-.100000E+01	0.0	0.0
-.100000E+01	-.100000E+01	0.141423E+01	-.100000E+01	0.141423E+01
0.0	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.0
0.100000E+01	0.100000E+01	-.141423E+01	0.100000E+01	-.141423E+01
0.0	0.141423E+01	-.100000E+01	0.0	0.0

STATISCH UNBESTIMMTE :

6 10

NICHT KOPAKTE BX-VEKTOREN:
(SPALTENWEISE AUSGABE DES BESETZTEN BEREICHS):

I3= 0 L1= 6
0.100000E+01 0.100000E+01 -.141423E+01 0.100000E+01 -.141423E+01
0.100000E+01

I3= 0 L1= 10
-.100000E+01 -.100000E+01 0.141423E+01 -.100000E+01 0.141423E+01
0.0 -.141423E+01 0.100000E+01 -.141423E+01 0.100000E+01

GEAENDERT: &STDD8.ID4 (0001.00)
STOP

EMDE STDHP 0.69

Auswertung der Ausgabe:

Für die nicht kompakten Eigenspannungszustände kann man der Ausgabe die folgende Matrix entnehmen:

$$B_x^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & -1.4142 & 1 & -1.4142 & 1 & & & & & \\ -1 & -1 & 1.4142 & -1 & 1.4142 & & -1.4142 & 1 & -1.4142 & 1 & \end{bmatrix}$$