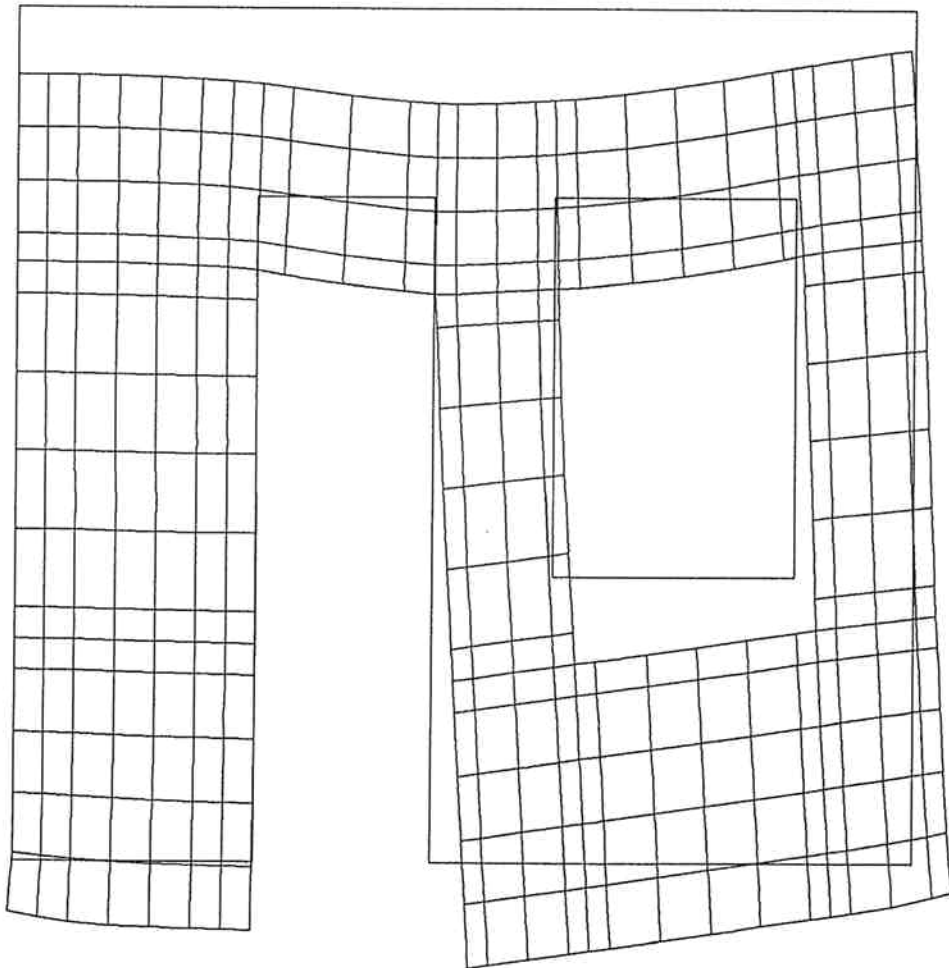


FEM Scheibe

Handbuch



Inhaltsverzeichnis

I. FEM Scheibe	I.I
1. OBJEKTVERWALTUNG	1.1
2. TRAGWERK	2.1
2.1. Einleitung	2.2
2.1.1. Koordinatensystem	2.3
2.1.2. Freiheitsgrade	2.3
2.2. Materialien, Querschnitte	2.4
2.2.1. Materialtypen	2.4
2.2.2. Querschnittstypen	2.6
2.3. Das FE - Netz	2.7
2.3.1. Definition des FE Netzes	2.8
2.3.2. Knoten	2.9
2.3.3. Scheibenelemente	2.10
2.3.4. Netzgenerierung im kartesischen Koordinatensystem	2.11
2.3.5. Netzgenerierung im Polarkoordinatensystem	2.12
2.3.6. Aussparung Generator	2.13
2.3.7. Elementgenerator	2.14
2.3.8. Querschnittstyp Generator	2.15
2.3.9. Netzgenerator für unregelmäßige Masche	2.16
2.4. Randbedingungen	2.19
2.4.1. Auflager	2.19
2.4.2. Federauflager	2.20
2.5. Ausgabe-Drucker	2.21
2.6. Ausgabe Graphik	2.22
3. LASTFÄLLE	3.1
3.1. Eingabe	3.2
3.1.1. Auflagerverformungen	3.3
3.1.2. Knotenlasten	3.4
3.1.3. Einzellast	3.5
3.1.4. Eigengewicht	3.6
3.1.5. Gleichlasten	3.7
3.1.6. Linienlast	3.8
3.1.7. Temperatur	3.9
3.2. Rechnen, Bemessen	3.10
3.3. Ausgabe Bildschirm	3.13
3.3.1. Auflagerkräfte	3.14
3.3.2. Knotenverformungen	3.15
3.3.3. Schnittkräfte	3.16
3.3.4. Bewehrung	3.17
3.3.5. Info	3.18
3.4. Ausgabe Drucker	3.19
3.5. Ausgabe Graphik	3.25
3.5.1. Auflagerkräfte	3.26
3.5.2. Knotenverformungen	3.27
3.5.3. Schnittkräfte	3.28
3.5.4. Hauptnormalkräfte	3.29
3.5.5. Bewehrung	3.31
3.5.6. Lasteingaben	3.32

4. LASTFALLÜBERLAGERUNG	4.1
4.1. Eingabe	4.2
4.2. Rechnen, Bemessen	4.3
4.3. Ausgabe Bildschirm	4.5
4.4. Ausgabe Drucker	4.6
4.5. Ausgabe Graphik	4.7
5. LASTEXTREME	5.1
5.1. Eingabe	5.2
5.2. Rechnen, Bemessen	5.4
5.3. Ausgabe Bildschirm	5.6
5.3.1. Auflagerkräfte	5.7
5.3.2. Knotenverformungen	5.8
5.3.3. Schnittkräfte	5.9
5.3.4. Bewehrung	5.10
5.3.5. Info	5.11
5.4. Ausgabe Drucker	5.12
5.5. Ausgabe Graphik	5.15
5.5.1. Auflagerkräfte	5.16
5.5.2. Knotenverformungen	5.17
5.5.3. Schnittkräfte	5.18
5.5.4. Hauptnormalkräfte	5.20
5.5.5. Bewehrung	5.21
A. Graphik - Ausgabe	A.1
A.1. Kapitelspezifische Ausgabesteuerung	A.1
A.2. Allgemeine Ausgabesteuerung für die Graphik	A.1
B. Theorie	B.1
B.1. Allgemeines zum verwendeten Scheibenelement	B.1
B.1.1. Einleitung	B.1
B.1.2. Eigenschaften des Elementtyps	B.1
B.2. Konvergenz	B.2
B.3. Stahlbetonbemessung	B.3
B.4. Programmgrenzen	B.4

I. FEM Scheibe

(C) ALLPROJEKT GmbH

Version 1.00

Objekt : PROSP

F E M - S C H E I B E

Obj.Teil : P1

1. OBJEKTVERWALTUNG
2. TRAGWERK
3. LASTFÄLLE
4. LASTFALLÜBERLAGERUNGEN
5. LASTEXTREME

Ihre Wahl

Menüfunktionen

1. Objektverwaltung

Auswahl, welches Objekt- bzw. Objektteil berechnet werden soll. Anlegen von neuen Objekten und Kopieren von bereits bestehenden Objekten.

2. Tragwerk

Eingabe von Material- und Querschnittswerten sowie Geometrie des FEM - Netzes. Kontrolle des FE - Netzes. Alphanumerische und graphische Dokumentation des Tragwerkes.

3. Lastfälle

Definition der Lastfälle, welche aus verschiedenen Lastarten zusammengestellt werden können. Berechnung der Zustandsgrößen wie Durchbiegungen, Scheibenschnittkräfte und Auflagerreaktionen. Alphanumerische und graphische Dokumentation der Lastfallergebnisse.

4. Lastfallüberlagerungen

Superposition der Lastfallergebnisse. Alphanumerische und graphische Dokumentation der überlagerten Zustandsgrößen.

5. Lastextreme

Berechnung der maßgebenden Zustandsgrößen durch Kombination der Lastfallergebnisse. Die einzelnen Lastfällen können als ständige Last, Nutzlast oder Nutzlast mit +/- Vorzeichen sowie einander gegenseitig ausschließend definiert werden. Alphanumerische und graphische Dokumentation der maßgebenden und zugehörigen Zustandsgrößen.

1. OBJEKTVERWALTUNG

Bevor mit der Bearbeitung eines statischen Programms begonnen werden kann, muß die Objektverwaltung aufgerufen werden. Hier wird ein bereits vorhandenes Objekt bzw. Objektteil zur Bearbeitung ausgewählt oder ein neues Objekt/Objektteil angelegt.

Eingabefelder:

Sachbearbeiter:

muß nicht angegeben werden, dient nur der Dokumentation.

Objekt:

Objektkennung, alphanumerisch und Sonderzeichen z.B. Eingabe der Geschäftszahl, das zugehörige Textfeld dient zur näheren Beschreibung des Objekts

Objektteil:

Objektteilkennung, wie Eingabe Objekt

Es können beliebig viele Objekte und beliebig viele zu den einzelnen Objekten gehörige Objektteile verwaltet werden. Nach Eingabe des gewünschten Objekt/-teils erfolgt durch **VORIGE MASKE** die Aktivierung der Daten und gleichzeitig die Rückkehr ins Hauptmenü.

Verwaltungsfunktionen:

Cursor muß im Eingabefeld Objekt oder Objektteil stehen.

SICHTEN:

Durch die Funktionstaste **SICHTEN** wird eine Tabelle mit den vorhandenen Objekten/-teilen angezeigt. Mit **TABELLE RÜCKWÄRTS** wird der Cursor wieder ins Eingabefeld positioniert.

LÖSCHEN:

Nach Eingabe des zu löschenden Objekt/-teils durch Funktionstaste **LÖSCHEN**. Falls ein Objekt gelöscht wird, werden auch alle zum Objekt gehörigen Objektteile gelöscht.

KOPIEREN:

Nur für Objektteile verfügbar. Nach Eingabe des zu kopierenden Objektteils durch Funktionstaste **KOPIEREN**. Darauf erfolgt die Eingabe des Zielobjektteils mit zugehörigem Text (die Texteingabe kann unterbleiben, das Textfeld muß aber mit **NEWLIN**E (**ENTER**) verlassen werden. Mit Ausführen von **KOPIEREN** werden alle Eingabedaten des zu kopierenden Objektteils in das neue Objektteil übernommen, die Ergebnisse werden nicht kopiert. Das neue Objektteil steht nunmehr für Modifikationen zur Verfügung. In ein Objektteil welches bereits Daten enthält, kann nicht kopiert werden.

2. TRAGWERK

* -> TRAGWERK ->

- > 1. Materialtypen
- > 2. Querschnittstypen
- > 3. Knoten
- > 4. Elemente
- > 5. Auflager
- 6. Federauflager

- 7. Netzgenerator

- 8. Ausgabe-Drucker
- 9. Ausgabe-Graphik

Sichten

Allgemeines

In diesem Menüpunkt wird das FE - Model definiert, welches der Tragwerkberechnung zugrunde gelegt wird.

Durch Auswahl der Untermenüpunkte 1 - 2 werden die nötige Materialien und Querschnittstypen eingegeben, in den Punkten 3 - 4, und 7 wird das FE Netz definiert, welches dann mit Hilfe der Punkte 5 - 6 mit Randbedingungen ergänzt wird.

Die Punkte 8 und 9 dienen zur alphanumerischen bzw. grafischen Ausgabe der Tragwerkseingaben.

2.1. Einleitung

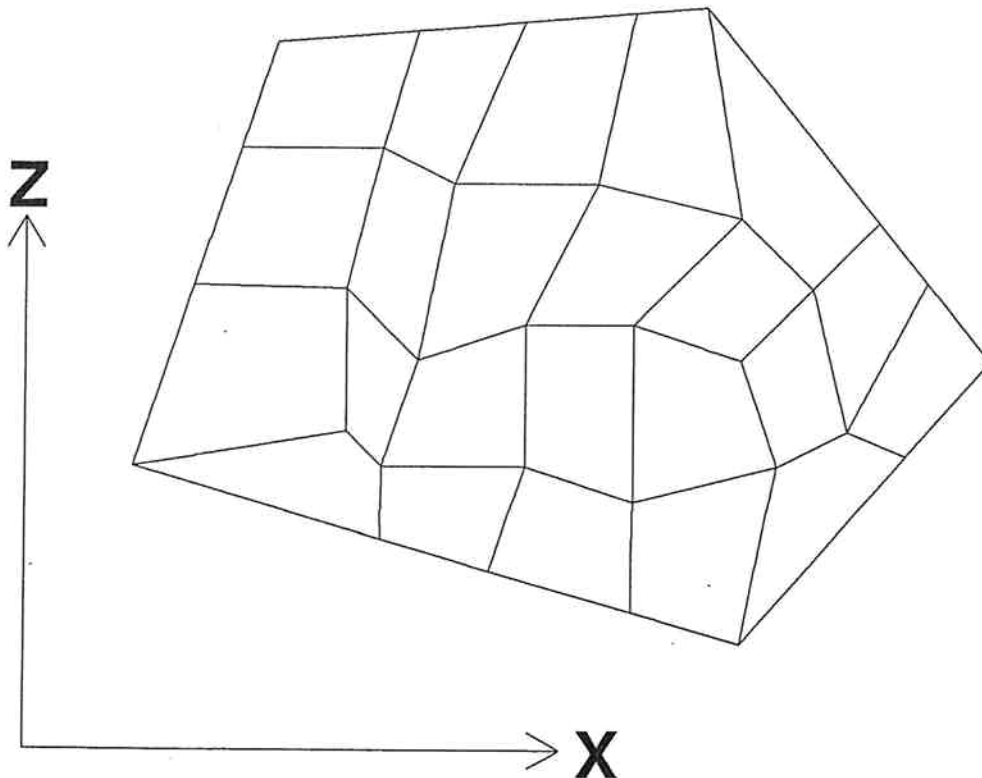
Wenn das Tragwerk (Scheibe) durch gedachte Linien in eine Anzahl "finiter Elemente" zerlegt wird, bekommt man ein FE Netz.

Dabei wird angenommen, daß die Elemente durch eine bestimmte Anzahl von Knotenpunkten - angeordnet an den Elementrändern - untereinander verbunden sind. Die Verschiebungen dieser Knotenpunkte werden in der Folge als die grundlegenden unbekanntenen Größen des Problems aufgefaßt.

Der Verschiebungszustand innerhalb jedes "finiten Elementes" wird mit Hilfe eines Systems gewählter Funktionen in Abhängigkeit von den Knotenpunktverschiebungen eindeutig festgelegt.

Durch diese Verschiebungsfunktionen ist auch der Verzerrungszustand im Inneren eines Elementes eindeutig in Abhängigkeit der Knotenverschiebungen bestimmt. Aus diesen Verzerrungen kann mit dem Stoffgesetz des Materials die Spannungsverteilung im gesamten Element und damit auch an dessen Rändern ermittelt werden.

Für die Berechnung wird noch ein System von Knotenkräften bestimmt, das im Gleichgewicht mit den Flächen und Linienlasten und anderen äußeren Belastungen steht und als "Ersatzbelastung" betrachtet wird.

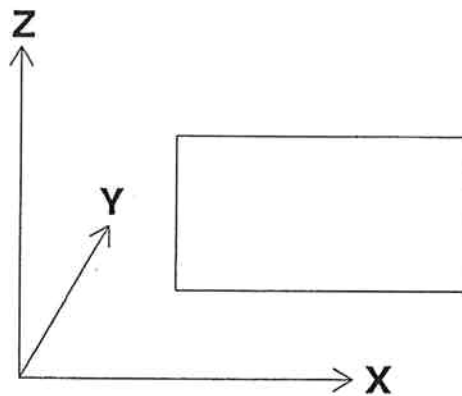


2.1.1. Koordinatensystem

Das globale Koordinatensystem ist ein orthogonales, rechtsdrehendes Koordinatensystem, wo die XY Ebene als horizontale Grundrißebene zu betrachten ist, und die positive Z Achse nach oben zeigt. Die Scheibe als vertikales Tragelement liegt in der XZ-Ebene (Wegen Kompatibilität mit anderen AP Statikprogrammen). Die Abbildung zeigt das verwendete Koordinatensystem mit der Scheibe.

Vorzeichenkonvention

Allgemein gilt für Vektoren sowohl im globalen als auch im lokalen Koordinatensystem, daß alle Vorzeichen positiv in Richtung der jeweiligen Achse sind, bzw. positive Drehrichtung in Richtung der Achsen haben.

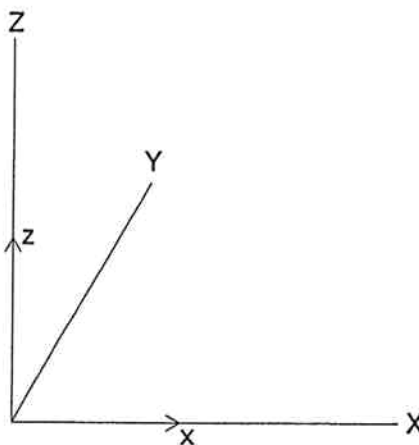


2.1.2. Freiheitsgrade

Der Verformungszustand der Scheibe läßt sich mit der Kombination folgender Knotenverformungskomponenten eindeutig definieren :

- Verschiebung in Richtung X
- Verschiebung in Richtung Z

Die Abbildung zeigt das verwendete Koordinatensystem mit den Freiheitsgraden.



2.2. Materialien, Querschnitte

2.2.1. Materialtypen

* -> TRAGWERK -> Materialtypen (-> Katalog)					
Materialtyp Nr	Baustoff (Name)	E-Modul (N/mm ²)	Poisson Zahl (--)	Wichte (kN/m ³)	Wärmedehnz. (1/°C)
1	B 300 ÖNORM	30000.0	0.200	25.00	0.000010
2	St 37 ÖNORM	206000.0	0.287	78.50	0.000012

S:

D-Tabelleneingabe

In einem Tragwerk kann eine beliebige Anzahl und Art von Materialtypen verwendet werden. Die Kennwerte für Materialien können direkt in die Materialtabelle eingetragen werden, wobei alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten.

Pro Materialtyp ist der Baustoffname, der E-Modul, die Poisson'sche Zahl, die Wichte und die Wärmedehnzahl einzugeben.

Die Wichte und der Temperaturkoeffizient werden bei den Belastungen Eigengewicht und Temperaturlast automatisch von der Materialtabelle übernommen.

Die gebräuchlichsten Baustoffkennwerte sind in einem Katalog gespeichert. Die zugehörige Eingabemaske erreicht man mit MASKE VORWÄRTS.

```

* -> TRAGWERK -> Materialtypen -> Katalog

```

Materialgruppe : 1

Nr	Gruppenname
1	Beton nach ÖNORM
2	Stahl nach ÖNORM
3	Beton nach DIN
4	Stahl nach DIN
5	Bauholz

In dem Eingabefeld Materialgruppe wählt man mit der entsprechenden Kennzahl den Baustoff an. Danach erscheinen am Bildschirm die im Katalog gespeicherten Baustoffgütern, aus welchen man durch Eingabe der Materialtypnummer und einer Kennzahl den gewünschten Baustoff auswählt.

```

* -> TRAGWERK -> Materialtypen -> Katalog

```

Materialgruppe : 1

Materialtyp Nr : 1	Wahl vom Katalog : 5
Katalog Nr	Bezeichnung
1	B 80 ÖNORM
2	B 120 ÖNORM
3	B 160 ÖNORM
4	B 225 ÖNORM
5	B 300 ÖNORM
6	B 400 ÖNORM
7	B 500 ÖNORM
8	B 600 ÖNORM

Suchen:

2.2.2. Querschnittstypen

* -> TRAGWERK -> Querschnittstypen		
Querschnittstyp Nr	Materialtyp Nr	Dicke (cm)
1	1	28.8
2	1	38.8

s:

D-Tabelleneingabe

In einem Tragwerk kann eine beliebige Anzahl von Querschnittstypen verwendet werden. Die Querschnittswerte können direkt in die Querschnittstabelle eingetragen werden, wobei alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten.

Pro Querschnittstyp ist die Materialtypnummer und die Dicke des Scheibenelementes einzugeben. So ist es möglich, Scheibenteile verschiedener Materialkennwerte und Dicke in der Berechnung zu berücksichtigen.

2.3. Das F E - Netz

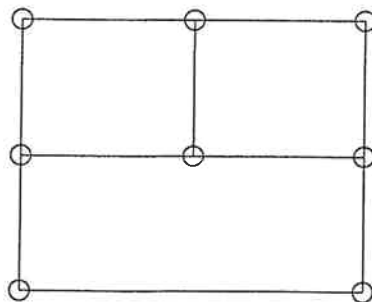
ICL ALLPROJEKT GmbH															F E M - S C H E I B E															Version 1.00														
ALLPROJEKT Gesellschaft für EDV-Ingenieurleistungen Ges.m.b.H.																																												
Objekt/Teil: T															/HB															Bearbeiter: /30.01.1992 R1011														
15	35	55	75	95	115	135	155	175	195	215	235	255	275		335	355	375	395		455	475																							
14	34	54	74	94	114	134	154	174	194	214	234	254	274		334	354	374	394		454	474																							
13	33	53	73	93	113	133	153	173	193	213	233	253	273		333	353	373	393		453	473																							
12	32	52	72	92	112	132	152	172	192	212	232	252	272		332	352	372	392		452	472																							
11	31	51	71	91	111	131						251	271							451	471																							
10	30	50	70	90	110	130						250	270							450	470																							
9	29	49	69	89	109	129						249	269							449	469																							
8	28	48	68	88	108	128						248	268							448	468																							
7	27	47	67	87	107	127						247	267							447	467																							
6	26	46	66	86	106	126						246	266							446	466																							
5	25	45	65	85	105	125						245	265		325	345	365	385		445	465																							
4	24	44	64	84	104	124						244	264		324	344	364	384		444	464																							
3	23	43	63	83	103	123						243	263		323	343	363	383		443	463																							
2	22	42	62	82	102	122						242	262		322	342	362	382		442	462																							
1	21	41	61	81	101	121						241	261		321	341	361	381		441	461																							

Das finite Element Netz kann aus allgemeinen viereckigen Scheibenelementen definiert werden. Das Programm verwendet folgenden Elementtyp :

- 4 knotiges allgemeines konvexes (Innenwinkel kleiner 180 Grad) Viereckelement mit bilinearen Verschiebungsfunktionen

Diese Elemente sind untereinander in den Eckpunkten (Knotenpunkten) verbunden.

Folgende Abbildung zeigt eine falsche Elementverbindung.



2.3.1. Definition des FE Netzes

Das Finite Element Netz wird also mit den Elementen bzw. deren Knoten (Topologie) und mit den Koordinaten der Knotenpunkte (Geometrie) definiert.

Netzdefinition

Die unmittelbare Definition eines Knotens oder Elementes kommt sehr selten vor, es besteht jedoch die Möglichkeit einzelne Knoten oder Elemente direkt in der jeweiligen Tabelle einzugeben oder zu modifizieren.

Das FE Netz kann mit Hilfe folgenden Tabellen eingegeben werden:

- Knoten - Tabelle
- Scheibenelement - Tabelle

Netzgeneratoren

Da die Netze der Flächentragwerke in der Praxis meistens irgendwelche Regelmäßigkeit aufweisen, können sie mit Hilfe von Generatoren leicht definiert werden. Die folgenden Kapitel zeigen die umfangreichen Möglichkeiten des Generierens eines FE Netzes.

Das FE Netz kann mit Hilfe folgender Generatoren erstellt werden

- **Netzgenerierung:**
 - *Netzgenerator im kartesischen Koordinatensystem*
 - *Netzgenerator im Polarkoordinatensystem*
- **Knotengenerierung:**
 - *Aussparungsgenerator*
- **Elementgenerierung:**
 - *Elementgenerator*
 - *Aussparungsgenerator*
 - *Querschnittstypgenerator*

In den nächsten Punkten wird anhand eines einfachen Beispiels (siehe vorige Seite) die Anwendung der Knoten und Elementtabellen und der verschiedenen Generatoren gezeigt.

Anschließend wird bei einem anderen Beispiel vorgeführt, welche Möglichkeiten noch die Generatoren haben, um ein unregelmäßiges Netz auch relativ einfach definieren zu können.

2.3.2. Knoten

* -> TRAGWERK -> Knoten (-> Generieren)			
	Knoten Nr	X-Koordinate (m)	Z-Koordinate (m)
	1	0.000	0.000
	2	0.000	0.200
	3	0.000	0.400
	4	0.000	0.600
	5	0.000	0.800
	6	0.000	0.900
	7	0.000	1.000
	8	0.000	1.250
	9	0.000	1.500
	10	0.000	1.750
	11	0.000	2.000
	12	0.000	2.100
	13	0.000	2.190
	14	0.000	2.360
	15	0.000	2.530
	16	0.000	2.700

Suchen :

D-Tabelleneingabe

In einem Tragwerk kann eine beliebige Anzahl von Knoten definiert werden, wobei zu beachten ist, daß die größtmögliche Knotennummer für MS-DOS Versionen programmintern mit 6000 angenommen wurde. Die Knoten werden durch Knotennummer und zugehörige X und Z Koordinaten eingegeben.

Die Knoten können direkt in die Tabelle eingetragen werden, wo alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten. Will man mehrere Knoten, welche eine Regelmäßigkeit aufweisen, löschen, so verwendet man den Generator. Dieser wird aus der Knotentabelle mit MASKE VORWÄRTS erreicht.

Die Numerierung der Knoten muß nicht lückenlos sein und hat keine Auswirkung auf die Größe der Bandbreite der Gesamtsteifigkeitsmatrix.

Es wird jedoch empfohlen die Knotennummern nicht zu großzügig und möglichst kompakt auszugeben, um in der Datenbank große Lücken zu vermeiden und dadurch Rechenzeit zu gewinnen.

2.3.3. Scheibenelemente

* -> TRAGWERK -> Elemente (-> Generieren)						
Element Nr	Knoten K1 Nr	Knoten K2 Nr	Knoten K3 Nr	Knoten K4 Nr	Querschnittstyp Nr	
1	1	21	22	2	1	
2	2	22	23	3	1	
3	3	23	24	4	1	
4	4	24	25	5	1	
5	5	25	26	6	1	
6	6	26	27	7	1	
7	7	27	28	8	1	
8	8	28	29	9	1	
9	9	29	30	10	1	
10	10	30	31	11	1	
11	11	31	32	12	1	
12	12	32	33	13	1	
13	13	33	34	14	1	
14	14	34	35	15	1	
15	15	35	36	16	1	
21	21	41	42	22	1	
s:						

D-Tabelleneingabe

In einem Tragwerk kann eine beliebige Anzahl von Scheibenelementen definiert werden. Die Elemente werden durch Elementnummer, vier zugeordnete Knoten - die im Gegenuhrzeigersinne aufgelistet sind - und Querschnittstyp eingegeben.

Die Elemente können direkt in die Tabelle eingetragen werden, wo alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten. Sollten die Elemente und die zugehörigen Knoten irgendwelche Regelmäßigkeit aufweisen, können diese selbstverständlich generiert werden. Der Generator kann von der Elementtabelle mit MASKE VORWÄRTS erreicht werden.

Die Numerierung der Elemente muß nicht lückenlos sein.

Die Größe der Frontbreite der Gesamtsteifigkeitsmatrix hängt aber sehr von der Numerierung ab. Um große Frontbreiten zu vermeiden, sollten die geometrisch benachbarten Elemente nicht zu große Elementnummerdifferenzen aufweisen.

Es wird auch empfohlen, die Elementnummern nicht zu großzügig und möglichst kompakt auszugeben, um in der Datenbank große Lücken zu vermeiden und dadurch Rechenzeit zu gewinnen.

2.3.4. Netzgenerierung im kartesischen Koordinatensystem

Der Netzgenerator generiert die Knotenkoordinaten und die Topologie der Elementen in einem Schritt innerhalb eines Makroelementes. Die Elementnumerierung erfolgt in diesem Fall automatisch, die Elementnummer ist identisch mit der Nummer des links unten liegenden Knoten.

Der Generator kann vom Tragwerkmenü mit der Wahl 7 - Netzgenerator aufgerufen werden. Nach dem Generieren kann man mit MASKE RÜCKWÄRTS wieder ins Tragwerkmenü zurückkehren. Die zuletzt eingegebenen Werte des Generierens werden aufgehoben, bei nochmaligem Aufruf des Generators können die Werte modifiziert werden.

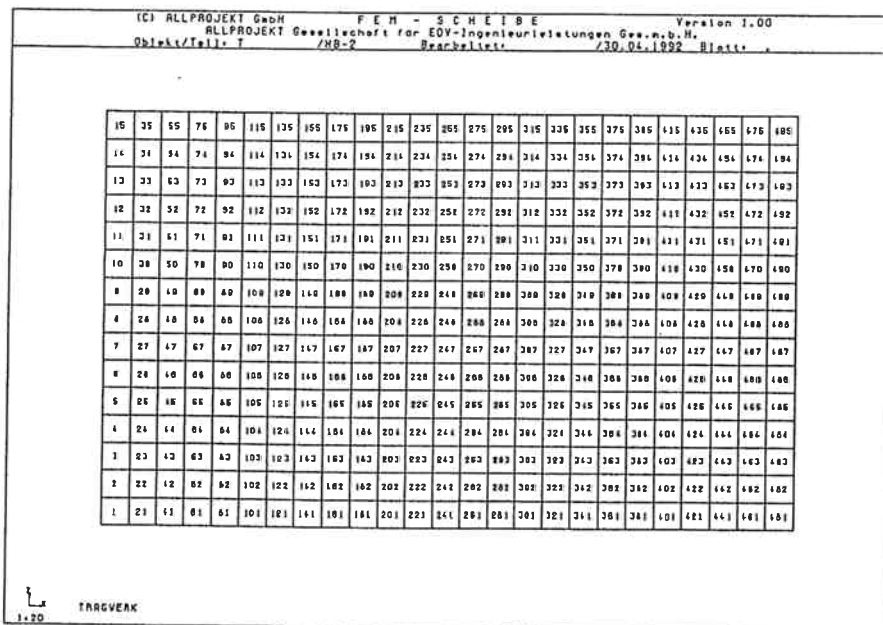
* -> TRAGWERK -> Netzgenerator

Koordinatensystem: K

Querschnittstyp: 1

Knoten	Knoten Nr von Sch-1 bis	Koordinaten-von X (m) Z (m)	Koordinaten-bis X (m) Z (m)
von	1 16	0.000 0.000	0.000 2.700
Sch-2	20		
bis	501 516	4.500 0.000	4.500 2.700

Mit den Eingaben der obigen Maske wird ein regelmäßiges FE - Netz generiert. Das untere Bild zeigt das Netz.



2.3.5. Netzgenerierung im Polarkoordinatensystem

Der Netzgenerator generiert die Knotenkoordinaten und die Topologie der Elemente in einem Schritt innerhalb eines Makroelementes.

Der Generator kann vom Tragwerkmenü mit der Wahl 7 - Netzgenerator - aufgerufen werden. Nach Generieren kann man mit MASKE RÜCKWÄRTS wieder ins Tragwerkmenü zurückkehren. Die zuletzt eingegebenen Werte des Generierens werden aufgehoben, bei nochmaligem Aufruf des Generators können die Werte modifiziert werden.

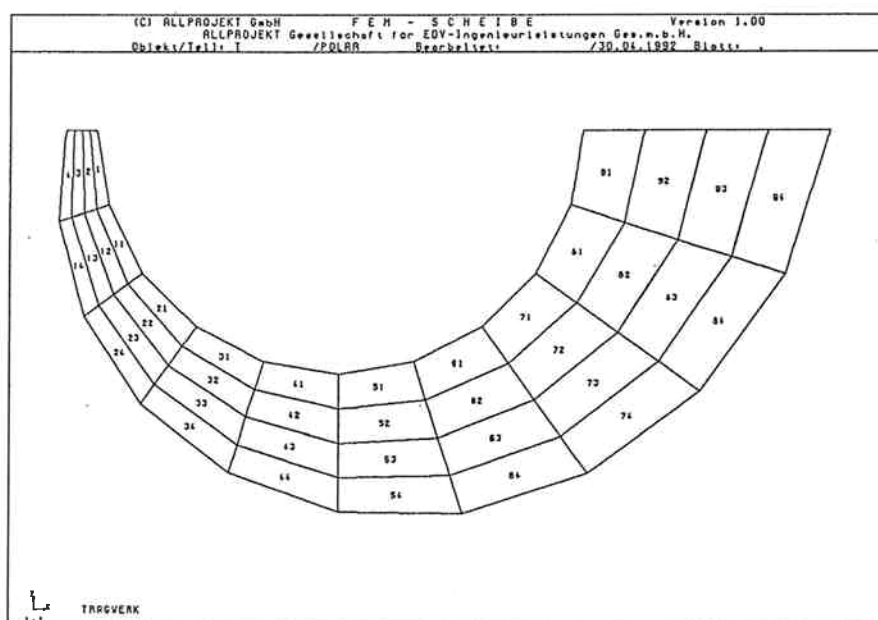
* -> TRAGWERK -> Netzgenerator

Koordinatensystem: P

Querschnittstyp: 1

Knoten	Knoten Nr		Koordinaten-von		Koordinaten-bis	
	von	Sch-1 bis	R (m)	Fl (°)	R (m)	Fl (°)
von	1	1	0.000	180.000	0.090	180.000
Sch-2	10					
bis	101	105	0.000	360.000	0.160	360.000

Mit den Eingaben der oberen Maske wird ein Makroelement beschrieben, welches am Innenrand von einem Kreis, am Außenrand von einer Spirale, begrenzt wird. Das untere Bild zeigt das FE - Netz.



2.3.6. Aussparung Generator

Der Generator kann von der Elementtabelle mit NÄCHSTE MASKE aufgerufen werden, wo dann der Generatortyp auf A (Aussparungsgenerator) gesetzt werden muß.

Dieser Generator löscht die gewünschten Elemente von der Elementtabelle. Die - zu den gelöschten Elementen zugeordneten - Knoten und deren Koordinaten werden nicht gelöscht, die gelöschten Elemente können mit dem Elementgenerator wieder aktiv gesetzt werden.

Nach Generieren kann man mit MASKE RÜCKWÄRTS wieder in die Elementtabelle zurückkehren.

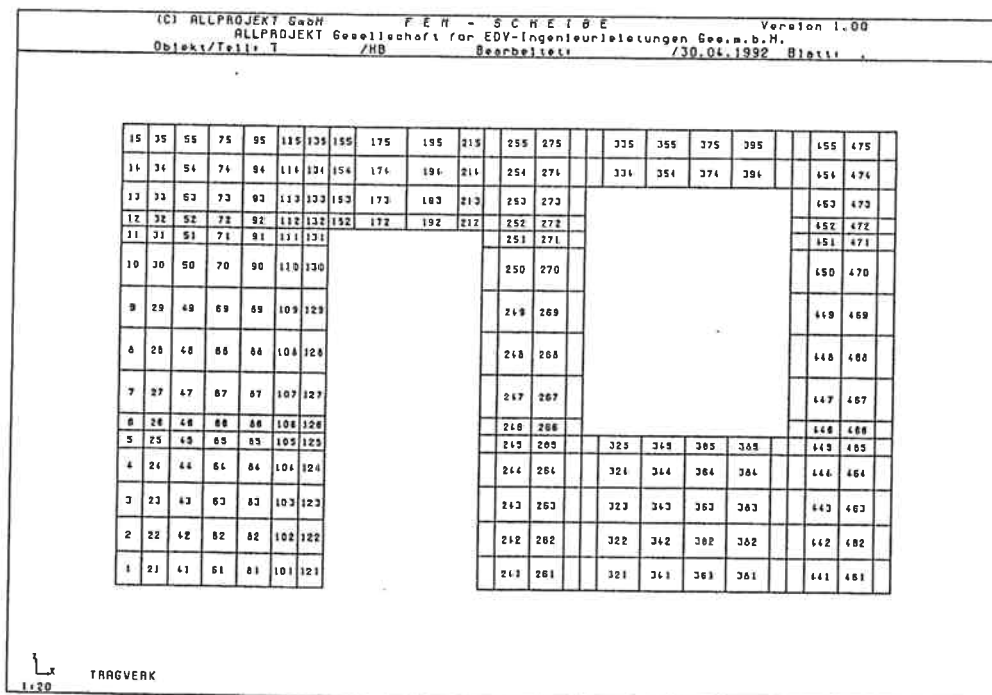
* -> TRAGWERK -> Elemente -> Generieren

Generatortyp : A

Aussparung generieren

von	Sch-1	Element Nr	Sch-2	bis
386	20	486	1	313

Mit den Eingaben in der obigen Maske kann das Fenster generiert werden. Analog erzeugt man die Aussparung für die Türe. Das untere Bild zeigt das FE - Netz mit Aussparungen.



2.3.7. Elementgenerator

Der Generator kann von der Elementtabelle mit NÄCHSTE MASKE aufgerufen werden, wo dann der Generatortyp auf E (Elementgenerator) gesetzt werden muß.

Dieser Generator generiert die Elemente mit den zugeordneten Knotennummern, also die Topologie. Die zugewiesenen Knoten müssen vor der Generierung nicht existieren, deren Koordinaten können auch später eingegeben oder generiert werden. Die generierten Elemente mit den zugeordneten Knoten können dann direkt in der Elementtabelle auf Wunsch weiter modifiziert werden.

Nach Generieren kann man mit MASKE RÜCKWÄRTS wieder in die Elementtabelle zurückkehren.

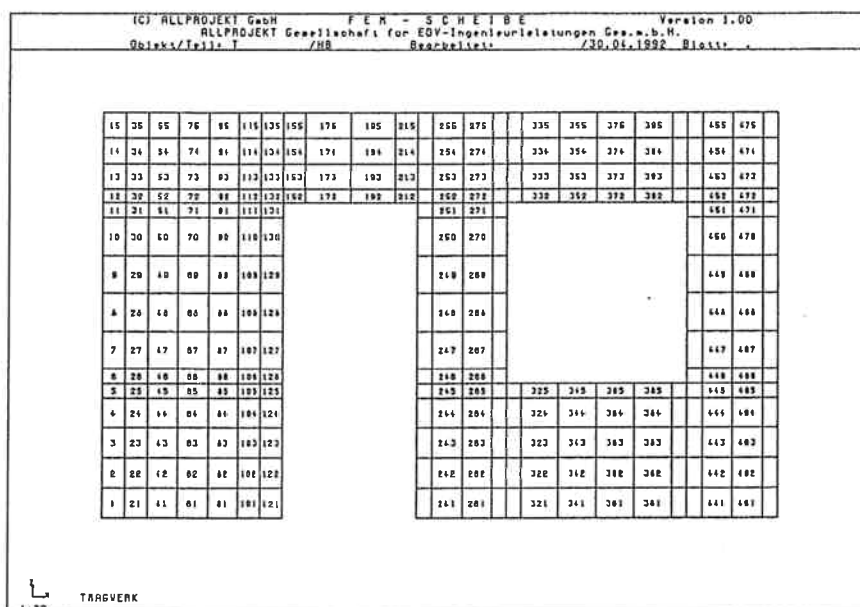
* -> TRAGWERK -> Elemente -> Generieren

Generatortyp : E

Querschnittstyp : 1

		Element Nr		Knoten Nr				Knoten
		von	Sch-1 bis	K1	K2	K3	K4	Sch-1
von	312	20	412	312	332	333	313	20
Sch-2	1						Sch-2	1
bis	313		413	413	433	434	414	

Mit den Eingaben in der obigen Maske wurden zusätzliche Elemente im oberen Fensterbereich generiert und den bereits definierten Knoten zugeordnet. Das untere Bild zeigt das FE - Netz mit hinzugefügten Elementen.



2.3.8. Querschnittstyp Generator

Der Generator kann von der Elementtabelle mit NÄCHSTE MASKE aufgerufen werden, wo dann der Generatortyp auf Q (Querschnittsgenerator) gesetzt werden muß.

Dieser Generator weist den gewünschten Elementen einen neuen Querschnittstyp zu. Der Generator modifiziert den Querschnittstyp nur bei existierenden Elementen, hier können neue Elemente nicht erzeugt werden. Die generierten Elemente können dann direkt in der Elementtabelle auf Wunsch weiter modifiziert werden. Nach Generieren kann man mit MASKE RÜCKWÄRTS wieder in die Elementtabelle zurückkehren.

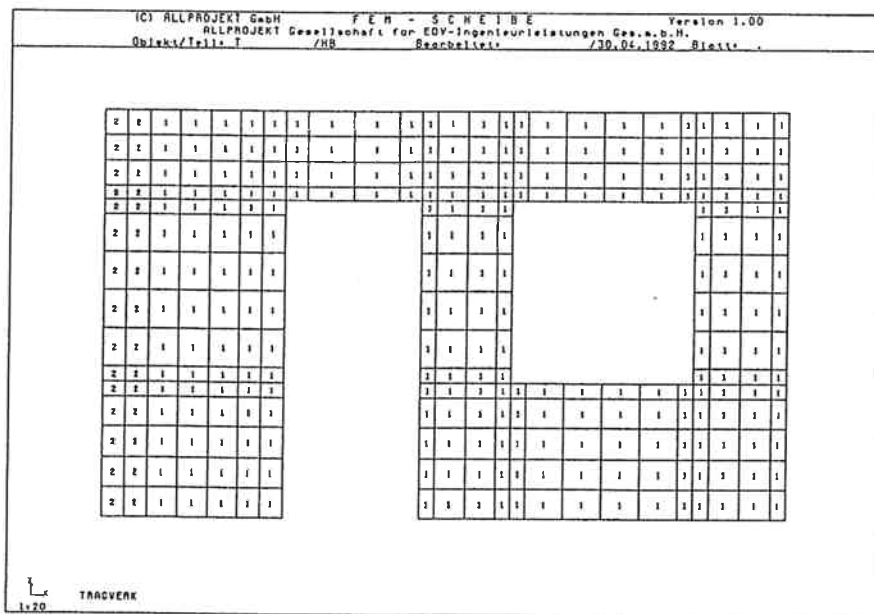
```

* -> TRAGWERK -> Elemente -> Generieren
-----
Generatortyp : Q

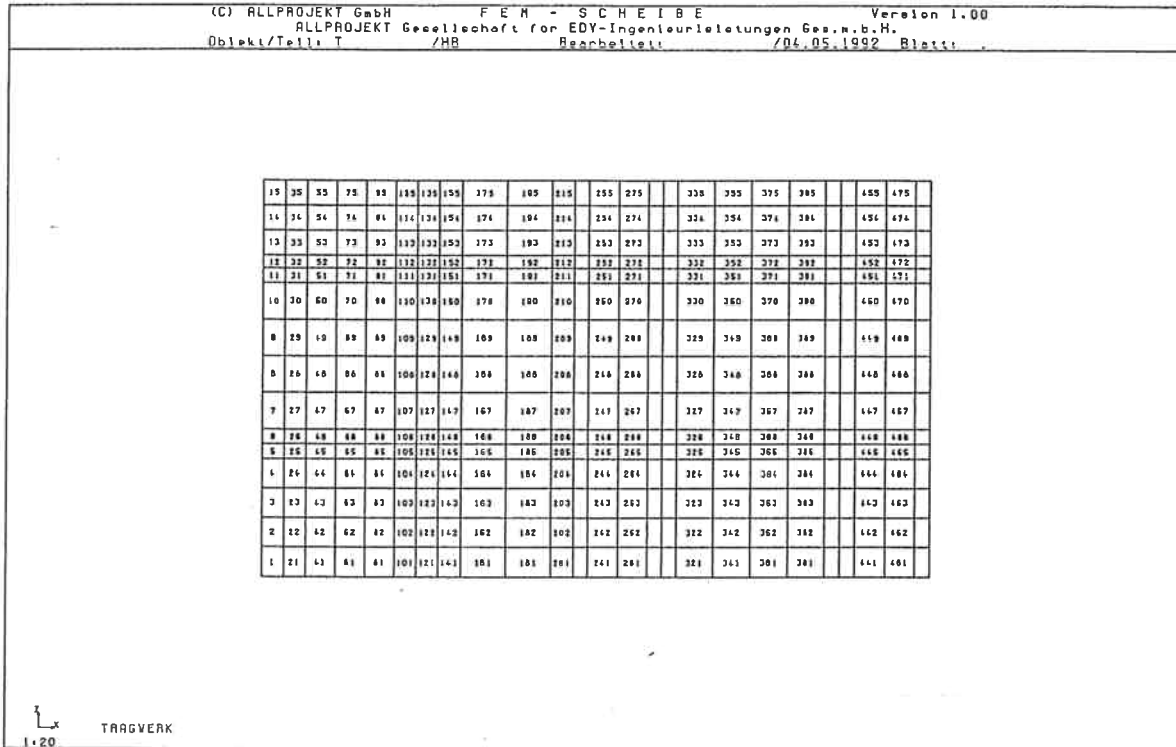
Querschnittstyp : 2

Element Nr
von Sch-1 bis Sch-2 bis
  1   20  21   1   15
  
```

Mit den Eingaben in der obigen Maske wurde der neue Querschnittstyp 2 der Scheibe zugeordnet. Das untere Bild zeigt das FE - Netz nach dieser Änderung.



2.3.9. Netzgenerator für unregelmäßige Masche



Wenn man aber mit dem Cursor die Eingabefelder Koordinaten-bis X oder Z auswählt, erscheint im unteren rechten Teil des Bildschirms eine Informationszeile "Increment-1". Mit der Funktion TABELLE VORWÄRTS kann eine Tabelle auf dem Schirm gebracht werden, welche die als gleichmäßig angenommenen Schrittweiten enthält. Durch Modifizieren dieser Werte kann ein unregelmäßiges Netz generiert werden. Die obige Maske zeigt diesen Vorgang.

Die Schrittweite-Tabelle kann mit TABELLE RÜCKWÄRTS verlassen werden um wieder die Generierungseingaben bearbeiten zu können.

* -> TRAGWERK -> Netzgenerator

Koordinatensystem: K

Querschnittstyp: 1

Knoten	Knoten Nr			Koordinaten-von		Koordinaten-bis	
	von	Sch-1	bis	X (m)	Z (m)	X (m)	Z (m)
von	1	1	16	0.000	0.000	0.000	2.700
Sch-2	20						
bis	501		516	4.500	0.000	4.500	2.700

Increment-1

0.200
0.200
0.200
0.200
0.100
0.100
0.250
0.250

Ähnlich kann man durch anfahren mit dem Cursor die Eingabefelder Koordinaten-bis X oder Z in der anderen Richtung die "Increment-2" Tabelle aktivieren und modifizieren, was die untere Maske zeigt. Nachdem die Schrittweiten in beiden Richtungen dem Musterbeispiel entsprechend eingegeben wurden, kann in einem Zug das gewünschte FE - Netz generiert werden.

* -> TRAGWERK -> Netzgenerator

Koordinatensystem: K

Querschnittstyp: 1

Knoten	Knoten Nr			Koordinaten-von		Koordinaten-bis	
	von	Sch-1	bis	X (m)	Z (m)	X (m)	Z (m)
von	1	1	16	0.000	0.000	0.000	2.700
Sch-2	20						
bis	501		516	4.500	0.000	4.500	2.700

Increment-2

0.150
0.150
0.200
0.200
0.200
0.150
0.150
0.150

Die Summe der Incremente muß nicht gleich der Entfernung zwischen Anfangs- und Endknoten sein. In diesem Fall wird die Distanz im Verhältnis zu den angegebenen Schrittweiten geteilt.

Es besteht auch die Möglichkeit allgemeine Vierecke als Makroelement zu definieren.

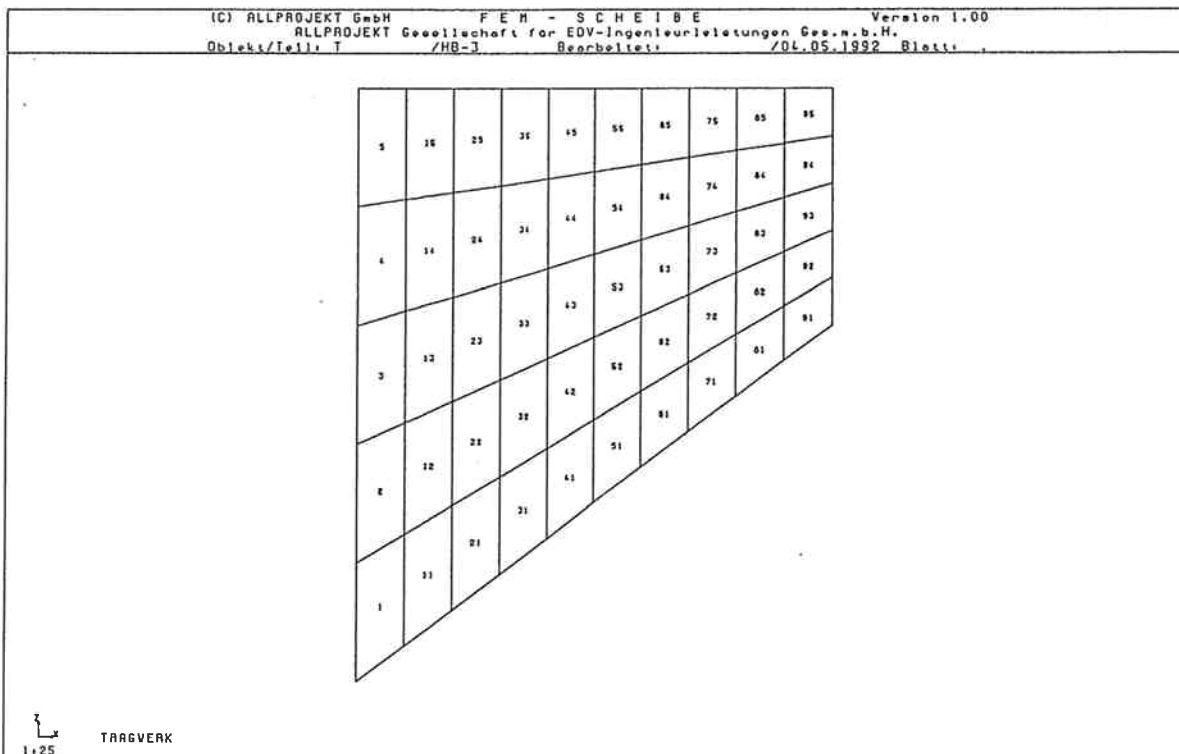
* -> TRAGWERK -> Netzgenerator

Koordinatensystem: K

Querschnittstyp: 1

Knoten	Knoten Nr			Koordinaten-von		Koordinaten-bis	
	von	Sch-1	bis	X (m)	Z (m)	X (m)	Z (m)
von	1	18	181	0.000	0.000	4.000	3.000
Sch-2	1						
bis	6		186	0.000	5.000	4.000	5.000

Mit den Eingaben in der obigen Maske wurde ein trapezförmiges Makroelement definiert. Das untere Bild zeigt das zugehörige FE - Netz.



2.4. Randbedingungen

2.4.1. Auflager

* -> TRAGWERK -> Auflager (-> Generieren)

	Knoten Nr	Verschiebung	
		X	Z
	2	1	0
	3	1	0
	4	1	0
	5	1	0
	6	1	0
	7	1	0
	8	1	0
	9	1	0
	10	1	0
	11	1	0
	12	1	0
	13	1	0
	14	1	0
	15	1	0
	16	1	0

Suchen: (0 = frei , 1 = fest)

D-Tabelleneingabe

In jedem Systemknoten können starre Auflager entsprechend den einzelnen Freiheitsgraden definiert werden. Die Verschiebungen X oder Z können fest oder frei, einzeln und von einander unabhängig gesetzt werden.

Die Auflager wirken in Richtung der globalen Koordinaten.

Die Auflagerbedingungen können direkt in die Auflagertabelle eingetragen werden, wobei alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten. Sollten mehrere Knoten die gleichen Auflagerbedingungen haben, können diese selbstverständlich generiert werden. Der Generator kann von der Auflagertabelle mit MASKE VORWÄRTS erreicht werden.

* -> TRAGWERK -> Auflager -> Generieren

	Knoten Nr	Verschiebung	
		X	Z
von :	2	1	0
Schritt :	1		
bis :	16		

(0 = frei , 1 = fest)

2.4.2. Federauflager

* -> TRAGWERK -> Federauflager (-> Generieren)

Knoten Nr	Feder - X (kN/m)	Feder - Z (kN/m)
1	0.0	35000.0
21	0.0	35000.0
481	0.0	35000.0
501	0.0	35000.0

Suchen :

In jedem Systemknoten können Federauflager entsprechend den einzelnen Freiheitsgraden definiert werden. Für die Verschiebungen Z und X können Federkonstante einzeln und von einander unabhängig eingegeben werden.

Die Federauflager wirken in Richtung der globalen Koordinaten.

Die Federkonstanten können direkt in die Federauflagertabelle eingetragen werden, wobei alle Funktionen zum Bearbeiten von Tabellen gelten. Sollten mehrere Knoten die gleichen Federkonstante haben, können diese selbstverständlich generiert werden. Der Generator kann mit MASKE VORWÄRTS erreicht werden.

(C) ALLPROJEKT GmbH F E M - S C H E I B E Version 1.00
 ALLPROJEKT Gesellschaft für EDV-Ingenieurleistungen Ges.m.b.H.
 Objekt/Tell.: T /HB Bearbeitet: /04.05.1982 Blatt: .

15	38	85	75	85	111	126	153	175	185	218	218	278	336	385	378	395	458	475
14	34	54	74	84	111	124	151	174	184	214	251	274	334	354	374	394	454	474
13	33	83	73	83	113	123	153	173	183	213	253	273	333	353	373	393	453	473
12	32	82	72	82	112	122	152	172	182	212	252	272	332	352	372	392	452	472
11	31	81	71	81	111	121	151	171	181	211	251	271	331	351	371	391	451	471
10	30	80	70	80	110	120	150	170	180	210	250	270	330	350	370	390	450	470
9	28	88	88	88	109	129	159	179	189	219	259	279	339	359	379	399	459	479
8	28	88	88	88	108	128	158	178	188	218	258	278	338	358	378	398	458	478
7	27	87	87	87	107	127	157	177	187	217	257	277	337	357	377	397	457	477
6	26	86	86	86	106	126	156	176	186	216	256	276	336	356	376	396	456	476
5	25	85	85	85	105	125	155	175	185	215	255	275	335	355	375	395	455	475
4	24	84	84	84	104	124	154	174	184	214	254	274	334	354	374	394	454	474
3	23	83	83	83	103	123	153	173	183	213	253	273	333	353	373	393	453	473
2	22	82	82	82	102	122	152	172	182	212	252	272	332	352	372	392	452	472
1	21	81	81	81	101	121	151	171	181	211	251	271	331	351	371	391	451	471

TRAGWERK
1.20

2.5. Ausgabe-Drucker

* -> TRAGWERK -> Ausgabe-Drucker

Seitennummer für erste Seite : 1

Materialtypen ? J (J/N)
Querschnittstypen ? J (J/N)
Knoten ? J (J/N)
Elementen ? J (J/N)
Auflager ? J (J/N)
Federauflager ? J (J/N)
Bemessungseingaben ? J (J/N)

Alphanumerische Listenausgabe auf Drucker für die Tragwerkseingaben.

Die Auswahl des Druckumfangs kann mit den Parametern laut Maske gesteuert werden.

Steuerparameter

N (Nein)
J (Ja)

Kein Ausdruck
Ausdruck

2.6. Ausgabe Graphik

```
* -> TRAGWERK -> Ausgabe-Graphik
-----
Elementnetz darstellen ? . . . . J (J/N)
Elemente numerieren ? . . . . . J (J/N)
Knoten numerieren ? . . . . . N (J/N)
Querschnitte numerieren ? . . . . N (J/N)
Auflager darstellen ? . . . . . J (J/N)

Tragwerksteil definition
x-min : 0.00 x-max : 6.50 z-min : 0.00 z-max : 4.00
Ausgabegerät: B1 Darstellungsebene: XZ Achsenwinkel: 45.
Blattbeschriftung ? Bildbeschriftung ? Blattformat:
Bild-Blattposition: H=( , ), V=( , ) Maßstab: 1 :
Sonderformat-Abmessungen: H= m, V= m
```

Graphische maßstäbliche Ausgabe des FE - Netzes auf Bildschirm, Drucker, Plotter oder Metafile (Bildverwaltung).

Nach Aufruf dieses Menüpunktes steht der Cursor im Eingabefeld Ausgabegerät für die Eingabe oder Änderung der allgemeinen Steuerparameter (siehe Anhang A)

Die Ausgabe des FE - Netzes kann durch folgende Parameter gesteuert werden

- Elementnetz darstellen : Bei positiver Antwort werden die einzelne Elemente gezeichnet, bei negativer nur die Kontur des Netzes.
- Elemente numerieren : Bei positiver Antwort werden die Nummern der einzelnen Elemente beschriftet. Dieser Parameter unterdrückt die Numerierung der Querschnitte. Die Elementnummern erscheinen erst dann, wenn innerhalb des Elementes genug Platz für die Beschriftung vorhanden ist.
- Querschnitte numerieren : Bei positiver Antwort werden die Querschnittsnummern der einzelnen Elemente beschriftet
- Knoten numerieren : Bei positiver Antwort werden die Knotennummern beschriftet
- Auflager darstellen : Bei positiver Antwort werden die Auflagerkomponenten mit Symbolen gezeichnet.
- Tragwerksteildefinition : Durch Eingabe von x-min, x-max, z-min und z-max Koordinaten kann ein Teil des Netzes ausgewählt und gezeichnet werden. Die Defaultwerte gelten immer für das ganze Netz.

Diese kapitelspezifische Steuerparameter können vom Eingabefeld Ausgabegerät mit der Funktionstaste FELD OBEN oder ERSTES EINGABEFELD erreicht werden.

3. LASTFÄLLE

* -> LASTFÄLLE ->

1. Eingabe
2. Rechnen
3. Ausgabe-Bildschirm
4. Ausgabe-Drucker
5. Ausgabe-Graphik

Sichten

In diesem Menüpunkt erfolgt die Eingabe und Berechnung einzelner Lastfälle, weiters können die Lastfallergebnisse auf dem Bildschirm, auf dem Drucker oder auf einem grafikfähigen Gerät ausgegeben werden.

Aus der Maske Lastfälle kann mit der Funktion **SICHTEN** eine Ausgabetablelle mit allen bereits vorhandenen Lastfällen aktiviert werden, welche die Lastfallnummer, den Lastfalltext und einen Hinweis, ob der Lastfall bereits berechnet ist oder neu berechnet werden muß, enthält.

In der Tabelle kann mit den Funktionen **VORIGE SEITE** und **NÄCHSTE SEITE** geblättert werden. Mit **TABELLE RÜCKWÄRTS** oder **TABELLE VORWÄRTS** verläßt man die Tabelle.

3.1. Eingabe

```
* -> LASTFÄLLE -> Eingabe
-----
Lastfall Nr: 1  Text: VOLLAST          Berechnet .
Lastart   : 6
          1. Auflagerverformungen
          2. Knotenlasten
          3. Einzellast
          4. Eigengewicht
          5. Gleichlasten
          -> 6. Linienlast
          7. Temperatur

          Sichten, Löschen, Kopieren
```

Die Eingabe der einzelnen Lastfälle erfolgt durch Angabe einer Lastfallnummer und optional eines zugehörigen Textes (wird bei Listen und Graphiken ausgegeben).

Alle Lastarten können in beliebiger Reihenfolge bei jedem Lastfall definiert werden. Die Belastungen werden mit sogenannten Generierungszeilen definiert, wo die belasteten Knoten bzw. Elemente mit "von", "Schritt" und "bis" Technik bestimmt werden können. Nicht existierende Knoten oder Elemente werden automatisch übersprungen. In der Tabelle können mehrere Generierungszeilen eingegeben werden. Wenn ein Element bzw. Knoten in mehreren Generierungszeilen bestimmt ist, wird das Element bzw. der Knoten mehrfach belastet.

Im Eingabefeld *Lastfall Nr.* kann mit **LÖSCHEN** der angezeigte Lastfall vollständig gelöscht, mit **SICHTEN** können die vorhandenen Lastfälle zur Ansicht gebracht, und mit **KOPIEREN** der aktuelle Lastfall auf einen neuen Lastfall kopiert werden. Im Eingabefeld *Lastart* wird die gewünschte Belastung ausgewählt. Bestätigt man die Eingaben mit **SICHTEN**, so werden die zur Lastart vorhandenen Eingaben am Schirm zur Ansicht gebracht und können nicht modifiziert werden. Dies ist nützlich, falls man die Eingaben zu einem bereits berechneten Lastfall anschauen möchte. Wählt man die Lastart mit **NÄCHSTE EINGABE** (Enter) an, wird der Hinweis "Berechnet" auf "Nicht berechnet" gesetzt, aber die vorhandenen Ergebnisse bleiben erhalten und können z.B. zur Extremwertbildung weiterverwertet werden.

3.1.1. Auflagerverformungen

* -> LASTFÄLLE -> Eingabe -> Auflagerverformungen

Knoten Nr			Verschiebung (cm)	
von	Schritt	bis	X	Z
1	1	21	00.00	2.00

Die Auflagerverformungen können nur Verschiebungen in Richtung der globalen Achsen sein.

Verschiebungsgrößen sind positiv in Richtung der globalen Achsen.

3.1.2. Knotenlasten

* -> LASTFÄLLE -> Eingabe -> Knotenlasten				
	Knoten Nr		PX	PZ
	von	Schritt bis	(kN)	(kN)
	195	1 195	0.00	-200.00

Die Angaben für Belastungen, die an den Systemknoten wirken, erfolgen im globalen Koordinatensystem. Als Knotenlasten können nur Kräfte eingegeben werden.

Kräfte sind positiv in Richtung der globalen Achsen.

3.1.3. Einzellast

* -> LASTFÄLLE -> Eingabe -> Einzellast					
Sys (G/L)	Knoten Nr	PX (kN)	PZ (kN)	X (m)	Z (m)
G	0	8.00	-50.00	1.350	0.000
L	276	8.00	-60.00	0.300	0.000

Diese Lastart dient zur Eingabe konzentrierter Belastungen, welche nicht direkt an einem Knoten angreifen. Der Ort der Belastung kann auf den Ursprung $X=0.00/Z=0.00$ (Global) oder auf eine Systemknoten (Lokal) durch Eingabe von X und Z bezogen werden. Die Abstände werden in Richtung der globalen Achsen gemessen. Definiert man die Abstände global, so muß Knotennummer 0 eingegeben werden.

Kräfte sind positiv in Richtung der globalen Achsen.