Übungshandbuch für das Programm *ELPLA*

(mit 13 Beispielen)



Berechnung der Sohlspannungen, Setzungen, Biegemomente von Gründungsplatten mit der Methode der Finiten Elemente

Version 9.3

Programmautoren: *M. El Gendy A. El Gendy*

GEOTEC: GEOTEC Software Inc. PO Box 14001 Richmond Road PO Calgary AB, Canada T3E 7Y7

Übungshandbuch ELPLA

Inhalt		Seite
1	Einführung	3
2	Installation des Programms ELPLA	3
3	Starten des Programms ELPLA	5
4	Beschreiben der Probleme	9

1 Einführung

Dieses Übungshandbuch enthält einen Überblick über die Behandlung von Statikproblemen wie Plattendecken, Fundamentplatten, Trägerrosten, Stabtragwerken und Scheiben. Es beschreibt die Prozesse zur Modellierung der Probleme, Durchführung der Berechnungen, Darstellung und Ausdrucken der Ergebnisse. Die Durchführung von 13 einfachen Beispielen wird dem Benutzer helfen, mit den wichtigsten Funktionen von *ELPLA* vertraut zu werden. Vor dem Bearbeiten eines wirklichen Projekts mit dem Programm *ELPLA* wird dem Benutzer empfohlen, die gegebenen Probleme auszuprobieren.

Die theoretischen Grundlagen der Berechnungsverfahren werden in diesem Übungshandbuch nicht erläutert. Diese sind im Benutzerhandbuch gut dokumentiert. Eine vollständige Übersicht für alle Menüs und Dialogfelder des Programms ist im Benutzerhandbuch oder im Online-Hilfesystem zu finden.

2 Installation des Programms *ELPLA*

Bei Bestellung der Programmkette *ELPLA* wird eine CD geliefert. Sie beinhaltet die Programme und für viele Projekte feste Daten für Testzwecke. Die CD enthält ein Installationsprogramm, das die *ELPLA*-Software auf dem Computer installiert.

Um ELPLA zu installieren, befolgen Sie diese Schritte:

- CD mit den neuen Programmen *ELPLA* in das entsprechende CD-Laufwerk legen und schließen. Es erscheint das Menü Bild 1



- Klicken auf der Schaltfläche "Weiter" im Menü Bild 1, um ELPLA zu installieren

Danach wird automatisch das Installationsprogramm gestartet und die auf der CD gespeicherten Programme werden in den Computer geladen und gespeichert (Bild 2).

- Klicken auf der Schaltfläche "Weiter" im Menü Bild 2, um die *ELPLA*-Software im angegebenen Verzeichnis zu installieren

Sie können wahlweise einen anderen Verzeichnisnamen angeben.

😽 ELPLA PD 9.0	
Select Installation Folder	
The installer will install ELPLA PD 9.0 in the following folder.	
To install in this folder, click "Next". To install to a different new or existing below or click "Browse".	g folder, enter one
Eolder: C:\Programme\ELPLA PD 9.0\	Browse
You can install the software on the following $\ensuremath{\text{drives}}$:	
Volume	Disk 🔺
	475:
	475. V
	<u>D</u> isk Cost
<u>C</u> ancel <u>P</u> revious	Next

Bild 2 Menü "Verzeichnisname angeben"

Nach Eingabe des Verzeichnisnamens kann das Installationsprogramm die *ELPLA*-Software auf Ihrem Computer installieren (Bild 3).

- Klicken auf der Schaltfläche "Weiter" im Menü Bild 3, um die Installation zu starten

ELPLA wird installiert und ein Menü zeigt den Prozess der Installation (Bild 4).

🖟 ELPLA PD 9.0	
Confirm Installation	
The installer is ready to install ELPLA PD 9.0 on your computer.	
Click "Next" to start the installation.	
<u>Cancel</u> <u>Previous</u>	Next

Bild 3 Menü "Bestätigen der Installation"

<mark>₩ELPLA PD 9.0</mark> Installing ELPLA PD 9.0)		
ELPLA PD 9.0 is being installed.			
Copying new files			
	<u>C</u> ancel	<u>P</u> revious	Next

Bild 4 Menü "Installieren des Programms ELPLA"

Das Installieren von *ELPLA* wird beendet, eine Meldung erscheint zur Information, dass das Installationsprogramm erfolgreich beendet wurde (Bild 5).

🖟 ELPLA PD 9.0			
Installation Complete		•	
ELPLA PD 9.0 has been sucessfully in	nstalled.		
Click "Close" to exit.			
	Cancel	Previous	Close

Bild 5 Letzte Installationsmeldung

3 Starten des Programms *ELPLA*

Nach der Installation von *ELPLA* werden einige neue Programmgruppen und Programmelemente automatisch für *ELPLA* zu Windows Start-Menüs erstellt. Auch wird eine Programmikone auf dem Desktop erstellt (Bild 6). *ELPLA* 9.2 professional enthält die einzelnen Programme *ELPLA-Bohr, ELPLA-Daten, ELPLA-Graphik, ELPLA-Liste, ELPLA-Schnitte, ELPLA-Berechnung* und *GEOTEC-Editor* außer dem Programm *ELPLA-Hilfe*. Alle diese Programme können gesondert oder durch das Hauptprogramm *ELPLA* PD 9.2 benutzt werden. Gestartet wird das Hauptprogramm *ELPLA* PD 9.2 durch Auswählen vom Windows-Start-Menü. Die Programmkette *ELPLA* arbeitet nach dem Konzept: Die eingegebenen und errechneten Daten werden getrennt gespeichert. Der Benutzer legt Projekte an, zu denen Positionen gerechnet werden.

Übungshandbuch ELPLA

Ergebnisse können graphisch oder in Tabellenform ausgedruckt und am Bildschirm kontrolliert werden. Die Programmkette *ELPLA* besteht aus den in Tabelle 1 genannten 7 Programmen.



Bild 6 Starten des Programms *ELPLA*

Ein schnellerer Start erfolgt durch Doppelklicken auf die *ELPLA* PD 9.2 Ikone auf dem Desktop (Bild 6). Nach dem ersten Starten von *ELPLA* PD 9.2 erscheint das Fenster im Bild 7. Dieses gehört zum Unterprogramm *ELPLA-Daten*. Dessen Funktion ist die Bearbeitung der Projektdaten wie FE-Netz, Baugrunddaten, Eigenschaften der Platte, Randbedingungen, Lasten usw.

An der oberen linken Ecke dieses Fensters erscheint die Menüleiste des Programms *ELPLA-Daten*, die zur Eingabe der Projektdaten verwendet wird. Um mit den Programmen *ELPLA-Graphik, ELPLA-Liste, ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Bohr* arbeiten zu können, müssen zunächst die Daten des Projekts eingegeben und mit den Programmen *ELPLA-Daten* bearbeitet und *ELPLA-Berechnung* berechnet werden.

	<u> </u>
Programmname	Aufgabenstellung des Programms
ELPLA-Daten	Eingabe der Projektdaten
ELPLA-Berechnung	Berechnung des Projekts
ELPLA-Graphik	Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen
ELPLA-Liste	Liste der Daten und Ergebnisse ausgeben
ELPLA-Schnitte	Definieren und Darstellung der Schnitte
ELPLA-Bohr	Eingabe und Darstellung von Schichtenprofilen
GEOTEC-Editor	Ein einfaches Textverarbeitungsprogramm

Tabelle 1Namen und Aufgaben der 7 Programme

🗮 ELPLA-Daten - [unb	enannt]		_ 8 ×
Datei Daten Ansich	it <u>G</u> runddaten <u>H</u> ilfe 🥊 <u>G</u> raphik Liste <u>S</u> chnitte <u>B</u> erechnung 🖕		
🛛 🗅 🥔 🖉 🖉	l, 🗖 🗀 🚥 🖽 🕵 🐛 🥔 🍪 🐮		
S 🗉 🗐 🖊	1 🖬 🛗 🎵 🖆 🗆 🖬 💾 💣 T' 🗟 🗸		
		09.02.05	12:26
D'117			15.20

Bild 7 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Daten*

Es folgt die kurze Beschreibung einiger essentieller Befehle und Funktionen für ELPLA Menüs.

Umschalten zwischen einzelnen Unterprogrammen

An der oberen rechten Ecke dieses Fensters erscheint die Menüleiste der Unterprogramme, die für das Umschalten zwischen einzelnen Unterprogrammen des *ELPLA*-Pakets verwendet wird. Der Benutzer kann zu einem bestimmten Unterprogramm durch Klicken auf den Namen dieses Unterprogramms gelangen. An der oberen linken Ecke dieses Fensters erscheint die Menüleiste für *ELPLA-Daten*, die für die Eingabe der Projektdaten verwendet wird.

Knoten markieren

Im Editiermodus werden die gewünschten Knoten mit Klicken auf jeden Knoten individuell oder mit Markierung einer Gruppe von Knoten gewählt. Eine Gruppe von Knoten kann gewählt werden mit Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Schleifen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Nach Freigabe der linken Maustaste sind alle Knoten im Rechteck gewählt.

Rückgängig und Wiederholen von Befehlen

Es ist möglich, alle Befehle im Programm *ELPLA-Daten* rückgängig (bis 12 Schritte) zu machen und zu wiederholen. Beim Erstellen eines Projekts kann es sein, dass Sie die Auswirkungen eines gewählten Befehls rückgängig machen und zu einem vorherigen Zustand zurückkehren möchten. Die Funktionen "Rückgängig" und "Wiederholen" finden sich unter dem Menü "graphisch" im Programm *ELPLA-Daten*.

An Raster ausrichten

Mit dem Befehl "Zeichnungsparameter" in *ELPLA-Daten* kann die Option "An Raster ausrichten" eingestellt werden. Damit werden Knoten, die Sie zeichnen oder deren Größe oder Position Sie ändern, automatisch an den Rasterpunkten ausgerichtet.

Definieren der Daten

Im Programm *ELPLA* gibt es 2 Möglichkeiten, die meisten Daten zu definieren. Das Definieren der Daten kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden.

Auftragsdaten

Der Benutzer kann drei Arten von Texten eingeben, um das Problem und die Grundinformation über die Aufgabe zu beschreiben. Diese Texte werden nur beim Drucken und der graphischen Darstellung der Eingabedaten und Endergebnisse benötigt. Auftragsdaten spielen keine Rolle in der Berechnung. Die drei Arten können wahlweise eingegeben werden.

Daten der Bewehrung

Wichtig ist, dass die Bemessungsnorm-Parameter wie Teilsicherheitsbeiwerte für Beton, Betonstahl und Schnittgrößen durch Auswahl des Befehls "Bemessungsnorm-Parameter" aus dem Menü "Grunddaten" (*ELPLA-Daten*) definiert werden, während Daten der Bewehrung wie Bemessungsnorm, Betongüte, Betonstahlgüte und Betondeckung durch Wahl des Befehls "Bewehrung" definiert werden. Bemessungsnorm-Parameter sind Standarddaten für alle Projekte, während Daten der Bewehrung von Projekt zu Projekt variiert werden können.

Bearbeiten mit Listenfeld

Einige der *ELPLA-Daten* sind im Listenfeld definiert, wie im Bild 8 gezeigt. In diesem Listenfeld werden die Befehle "Einfügen", "Kopieren" und "Löschen" für die gewählte Zeile angewandt. Um einen Wert in diesem Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie die "Eingabe"-Taste.

nktlasi	ten				
Nr. [-]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]	
1	1	1265,00	1,50	1,40	
2	1	1600,00	1,50	5,50	Einfügen
3	1	1350,00	1,50	9,90	
4	1	1368,00	1,50	12,60	Kopieren
5	1	1560,00	5,00	1,40	
6	1	1538,00	5,00	12,60	Löschen
7	1	800,00	9,20	1,40	
8	1	750,00	9,20	5,50	Neu
9	1	1565,00	9,20	12,60	
10	1	2150,00	13,40	5,50	Hilfe
11	1	1450,00	13,40	9,90	<u></u>
12	1	1254,00	13,40	12,60	Excel

Bild 8 Listenfeld

Berechnungsfortschritt

Im Bild 9 erscheint das Berechnungsfortschrittsmenü, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen	
Die Flexibilitätsmatrix wird aufgestellt!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:05 I = 86 .te von 226 Stufen	Abbrechen

Bild 9 Berechnungsfortschrittsmenü

4 Beschreiben der Probleme

Dieses Übungshandbuch stellt die Berechnung an 13 Beispielen dar. Diese dienen zur Erläuterung, wie das Programm *ELPLA* für die Berechnung von Fundamenten, Deckenplatten und Trägerrosten verwendet werden kann. Für jedes in diesem Übungshandbuch besprochene Problem sind die Eingabedateien und einige berechnete Dateien im *ELPLA*-Softwarepaket eingeschlossen. Dateinamen und Inhalt der Beispiele werden nachfolgend gezeigt. Außerdem zeigen diese ein Schlüsselbild für jedes Problem, welches die Hauptdaten z.B. Grundriss, Lasten und Untergrund enthält. Beispiele können von *ELPLA* durchgeführt werden zur Untersuchung der Details der Berechnung, um zu sehen, wie das Problem definiert oder berechnet wurde und zum Darstellen, Drucken oder Plotten der Ergebnisse. Im Übungshandbuch werden folgende Beispiele gerechnet:

Beispiel 1 Berechnung einer unregelmäßigen Platte auf unregelmäßigem Untergrund





Beispiel 2 Berechnung einer Deckenplatte

Beispiel 3 Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten





Beispiel 4 Berechnung eines Trägerrostes

Beispiel 5 Berechnung ebener Spannung eines Gabelschlüssels





Beispiel 6 Berechnung eines Fachwerks

Beispiel 7 Berechnung eines Rahmentragwerks





Beispiel 8 Berechnung eines Balkens



Beispiel 9 Einfluss eines Nachbarbauwerks II auf ein bestehendes Fundament I



Beispiel 10 Berechnung einer Fundamentplatte mit geraden und kreisförmigen Rändern

In diesem Beispiel wurde eine Fundamentplatte gewählt, die gerade und kreisförmige Ränder hat, um einige Besonderheiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Platten zu erläutern.

Datei	Inhalt		Pf	ahlgrup	pe mit l	Last		
Pile groups	Pfahlgruppe		+	3.8		1.4 y	1.2	
		Δ				Ø	۲	+
						$\bigotimes_{P=800}$		2.8
		*5 = 8 [m]						
		- 1.6*			 ···-@-1	· <u>·</u> ··•	-·@·-	······································
			Ø	Ø	Ø	Ø	Ø	3.4
		V	Ø	Ø	•	Ø	۲	-
			-		1.6*4 =	6.4 [m]		
In diesem Beisj gramms <i>ELPLA</i>	piel wurde eine Pfal für die Berechnung	nlgruppe von Pfahl	gewählt grupper	, um ei zu erlä	inige B utern.	esonder	heiten	des Pro-

Beispiel 11 Berechnung einer Pfahlgruppe

Datei	Inhalt			Pfah	l-Pla	ttengr	ündu	ng mi	t den l	Pfählen
Piled raft	Pfahl-Pla	ttengründ	engründung							
			•			24.5 [1	n]			•
		Ť								
		.0 [m]		··		···		··	 	+=::+=::- +=::+=::- +=::+=::+=::+
		21.		··••··-	•	···		··••·	••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	+ - + - + - + - ●
									-	
In diesem Beisp des Programms I	iel wurde eine ELPLA für die	Pfahl-P Berechnu	lattengrün ıng von Pf	dung ahl-P	gewä latten	ihlt, u gründ	ım ei lunge	nige n zu e	Beson erläute	derheite rn.

Beispiel 12 Berechnung einer Pfahl-Plattengründung



Beispiel 13 Interaktion durch Senkung der Sohlfläche eines Gebäudes bei Untertunnelung

Ein einfaches Beispiel zeigt die Interaktion durch Senkung der Sohlfläche eines Gebäudes bei Untertunnelung wird gewählt, um einige der wesentlichen Merkmale des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Bodensenkung zu erläutern.

Beispiel 1

Berechnung einer unregelmäßigen Platte auf unregelmäßigem Untergrund

Inhalt

1	Besch	reiben des Problems	3
	1.1	Lasten	3
	1.2	Plattenmaterial und Plattendicke	3
	1.3	Baugrunddaten	4
	1.4	Verfahren der Berechnung	4
2	Erstel	len der Daten	7
	2.1	Berechnungsverfahren	7
	2.2	Auftragsdaten	10
	2.3	FE-Netzdaten	11
	2.4	Baugrunddaten	16
	2.5	Eigenschaften des Fundaments	22
	2.6	Einflussfelder der Bohrprofile	25
	2.7	Lastdaten	26
3	Durch	ıführung der Berechnung	31
	3.1	Starten von ELPLA-Berechnung	31
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	32
4	Darste	ellung von Daten und Ergebnissen	33
	4.1	Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen	34
	4.2	Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen	36
	4.3	Drucken der Zeichnung	39
	4.4	Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen	40
5	Stichy	vortverzeichnis	43

1 Beschreiben des Problems

Ein einfaches Beispiel einer unregelmäßigen Platte auf unregelmäßigem Baugrund wird gewählt, um einige der wesentlichen Merkmale des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Platten zu erläutern.

1.1 Lasten

Die Platte ist verschiedenen äußeren Einwirkungen ausgesetzt: 12 Einzellasten [kN], 1 gleichförmig verteilte Last [kN/m²], 1 Linienlast [kN/m] und je 1 Moment [kN·m] in x- und y-Richtung, wie im Bild 1-1 und in den Tabellen 1-1 bis 1-5 gezeigt.



Bild 1-1 Grundriss der Platte [m] und Lasten

1.2 Plattenmaterial und Plattendicke

Für Plattenmaterial und Plattendicke werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	E_b	$=2 * 10^{7}$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	ν_b	= 0.25	[-]
Wichte des Betons	$\gamma_{ m b}$	= 0.0	$[kN/m^3]$
Plattendicke	d	= 0.5	[m]

Da die Wichte des Betons mit $\gamma_b = 0.0$ eingegeben wurde, wird das Eigengewicht der Platte bei der Berechnung vernachlässigt.

1.3 Baugrunddaten

Der Baugrund unter der Platte wird durch drei unterschiedliche Bohrprofile definiert. In jedem Bohrprofil sind drei Schichten mit den verschiedenen Bodenmaterialien vorhanden. Die Elastizitätsmoduli der drei Schichten für Erstbelastung sind $E_{s1} = 9500 \text{ [kN/m^2]}$, $E_{s2} = 22000 \text{ [kN/m^2]}$ und $E_{s3} = 120000 \text{ [kN/m^2]}$. Für die Wiederbelastung sind $W_{s1} = 26000 \text{ [kN/m^2]}$, $W_{s2} = 52000 \text{ [kN/m^2]}$ und $W_{s3} = 220000 \text{ [kN/m^2]}$ angenommen. Die *Poissonzahl* wird mit $v_s = 0.3$ [-] angesetzt und ist konstant für alle Bodenmaterialien. Die Wichte des Bodens über dem Grundwasserspiegel ist $\gamma_s = 19 \text{ [kN/m^3]}$, während sie unter dem Grundwasserspiegel $\gamma'_s = 9 \text{ [kN/m^3]}$ beträgt. Die Gründungstiefe der Platte ist $d_f = 2.7 \text{ [m]}$, der Grundwasserspiegel unter Gelände ist GW = 1.5 [m]. Bild 1-2 zeigt die Lage der Bohrungen mit Schichtenfolgen und Bodenkenngrößen.

1.4 Verfahren der Berechnung

Zur Berechnung der Platte sind folgende Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren erforderlich:

- elastische Bodenschichten Kontinuummodell
- Steifemodulverfahren für die elastische Platte auf den elastischen Bodenschichten (Lösung des Gleichungssystems mit Iteration Verfahren 6)

In der Berechnung werden die folgenden Einflüsse berücksichtigt:

- Der Einfluss von Erst- und Wiederbelastung
- Der Einfluss des Auftriebsdrucks
- Der Einfluss der Unregelmäßigkeit des Untergrunds unter der Platte (durch Verwendung der Interpolation zwischen den Bohrprofilen, Bild 1-2)

Die theoretischen Grundlagen der Berechnungsverfahren werden in diesem Übungshandbuch nicht erläutert. Diese sind im Benutzerhandbuch gut dokumentiert.

y-Stellung y [m]	x-Stellung x [m]	Lastgröße P [kN]	Last Nr. I [-]
1,4	1,5	1265	1
5,5	1,5	1600	2
9,9	1,5	1350	3
12,6	1,5	1368	4
1,4	5	1560	5
12,6	5	1538	6
1,4	9,2	800	7
5,5	9,2	750	8
12,6	9,2	1565	9
5,5	13,4	2150	10
9,9	13,4	1450	11
12,6	13,4	1254	12

Tabelle 1-1Punktlasten P

Tabelle 1-2Momente Mx

y-Stellung	x-Stellung	Momentgröße	Moment
У [m]	x [m]	Mx [kN.m]	Nr. [-]
1,4	 5	350	1

Tabelle 1-3Momente My

y-Stellung	x-Stellung	Momentgröße	Moment
У	Х	Му	Nr.
[m]	[m]	[kN.m]	[-]
5,5	9,2	500	1

Tabelle 1-4Linienlast pl

Last Nr. I [-]	Lastgröße Pl [kN/m]	Lastanfang x1 [m]	Lastanfang y1 [m]	Lastende x2 [m]	Lastende y2 [m]
1	 89	10,5	4,8	 15	2,8

Tabelle 1-5 Flächenlast p

Last Nr.	Lastgröße	Lastanfang	Lastanfang	Lastende	Lastende
I	P	xĺ	yĺ	x2	y2
[-]	[kN/m²]	[m]	[m]	[m]	[m]
1	120	0	0	0,5	13,97



Bild 1-2a) Lage der Bohrungen und Interpolationszonen
b) Bohrprofile B1 bis B3

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt wird dem Benutzer das Erstellen der Daten für die Berechnung von Fundamentplatten gezeigt. Das Beispiel wird bearbeitet, um die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms zu zeigen. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der Wizard-Assistent im Bild 1-3 erscheint. Er vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen.

Berechnungsverfahren		
Berechnung		
Berechnung einer Gründungsplatte	Berechnung einer Deckenplatte	Berechnung ebenes Stabtragwerks
Berechnung von Systemen mehrerer Gründungsplatten	Berechnung eines Trägerrostes	Berechnung ebener Spannung
Laden		
Hilfe Speichern unter	Abbrechen < Zurück	<u>W</u> eiter > <u>Speichern</u>
Dild 1.2 Winord	A soliotent "Denselver	

Bild 1-3 Wizard-Assistent "Berechnung'

In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung ein Fundamentproblem ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Gründungsplatte" (wie in Bild 1-3 gezeigt)
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 1-4).

Berechnungsverfahren:
C 1- Spannungstrapezverfahren
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren
C 5- Halbraumverfahren für die elastische Platte
C 6- Iteratives Steifemodulverfahren für die elastische Platte
C 7-Vollständiges Steifemodulverfahren für die elastische Platte
C 8- Steifemodulverfahren für die starre Platte
○ 9- Steifemodulverfahren f ür die schlaffe Platte
Baugrundmodell:
C Halbraummodell
💿 geschichteter Baugrundmodell
/
Hilfe Speichern unter Abbrechen < ⊒urück

Bild 1-4 Menü "Berechnungsverfahren"

Um die Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie "6-Iteratives Steifemodulverfahren für die elastische Platte" (Bild 1-4)
- Wählen Sie das Baugrundmodell "geschichtetes Baugrundmodell"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 1-5). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
	Anti-Symmetr, um die x-Achse
Hilfe Speichern unter Abbrechen	< Zurück <u>Weiter ></u> Speichern

Bild 1-5 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 1-6). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

Berechnungsverfahren
C Optionen::
Stäbe in der Platte Zusätzliche Einzelfedern Auflager/Randbedingungen Pfähle Berechnung der Grenztiefe Bewehrung der Platte Nichtlineares Baugrundmodell Berechnung der Verschiebungen im Boden Berechnung der Dehnungen im Boden Berechnung der Dehnungen im Boden Berechnung der Dehnungen im Boden Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden Der Einfluss von Temperaturänderungen soll untersucht werden Der Einfluss von Bodensenkungen soll untersucht werden
Les markieren
Hilfe Speichern unter Abbrechen < ⊒urück

Bild 1-6 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 1-7).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld. Zum Beispiel schreiben Sie "Beispiel". Das Programm *ELPLA* wird automatisch diesen Dateinamen in allen Lese- oder Speicherprozessen verwenden
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

Speichern ur	iter					? ×
Speichern jn:	🔄 Tutorial Manual	•	£	<u></u>	d	
📅 Beispiel						
Datei <u>n</u> ame:	Beispiel			1 [<u>S</u> pei	chern
Diateitun:	,		-	1	<u>Abbre</u>	echen
D Storyp.	Einzeipiake-bakeien (*.FOT)		· ·		ADDIG	onon

Bild 1-7 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projektes [Beispiel] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt.



Bild 1-8 *ELPLA-Daten*-Fenster nach der Eingabe von Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 1-8). *ELPLA* platziert dieses Zeichen neben die Befehle, die der Benutzer eingegeben hat.

2.2 Auftragsdaten

Der Benutzer kann drei Arten von Texten eingeben, um das Problem und die Grundinformation über die Aufgabe zu beschreiben. Diese Texte werden nur beim Drucken und der graphischen Darstellung der Eingabedaten und Endergebnisse benötigt. Auftragsdaten spielen keine Rolle in der Berechnung. Die drei Arten können wahlweise eingegeben werden.

Um die Auftragsdaten zu definieren

Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 1-9 erscheint

In diesem Dialogfeld machen Sie die nächsten Schritte:

- Schreiben Sie folgenden Text im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben: "Berechnung einer unregelmäßigen Platte auf unregelmäßigem Untergrund"
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum". *ELPLA* schlägt das gegenwärtige Datum vom Computerkalender vor. Wenn dieses nicht gewünscht wird, klicken Sie auf den Abwärtspfeil neben dem Textfeld "Datum", um das gegenwärtige Datum zu modifizieren
- Schreiben Sie "Beispiel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

Aul	ftragsda	ten 🗙
L F	Auftragsd	aten:
A	Auftrag	Berechnung einer unregelmäßigen Platte auf unregelmäßigem Untergrund
0	Datum	Montag, 14. Juli 2003
F	Projekt	Beispie
	<u>S</u> peiche	rn <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe <u>L</u> aden Speichern <u>u</u> nter

Bild 1-9 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren, wählen Sie den Befehl "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint, wie im Bild 1-10 gezeigt. Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze zu generieren, die konstante Größe in *x*- und *y*-Richtung haben. Für das gegebene Problem hat die Platte unregelmäßige Form und wird in 15 * 15 Elemente unterteilt. Elementgröße in *x*- und *y*-Richtung ist variabel, wie im Bild 1-2 gezeigt. Deshalb wird hier ein anderer Weg verwendet, um das FE-Netz zu generieren, wobei *ELPLA* verschiedene Möglichkeiten zur Generierung bietet.

Im Menü von Bild 1-10

- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 15.01 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 13.98 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE-Netzes		
Plattentyp		
		0
Rechteckplatte:		
Länge der Rechteckplatte	L [m]	15.01
Breite der Rechteckplatte	B [m]	13,98
Hilfe Abbrechen < Zuritick	<u>W</u> eiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 1-10 Auswahl von Netzschablonen

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Menü "Generierungstyp". *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren (Bild 1-11).

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE-N	etzes		
Generierungstyp			
		× + × + × + × - + + × + × + + × - + + × + × + + × - + + × + × + × - + + × + × + ×	x + z + x + z + z + z + z + z + z + z +
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 1-11 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Rasterdefinition" mit Standardwerten konstanter Elementgrößen (Bild 1-12).

Generierung des FE-Netzes
Rasterdefinition
Raster in x-Richtung
🖵 Konstanter Rasterabstand
Anzahl der Rasterabstände
Rasterabstände 1,00
Raster in y-Richtung
T Konstanter Rasterabstand
Anzahl der Rasterabstände 10
Rasterabstände 1,00
Hilfe Abbrechen < ⊒urück Weiter > Eertig stellen

Bild 1-12 Dialogfeld "Rasterdefinition"

Zuerst wird das Netz der finiten Elemente für die ganze Fläche generiert, dann werden die unnötigen Knoten entfernt, um den Fundamentgrundriss zu definieren.

Um die variable Elementgröße in x-Richtung zu editieren

- Inaktivieren Sie das Kontrollkästchen "Konstanter Rasterabstand" in *x*-Richtung. Die Schaltfläche "Rasterabstände" in *x*-Richtung wird aktiv
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Rasterabstände" in x-Richtung.
 Das Listenfeld "Rasterabstände in x-Richtung" erscheint (Bild 1-13). In diesem Listenfeld kann die Elementgröße individuell für jedes Element in x-Richtung eingegeben werden
- Editieren Sie die Elementgröße in *x*-Richtung in diesem Listenfeld. Um einen Wert in diesem Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zeile, dann drücken Sie die "Eingabe"-Taste
- Klicken Sie auf "OK", um zum Dialogfeld "Netz der finiten Elemente" zurückzukehren

Um die variable Elementgröße in *y*-Richtung zu editieren, wiederholen Sie die vorherigen Schritte. Bild 1-14 zeigt die Liste von Elementgrößen in *y*-Richtung.

Rasterabstände in x-Richtung 🛛 🔀					
	Nr. T	Dx [m]		<u>k</u>	
	1	0,90		Abbrechen	
	2	0,90			
	3	0,90		<u>E</u> infügen	
	4	0,90			
	5	0,87		Kopieren	
	6	0,87			
	7	0,87		<u>L</u> öschen	
	8	1,08			
	9	1,08		Neu	
	10	1,08			
	11	1,08		Hilfe	
	12	1,12			
	13	1,12	-	Excel	

Bild 1-13 Listenfeld "Rasterabstände in *x*-Richtung"



Bild 1-14 Listenfeld "Rasterabstände in y-Richtung"

Nach dem Editieren der variablen Elementgröße in *x*- und *y*-Richtung klicken Sie auf "Fertig stellen" im Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 1-12), um das Netz der finiten Elemente auf dem Bildschirm zu sehen.

Entfernen der Knoten vom FE-Netz

Um die unnötigen Knoten zu markieren, die entfernt werden sollen, wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem "graphisch"-Menü (Bild 1-15). Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. In diesem Fall ist der Befehl "Knoten entfernen" im Menü "graphisch" aktiviert. Die gewünschten Knoten werden mit Klicken auf jeden Knoten individuell oder mit Markierung einer Gruppe von Knoten gewählt, wie im Bild 1-15 gezeigt. Eine Gruppe von Knoten kann gewählt werden mit Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Schleifen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Nach Freigabe der linken Maustaste sind alle Knoten im Rechteck gewählt.



Bild 1-15 Generiertes FE-Netz nach dem Markieren der unnötigen Knoten

Um die markierten Knoten zu entfernen, wählen Sie den Befehl "Knoten entfernen" aus dem "graphisch"-Menü. Das Ergebnis dieses Befehls wird im Bild 1-16 gezeigt. Um den graphischen Modus zu verlassen, drücken Sie die "Esc"-Taste.



Nach dem Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 1-16, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "FE-Netzdaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.4 Baugrunddaten

Im Programm *ELPLA* gibt es drei verschiedene Baugrundmodelle mit mehreren Berechnungsverfahren. Deshalb ist es erforderlich, die Baugrunddaten für jedes Verfahren entsprechend dem verwendeten Baugrundmodell zu definieren. Im gegenwärtigen Beispiel ist das Baugrundmodell, das bei der Berechnung verwendet wird, ein geschichtetes Baugrundmodell. Dieses Modell erfordert drei Bohrprofile an verschiedenen Stellen des Bodens, um den Baugrund zu definieren. Jedes Bohrprofil hat mehrere Schichten mit verschiedenen Bodenmaterialien. Die geotechnischen Daten für jede Schicht sind Wichten des Bodens γ_s , Steifemoduli (oder Elastizitätsmoduli) für Erstbelastung E_s und für Wiederbelastung W_s .

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 1-17 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 1-17 Unterprogramm ELPLA-Bohr mit einem Standardbohrprofil

Baugrunddaten werden durch das "Daten"-Menü im Bild 1-17 definiert, welches die folgenden zwei Befehle enthält:

- "Baugrunddaten"-Befehl (definiert die einzelnen Bohrprofile)
- "Baugrund-Grunddaten"-Befehl (definiert zugehörige Daten für alle Bodenschichten)

Um die Baugrunddaten für die drei Bohrprofile des gegenwärtigen Beispiels einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 1-17 den Befehl "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü. Das folgende Dialogfeld im Bild 1-18 mit Standardbohrprofildaten erscheint

Baugrunddaten					×
Profil-Nr. 1 von 3 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 4 Schichten: Kurzzeichen für Bodenarten und Fels:	Geotec	hnische Daten der Schicht:			
Hauptbodenart 1 U, Schluff Hauptbodenart 2 , keine	Eigens	schaften des Bodens werder	n mit Elastizität	smodul E definiert	
Nebenbodenart 1 -, keine	E	[kN/m²] 9500	Fhi	[*] 30	
Nebenbodenart 2 -, keine	l w	[kN/m²] 26000	с	[kN/m²] 5	
Zeichn.farbe	Gam	[kN/m²] [19	Nue	[1] [0,3	
Kurztext U Tiefe der Schicht unter Gelände [m] 1,50					
Schicht kopieren Schicht einfugen Schicht los <u>c</u> hen					
Profil kopieren	_	X-Koordinate des Bohrprofi	ls	[m] 4,00	
Aus Datei Profil einfügen		Y-Koordinate des Bohrprofi	ls	[m] 3,00	
		Bezeichnung des Bohrprofi	ils	B1	
					▶
<u>k</u> Abbrechen		<u>N</u> eu			<u>H</u> ilfe

Bild 1-18 Dialogfeld "Baugrunddaten"

Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 1-18 definieren Sie die geotechnischen Daten der ersten Bodenschicht des ersten Bohrprofils wie folgt:

E_s	= 9 500	$[kN/m^2]$
W_s	$= 26\ 000$	$[kN/m^2]$
Gam	= 19	$[kN/m^3]$

In diesem Beispiel sind der Winkel der inneren Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens nicht erforderlich, weil die ausgewählte Art der Berechnung die lineare Berechnung ist. Deshalb kann der Benutzer die Standardwerte der inneren Reibung φ und der Kohäsion *c* übernehmen. Diese sind:

 $\begin{array}{ll} \phi & = 30 & [^{\circ}] \\ c & = 5 & [kN/m^2] \end{array}$

Die untere Tiefe der ersten Schicht wird für alle Bohrprofile mit 1.5 [m] eingesetzt, die gleich dem Grundwasserspiegel ist. Nun schreiben Sie diesen Wert im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände".

Um die Bodenschichten mit verschiedenen Symbolen nach DIN 4023 zu zeichnen, müssen die Bodenart und Farbe für jede Schicht definiert werden.

Um die Bodenart und Farbe für die erste Schicht zu definieren

- Wählen Sie "U, Schluff" als Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" (Bild 1-18). Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Der Benutzer kann diese ändern, falls gewünscht. Auch wird ein kurzer Text "U" automatisch für Schluff erstellt

Um die zweite Schicht des ersten Bohrprofils einzugeben

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Sch. Kopieren" im Bild 1-18. Eine Schicht mit den Eigenschaften der ersten Schicht wird kopiert
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur zweiten Bodenschicht zu bewegen.
 Die Schicht-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds f
 ür Bodenschichten als Kopftitel geschrieben
- Ändern Sie den Wert der Wichte des Bodens von 19 [kN/m³] auf 9 [kN/m³]
- Ändern Sie den Wert der Tiefe der Schicht unter Gelände von 1.5 [m] auf 3.8 [m]

Um die Feinsandschicht und Kiesschicht einzugeben

- Klicken Sie zweimal auf die Schaltfläche "Sch. Einfügen" im Bild 1-18. Zwei Schichten ohne Daten werden eingefügt
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur dritten Bodenschicht zu bewegen
- Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 1-18 definieren Sie die geotechnischen Daten der Feinsandschicht wie folgt:

Es	$= 22\ 000$	$[kN/m^2]$
Ws	= 52 000	$[kN/m^2]$
Gam	= 9	$[kN/m^3]$
φ	= 30	[°]
с	= 5	$[kN/m^2]$

- Wählen Sie "*fs*, Feinsand" als Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels"
- Schreiben Sie 10 im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur vierten Bodenschicht zu bewegen und schreiben sie die folgenden Daten für die Kiesschicht:

Es	$= 120\ 000$	$[kN/m^2]$
Ws	$= 220\ 000$	$[kN/m^2]$
Gam	= 9	$[kN/m^3]$
φ	= 30	[°]
с	= 5	$[kN/m^2]$

- Wählen Sie "G, Kies" als Bodenart
- Schreiben Sie 20 im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"
Beachten Sie, dass die Wichte des Bodens verwendet wird, um die Vorbelastung q_v [kN/m²] aufgrund des entfernten Bodens zu bestimmen, die gleich $\gamma_s * d_f$ ist. Dies bedeutet, dass die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle d_f nicht erforderlich ist. Allerdings wird die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle für alle Bodenschichten mit dem Wert 9 [kN/m³] eingesetzt.

Nach dem Editieren der geotechnischen Daten für das erste Bohrprofil müssen die Koordinaten des Bohrprofils und ein kurzer Text zur Bezeichnung des Bohrprofils eingegeben werden.

Um in Bild 1-18 die Koordinaten des Bohrprofils und Bezeichnung des Bohrprofils einzugeben

- Schreiben Sie 4 für *x*-Koordinate im Textfeld "*x*-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie 3 für y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie B1 als Bezeichnung für das erste Bohrprofil im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Nun sind alle Daten und Parameter für das erste Bohrprofil eingegeben. Der nächste Schritt ist die Eingabe der Daten der anderen zwei Bohrprofile. Da die drei Bohrprofile die gleichen Bodenschichten enthalten, werden die Daten der anderen zwei Bohrprofile erstellt durch Kopieren der Daten des ersten Bohrprofils. Nun ist es erforderlich die Schichttiefen, Koordinaten der Bohrprofile und Bezeichnungen der Bohrprofile zu modifizieren.

Um die anderen zwei Bohrprofile zu erstellen

- Klicken Sie zweimal auf die Schaltfläche "Profil kopieren" im Bild 1-18. Zwei Bohrprofile mit den Daten und Parametern des ersten Bohrprofils werden kopiert

Modifizieren der Bohrprofildaten

Modifizieren der Bohrprofilkoordinaten wird nur numerisch durchgeführt, während das Modifizieren der anderen Daten der Bohrprofile wahlweise numerisch oder graphisch durchgeführt werden kann. In diesem Beispiel werden alle Daten numerisch modifiziert.

Um die Koordinaten und Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren

- Verwenden Sie die horizontale Bildlaufleiste, um sie zum 2. Bohrprofil zu bewegen. Die Bohrprofil-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds für die Bohrprofile als Kopftitel geschrieben
- Schreiben Sie 1 als *x*-Koordinate im Textfeld "*x*-Koordinate des Bohrprofils [m]" im Bild 1-18
- Schreiben Sie 9 als y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]" im Bild 1-18
- Schreiben Sie B2 als Bezeichnung des zweiten Bohrprofils im Dialogfeld "Bezeichnung des Bohrprofils" im Bild 1-18
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie von einer Schicht zur anderen zu bewegen. Dann modifizieren Sie die Tiefe der Schicht unter Gelände für jede Schicht

- Im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände" im Bild 1-18 schreiben Sie die folgenden Werte für die Schichttiefen:

Tiefe der Schicht unter Gelände (2. Schicht)	8.2	[m]
Tiefe der Schicht unter Gelände (3. Schicht)	14.1	[m]
Tiefe der Schicht unter Gelände (4. Schicht)	20	[m]

Wiederholen Sie die Schritte für das dritte Bohrprofil mit folgenden Daten:

x-Koordinate des Bohrprofils	10	[m]
y-Koordinate des Bohrprofils	11	[m]
Bezeichnung des Bohrprofils	B3	
Tiefe der Schicht unter Gelände (2. Schicht)	12.7	[m]
Tiefe der Schicht unter Gelände (3. Schicht)	18.2	[m]
Tiefe der Schicht unter Gelände (4. Schicht)	20	[m]

Nach dem Erstellen von Bohrprofilen klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrunddaten" im Bild 1-18, um die definierten Bohrprofile auf dem Bildschirm zu sehen, wobei der Benutzer die Eingabedaten und Parameter kontrollieren oder modifizieren kann. Als Standardzeichnungsparameter stellt *ELPLA* nur das erste Bohrprofil auf dem Bildschirm dar (Bild 1-19).



Bild 1-19 Erstes Bohrprofil auf dem Bildschirm

Um alle oder spezielle Bohrprofile auf dem Bildschirm darzustellen

- Wählen Sie den Befehl "Darstellung der Bohrprofilschnitte" aus dem "Graphik"-Menü im Bild 1-19. Das folgende Listenfeld im Bild 1-20 erscheint

Um ein Bohrprofil zu wählen, das Sie anzeigen wollen

- Wählen Sie das Bohrprofil, das Sie zeichnen wollen, aus der Liste der verfügbaren Bohrprofile im Bild 1-20
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Profil hinzufügen". Doppelklicken auf das erforderliche Bohrprofil in der Liste der verfügbaren Bohrprofile gibt dasselbe Ergebnis. Entsprechend verfahren Sie beim Entfernen eines Bohrprofils aus der Zeichnungsliste
- Klicken Sie auf "OK" im Bild 1-20. Die gewählten Bohrprofile erscheinen auf dem Bildschirm zur Kontrolle oder um die Bohrprofildaten graphisch zu ändern (Bild 1-21)

Lis	te de	r Bohrpro	ofile			×
Г	Liste d	ler gewählt	en Bo	hrprofile, um zu zeichnen:		Ok
	Nr.	Bohrprofi	I Nr.	Bezeichnung des Bohrprofils		<u></u>
	1		1	B1		Abbrechen
						<u>H</u> ilfe
Г	Liste d	ler verfügb	aren B	ohrprofile:		Neu
	Boh	rprofil Nr.		Bezeichnung des Bohrprofils		
		1	B1			
		2	B2			Profil hinzufügen
		3	B3			
						Profil entfernen

Bild 1-20 Listenfeld "Liste der Bohrprofile"



Bild 1-21 Bohrprofile auf dem Bildschirm

Um die Baugrund-Grunddaten für alle Schichten einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 1-21.
 Das folgende Dialogfeld im Bild 1-22 erscheint. In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für Setzung α [-], *Poissonzahl* des Bodens v_s [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 1-22 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" im Bild 1-22

Baugrund-Grunddaten			×
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparame	ter der Flexibilitätskoeffizienten	Tragfähigkeitsbeiwerte	
– Pausa and Gaunddatory			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa zu 1	Alfa	IJ	
Abhinderdingsraktor für Setzungen Analle – T	Alla Gui	[7]	
	uw	լոյ	1,50
<u>O</u> k <u>A</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe		

Bild 1-22 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach Eingabe aller Daten und Parameter der Baugrunddaten erfolgen die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Baugrunddaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 1-21, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie den Befehl "Baugrunddaten schließen" aus demselben Menü, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem "Baugrunddaten"-Befehl im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.5 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

 Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 1-23 erscheint mit Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments. Diese für das gegenwärtige Beispiel erforderlichen Daten sind Plattenmaterial, Plattendicke und Gründungstiefe. Andere Daten sind in diesem Beispiel nicht erforderlich, deshalb kann der Benutzer diese aus den Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments übernehmen

🚔 EL	PLA	-Dat	en -	[Beis	piel]	- [Ei	gens	chaft	en de:	s Fun	damen	tes]											_ 8 ×
Dal	ei	Ansio	cht	graph	isch	<u>ü</u> be	r Tab	elle	Eigens	schafte	n des F	unda <u>m</u>	jentes	<u>O</u> ptio	onen	<u>F</u> ormat	Fe <u>n</u> st	ter <u>H</u> ilf	ie				. ×
	2		1 🖬		襘	₩⁄	É	3.	=	>>	н	Α	ຸ 🔍	્ર	Q	100	- Q		& 😣	a 🐮	i 🛛 🕄	-	
l 🗠	Cil		/ 6	" #	#	\mathcal{X}_{c}	п 🖬	1	_	P													
																							_
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	а	1	1								
			+	÷		<u>.</u>						÷		÷	+								
		÷	÷	÷	÷	÷	· · · ·		·	ļ		÷		ļ	÷								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	1	1	1	1								1	1	1	1								
	1	1		 1								1	 1		1								
		÷	÷	÷									÷	÷	÷								
	1	1	1 	1 +								1	1	1 	1								
		1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1								
	1	1	1	1				1	1	1	1	1	Ľ	1	1								
	1	1	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Ľ	Ľ	1								
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1												
						:																	
•																							▼
																				08.	03.05		21:48

Bild 1-23 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Plattenmaterial und die Plattendicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 1-23. Das folgende Listenfeld im Bild 1-24 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zeile, dann drücken Sie die "Eingabe"-Taste. Im Listenfeld von Bild 1-24 geben Sie E-Modul der Platte, *Poissonzahl* der Platte und Plattendicke ein. Eine Elementgruppe ist als Gruppe von Elementen definiert, die gleiche Dicke und gleiches Material haben
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 1-24 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 1-23. Das folgende Dialogfeld im Bild 1-25 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Um das Eigengewicht der Platte bei der Berechnung zu vernachlässigen, schreiben Sie 0 im Textfeld "Wichte des Fundamentbetons"
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons	x
Wichte des Fundamentbetons: Wichte des Fundamentbetons	Gb [kN/m²]
<u>N</u> eu	<u>Abbrechen</u> <u>H</u> ilfe

Bild 1-25 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Um die Gründungstiefe unter Geländehöhe einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Gründungstiefe" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 1-23. Das folgende Dialogfeld im Bild 1-26 erscheint, um die Gründungstiefe unter Geländehöhe zu definieren
- Schreiben Sie 2.7 im Textfeld "Gründungstiefe unter Geländehöhe"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 1-26 Dialogfeld "Gründungstiefe"

Nach Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 1-23, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Einflussfelder der Bohrprofile

Wenn der Untergrund unter der Platte durch zwei Bohrprofile oder mehr definiert wird, wie im gegenwärtigen Beispiel, muss die Unregelmäßigkeit des Untergrunds berücksichtigt werden. Über den Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile" kann der Benutzer definieren, welche Methode verwendet werden soll, um die Unregelmäßigkeit des Untergrunds zu berücksichtigen. Im gegenwärtigen Beispiel ist die Methode, die verwendet wird, die Interpolation.

Um die Interpolationsmethode in der Berechnung zu berücksichtigen

- Wählen Sie "Einflussfelder der Bohrprofile" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 1-27 erscheint mit einer Standardmethode. Das Programm *ELPLA* berücksichtigt die Interpolationsmethode als die Standardmethode, die die Unregelmäßigkeit des Untergrunds betrachtet. In den meisten Fällen definiert *ELPLA* die Interpolationszonentypen I, II, III automatisch wie in diesem Beispiel. Aber im Fall extremer Bohrungsanordnungen muss der Benutzer diese Zonen von Hand definieren



Bild 1-27 Eingebettetes Programm "Einflussfelder der Bohrprofile"

Sie brauchen nichts zu ändern. Nun folgen weitere zwei Schritte:

- Wählen Sie "Einflussfelder der Bohrprofile speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 1-27, um die Einflussfelder der Bohrprofile zu speichern
- Wählen Sie den Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 1-27, um das eingebettete Programm "Einflussfelder der Bohrprofile" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile" im "Daten"-Menü des Programms *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.7 Lastdaten

Im Programm *ELPLA* können Lasten der Platte wie Einzellasten, Linienlasten, Flächenlasten oder Momente im Netz der finiten Elemente und Knoten an beliebigen Stellen unabhängig von den Elementgrößen angeordnet werden.

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 1-28 erscheint.



Bild 1-28 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Im Programm *ELPLA* kann die Eingabe der Lasten entweder numerisch (über Tabelle) oder graphisch durch Verwenden der Befehle im Menü "graphisch" (Bild 1-28) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird die numerische Eingabe der Lasten gezeigt. Um Punktlasten einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 1-28. Das folgende Listenfeld im Bild 1-29 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden vertikalen Punktlasten *P* [kN] mit der Stellung (*x*, *y*) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 1-29 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste. Die Koordinaten für die Lasteingabe *P* beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Pu	nktlast	en				×
	Nr. [-]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]	
	1	1	1265,00	1,50	1,40	
	2	1	1600,00	1,50	5,50	Einfügen
	3	1	1350,00	1,50	9,90	
	4	1	1368,00	1,50	12,60	Kopieren
	5	1	1560,00	5,00	1,40	
	6	1	1538,00	5,00	12,60	Löschen
	7	1	800,00	9,20	1,40	
	8	1	750,00	9,20	5,50	Neu
L	9	1	1565,00	9,20	12,60	
	10	1	2150,00	13,40	5,50	Hilfe
	11	1	1450,00	13,40	9,90	
	12	1	1254,00	13,40	12,60	Excel

Bild 1-29 Listenfeld "Punktlasten"

Um die Momente M_x einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Momente *Mx*" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 1-28. Das folgende Listenfeld im Bild 1-30 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden Momente M_x [kN.m] mit der Stellung (x, y) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 1-30 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste. Die Koordinaten für die Momenteingabe M_x beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Ņ	lomente	Mx			×
	Nr. [•]	Moment Mx [kN.m]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]	<u>O</u> k
	1	350,00	5,00	1,40	
					<u>E</u> infügen
					<u>K</u> opieren
					Löschen
					<u>N</u> eu
					<u>H</u> ilfe
					Excel

Bild 1-30 Listenfeld "Momente M_x "

Um die Momente M_y einzugeben

- Wählen Sie "Momente *My*" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 1-26. Das folgende Listenfeld im Bild 1-28 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden Momente M_y [kN·m] mit der Stellung (x, y) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 1-31 ein (durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste). Die Koordinaten für die Momenteingabe M_y beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Μ	omente	Му				×
	Nr. [•]	Moment My [kN.m]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]		
	1	500,00	9,20	5,50		
					<u>E</u> infügen	
					<u>K</u> opieren	
					Löschen	
					<u>N</u> eu	
					<u>H</u> ilfe	
l					Excel	

Bild 1-31 Listenfeld "Momente M_y "

Um die Linienlast einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Linienlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 1-28. Das folgende Listenfeld im Bild 1-32 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden Linienlasten pl [kN/m] mit deren Stellung (x_1, y_1) bis (x_2, y_2) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 1-32 ein. Dies geschieht durch Schreiben des Wertes in die entsprechende Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste. Die Koordinaten für die Linienlasteingabe pl beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

L	inienlast	en					X
	Nr. [-]	Anfang der Lastgröße pl [kN/m]	Ende der Lastgröße pl [kN/m]	Lastanfang x1 [m]	Lastanfang y1 [m]	Lastende x2 [m]	<u>O</u> k <u>A</u> bbrechen
	1	89,00	89,00	10,50	4,80	15,00	<u>E</u> infügen
							<u>K</u> opieren
							Löschen
							<u>N</u> eu
							<u>H</u> ilfe
						F	Excel

Bild 1-32 Listenfeld "Linienlasten *pl*"

Um die Flächenlast einzugeben

- Wählen Sie "Flächenlasten" im Menü "über Tabelle" (Bild 1-28). Das folgende Listenfeld im Bild 1-33 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden Flächenlasten p [kN/m²] und die Koordinaten für die linke untere Ecke (x_1 , y_1) und die rechte obere Ecke der Flächenlast (x_2 , y_2) im Listenfeld von Bild 1-33 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in die entsprechende Zelle und dann Drücken der "Eingabe"-Taste. Die Koordinaten für die Flächenlasteingabe p beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

F	lächenla	sten					×
	Nr. [-]	Lastgröße p [kN/m²]	Lastanfang x1 [m]	Lastanfang y1 [m]	Lastende x2 [m]	Lastende y2 [m]	<u> </u>
	1	120,00	0,00	0,00	0,50	13,97	<u>E</u> infügen
							<u>K</u> opieren
							Löschen
							<u>N</u> eu
							<u>H</u> ilfe
	•					<u> </u>	Excel

Bild 1-33 Listenfeld "Flächenlasten *p*"

Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 1-34 aussehen.



Bild 1-34 Lasten auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 1-34, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen", um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten von *ELPLA-Berechnung*

Um ein definiertes Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung* (durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters). Es erscheint das *ELPLA-Berechnung*-Fenster (Bild 1-35). An der oberen rechten Ecke erscheint die Menüleiste der Unterprogramme für das Umschalten zwischen einzelnen Unterprogrammen des *ELPLA*-Pakets. An der oberen linken Ecke dieses Fenster erscheint die Menüleiste für *ELPLA-Berechnung*.



Bild 1-35 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Berechnung

Die Funktion des Programms *ELPLA-Berechnung* ist die Berechnung des Problems, nachdem dieses mit *ELPLA-Daten* definiert worden ist. *ELPLA-Berechnung* öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Beachten Sie, dass das Menü "Berechnung" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters aktiv ist. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Befehle der Berechnung hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Iterationsprozess
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder zusammen durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das folgende Optionsfeld "Iterationsparameter" erscheint
- Im Optionsfeld "Iterationsparameter" (Bild 1-36) wählen Sie die Option der Iterationsbedingung
- Klicken Sie auf "OK"

Iterationsparameter	
Welche Option beend	et den Iterationsprozess?
💿 Genauigkeit (m)	0,0001
C Iteration Nr.	10
<u>k</u>	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe

Bild 1-36 Optionsfeld "Iterationsparameter"

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Im Bild 1-37 erscheint das Berechnungsfortschrittsmenü, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung an.



Bild 1-37 Berechnungsfortschrittsmenü

Iterationsprozess

Informationen über Konvergenz der Lösung während des Iterationsprozesses im Listenfeld "Iterationsprozess" (Bild 1-38) werden angezeigt.

Iterationsproz	ess					
Iteration Nr.	Genauigkeit [m]	<u>S</u> top				
1	0,02591274000					
2	0,00281514200	Pause				
3	0,00091283950					
		<u>H</u> ilfe				
Iterationzyclus wird mit Genauigkeit [m] <= 0,0001 beenden Rechenzeit = 00:00:06						
	(Iteration läuft!				

Bild 1-38 Listenfeld "Iterationsprozess"

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 1-39). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse		
V - Last:		
Gesamtlast	[kN] =	15895,25
Summe der Sohlkräfte	[kN] =	15892,75
X - Moment:		
Summe Mx aus Last	[kN.m] =	7035,03
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] =	7036,44
Y - Moment:		
Summe My aus Last	[kN.m] =	-6679,04
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] =	-6683,53
<u> </u>		

Bild 1-39 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden

- Klicken Sie auf "OK"

4 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann eine große Variante von Ergebnissen in Graphiken, Diagrammen oder Tabellen durch die drei Unterprogramme *ELPLA-Graphik*, *ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Liste* darstellen.

Beachten Sie, dass *ELPLA-Daten* nur verwendet wird, um die Daten des Problems zu definieren und darzustellen. *ELPLA-Graphik* wird verwendet, um die Daten graphisch zu drucken, während *ELPLA-Liste* verwendet wird, um die Daten numerisch zu drucken.

4.1 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problem, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters (Bild 1-35).

Die Oberfläche des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 1-40). Dieses Fenster gehört zum Unterprogramm *ELPLA-Graphik*. Wie bei anderen Unterprogrammen von *ELPLA* erscheint an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters die Menüleiste der Unterprogramme, die für das Umschalten zwischen einzelnen Unterprogrammen des *ELPLA*-Pakets verwendet wird. An der oberen linken Ecke dieses Fenster erscheint die Menüleiste von *ELPLA-Graphik*, die zur Darstellung der Daten und Ergebnisse verwendet wird.



Bild 1-40 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Graphik*

Mit *ELPLA-Graphik* ist die graphische Darstellung und das Drucken der Daten und Ergebnisse möglich, nachdem das Problem mit sowohl *ELPLA-Daten* als auch *ELPLA-Berechnung* definiert und berechnet worden ist. *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste von *ELPLA-Graphik*.

Das "Graphik"-Menü in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters enthält Befehle der Darstellung. Diese hängen vom benutzten Verfahren der Berechnung ab. Die Befehle für die Darstellung der Daten und Ergebnisse für das gegenwärtige Beispiel sind:

- Isometrische Darstellung von Ergebnissen
- Isoliniendarstellung von Ergebnissen
- Ergebniswerte im Grundriss
- Aufzeichnung des Verlaufes der Ergebnisse im Grundriss
- Kreisdiagramme von Ergebnissen
- Verformungen der Platte
- Hauptmomente als Striche
- Isometrische Darstellung der Systemdaten
- Darstellung der Systemdaten im Grundriss
- Lage der Bohrprofile zeichnen
- Darstellung der Bohrprofilschnitte

Nur der erste Befehl des "Graphik"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle der vorherigen Liste ausführen. Die Befehle der Menüs "Optionen", "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um Standardeinstellungen wie Plotparameter, Maßstab, Schriftart usw. zu definieren, werden im Benutzerhandbuch *ELPLA* besprochen.

Um die Ergebnisse in isometrischer Darstellung zu zeichnen

- Wählen Sie "Isometrische Darstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü von *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 1-41 erscheint
- Im Optionsfeld "Isometrische Darstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Sohldrücke q", um die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Die Sohldrücke werden jetzt in einer isometrischen Darstellung gezeigt (Bild 1-42).

Isometrische Darstellung von Ergebnissen 🛛 🔀								
Was soll dargestellt werden?								
C Setzungen s	Sohldrücke q							
C Momente mx	C Momente my							
C Momente mxy	C Querkräfte Qx							
🔿 Querkräfte Qy		<u>k</u>						
C Bettungsmoduli ks		Abbrechen						
C Hauptmomente hm1								
C Hauptmomente hm2		<u>H</u> ilfe						

Bild 1-41 Optionsfeld "Isometrische Darstellung von Ergebnissen"

Übungshandbuch ELPLA



Bild 1-42 Sohldrücke in isometrischer Darstellung

4.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte*. Dies geschieht durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters. Die Oberfläche des Fensters *ELPLA-Schnitte* erscheint (Bild 1-43).

🚆 ELPLA-Schnitte - [Beispiel]		_ 8 ×
Datei Ansicht Schnitte Optionen Format Fenster Hilfe 🚛 Daten Graphik Liste Berechnung	-	
🖆 🎒 📕 🥔 🗎 🖷 🖡 📜 쉽 🔝 🛄 🖶 🖪 🐚 📜 Q Q Q 💷 🔽	®,	
└── - ❤ - ❤ - (- (- (- (- (- (- (- (- (-		
	09.03.05	12:26

Bild 1-43 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Schnitte

Die Funktion des Programms *ELPLA-Schnitte* ist das Darstellen und Drucken der Ergebnisse in den Diagrammen. *ELPLA-Schnitte* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Schnitte*.

Das "Schnitte"-Menü in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Schnitte*-Fensters enthält Befehle der Darstellung von Diagrammen. Diese Befehle hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Die Befehle zum Anzeigen der Ergebnisse in den Diagrammen sind:

- Schnitt in *x*-Richtung
- Max./ Min. Werte in *x*-Richtung
- Überlappung in *x*-Richtung
- Schnitt in y-Richtung
- Max./ Min. Werte in y-Richtung
- Überlappung in y-Richtung
- Beliebiger Schnitt

Nur der erste Befehl des "Schnitte"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle der o.g. Liste durchführen. Die Befehle der Menüs "Optionen", "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um Standardeinstellungen wie Plotparameter, Maßstab, Schriftart usw. zu definieren, werden im Benutzerhandbuch *ELPLA* beschrieben.

Um ein Diagramm in *x*-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in x-Richtung" aus dem "Schnitte"-Menü des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 1-44 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen *s*", um die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Schnitt in x-Richtung	×
Was soll dargestellt werden?	
Setzungen s	🔿 Sohldrücke g
C Momente mx	C Momente my
C Momente mxy	O Querkräfte Qx
C Querkräfte Qy	
C Bettungsmoduli ks	Abbrechen
C Hauptmomente hm1	
C Hauptmomente hm2	<u>H</u> ilfe

Bild 1-44 Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung"

Im Dialogfeld Bild 1-45 definieren Sie den Schnitt in x-Richtung, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Klicken Sie auf "OK", um den Standardschnitt zu zeichnen

Die Setzungen werden jetzt in einem Diagramm dargestellt, wie im Bild 1-46 gezeigt.

Schnitt in x-Richtung	J Jialahan a			×
Eingabebereich in y-r	nontung.			
Schnitt an y-Koordina	te			[m] 0,00
Eingabebereich in x-F	lichtung:			
von x-Koordinate X1				[m] 0,00
bis x-Koordinate X2				[m] 15,01
<u>O</u> k	Abbrechen	<u>H</u> ilfe	<< <u>R</u> eduzieren	

Bild 1-45 Dialogfeld mit einem Standardschnitt "Schnitt in *x*-Richtung"

Übungshandbuch ELPLA



Bild 1-46 Diagramm der Setzungen in *x*-Richtung in der Knotenzeile Nr. 1

4.3 Drucken der Zeichnung

Um die Zeichnung zu drucken

- Wählen Sie "Drucken" aus dem "Datei"-Menü im Fenster von *ELPLA-Graphik* oder *EL-PLA-Schnitte*. Das folgende Dialogfeld "Drucken" im Bild 1-47 erscheint
- Hier definieren Sie Eigenschaften des Druckers und Zeichnungskopien
- Klicken Sie auf "OK"

Drucken				? ×				
Drucker-								
<u>N</u> ame:	HP LaserJet 2100 Series PC	L 6	<u>E</u> igenschaften					
Status: Typ:	Standarddrucker; Benutzereingriff; 0 Dokumente warten HB Laser Let 2100 Series PCL 6							
Ort	\\Geotec3\hp 2100							
Kommenta	16							
Druckbere	ich	Kopien						
Alles		<u>K</u> opien:	1 🚍					
C <u>S</u> eiten	⊻on:Bis:							
C A <u>u</u> swa	ahl							
		OK	Abbreck	hen				

Bild 1-47 Dialogfeld "Drucken"

4.4 Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen

Um Daten und Ergebnisse aufzulisten, überlassen Sie ELPLA-Schnitte dem Programm ELPLA-Liste durch Klicken auf "Liste" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des ELPLA-Schnitte-Fensters. Das ELPLA-Liste-Fenster erscheint (Bild 1-48).

Die Funktion des Programms ELPLA-Liste ist das Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen. Daten und Ergebnisse können in andere Windows-Anwendungen exportiert werden, um Berichte vorzubereiten oder weitere Informationen hinzuzufügen. Das Programm ELPLA-Liste öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms ELPLA-Liste.

Das Menü "Liste" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des ELPLA-Liste-Fensters enthält Befehle zum Listen der Daten und Ergebnisse. Die Befehle für das Listen der Daten und Ergebnisse in den Tabellen sind:

- Tabellen der Daten anzeigen
- Tabellen der Daten drucken
- Tabellen der Daten durch Text-Editor listen
- Tabellen der Ergebnisse anzeigen
- Tabellen der Ergebnisse drucken _
- Tabellen der Ergebnisse durch Text-Editor listen



Bild 1-48 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Liste

Nur der erste Befehl des "Liste"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle der vorherigen Liste durchführen. Die Befehle der Menüs "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um die Standardeinstellungen wie Seitenformat, Schrift usw. zu definieren, werden im Detail im Benutzerhandbuch *ELPLA* besprochen.

Um die Daten zu listen

- Wählen Sie den Befehl "Tabellen der Daten anzeigen" aus dem Menü "Liste" des Programms *ELPLA-Liste* (Bild 1-48). Das folgende Optionsfeld im Bild 1-49 erscheint
- Im Optionsfeld "Tabellen der Daten anzeigen" wählen Sie "Lastdaten", um die Daten in einer Tabelle zu listen
- Klicken Sie auf "OK". Die Lastdaten werden jetzt auf dem Bildschirm gelistet, wie im Bild 1-50 gezeigt
- Wählen Sie "Senden an Word" aus dem Menü "Datei", wenn Sie die Tabelle zu einer MS Word-Anwendung exportieren wollen (Bild 1-51)

Tabellen der Daten anzeigen	×
Was soll gelistet werden?	
C Knotenkoordinaten	C Begrenzungsknoten
C Baugrunddaten	<u>0</u> k
C Materialkennwerte/Plattendicken/Gründungstiefe/Koord.ursprung	Abbrechen
O Daten der Einflussfelder der Bohrprofile	
C Lastdateri	<u>H</u> ilfe

Bild 1-49 Optionsfeld "Tabellen der Daten anzeigen"

🗮 ELPLA-Liste - [Beispiel] - [La	stdaten]					_ 8 ×
Datei Ansicht Liste Format	Fenster Hilfe	🗗 🗙 🛛 Da	ten Graphik Schr	nitte Berechnung	_	
		s ⊟ Ш .! ₹	୭ ଭ ପ ₩	-		
用・雰 短 用・切	Z .					
E-Beispiel	Belast	cung				
Lastdaten	Stützentyp	(mit gleichen)	Kennwerten):			
	Gruppe Nr.	Stützenseite	Stützenseite			
	I	а	ь			
	[-]	[m]	[m]			
	1	0	 0			
	Dumint loct of					
		1. 				
	Last Nr.	Stützentyp	Lastgröße	x-Stellung	y-Stellung	
	I	I	Р	x	У	
	[-]	[-]	[kN]	[m]	[m]	
	1	1	1265	1,5	1,4	
	2	1	1600	1,5	5,5	
	3	1	1350	1,5	9,9	
	4	1	1368	1,5	12,6	
	5	1	1560	5	1,4	
	6	1	1538	5	12,6	
	7	1	800	9,2	1,4	
	8	1	750	9,2	5,5	
	9	1	1565	9,2	12,6	
	10	1	2150	13,4	5,5	
	11	1	1450	13,4	9,9	
	12	1	1254	13,4	12,6	
	Momente Mx:	:				
	Moment M	lomentgröße	x-Stellung	y-Stellung		•



🔯 Dokume	ent1 - M	icrosof	Word	ł																				_ 8 ×
<u>D</u> atei <u>B</u> ea	arbeiten	<u>A</u> nsicht	<u>E</u> infü	gen f	Forma <u>t</u>	E <u>x</u> tra	s Tabeļļe	<u>E</u> ens	ster	2														×
Standard		▼ Cou	rier Ne	W		• 8	•	F.	ĸ	U I	E	EB		100	= =	ŧ	ŧ		• 4	<i>9</i> -	A	• •		
🗅 😅 🛛	- 2	i	ABC V	¥ (h 🛍	1	K) + (м т	۹.	12		< ∎	1 🛃] ¶	100%	6	• 🛛).					
	Bel Punktl	ast asten:	ung																					
	Last N	Ir <u>.</u>	Last	tgröß	<u>e</u>	x-St.	ellung	у-	Ste	llung														
	I	1		(_{kN}	1		[m]			У [m]														
		1		126	5		1,5			1,4														
		3		135	0		1,5			5,5 9,9														
		4 5		136 156	8 0		1,5			12,6														
		6 7		153 80	8 0		5 9,2			12,6														
		8 9		75 156	0 5		9,2 9,2			5,5														
		10		215 145	0		13,4 13,4			5,5														
		12		125	4		13,4			12,6														
	Monent	e Mx:																						
	Moment	: No	entg	röße	x	Stell	lung	y-St	ell	ma														
	[-]		Dg)	N.m]			[m]			y [m]														
	1	L		350			5			1,4														
	Moment	æ My:																						0
	Moment	Mo	mento	röße	x	Stell	lung	v-St	elb	uno														3
Seite 1	Ab 1		1/2	Ве	i 2,4 cr	n Ze	1 Sp	1	MP	K ÄN	DE	R₩	ÜB [Englis	ch (U	5 6	X		-	-	_	_	_	

Bild 1-51 Exportierte Daten in MS Word

5 Stichwortverzeichnis

A

Auftragsdaten10, 11	1
---------------------	---

B

Baugrund	
Baugrunddaten	16, 17, 20, 22
Baugrundmodelle	
Berechnung	
Berechnungsverfahren	4, 8, 10
Bohrprofile	4, 6, 17, 25
Bohrprofilkoordinaten	19

D

Diagramm	33.	36.	39
	.55,	50,	\mathcal{I}

E

G

Generierungstyp	12
Grundlagen	4
Gründungstiefe	4, 22, 24

Ι

Interpolationsmethode	•••••		.25
Iterationsprozess	.31,	32,	33

L

Lastdaten	26
N	

Netzdaten 11

P

Plattendicke	. 3, 2	23
Plattenmaterial	. 3, 2	23

R

Rasterdefinition	12,	14
Rechengenauigkeit		33

S

Schnitte	37, 38
Symmetrie	8

V

W

Beispiel 2

Berechnung einer Deckenplatte

Seite

1	Besc	hreiben des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Material der Deckenplatte	3
	1.3	Berechnung und Betonbemessung	4
2	Erste	llen der Daten	4
	2.1	Berechnungsverfahren	
4			
	2.2	Auftragsdaten	7
	2.3	FE-Netzdaten	8
	2.4	Daten der Stäbe	12
	2.5	Daten der Auflager/ Randbedingungen	16
	2.6	Eigenschaften der Platte	20
	2.7	Daten der Bewehrung	21
	2.8	Lastdaten	23
3	Durc	hführung der Berechnung	25
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	25
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	26
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	27
5	Stich	wortverzeichnis	30

Inhalt

1 Beschreibung des Problems

Um die Anwendung des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Deckenplatten zu erläutern, wird als Beispiel eine Deckenplatte mit horizontal verlaufenden Stäben gewählt.

1.1 Lasten und Abmessungen

Die Deckenplatte hat eine Dicke von 10 [cm] und trägt gleichförmig verteilte Lasten mit verschiedenen Intensitäten, wie im Bild 2-1 gezeigt. Alle Stäbe haben die gleichen Abmessungen von 15 [cm] * 60 [cm]. Das Eigengewicht der Stäbe wird mit 1875 [kN/m] angenommen.





1.2 Material der Deckenplatte

Das Material der Deckenplatte ist Stahlbeton (C 30/37) mit den folgenden Parametern:

Elastizitätsmodul des Betons	E_b	$= 3.2 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl des Betons	v_b	= 0.20	[-]
Wichte des Betons	γ_b	= 25	$[kN/m^3]$
Schubmodul des Betons	G_b	$= 0.5 E_b (1 + v_b) = 1.3 * 10^7$	$[kN/m^2]$

1.3 Berechnung und Betonbemessung

Für Berechnung und Entwurf der Platte werden für die Betonschnitte nach EC 2 die folgenden Parameter festgesetzt:

Betongüte	C 30/37		
Betonstahlgüte	BSt 500		
Charakteristische Zyl	inderdruckfestigkeit f_{ck}	= 30	$[MN/m^2]$
Charakteristische Stre	eckgrenze f_{yk}	= 500	$[MN/m^2]$
Teilsicherheitsbeiwer	t für Beton γ_c	= 1.5	[-]
Bemessungswert für I	Druckfestigkeit des Betons $f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c$	= 30/1.5 = 20	$[MN/m^2]$
Teilsicherheitsbeiwer	t für Betonstahl γ_s	= 1.15	[-]
Bemessungswert für S	Streckgrenze des Betonstahls $f_{yd} = f_{yk} / \gamma$	s = 500/1.15 = 435	$[MN/m^2]$

2 Erstellen der Daten

Dem Benutzer wird gezeigt, wie die Daten zur Berechnung einer Deckenplatte zu erstellen sind. Im Beispiel werden die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms gezeigt. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent "Berechnung" erscheint (Bild 2-2).



Bild 2-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

Übungshandbuch ELPLA

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung einer Deckenplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 2-3). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr, um die x-Achse
·	
Hilfe Speichern <u>u</u> nter Abbrechen	< Zurück <u>Weiter Speichern</u>

Bild 2-3 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 2-4). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die entsprechenden benutzten numerischen Verfahren an, die von einem Verfahren zum anderen unterschiedlich sind. In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Wählen Sie die Option "Stäbe in der Platte"
- Wählen Sie die Option "Bewehrung der Platte"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Übungshandbuch ELPLA

	lungsverranien
Option	ien::
	Stäbe in der Platte
L 7	Zusätzliche Einzelfedern
[⊘ ⇔	Auflager/Randbedingungen
	_Pfähle
	⁸ Berechnung der Grenztiefe
	Bewehrung der Platte
	Nichtlineares Baugrundmodell
	Berechnung der Verschiebungen im Boden
	Berechnung der Spannungen im Boden
□	Berechnung der Dehnungen im Boden
	Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden
Ω <u>Υ</u>	Der Einfluss von Temperaturänderungen soll untersucht werden
	Der Einfluss von Bodensenkungen soll untersucht werden
ł	
	ao markieren
	ee manveren
Hilf	fe Speichern unter Abbrechen <⊒urück ⊠eiter> Speichern

Bild 2-4 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 2-5).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld, z.B. "Deckenplatte"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

Speichern ur	iter					? ×
Speichern jn:	🔄 Tutorial Manual	-	£	<u></u>	ä	
Beispiel Deckenpl Platte1 Platte2 Traegerro:	atte st					
Datei <u>n</u> ame:	Deckenplatte] [<u>S</u> pei	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)	_	•		Abbre	echen

Bild 2-5 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projektes [Deckenplatte] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt.



Bild 2-6*ELPLA-Daten-*Fenster nach der Eingabe von Berechnungsverfahren
und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 2-6). *ELPLA* platziert dieses Zeichen neben die Befehle, die der Benutzer eingegeben hat.

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 2-7 erscheint

In diesem Dialogfeld machen Sie die nächsten Schritte:

- Schreiben Sie "Berechnung einer Deckenplatte" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Deckenplatte" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

A	uftragsda	iten 🗙
	- Auftragso	laten:
	Auftrag	Berechnung einer Deckenplatte
	Datum	Mondy, 14. June 2003
	Projekt	Deckenplatte
	<u>S</u> peiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter

Bild 2-7 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des ELPLA-Daten-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 2-8). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze zu generieren, die konstante Größe in x- und y-Richtung haben. Für das gegebene Problem mit rechteckigem Grundriss und Buchtecke wird das Netz der finiten Elemente zuerst für den ganzen rechteckigen Bereich generiert, dann werden mit der Maus die unnötigen Knoten entfernt, um den Plattengrundriss zu definieren
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um das Netz einer rechteckigen Platte zu erstellen
- Schreiben Sie 7 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 6 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE-Netzes	
Plattentyp	
	0
Rechteckplatte:	
Länge der Rechteckplatte L [m]	7
Breite der Rechteckplatte B [m]	6
Hilfe Abbrechen < Zurifick Weiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 2-8 Auswahl von Netzschablonen

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Menü "Generierungstyp" (Bild 2-9). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren. In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"



Bild 2-9 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 2-10).

Generierung des FE-Netzes	
Rasterdefinition	
- Raster in x-Richtung	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände 7	
Rasterabstand Dx [m] 1,00	
Raster in y-Richtung	
✓ Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände	
Rasterabstand Dy [m] 1,00	
Hilfe Abbrechen < ⊒urück	

Bild 2-10 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 7 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 6 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein FE-Netz für eine rechteckige Platte von 7 [m] Länge und 6 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.0 [m] jede Seite. Das folgende eingebettete Programm im Bild 2-11 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 2-11 FE-Netz der rechteckigen Platte auf dem Bildschirm

Entfernen der Knoten vom FE-Netz

Um die unnötigen Knoten zu markieren, die aus dem FE-Netz entfernt werden sollen, wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem "FE-Netz"-Menü im Bild 2-12. Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Die gewünschten Knoten werden durch individuelles Klicken auf jeden Knoten oder Markieren einer Gruppe von Knoten gewählt, wie im Bild 2-12 gezeigt. Eine Gruppe von Knoten kann markiert werden durch Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Ziehen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Wenn die linke Maustaste freigegeben wird, sind alle Knoten im Rechteck markiert.



Bild 2-12 Generiertes FE-Netz nach dem Markieren der unnötigen 4 Knoten (unten links)

Um die markierten Knoten zu entfernen, wählen Sie den Befehl "Knoten entfernen" aus dem "FE-Netz"-Menü. Die Reaktion auf diesen Befehl wird im Bild 2-13 gezeigt. Um den graphischen Modus zu verlassen, drücken Sie die "Esc"-Taste.



Bild 2-13 Endgültiges FE-Netz nach dem Entfernen der unnötigen Knoten
Nach Generierung des FE-Netzes sind noch die folgenden zwei Schritte unbedingt erforderlich:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-13, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.4 Daten der Stäbe

Um die Stäbe zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 2-14 erscheint

ELPLA-Daten - [Deckenplatte] - [Stäbe]		_ 8 ×
Datei Ansicht graphisch über Tabelle Optionen Format Fenster Hilfe		- ×
	≪ ⊗I @I 97 ↓	
iso ca ζ γ γ IIII ≥tabgruppen III -		
4		▼ ▶
x [m] = 10,12 y [m] = 4,54	07.03.05	15:37

Bild 2-14 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Querschnitte der Stäbe einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 2-14 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 2-15 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option der Querschnittsdefinition. Der Querschnitt der Träger muss definiert werden (T oder L), zur Vereinfachung wird in diesem Beispiel ein rechteckiger Querschnitt gewählt, um den Trägerquerschnitt zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	×
Querschnittsdefinition:	<u>0</u> k
Rechteckquerschnitt	Abbrachan
C Allgemeiner Querschnitt	Abbrechen
C Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	<u>H</u> ilfe

Bild 2-15 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Nach Klicken von "OK" im Optionsfeld "Querschnittsdefinition" erscheint das folgende Listenfeld im Bild 2-16.

In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften des Trägers, Querschnittabmessungen und das Trägergewicht ein, wie im Bild 2-16 gezeigt. Dies erfolgt durch Eingabe des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste
- Klicken Sie auf "OK"

B	eschreit	o <mark>ung der S</mark> ta	bgruppen (n	nit gleichen	Kennwerten)	×
	Gruppe Nr.	E-Modul des Balken E [kN/m²]	G-Modul des Balken G [kN/m²]	Höhe des Balken h [m]	Breite des Balken b [m]	Balken- gewicht pb [kN/m]	<u>k</u> Abbrechen
	1	3,2E+07	1,3E+07	0,60	0,15	1,875	<u>E</u> infügen
							<u>K</u> opieren
							Löschen
							<u>N</u> eu
							<u>H</u> ilfe
							<u>E</u> xcel

Bild 2-16 Listenfeld "Beschreibung der Stabgruppen"

Definieren der Trägerstandorte im Netz

Definieren der Trägerstandorte im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Trägerstandorte im Netz graphisch definiert werden.

Um die Trägerstandorte im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Stäbe einfügen" aus dem Menü "graphisch" im Bild 2-14. Wenn der Befehl "Stäbe einfügen" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Trägers und schleifen Sie mit der Maus bis zum Endknoten dieses Trägers (Bild 2-17), dann klicken Sie auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" im Bild 2-18 mit der Nr. des Anfangsknotens 5 und des Endknotens 9 erscheint



Bild 2-17 Einfügen eines Trägers mit der Maus

In diesem Dialogfeld

- Klicken Sie auf "OK"

Stabelemente	×
C Stabelemente:	
Gruppe Nr.	1
Anfang von Knoten Nr.	[·] 22
Ende bis Knoten Nr.	[·] [26
<u>k</u> bbbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 2-18 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Träger definiert, wie im Bild 2-19 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Träger geschrieben hat, als Hinweis auf die Trägergruppen-Nummer.



Bild 2-19 Der erste Stab (1) auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Träger im Netz einzufügen. Nach der Definition aller Träger sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 2-20 aussehen.



Bild 2-20 Menü "Stäbe" mit 4 horizontal und 3 vertikal verlaufenden Stäben der Gruppe Nr. 1

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Stäben machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-20, um die Daten der Stäbe zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem gleichen Menü, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Im Allgemeinen werden Stützen unter der Platte als starre Auflager berücksichtigt. Diese Auflager sind durch den Befehl "Daten der Auflager/ Randbedingungen" definiert.

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 2-21 erscheint



Bild 2-21 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

ELPLA kann die Träger, Auflager, Lasten usw. in einer Darstellung zusammen anzeigen. Dadurch kann der Benutzer leicht Standorte von Stützen oder Lasten im Netz kontrollieren. Um die anderen Daten der Stäbe im FE-Netz anzuzeigen

- Wählen Sie "Gruppierung anzeigen" aus dem Menü "Optionen" im Bild 2-21. Das folgende Kontrollfeld im Bild 2-22 erscheint
- In diesem Kontrollfeld markieren Sie das Kontrollkästchen "Stäbe"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 2-22 Kontrollfeld "Gruppierung anzeigen"

Nach dem Klicken von "OK" im Kontrollfeld "Gruppierung anzeigen" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 2-23 aussehen.



"Daten der Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Definieren der Auflager oder Randbedingungen im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel wird gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können. Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "graphisch" im Bild 2-23. Wenn dieser Befehl gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf die gewünschten Knoten mit Stützen, wie im Bild 2-24 gezeigt
- Nach dem Auswählen von Knoten der Stützen wählen Sie den Befehl "Auflager einfügen" aus dem Menü "graphisch" im Bild 2-24

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 2-25 erscheint



Bild 2-24 Einfügen der 9 Träger mit der Maus (erkenntlich an kleinen Rechtecken)

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung", um ein starres Auflager zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 2-25 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"

Nach der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 2-26 aussehen.



Bild 2-26 9 Auflager auf dem Bildschirm

Nach Eingabe der Auflager machen Sie wieder die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-26, um die Daten der Auflager zu speichern
- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus dem Menü "Datei" im Bild 2-26, um das eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Eigenschaften der Platte

Um die Eigenschaften der Platte zu definieren

- Wählen Sie "Eigenschaften der Platte" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 2-27 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften der Platte. Für das gegenwärtige Beispiel sind zur Definition Plattenmaterial und Plattendicke erforderlich



Bild 2-27 Eingebettetes Programm "Eigenschaften der Platte"

Um das Plattenmaterial und die Plattendicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 2-27. Das folgende Listenfeld im Bild 2-28 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert in diesem Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 2-28 geben Sie E-Modul der Platte, *Poissonzahl* der Platte und Plattendicke ein
- Klicken Sie auf "OK"

B	eschreibur	ng der Elementgru	ppen (mit gleicher	n Dicken und Beton	material) 🛛 🗙
	Gruppe Nr.	E-Modul des Betons [kN/m²]	Poissonzahl des Betons [-]	Plattendicke d [m]	Abbrechen
	1	3,2E+07	0,2	0,1	
					<u>E</u> infügen
					<u>K</u> opieren
					Löschen
l					Neu
					Hilfe
					Excel

Bild 2-28 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Wichte der Platte" aus dem Menü "Eigenschaften der Platte" im Fenster von Bild 2-27. Das folgende Dialogfeld im Bild 2-29 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte der Platte: Gb [kN/m²] 25	Wichte der Platte			×
Di Neu Akkashan Ulita	Wichte der Platte: Wichte der Platte		Gb [kN/m²]	25
		<u>N</u> eu	Abbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 2-29 Dialogfeld "Wichte der Platte"

Nach Eingabe der Eigenschaften der Platte machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften der Platte speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-27, um die Eigenschaften der Platte zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften der Platte schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-27, um das eingebettete Programm "Eigenschaften der Platte" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.7 Daten der Bewehrung

Die Bewehrung der Platte kann nach EC 2, DIN 1045, ACI oder ECP durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel werden die Betonschnitte der Platte nach der Bemessungsnorm EC 2 für die Betongüte C 30/37 und Betonstahlgüte BSt 500 bemessen. Die Betondeckung für die Platte kann wie folgt genommen werden (Bild 2-30):

Betondeckung +1/2 Stabdurchmesser in x-Richtung oben	$d_{1x} = 1.5$	[cm]
Betondeckung $+1/2$ Stabdurchmesser in x-Richtung unten	$d_{2x} = 1.5$	[cm]
Betondeckung +1/2 Stabdurchmesser in y-Richtung oben	$d_{1y} = 2$	[cm]
Betondeckung +1/2 Stabdurchmesser in y-Richtung unten	$d_{2y} = 2$	[cm]



Bild 2-30 Schnittgeometrie und Bewehrung parallel zur *x*-Richtung

Wichtig ist, dass die Bemessungsnorm-Parameter wie Teilsicherheitsbeiwerte für Beton, Betonstahl und Schnittgrößen durch Auswahl des Befehls "Bemessungsnorm-Parameter" aus dem Menü "Grunddaten" (*ELPLA-Daten*) definiert werden, während Daten der Bewehrung wie Bemessungsnorm, Betongüte, Betonstahlgüte und Betondeckung durch Wahl des Befehls "Bewehrung" definiert werden. Bemessungsnorm-Parameter sind Standarddaten für alle Projekte, während Daten der Bewehrung von Projekt zu Projekt variiert werden können.

Um Daten der Bewehrung zu definieren

- Wählen Sie "Bewehrung" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 2-31 mit Standardwerten von Daten der Bewehrung erscheint

Bewehrung (Bemessung	; für Biegung)			×
Bemessungsnorm:	Betongüte:			
EC 2	Charakteristische Zylin	nderdruckfestigkeit	fck [MN/m²]	30,0
	C Andere C C	12/15 🔿 C 16/2	20 O C 20/25	C 25/30
	⊙ C 30/37 🔿 C	35/45 🔿 C 40/5	50 C 45/55	🔿 C 50/60
Betonstahlgüte:				
Charakteristische Strecks	grenze		fyk [MN/m²]	500
C Andere C BSt	220 🔿 BSt 420	BSt 500	🔿 BSt 550	O BSt 600
Betondeckung + 1/2 Sta	bdurchmesser:			
X-Richtung oben	d1x[cm] 1,5		+	
X-Richtung unten	d2x [cm] 1,5		₹ * * *	••(†3
Y-Richtung oben	d1y [cm] 2,0		<u>ы</u>	• • • • •
Y-Richtung unten	d2y [cm] 2,0		↑	
<u>S</u> peichern	Abbrechen	<u>H</u> ilfe	Laden	Speichern <u>u</u> nter

Bild 2-31 Dialogfeld "Bewehrung"

In diesem Dialogfeld

- Wählen Sie die Bemessungsnorm EC 2 im "Bemessungsnorm"-Kombinationsfeld
- Wählen Sie die Betonstahlgüte BSt 500 im "Betonstahlgüte"-Optionsfeld
- Wählen Sie die Betongüte C 30/37 im "Betongüte"-Optionsfeld
- Wählen Sie die Standardwerte der Betondeckung, wie im Dialoggruppenfeld "Betondeckung" angezeigt
- Klicken Sie auf "OK"

2.8 Lastdaten

Um die Lastdaten (nur Flächenlasten) zu definieren

- Wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 2-32 mit den Stäben auf dem Netz erscheint



Bild 2-32 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Die Eingabe der Lasten kann entweder numerisch (über Tabelle) oder graphisch definiert werden. In diesem Beispiel wird die graphische Eingabe der Lasten gezeigt.

Um die Lasten einzugeben

Wählen Sie "Flächenlasten" aus dem Menü "graphisch" im Fenster von Bild 2-32.
 Wenn der Befehl "Flächenlasten" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Dann kann die Flächenlast mit Halten der linken Maustaste unten am Anfangspunkt der Flächenlast definiert werden. Wenn der Cursor gezogen ist, erscheint eine Box. Damit wird eine Flächenlast gezeigt, um sie zu definieren. Nach Freigabe der linken Maustaste erscheint das folgende Dialogfeld im Bild 2-33 mit der Lastgröße und den Koordinaten

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 3.5 in das "Lastgröße"-Textfeld
- Klicken Sie auf "OK"

Belastung	×
-Flächenlasten:	
Lastgröße	p [kN/m²] 3,5
Lastanfang x1	[m] 0,00
Lastanfang y1	[m] 4,00
Lastende x2	[m] 4,00
Lastende y2	[m] [1,00
<u>Ok</u> <u>Abbrechen</u> <u>Hilfe</u> (*2, y2) (*x, y1)	<< <u>R</u> eduzieren

Bild 2-33 Dialogfeld "Belastung"

Nachdem Sie die Definition der ersten Belastung beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 2-34 aussehen.



Bild 2-34 Die erste Flächenlast P = 3.5 [kN/m²] auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Flächenlasten im Netz einzufügen. Nachdem Sie die Definition aller Flächenlasten beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 2-35 aussehen.



Bild 2-35 Lasten *P* auf dem Bildschirm

Nach Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie wieder die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-35, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 2-35, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 2-36).



Bild 2-36 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Befehle der Berechnung hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Steifigkeitsmatrix der Stäbe aufbauen
- Plattensteifigkeitsmatrix aufbauen
- Gleichungssystem (Bandstruktur) lösen
- Verformungen, Schnittgrößen berechnen
- Platte bewehren

Diese Berechnungen können individuell oder zusammen durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

- Wählen Sie den Befehl "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 2-37 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Gleichungssystem (Bandstruktur) lösen
Bitte warten !
Datei 'H:\Tutorial Manual\Plattendecke.PF1' wird gelesen!
- (Plattensteifigkeitsmatrix)
Abbrechen

Bild 2-37 Berechnungsfortschrittsmenü

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 2-38). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse		
V - Last:		
Gesamtlast	[kN] =	296,80
Summe der Reaktionen	[kN] =	296,80
X - Moment:		
Summe Mx aus Last	[kN.m] =	-6,86
Summe Mx aus Reaktionen	[kN.m] =	-6,86
Y - Moment:		
Summe My aus Last	[kN.m] =	14,19
Summe My aus Reaktionen	[kN.m] =	14,19
Ok <u>H</u> ilfe		

Bild 2-38 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden

- Klicken Sie auf "OK"

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann die Daten und Ergebnisse für die Platte und die Träger entweder gesondert oder zusammen darstellen. Einzelne Daten oder Ergebnisse für die Platte können in einer ähnlichen Weise wie im vorherigen Beispiel dargestellt werden.

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 2-39). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 2-39 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Ergebnisse der Stäbe zu zeichnen

- Wählen Sie "Stäbe" und dann "Verlauf der Schnittgrößen im Grundriss" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 2-40 erscheint

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie "Stab-Biegemomente Mb", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Verlauf der Schnittgrößen im Gru	ndriss 🛛 🔀
Was soll dargestellt werden?	<u>0</u> k
C Stab-Torsionsmomente Mt	Abbrechen
 Stab-Biegemomente Mb Stab-Querkräfte Qs 	<u>H</u> ilfe

Bild 2-40 Optionsfeld "Darstellung der Schnittgrößen im Grundriss"

Die Momente der Stäbe werden jetzt angezeigt (Bild 2-41).



Bild 2-41 Stab-Biegemomente *Mb*

5 Stichwortverzeichnis

A

Auflager	.5,	16,	17
Auftragsdaten	•••••		7

B

D

3
•

E

Eigenschaften der Platte	20
Elementgruppe	20, 21
Ergebnisse	27, 28

G

Generierungstyp8	,	9
------------------	---	---

L

Lastdaten
M
Material
N

R

Randbedingungen	5, 16, 17
Rasterdefinition	9
Rechengenauigkeit	
6 6	

S

Schnittgrößen	
Stäbe	
Stabelemente	
Stahlbeton	
Symmetrie	
-	

W

Wichte der Platte	21

Beispiel 3

Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten

Inhalt

1	Beschreibung des Problems		3
	1.1 Lasten und Abmessung	gen	3
	1.2 Plattenmaterial		3
	1.3 Baugrunddaten		3
	1.4 Verfahren der Berechn	ung	4
2	Erstellen der Daten für die Pla	tte 1	5
	2.1 Berechnungsverfahren		
5			
	2.2 Auftragsdaten		8
	2.3 FE-Netzdaten		9
	2.4 Baugrunddaten		11
	2.5 Eigenschaften des Fund	daments	16
	2.6 Lastdaten		17
3	Erstellen der Daten für die Pla	tte 2	19
	3.1 Modifizieren der Auftr	agsdaten	20
	3.2 Modifizieren des Koor	dinatenursprungs	20
4	Erstellen der Daten für das Sys	stem der Platten 1 und 2	22
	4.1 Dateinamen der Gründ	ungsplatten	22
	4.2 Auftragsdaten		24
5	Durchführung der Berechnung		26
	5.1 Starten des Programms	ELPLA-Berechnung	26
	5.2 Durchführung aller Ber	rechnungen	27
6	Darstellung von Daten und Er	gebnissen	29
	6.1 Graphische Darstellung	g von Ergebnissen	29
	6.2 Zeichnen eines Diagram	nms von Ergebnissen	31
7	Stichwortverzeichnis		35

1 Beschreibung des Problems

1.1 Lasten und Abmessungen

Jede Platte hat einen Durchmesser von 22 [m] und ist 0.65 [m] dick. Die zwei Platten sind beide mit 8 Einzellasten je P1 = 1250 [kN] und 16 Einzellasten je P2 = 1000 [kN] belastet, wie im Bild 3-1 und in der Tabelle 3-1 gezeigt. Der Koordinatenursprung für die Platte 1 im globalen System ist (0.0, 0.0) während er für die Platte 2 (0.0, 22.5) beträgt.



Bild 3-1 System mit zwei gleichen Kreisplatten

1.2 Plattenmaterial

Als Material für die zwei Platten werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	E_b	$=2 * 10^{7}$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	ν_{b}	= 0.15	[-]
Wichte des Betons	$\gamma_{\rm b}$	= 0.0	$[kN/m^3]$

Wird die Wichte des Betons $\gamma_b = 0.0$ eingegeben, so wird das Eigengewicht der Platte bei der Berechnung vernachlässigt.

1.3 Baugrunddaten

Die Platten sind auf einer Schluffschicht von 15 [m] Dicke gegründet. Der Steifemodul von Schluff ist $E_s = 9500$ [kN/m²]. Die *Poisson*zahl wird mit $v_s = 0.0$ [-] angesetzt. Die Gründungstiefe der Platte unter Gelände wird mit $d_f = 0.0$ [m] angenommen. Die Einflüsse der Wiederbelastung des Bodens und des Grundwasserdrucks auf die Platte werden vernachlässigt.

1.4 Verfahren der Berechnung

Zur Berechnung des Systems von Platten sind folgende Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren erforderlich:

- elastische Bodenschichten Kontinuum-Modell
- Steifemodulverfahren für die elastische Platte auf den elastischen Bodenschichten (Lösung des Gleichungssystems mit Iteration Verfahren 6)

Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

Last Nr. I [-]	Lastgröße P [kN]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]
1	1250	7,75	11
2	1250	14,25	11
3	1250	. 11	7,75
4	1250	11	14,25
5	1250	8,7	8,7
6	1250	13,3	8,7
7	1250	8,7	13,3
8	1250	13,3	13,3
9	1000	2	11
10	1000	20	11
11	1000	11	2
12	1000	11	20
13	1000	4,64	4,64
14	1000	17,36	4,64
15	1000	4,64	17,36
16	1000	17,36	17,36
17	1000	2,69	7 , 56
18	1000	7,56	2,69
19	1000	14,44	2,69
20	1000	19,31	7,56
21	1000	2,69	14,44
22	1000	7,56	19,31
23	1000	14,44	19,31
24	1000	19,31	14,44

Tabelle 3-1Punktlasten P

2 Erstellen der Daten für die Platte 1

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung von Plattensystemen zu erstellen ist. Zuerst erfolgt die Eingabe der Daten von zwei Platten auf dieselbe Weise wie beim vorherigen Fundamentbeispiel, dann wird ein Projekt für das System von zwei Platten erstellt.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 3-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen.



Bild 3-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung ein Fundamentproblem ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Gründungsplatte" (wie in Bild 3-2 gezeigt)
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 3-3).

Berechnungsverfahren
Berechnungsverfahren:
C 1- Spannungstrapezverfahren
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren
C 5- Halbraumverfahren für die elastische Platte
C 6- Iteratives Steifemodulverfahren für die elastische Platte
C 7- Vollständiges Steifemodulverfahren für die elastische Platte
C 8- Steifemodulverfahren für die starre Platte
C 9- Steifemodulverfahren für die schlaffe Platte
Baugrundmodell:
C Halbraummodell
💿 geschichteter Baugrundmodell
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück

Bild 3-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Um die Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie "6-Iteratives Steifemodulverfahren für die elastische Platte" (Bild 3-3)
- Wählen Sie das Baugrundmodell "geschichtetes Baugrundmodell"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 3-4). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
	Anti-Symmetr, um die x-Achse
Hilfe Speichern unter Abbrechen	< <u>Zurück</u> <u>Weiter ></u> <u>Speichern</u>

Bild 3-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 3-5). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

Berechnungsverfahren
Optionen:
Stäbe in der Platte
🗌 🤾 Zusätzliche Einzelfedern
Auflager/Randbedingungen
Prähle
🗌 🔲 🕂 Berechnung der Grenztiefe
Bewehrung der Platte
Nichtlineares Baugrundmodell
Berechnung der Verschiebungen im Boden
Berechnung der Spannungen im Boden
Berechnung der Dehnungen im Boden
Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden
T Der Einfluss von Temperaturänderungen soll untersucht werden
Der Einfluss von Bodensenkungen soll untersucht werden
Alles markieren
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück

Bild 3-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 3-6).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Platte 1"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	iter					? ×
Speichern in:	🔁 Tutorial Manual	•	£	<u></u>	d	
Beispiel						
Deckenpla	atte					
Platte1						
Traegerros	st					
1				_		
Datei <u>n</u> ame:	Platte1				<u>S</u> pei	chern
Dateitun:	Einzelelatte Disteien (* 2011)		-	1 [Abbre	echen
b atomp.	jEinzeipiatte-Datelen (".PUT)			1		schen

Bild 3-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projektes [Plattel] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 3-7.



Bild 3-7 *ELPLA-Daten*-Fenster nach der Eingabe von Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projektes durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 3-7).

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 3-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Platte 1" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Auftrags	daten 🗙
- Auftrag	sdaten:
Auftrag	Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten
Datum	Mondy, 14. June 2003
Projekt	Platte 1
<u>S</u> pei	hern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter

Bild 3-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren, wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 3-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze mit regelmäßigen Formen zu generieren. Für das gegebene Problem ist die Platte kreisförmig.

Generierung des FE-Netzes	
Plattentyp	
Kreisplatte:	
Durchmesser der Kreisplatte	D [m] 22
Hilfe Abbrechen < Zurück	<u>V</u> eiter > <u>F</u> ertig stellen

Bild 3-9 Auswahl von Netzschablonen

Im Menü von Bild 3-9

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Kreisplatte" in der Auswahl von Netzschablonen zum Erstellen eines Netzes der Kreisplatte
- Schreiben Sie 22 in das Textfeld "Durchmesser der Kreisplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Menü "Generierungstyp". *ELPLA* kann ein FE-Netz für Kreisplatten und Ringplatten mit Verwendung von 8 verschiedenen Typen von Netzen generieren (Bild 3-10).

In diesem Menü

- Wählen Sie einen der 8 verschiedenen Generierungstypen
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE-	letzes		
Generierungstyp			
Hilfe	Abbrechen	≺ <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	Eertig stellen

Bild 3-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Generierungsparameter" mit Standardparametern (Bild 3-11).

Generierung des FE-Netzes		
_ Generierungsparameter		
Anzahl der kreisförmigen Teilungen	[-]	8
Netzoptimierung		
🦵 Netz glätten		
🔲 Einrichtung der Randelemente		
		Fastin stallers 1
Hille Abbrechen <≧uruck ∭eit	er >	Eertig stellen

Bild 3-11 Dialogfeld "Generierungsparameter"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 8 in das Textfeld "Anzahl der kreisförmigen Teilungen"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein geeignetes FE-Netz für die kreisförmige Platte von 22 [m] Durchmesser mit 8 kreisförmigen Teilungen. Das folgende eingebettete Programm im Bild 3-12 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 3-12 Generiertes FE-Netz auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-12, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-12, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.4 Baugrunddaten

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 3-13 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 3-13 Unterprogramm *ELPLA-Bohr* mit einem Standardbohrprofil

Modifizieren von Bohrprofilen graphisch

Im Programm *ELPLA* kann Modifizieren oder Eingabe von Bohrprofilen numerisch oder graphisch erfolgen. Durch Doppelklicken mit der linken Maustaste in einem bestimmten Bildschirmbereich kann der Benutzer Baugrunddaten definieren und Parameter eingeben.

Um die geotechnischen Daten der Schicht einzugeben

- Doppelklicken Sie auf geotechnische Daten der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 3-14) erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 3-14 definieren Sie die geotechnischen Daten der Bodenschicht wie folgt:

 $E_s = 9500$ [kN/m²] $W_s = 9500$ [kN/m²]

Die Werte E_s und W_s sind gleich, weil der Einfluss der Wiederbelastung auf dem Boden nicht erforderlich ist.

Die Wichte des Bodens wird verwendet, um den Vorbelastungsdruck q_v [kN/m²] aufgrund des entfernten Bodens zu bestimmen, der gleich $\gamma_s * d_f$ ist. Im gegenwärtigen Beispiel ist $d_f = 0.0$, das bedeutet, dass die Wichte des Bodens nicht erforderlich ist. Jedoch wird die Wichte des Bodens unter der Gründungstiefe mit dem Standardwert angesetzt:

 $Gam = 19 \qquad [kN/m^3]$

Auch sind der Winkel der internen Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens nicht erforderlich, weil die ausgewählte Art der Berechnung eine lineare Berechnung ist. Deshalb kann der Benutzer die Standardwerte der internen Reibung und der Kohäsion übernehmen. Diese sind:

Phi = 30 [°]

$$c$$
 = 5 [kN/m^2]

- Klicken Sie auf "OK"

grundda	ten)
rofil-Nr. 1 v Schicht-N – Geotech	von 1 Profilen: r. 1 von 1 Schichten: mische Daten der Schicht: —			
Eigenso	chaften des Bodens werden n	nit Elastizitäts	smodul E definiert	-
E	[kN/m²] 9500	Fhi	[*] 30	
W	[kN/m²] 9500	с	[kN/m²] 5	
Gam	[kN/m²] 18	Nue	[·] [0	
<u></u> k	Abbrechen			

Bild 3-14 Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht"

Um die Bodenart und Farbe für die Schicht zu definieren

- Doppelklicken Sie auf Kurzzeichen der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 3-15) erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Wählen Sie "U, Schluff" als die Bodenart im Kombinationsfeld "Hauptbodenart 1" im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" im Bild 3-15. Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Man kann nach Wunsch die Farbe ändern. Auch wird ein kurzer Text "U" automatisch für Schluff erstellt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Baugrunddaten	×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Kurzzeichen für Bodenarten und Fels:	
Hauptbodenart 1 U, Schluff	
Hauptbodenart 2 , keine	
Nebenbodenart 1 🗸 keine 💌	
Nebenbodenart 2 , keine	
Zeichn.farbe 🗸 keine 💌	
Kurztext U	
<u>k</u> Abbrechen	

Bild 3-15 Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels"

Um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Grundwasserspiegel. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 3-16) erscheint, um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren
- Schreiben Sie 15 im Textfeld "Grundwasser unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

G	irundwasser	×
ſ	Grundwasser:	1
	Grundwassertiefe unter Gelände [m]	
	i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	
	<u> </u>	

Bild 3-16 Dialogfeld "Grundwasser unter Gelände"

Um die Tiefe der Schicht zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Tiefe der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 3-17) erscheint, um die Tiefe der Schicht zu modifizieren
- Schreiben Sie 15 im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

Baugrunddaten	×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Tiefe der Schicht unter Gelände 15,00	-
<u>k</u> bbrechen	

Bild 3-17 Dialogfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"

Um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Bezeichnung des Bohrprofils. Das entsprechende Textfeld (Bild 3-18) erscheint, um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren
- Schreiben Sie B1 im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"
- Drücken Sie die "Eingabe"-Taste

B1|

Bild 3-18 Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Um die Baugrund-Grunddaten für die Schicht einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 3-13. Das folgende Dialogfeld im Bild 3-19 erscheint
- Hier geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung α [-], *Poissonzahl* des Bodens vs
 [-] und Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 3-19 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im "Baugrund-Grunddaten"-Dialogfeld im Bild 3-19

Ba	ugrund-Grunddaten			×
C	Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexibili	tätskoeffizienten 📔 Tragfä	ihigkeitsbeiwerte	
	Baugrund-Grunddaten:			
	Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[·]	1
	Grundwassertiefe unter Gelände	Gw	[m]	15,00
F	Ok Abbrechen	Hilfe		
-		<u></u>		

Bild 3-19 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nachdem Sie die Definition aller Baugrunddaten beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 3-20 aussehen.



Bild 3-20 Bohrprofil auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe aller Baugrunddaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Baugrunddaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 3-20, um die Baugrunddaten zu speichern

- Wählen Sie "Baugrunddaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-20, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *EL-PLA*-Daten zurückzukehren

2.5 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 3-21 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. Die Daten der Eigenschaften des Fundaments für dieses Beispiel sind Plattenmaterial, Plattendicke und Gründungstiefe. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programmmenüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen



Bild 3-21 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Plattenmaterial und die Plattendicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 3-21. Das folgende Listenfeld im Bild 3-22 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 3-22 geben Sie E-Modul der Platte, *Poisson*zahl der Platte und Plattendicke ein
- Klicken Sie auf "OK"

B	Beschreibung der Elementgruppen (mit gleichen Dicken und Betonmaterial)								
	Gruppe Nr.	E-Modul des Betons [kN/m²]	Poissonzahl des Betons [-]	Plattendicke d [m]	Abbrechen				
	1	2,6E+07	0,15	0,65					
l					<u>E</u> infügen				
l					<u>K</u> opieren				
l					Löschen				
l					Neu				
					<u>H</u> ilfe				
					Excel				

Bild 3-22 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons		×
Wichte des Fundamentbetons: Wichte des Fundamentbetons	Gb [kN/m²]	
<u>Ok</u> Neu	Abbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 3-23 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-21, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 3-24 erscheint


Bild 3-24 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Lasten einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 3-24. Das folgende Listenfeld im Bild 3-25 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden vertikalen Punktlasten *P* [kN] mit der Stellung (*x*, *y*) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 3-25 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und dann Drücken der "Eingabe"-Taste. Die Koordinaten für die Lasteingabe *P* beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

P unk tlast	en					X
Nr. [-]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	x-Stellung x [m]	y-Stellung y [m]	1	
1	1	1250,00	7,75	11,00		
2	1	1250,00	14,25	11,00		Einfügen
3	1	1250,00	11,00	7,75		
4	1	1250,00	11,00	14,25		Kopieren
5	1	1250,00	8,70	8,70		
6	1	1250,00	13,30	8,70		Löschen
7	1	1250,00	8,70	13,30		
8	1	1250,00	13,30	13,30		Neu
9	1	1000,00	2,00	11,00		
10	1	1000,00	20,00	11,00		Hilfe
11	1	1000,00	11,00	2,00		
12	1	1000,00	11,00	20,00	-	Excel

Bild 3-25 Listenfeld "Punktlasten"



Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 3-26 aussehen.

Bild 3-26 Lasten auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-26, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung des Projekts für die Platte 1 ist jetzt vollständig.

3 Erstellen der Daten für die Platte 2

Die Daten der zwei Platten sind ähnlich außer dem Koordinatenursprung des globalen Systems, die mit (0, 0) für die Platte 1 und (0, 22.5) für die Platte 2 angesetzt werden. Die Auftragsdaten werden hier eingegeben, sodass der Benutzer zwischen den zwei Projekten unterscheiden kann. Die Daten der Platte 2 werden erstellt durch Speichern der Daten von Platte 1 unter einem neuen Dateinamen "Platte2" und dann Modifizieren der Auftragsdaten und des Koordinatenursprungs.

Um die Daten unter einem neuen Dateinamen zu speichern

- Wählen Sie "Projekt speichern unter" aus dem "Datei"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Dialogfeld "Speichern unter" im Bild 3-27 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für die Platte 2 im Textfeld "Dateiname", z.B."Platte2" (ohne Zwischenraum)
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter				? ×
Speichern in:	🔄 Tutorial Manual 📃	E	<u></u>	Ť	
📅 Beispiel					
🔡 Deckenpla	tte				
Platte1					
Platte2					
Traegerros	t				
1			_		_
Datei <u>n</u> ame:	Platte2			<u>S</u> peid	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)	-	1	Abbre	chen
		_			

Bild 3-27 Dialogfeld "Speichern unter"

3.1 Modifizieren der Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu modifizieren

- Wählen Sie "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 3-28 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Platte2" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

A	uftragsda	iten 🗙
	- Auftragsd	laten:
	Auftrag	Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten
	Datum	Mondy, 14. June 2003
	Projekt	Platte 2
	<u>S</u> peiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter

Bild 3-28 Dialogfeld "Auftragsdaten"

3.2 Modifizieren des Koordinatenursprungs

Um den Koordinatenursprung für die Platte 2 zu modifizieren

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 3-29 erscheint



Bild 3-29 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

In diesem Programm

- Wählen Sie "Koordinatenursprung" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 3-29. Das folgende Dialogfeld im Bild 3-30 erscheint
- Schreiben Sie 22.5 im Textfeld "*x*-Koordinate"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 3-30 Dialogfeld "Koordinatenursprung"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-29, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 3-29, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Damit ist die Erstellung der Daten für die Platten 1 und 2 fertig.

4 Erstellen der Daten für das System der Platten 1 und 2

Daten von Systemen mehrerer Platten werden durch das Menü "Daten" im Programm *ELPLA-Daten* definiert. Es gibt die folgenden zwei Befehle:

- Befehl "Dateinamen der Gründungsplatten"
- Befehl "Auftragsdaten"

4.1 Dateinamen der Gründungsplatten

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent "Berechnungsverfahren" im Bild 3-31 erscheint.

Berechnungsverfahren		
Berechnung		
Berechnung einer	Rerechnung einer Deckenplatte	Berechnung ebenes Stahtragwerks
	Berechnung einer Deckenplatte	
Berechnung von Systemen	#	
mehrerer Gründungsplatten]	Berechnung eines Trägerrostes	Berechnung ebener Spannung
Laden		
Hilfe Speichern <u>u</u> nter	. Abbrechen < ⊒urück	<u>W</u> eiter≻ <u>S</u> peichern

Bild 3-31 Optionsfeld "Berechnung"

In diesem Optionsfeld "Berechnung"

- Wählen Sie "Berechnung von Systemen mehrerer Gründungsplatten"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Übungshandbuch ELPLA

Dateiname des Projekts	Plattentyp	

Danach erscheint das Listenfeld "Dateinamen der Gründungsplatten" (Bild 3-32).

Bild 3-32 Listenfeld "Dateinamen der Gründungsplatten"

Um die Dateinamen der Platten einzugeben, die zur Berechnung der Systeme von Gründungsplatten erforderlich sind

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Projekt hinzufügen"

Danach erscheint das Dialogfeld "Öffnen" (Bild 3-33).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie den Dateinamen der Platte 1 im Textfeld "Dateiname"
- Klicken Sie auf "Öffnen"

Öffnen				? ×
<u>S</u> uchen in:	🔁 Tutorial Manual	- 1	M 🖻	
Beispiel Deckenp Platte 1+2 Platte1 Platte1 Traegerro	latte 2 ust			
Datei <u>n</u> ame:	Platte1		Ö <u>f</u> f	nen
Dateityp:	ELPLA-Dateien (*.P01;*.P02)	•	Abbre	echen

Bild 3-33 Dialogfeld "Öffnen"

- Wiederholen Sie die vorherigen Schritte und geben Sie den Dateinamen der Platte 2 ein.

Nach der Definition der Dateinamen der Projekte sollte das Listenfeld wie das folgende Bild 3-34 aussehen.

erechnur - Liste der	ngsverfahren Gründungsplatten:		
Nr.	Dateiname des Projekts	Plattentyp	
1	Platte1	elastische	
2	Platte2	elastische	
I			
Projekt	hinzufügen Projekt ent <u>f</u> ernen		Neu

Bild 3-34 Listenfeld "Dateinamen der Gründungsplatten" nach der Eingabe der Dateinamen der Projekte

Klicken Sie auf "Speichern" im Listenfeld "Dateinamen der Gründungsplatten" im Bild 3-34. Danach erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" im Bild 3-35.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das Projekt des Systems von Platten im Textfeld "Dateiname", z.B. "Platte 1+2"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern ur	iter				? ×
Speichern jn:	🔁 Tutorial Manual 🔄	- 🗈		C	
ga ^{f≝} Platte 1+2					
Datei <u>n</u> ame:	Platte 1+2			<u>S</u> peid	chern
Datei <u>t</u> yp:	Plattensysteme-Dateien (*.P02)		•	Abbre	chen

Bild 3-35 Dialogfeld "Speichern unter"

4.2 Auftragsdaten

Das Projekt von Plattensystemen wird als ein unabhängiges Projekt berücksichtigt. Deshalb müssen genau so wie für Einzelplatten neue Auftragsdaten des Projekts von Plattensystemen eingegeben werden.

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 3-36 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Klicken Sie auf "Laden" und öffnen Sie die Auftragsdaten des Projekts für Platte 1
- Modifizieren Sie "Platte1" zu "Platte 1+2" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

A	uftragsda	ten 🗙
	- Auftragsd	aten:
	Auftrag	Berechnung eines Systems von zwei Kreisplatten
	Datum	Mondy, 14. June 2003
	Projekt	Platte 1 + 2
	<u>S</u> peiche	rm <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe <u>L</u> aden Speichern <u>u</u> nter

Bild 3-36 Dialogfeld "Auftragsdaten"

Die Erstellung des Projekts für das System der Platten 1 und 2 ist jetzt vollständig. Der nächste Schritt ist die Berechnung des Problems.

5 Durchführung der Berechnung

5.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Um eine Aufgabe zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 3-37).



Bild 3-37 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Diese hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Flexibilitätskoeffizienten des Plattensystems berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Iterationsprozess
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

5.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen

- Wählen Sie den Befehl "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das Optionsfeld "Iterationsparameter" im Bild 3-38 erscheint
- Hier wählen Sie die Option der Iterationsbedingung
- Klicken Sie auf "OK"

Iterationsparameter	
Welche Option beendet den Iterationspro	ozess?
⊙ Genauigkeit [m]	0,0001
C Iteration Nr.	10
<u>k</u> <u>A</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 3-38 Optionsfeld "Iterationsparameter"

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 3-39 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.



Bild 3-39 Berechnungsfortschrittsmenü

Iterationsprozess

Informationen über Konvergenz der Lösung während des Iterationsprozesses im Listenfeld "Iterationsprozess" (Bild 3-40) werden angezeigt.

terationsproz	ess	
Iteration Nr.	Genauigkeit [m]	(<u>S</u> top
1	0,01460557000	
2	0,00250047400	Pause
3	0,00051294640	
		Hilfe
Iterationzyclus Rechenzeit = 0	wird mit Genauigkeit [m] <)0:00:28	 (= 0,0001 beenden Iteration läuft!
Bild 3-40	Listenfeld "Iterat	tionsprozess"

Konvergenzprüfung

Eine Genauigkeitszahl kontrolliert den Konvergenzprozess der Lösung. Die Lösung wird als konvergent betrachtet, wenn die Genauigkeitszahl vom Schritt i +1 weniger als die Genauigkeitszahl vom vorherigen Schritt i ist. Die maximale Differenz zwischen der Setzung des Bodens und der Verschiebung der Platte in [m] wird als eine Genauigkeitszahl betrachtet. Ein Menü erscheint während des Iterationsprozesses, wenn die Konvergenz nicht mehr konvergent sein kann (Bild 3-41),

wobei die Genauigkeitszahl der Iteration Nr. 5 = 0.00021766310 [m],

während die Genauigkeitszahl der Iteration Nr. 4 = 0.00020922720 [m]



Bild 3-41 Menü "Konvergenzprüfung"

In diesem Fall kann der Benutzer entweder den Iterationsprozess anhalten und die Ergebnisse der Iteration Nr. 5 speichern oder den Iterationsprozess fortsetzen bis zum Erreichen der Konvergenz.

Machen Sie die nächsten Schritte, um den Iterationsprozess fortzusetzen:

- Klicken Sie auf "OK" im Menü "Konvergenzprüfung" im Bild 3-41, das Listenfeld "Iterationsprozess" im Bild 3-40 erscheint. Beachten Sie, dass die Schaltfläche "Pause" sich ändert zur Schaltfläche "Weiter"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 3-42). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse		
V - Last		Platte 1
Gesamtlast	[kN] =	26000,00
Summe der Sohlkräfte	[kN] =	25903,05
X - Moment:		
Summe Mx aus Last	[kN.m] =	1143,61
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] =	1155,21
Y - Moment:		
Summe My aus Last	[kN.m] =	-137,15
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] =	-159,74
<u>H</u> ilfe		

Bild 3-42 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".

6 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann die Daten und Ergebnisse für jede Platte gesondert oder für das System von Platten zusammen darstellen. Einzelne Daten oder Ergebnisse können in einer ähnlichen Weise wie in den vorherigen Beispielen dargestellt werden. Hier wird gezeigt, wie die Ergebnisse des Systems von Platten zusammen dargestellt werden.

6.1 Graphische Darstellung von Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 3-43). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.

🗮 ELPLA-Graphik - [Platte 1+2]				_ 8 ×
Datei Ansicht Graphik Optionen For	nat Fe <u>n</u> ster <u>H</u> ilfe _ <u>D</u> aten	Liste <u>S</u> chnitte <u>B</u> erechnung	•	
🚅 🔳 🏉 🗋 県 📜 쉽 😻	🗈 🔍 🛄 🗏 🗮 🖿	🗂 📜 Q @ Q 💷 🛉	-]Q ÷, €	🤌 🍇 🐮 🔾
I • 💋 • ## • H • • • 👹	🗙 🎞 - 🔍 🖂 🔶 🌒	👹 🔹 🎬 🔹 🌠 🛅	≛ - ₩ - ,7	• , 🔳
			09.03.05 1	9:02

Bild 3-43 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Graphik*

Um die Isoliniendarstellung von Ergebnissen zu zeichnen

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 3-44 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen werden jetzt als Isolinien angezeigt, wie im Bild 3-45 gezeigt.

Isoliniendarstellung von Ergebni	ssen 🔀
Was soll dargestellt werden?	
Setzungen s	🔿 Sohldrücke q
O Momente mx	C Momente my
O Momente mxy	O Querkräfte Qx
🔿 Querkräfte Qy	
C Bettungsmoduli ks	åbbrechen .
C Hauptmomente hm1	
C Hauptmomente hm2	<u>H</u> ilfe

Bild 3-44 Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen"

Übungshandbuch ELPLA



Bild 3-45 Isoliniendarstellung von Setzungen

6.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte* (durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters).

Das *ELPLA-Schnitte*-Fenster erscheint ohne Dateinamen in der Fenstertitelleiste (Bild 3-46). Das Verschwinden vom Dateinamen in der Fenstertitelleiste bedeutet, dass *ELPLA-Schnitte* nicht mit den Ergebnissen eines Systems von Platten direkt arbeiten kann.

🗮 ELPLA-Schnitte - [unbenannt]		_ 8 ×
🛛 Datei Ansicht Schnitte Optionen Format Fenster Hilfe 🖵 Daten Graphik Liste Berechnung	-	
🚰 🍘 🔳 🥔 🔲 🖳 🍹 🐴 🖸 🛄 🗏 📾 🖡 🔍 Q. Q ₁₆₆ 100 🔽	®, ,	
└ ♥ - ♥ - ζ - ζ - ζ - ζ - ↓ - ↓ ≡ ↦ Λ 🕞 ↓ 🗶 🐼 🐿 😵 .		
	09.03.05	19:05

Bild 3-46 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Schnitte*

Um die Ergebnisse des Systems von Platten zusammen zu berücksichtigen

- Wählen Sie "Öffnen" aus dem "Datei"-Menü des Programms *ELPLA-Schnitte*. Dann öffnen Sie das Projekt "Platte1"
- Wählen Sie "Kombination von mehreren Projekten" aus dem "Datei"-Menü. Das folgende Listenfeld im Bild 3-47 erscheint. *ELPLA-Schnitte* berücksichtigt automatisch das Projekt "Platte1" in der Liste der zu kombinierenden Projekte
- Klicken Sie auf "Projekt hinzufügen" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten". Dann öffnen Sie das Projekt "Platte2"
- Klicken Sie auf "OK" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten"

Ko	mbinati	ion von mehreren Projekten		×
Γ	Liste dei	r zu kombinierenden Projekte:		Ok
	Nr.	Dateiname des Projekts	Bezeichnung des Projekts	
	1	H:\Tutorial	Platte 1	Abbrechen
				Projekt hinzufügen
				Projekt entfernen
				Neu
				Hilfe

Um ein Diagramm in x-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in *x*-Richtung" aus dem Menü "Schnitte" des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 3-48 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Schnitt in x-Richtung		×
Was soll dargestellt werden?		
Setzungen s	🔿 Sohldrücke q	
C Momente mx	C Momente my	
C Momente mxy	O Querkräfte Qx	
O Querkräfte Qy		<u> </u>
C Bettungsmoduli ks		Abbrechen
C Hauptmomente hm1		
C Hauptmomente hm2		<u>H</u> ilfe

Bild 3-38 Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung"

Das folgende Dialogfeld im Bild 3-49 erscheint, um den Schnitt in *x*-Richtung zu definieren, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 11 in das Textfeld "Schnitt an y-Koordinate", um ein Diagramm an der Mitte der zwei Platten darzustellen
- Klicken Sie auf "OK". Die Setzungen werden in einem Diagramm dargestellt (Bild 3-50)



Bild 3-49 Dialogfeld "Schnitt in *x*-Richtung"

Übungshandbuch ELPLA



Bild 3-50 Diagramm der Setzungen in *x*-Richtung in der Mitte der zwei Platten

7 Stichwortverzeichnis

A

Auftragsdaten	8,	19, 22, 25	5
8		, ,	

B

Baugrunddaten	11, 15
Baugrundmodelle	4
Berechnung	.5, 25, 27, 29
Berechnungsverfahren	6, 8

D

Diagramm	33,	34
----------	-----	----

E

Eigenschaften des Fundaments	16,	17
Elastizitätsmodul		3

G

Generierungsparameter	10
Generierungstyp	9
Gründungstiefe	3
Grundwasser	14

I

Isoliniendarstellung	30, 31
Iterationsparameter	27
Iterationsprozesses	

K

Kombination von mehreren Projekten
L
Lastdaten 17, 18
М
Material
N
Netzdaten9
Р
Poissonzahl
R
Rechengenauigkeit 29
S
Symmetrie 6
W

Beispiel 4

Berechnung eines Trägerrostes

Inhalt

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Material des Trägerrostes	3
	1.3	Berechnung	3
2	Erste	ellen der Daten	4
	2.1	Wahl des Berechnungsverfahrens	4
	2.2	Auftragsdaten	6
	2.3	FE-Netzdaten	7
	2.4	Daten der Stäbe	9
	2.5	Daten der Auflager/ Randbedingungen	13
	2.6	Lastdaten	18
3	Durc	hführung der Berechnung	20
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	20
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	21
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	22
5	Stich	wortverzeichnis	24

1 Beschreibung des Problems

In diesem Beispiel wird ein Trägerrost auf 8 Auflagern gewählt, um einige Besonderheiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Trägerrosten zu erläutern.

1.1 Lasten und Abmessungen

Der Trägerrost besteht aus gleichen Trägern mit den Abmessungen von 0.15 [cm] * 0.60 [cm]. Die Lasten auf dem Trägerrost einschließlich des Eigengewichts werden im Bild 4-1 gezeigt.





1.2 Material des Trägerrostes

Das Material des Trägerrostes hat die folgenden Parameter:

Elastizitätsmodul	E_b	$= 3.2 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Schubmodul	G_b	$= 1.3 * 10^7$	$[kN/m^2]$

1.3 Berechnung

Für die Berechnung des Trägerrostes werden die Stäbe in Stabelemente von je 1.0 [m] Länge in *x*- und *y*-Richtung unterteilt. Die Auflager sind starr nur in *z*-Richtung (lotrecht).

Für weitere Informationen über Berechnungsverfahren, Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren steht der Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs zur Verfügung.

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt werden die Daten für die Berechnung von Trägerrosten erstellt. In diesem Beispiel werden die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms *ELPLA* gezeigt. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Wahl des Berechnungsverfahrens

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Nach Auswahl dieser Option erscheint der folgende Wizard-Assistent im Bild 4-2.



Bild 4-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung eines Trägerrostes"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü ist die "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 4-3). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr. um die x-Achse
Hilfe Speichern <u>u</u> nter Abbre	echen <u>≺</u> _urück <u>(Weiter≻)</u> <u>S</u> peichern
x-Achse Einfachsymmetriesystem y-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem Doppelsymmetriesystem Anti-Symmetr. um die x-Achse

Bild 4-3 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 4-4). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

• /	⁶ Stäbe in der Platte
17	, Zusätzliche Einzelfedern
Z\$, Auflager/Randbedingungen
])	Pfähle
]//	Berechnung der Grenztiefe
	Bewehrung der Platte
	Nichtlineares Baugrundmodell
	Berechnung der Verschiebungen im Boden
	Berechnung der Spannungen im Boden
Ξ.	Berechnung der Dehnungen im Boden
];;;	Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden
] <u>7</u>	Der Einfluss von Temperaturänderungen soll untersucht werden
_```	ÜDer Einfluss von Bodensenkungen soll untersucht werden
E AIL	ee matkieren
8	es manicien

Bild 4-4 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 4-5).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld, z.B. "Trägerrost"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter					? ×
Speichern in:	🔁 Tutorial Manual	•	£	<u></u>	Ċ	
📅 Beispiel						
Deckenpla	atte					
Platte1						
Platte2						
Traegerros	ł					
1						
Datei <u>n</u> ame:	Traegerrost				<u>S</u> peid	chern
Dateityp:	Einzelplatte Disteien (* P01)			1 [Abbre	echen
<u>.</u> pp.				1		

Bild 4-5 Dialogfeld "Speichern unter"

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 4-6 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung eines Trägerrostes" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Trägerrost" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

A	uftragsda	ten	х
	- Auftragsd	laten:	
	Auftrag	Berechnung eines Trägerrostes	
	Datum	Mondy, 14. June 2003	
	Projekt	Trägerrost	
	<u>S</u> peiche	ern <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe <u>L</u> aden Speichern <u>u</u> nter	

Bild 4-6 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 4-7)
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 7 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 6 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE-Netzes		
		0
Rechteckplatte:		
Länge der Rechteckplatte	Lími	7
Breite der Rechteckplatte	B [m]	6
Hilfe Abbrechen < Zurück	<u>W</u> eiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 4-7 Auswahl von Netzschablonen

Danach erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 4-8). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierung des FE	Netzes
	Abbrechen < Zurück Weiter > Fertig stellen

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 4-9).

Generierung des FE-Netzes	
Rasterdefinition	
Raster in x-Richtung	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände	
Rasterabstand Dx [m] 1,00	
Raster in y-Richtung ✓ Konstanter Rasterabstand Anzahl der Rasterabstände Rasterabstand Dy [m] 1,00	
Hilfe Abbrechen < Zurüc	k <u>W</u> eiter≻ <u>F</u> ertig stellen

Bild 4-9 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 7 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 6 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für eine rechteckige Fläche von L = 7 [m] Länge und der Breite B = 6 [m] mit viereckigen Elementen von 1.0 [m] Seitenlänge. Im Bild 4-10 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.

🗮 ELPLA-Daten - [Traegerrost] - [FE-Netz]		_ 8 ×
Datei Ansicht graphisch FE-Netz generieren über Tabelle Optionen Format Fenster Hilfe		- ×
	🧶 🙆 🛍 🕼	
	_	
····	-	
	-	
	-	
	_	
	-	
·····	-	-
x [m] = 8,36 y [m] = 1,66	06.03.05	20:00

Bild 4-10 Imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche auf dem Bildschirm

2.4 Daten der Stäbe

Um die Stäbe zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Damit erscheint das folgende Menü in Bild 4-11

Datei Ansicht graphisch über Tabelle Optionen Format Fenster Hilfe	- ×
ן איז	
	_
· ······	
↓ ↓↓	
[- E E E E E	
•	▼ ▶
x [m] = 10,12 y [m] = 3,98 06.03.05	20:01

Bild 4-11 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Querschnitte der Stäbe einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 4-11 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 4-12 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Rechteckquerschnitt"
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	×
Querschnittsdefinition:	<u> </u>
Rechteckquerschnitt	Abbroshon
C Allgemeiner Querschnitt	Abbrechen
C Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	<u>H</u> ilfe

Bild 4-12 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Danach erscheint das folgende Listenfeld im Bild 4-13. In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften des Trägers, Querschnittabmessungen und das Trägergewicht ein, wie im Bild 4-13 gezeigt. Dies geschieht durch Eingabe des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste. Zur Vereinfachung werden die Linienlasten, die das Eigengewicht des Trägers einschließen, in die Zelle "Balkengewicht" eingegeben. Hier werden zwei Gruppen von Trägern definiert, die erste Gruppe für die Träger mit einer Linienlast von 10 [kN/m], die zweite Gruppe für Träger mit einer Linienlast von 15 [kN/m]
- Klicken Sie auf "OK"

Stab	grup	pen (mit glei	chen Kennw	verten)			×
Gr	uppe Nr.	E-Modul des Balken F	G-Modul des Balken G	Höhe des Balken h	Breite des Balken	Balken- gewicht	<u>0</u> k
		[kN/m²]	[kN/m²]	[m]	[m]	[kN/m]	Abbrechen
	1	3,2E+07 3,2E+07	1,3E+07 1,3E+07	0,60 0.60	0,15 0.15	10,0 15.0	<u>E</u> infügen
		0,22.101	1,02.101	0,00	0,10		<u>K</u> opieren
							<u>L</u> öschen
							<u>N</u> eu
							<u>H</u> ilfe
							Excel

Bild 4-13 Listenfeld "Beschreibung der Stabgruppen"

Definieren der Trägerstandorte im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Trägerstandorte im Netz graphisch definiert werden können. Um die Trägerstandorte im Netz graphisch zu definieren

 Wählen Sie "Stäbe einfügen" aus dem Menü "graphisch" im Bild 4-11. Dabei wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Trägers und schleifen Sie mit der Maus bis zum Endknoten dieses Trägers (Bild 4-14), dann klicken Sie auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" im Bild 4-15 erscheint

📥 EL	PLA-Daten	- [Traegerros	st] - [Stäbe]								_ 8 ×
<u>D</u> a	tei <u>A</u> nsicht	graphisch	<u>ü</u> ber Tabelle	Optionen <u>F</u>	ormat Fe <u>n</u> ste	er <u>H</u> ilfe					, ×
D	🛩 🔒 🕯	1 (A)	*/ 🖾 🛛	= 🥎	H A	. ⊖ €	2 100 -	0 🤇 🤌	🖓 🐮 🕻	2 2	
10	$\alpha \times$	۵	III Stabor	uppen 🔍							
-	1.41				•						
I 1								1			
I 1											
I 1											
I 1											
I 1								1			
I 1											
I 1											
I 1		+	4								
I 1											
I 1											
I 1		+						1			
I 1											
I 1											
I 1		<u>.</u>					<u>.</u>				
I 1											
I 1											
I 1											
1											
I 1											
I 1											
I 1					L	L	4	1			_
x [m] =	⊧3,86 y[m]	= 1,32							06.03.05		20:07

Bild 4-14 Einfügen des ersten Trägers mit der Maus

- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Stabelemente	x
-Stabelemente:	
Gruppe Nr.	1
Anfang von Knoten Nr.	[·] 26
Ende bis Knoten Nr.	[·] [30
<u>Ok</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 4-15 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Träger definiert, wie im Bild 4-16 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Träger geschrieben hat, als Hinweis auf die Trägergruppen-Nummer.

📇 El	.PLA-Daten	- [Traegerr	ost] - [Stäbe]									_ 8 ×
Da	itei <u>A</u> nsicht	graphisch	über Tabelle	Optionen <u>F</u>	ormat Fe <u>n</u> st	er <u>H</u> ilfe	0					- ×
		■ , 11 ₩ \ / \	🏹 🖾 .	. = 🦅	⊷ A ,	્ય્સ્]@,	🧶 🖗	1 🕐 🤅	¥ •	
	· · · · · ·		### <u>S</u> tabg	ruppen 🌳	•							
		· · · · · · · · ·						1				
								4				
							1					
							<u>.</u>	 				
							+	-				_
			1				÷	-				
	·					L		.1				•
										06.03.05		20:06

Bild 4-16 Der erste Träger mit Querschnitt 1 auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Träger im Netz einzufügen. Nachdem Sie die Definition aller Träger beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 4-17 aussehen.



Bild 4-17 Dialogfeld "Trägerrost mit Trägern (Stäben) Querschnitt 1 + 2"

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Stäben machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 4-17, um die Daten der Stäbe zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 4-17, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Im Allgemeinen werden Stützen unter dem Trägerrost als starre Auflager berücksichtigt. Diese Auflager sind durch den Befehl "Daten der Auflager/ Randbedingungen" definiert.

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 4-18 erscheint



Bild 4-18 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

ELPLA kann die Träger, Auflager und Lasten in einer Darstellung zusammen anzeigen. Dadurch kann der Benutzer während der Eingabe der Stützen oder Lasten leicht die Standorte von Stützen oder Lasten in Bezug auf Träger definieren. Wie in Bild 4-18 gezeigt, werden die Stäbe mit der tatsächlichen Dicke gezeichnet.

Um die Stäbe als einfache Linien zu zeichnen

- Wählen Sie den Befehl "Zeichnungsparameter" aus dem Menü "Optionen" (Bild 4-18). Das folgende Dialogfeld im Bild 4-19 erscheint
- In diesem Dialogfeld inaktivieren Sie das Kontrollkästchen "Trägerdicke zeichnen"
- Klicken Sie auf "OK"

Zeichnungsparameter	×										
Allgemeine Zeichnungsparameter Bodenplotparameter											
Allgemeine Zeichnungsparameter FE-Netz mit Knotennummerierung FE-Netz mit Koordinaten x/y FE-Netz mit Elementnummerierung Stützentypen anzeigen FE-Netz in getrennten Elementen darstellen	Girder systems										
Elementgruppen:	Snap: C Kein Snap C An Raster ausrichten C An Knoten ausrichten										
<u>Q</u> k <u>Speichern</u>	<u>Abbrechen</u> <u>H</u> ilfe										

Bild 4-19 Dialogfeld "Zeichnungsparameter"

Nach dem Klicken von "OK" im Dialogfeld "Zeichnungsparameter" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 4-20 aussehen.



d 4-20 Stäbe im Fenster des eingebetteten Programms "Daten der Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Definieren der Auflager oder Randbedingungen im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel wird gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "graphisch" im Bild 4-20. Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den gewünschten Knoten mit Auflager, wie im Bild 4-21 gezeigt
- Nach dem Auswählen von Knoten der Auflager wählen Sie "Auflager einfügen" aus dem Menü "graphisch" im Bild 4-21



Bild 4-21 Markierung der Knoten mit Auflagern (kleine Rechtecke an den Ecken)

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 4-22 erscheint.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung", um ein starres Auflager zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 4-22 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"

Nach der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 4-23 aussehen.



Bild 4-23 Auflager auf dem Bildschirm (kleine Rechtecke mit Kreuz)

Nach der Eingabe der Auflager machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 4-23, um die Daten der Auflager zu speichern

Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus demselben Menü, um das _ eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms ELPLA-Daten zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

Wählen Sie den Befehl "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des ELPLA-Daten-Fensters. Das folgende eingebettete Programm (Bild 4-24) mit den Stäben auf dem Netz erscheint.

🚔 EL	PLA-Daten	- [Traegerr	ost] - [Lastda	iten]									_ 8 ×
<u>D</u> at	ei <u>A</u> nsicht	graphisch	über Tabelle	über <u>F</u> ormel	<u>O</u> ptionen	Eormat	Fe <u>n</u> ster	<u>H</u> ilfe		: A	0.0. *	. I a n	- <u>×</u>
		■ , 12 * * 1	🏹 🗐 *_ 🐮 🏂	. = % *⇒ ¥ 1∕	H A ■		્યુલ્	1100	<u> </u>	• 🖉	M	0 6 8	•
	• •	-++ ÷ :	111 5.55 ^(12+.)		++++ E		•	-					
		<u>.</u>											
		¦ +				+							
			1				2						
		+							-				_
-				0	J								
		÷											
			1										
				-									
				.i	L								-
▪													
x [m] =	6,52 y [m]	= 4,88		D							06	.03.05	20:14

Bild 4-24 Eingebettetes Programm "Lastdaten

Die Punktlasten auf dem Trägerrost können an jeder Stelle (x, y) auf dem Trägerrost definiert werden. Die Stelle der Last ist unabhängig von Knoten des Netzes.

Um die Punktlast einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "graphisch" im Fenster von Bild 4-24
- Jetzt ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Dann kann die Punktlast durch Klicken auf dem Bildschirm (Trägerrost) definiert werden. Danach erscheint das Dialogfeld (Bild 4-25) mit der Lastgröße und den Koordinaten

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 50 im Textfeld "Lastgröße" -
- Klicken Sie auf "OK"


Bild 4-25 Dialogfeld "Belastung"

Nach der Definition der Punktlast sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 4-26 aussehen. Die Punktlasten P auf die Stäbe wurden schon mit der Lage der Stäbe (am Rand $P_1 = 10$ [kN/m] und bei den anderen Trägern $P_2 = 15$ [kN/m]) eingegeben. Sie sind in Bild 4-26 als Stabnummern 1 oder 2 bezeichnet.



Bild 4-26 Punktlast 50 [kN] auf dem Bildschirm

Nach der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 4-26, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme rechts oben im *ELPLA-Daten*-Fenster. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 4-27).



Bild 4-27 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Steifigkeitsmatrix der Stäbe aufbauen
- Plattensteifigkeitsmatrix aufbauen
- Gleichungssystem (Bandstruktur) lösen
- Verformungen, Schnittgrößen berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 4-28 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.



Kontrolle der Rechenergebnisse

Nach der Berechnung erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 4-29). Dieses vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Dadurch kann die Rechengenauigkeit abgeschätzt werden.

Um die Berechnung des Problems zu beenden

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Kontrolle der Rechenergebni	sse
V - Last:	
Gesamtlast	[kN] = 400,0
Summe der Reaktionen	[kN] = 400,0
X - Moment:	
Summe Mx aus Last	[kN.m] = -117,5
Summe Mx aus Reaktionen	[kN.m] = -117,5
Y - Moment:	
Summe My aus Last	[kN.m] = 257,5
Summe My aus Reaktionen	[kN.m] = 257,5
	lilte

Bild 4-29 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik* durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme oben rechts im *ELPLA-Berechnung*-Fenster. Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 4-30). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 4-30 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Graphik*

Um die Ergebnisse der Stäbe zu zeichnen

- Wählen Sie "Stäbe" und dann "Isometrische Darstellung von Schnittgrößen" aus dem "Graphik"-Menü von *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 4-31 erscheint

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie "Stab-Biegemomente Mb", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Isometrische Darstellung von Schnittgrößen		
Was soll dargestellt werden?	<u>k</u>	
C Stab-Torsionsmomente Mt		
Stab-Biegemomente Mb	Abbrechen	
🔿 Stab-Querkräfte Qs	<u>H</u> ilfe	





Die Momente der Stäbe werden jetzt angezeigt (Bild 4-32).

Bild 4-32 Stab-Biegemomente *Mb*

5 Stichwortverzeichnis

A
Auflager
В
Berechnung3, 4, 20, 21
E
Elastizitätsmodul3
G
Generierungstyp7, 8
L
Lastdaten
M
Material
N
Netzdaten7

$\overline{\varrho}$

R

S

Schubmodul	
Stäbe	9, 14, 18
Stabelemente	
Stabgruppen	11
Symmetrie	4

T

Trägerrost	3,	13,	18

Ζ

Zeichnungsparameter		14,	15
---------------------	--	-----	----

Beispiel 5

Berechnung der ebenen Spannung eines Gabelschlüssels

Inhalt

1	Bescl	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Material des Gabelschlüssels	3
	1.3	Berechnung	3
2	Erste	llen der Daten	4
	2.1	Wahl des Berechnungsverfahrens	4
	2.2	Auftragsdaten	7
	2.3	FE-Netzdaten	7
	2.4	Daten der Auflager/ Randbedingungen	14
	2.5	Eigenschaften des Gabelschlüssels	17
	2.6	Lastdaten	19
3	Durc	hführung der Berechnung	22
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	22
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	23
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	24
5	Stich	wortverzeichnis	28

1 Beschreibung des Problems

In diesem Beispiel wird ein Gabelschlüssel gewählt, um einige Möglichkeiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Spannungen und Verformungen zu erläutern.

1.1 Lasten und Abmessungen

Bild 5-1 zeigt einen Gabelschlüssel mit 10 [mm] Dicke und etwa 200 [mm] Länge. Das Ende des Gabelschlüssels wird mit einem Druck von 2 [N/mm] entlang 100 [mm] seines Griffs belastet.



Bild 5-1 Geometrie des Trägerrostes und Lasten

1.2 Material des Gabelschlüssels

Das Material des Gabelschlüssels hat folgende Parameter:

Elastizitätsmodul	E_b	= 200000	$[N/mm^2]$
Poissonzahl	\mathbf{v}_b	= 0.3	[-]

1.3 Berechnung

Beim Festziehen von Schrauben treten Spannungen und Verformungen auf. Dabei gibt es keine horizontalen oder vertikalen Verschiebungen entlang der Stellen, an denen der Gabelschlüssel die Schraube berührt. Für weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren steht der Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs zur Verfügung.

Einheitensystem

Da die Abmessungen des Gabelschlüssels relativ klein sind, verglichen mit jenen von Fundamenten, bevorzugt man kleine Einheiten für die Messungen. Um das Einheitensystem zu wechseln, wählen Sie den Befehl "Einheitensystem" aus dem Menü "Grunddaten" des Programms *ELPLA-Daten*. Das Dialogfeld im Bild 5-2 erscheint. In diesem Dialogfeld ändern Sie die Einheiten für die Längen und Lasten zu Millimeter und Newton, dann klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern".

Einheitensystem	×
Einheitensystem:	
Längen (1): Tiefen, Koordinaten, Abmessungen, Dicken	Millimeter, [mm]
Längen (2): Bewehrung, Betondeckung, Setzungen, Exzentrizität	Millimeter, [mm]
Kräfte (1): Lasten, Sohldrücke, Spannungen	Newton, [N]
Kräfte (2): Durchstanzensspannung, Steifemodul, Elastizitätsmodul	Newton, [N]
Temperatur	Celsius (centigrad), [°C]
<u>Speichem</u>	<u>H</u> ilfe

Bild 5-2 Dialogfeld "Einheitensystem"

ELPLA überprüft auch die Elementgröße bei Generierung des FE-Netzes. Da die Elementgröße der Fundamentplatten relativ groß ist, verglichen mit jenen des Gabelschlüssels, ist es nötig, das Kontrollkästchen "Überprüfung der Elementgrößen" zu inaktivieren. Um die Elementgröße beim Generieren des FE-Netzes zu inaktivieren, wählen Sie den Befehl "Standardeinstellungen" aus dem Menü "Grunddaten" des Programms *ELPLA-Daten*. Das Dialogfeld im Bild 5-3 erscheint. In diesem Dialogfeld inaktivieren Sie die Option "Überprüfung der Elementgröße" und klicken auf die Schaltfläche "Speichern".

Standardeinstellungen	×
FE-Netz-Einstellungen:	
🔽 Überprüfung der Elementüberlappung	
Derprüfung der Elementgröße	
Minimalabstand zwischen den Knoten [mm]	50,00
Berechnungseinstellungen: Die Schnittgrößen werden bestimmt an: O den Elementmitten und dann auf den Elementknoten verte O den Elementknoten	silt
<u>Speichern</u> <u>A</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 5-3 Dialogfeld "Standardeinstellungen"

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt werden die Daten für die Berechnung eines ebenen Spannungsproblems erstellt. Dabei zeigen sich weitere Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms *ELPLA*. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Wahl des Berechnungsverfahrens

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Nach Auswahl dieser Option erscheint der folgende Wizard-Assistent im Bild 5-4.



Bild 5-4 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung einer Spannung"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü betrifft die "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 5-5). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr. um die x-Achse
Hilfe Speichern <u>u</u> nter Abbrev	shen < <u>Z</u> urück <u>Weiter</u> > <u>S</u> peichern

Bild 5-5 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 5-6). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

usa کا 🗠	itzliche Einzelfedern			
Aufle	ger/ Randbedingunge e ztiefenberechnung shrung der Platte tlineares Baugrundmoo chnung der Verschieb chnung der Spannung chnung der Dehnunge Einfluss von Nachbarb- uss von Temperaturänd uss von Bodensenkung	n Ingen im Boden en im Boden n im Boden auwerken soll unters Jerungen auf die Se jen auf die Setzung	sucht werden tzungen en	
, Malles mar	kieren			

Bild 5-6 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 5-7).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld, z. B. "Gabelschlüssel"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	iter					? ×
Speichern in:	🔁 Deutsch	•	£	<u></u>	d	
Balken Beispiel Fachwerk Platte1	∰ Rahmentragwerk ∰ Traegerrost atte					
Datei <u>n</u> ame:	Gabelschluessel				<u>S</u> pei	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)		•		Abbre	echen

Bild 5-7 Dialogfeld "Speichern unter"

2.2 Auftragsdaten

- Zur Definition wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 5-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "ebene Spannung eines Gabelschlüssels" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Gabelschlüssel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeichnung	j des Projekts		×		
Bezeichnun	g des Projekts:				
Auftrag 🕞	Auftrag ebene Spannung eines Gabelschlüssels				
Datum 🛛	atum Dienstag, 27. Juni 2006				
Projekt 🛛	rojekt Gabelschlüssel				
<u>S</u> peichern	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilf	e <u>L</u> aden	Speichern <u>u</u> nter		

Bild 5-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 5-9)
- Klicken Sie auf "unregelmäßige Platte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein Netz einer unregelmäßigen Platte zu erstellen
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren		
		0
Rechteckplatte: Länge der Rechteckplatte Breite der Rechteckplatte	L [m] B [m]	20,00
Hilfe Abbrechen		<u>F</u> ertig stellen

Bild 5-9 Auswahl von Netzschablonen

Danach erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 5-10). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie dreieckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

Generierungstyp:
Hilfe Abbrechen < Zurück Weiter > Fertig stellen

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Generierungsparameter" mit den Standardgenerierungsparametern (Bild 5-11).

FE-Netz generieren	
Generierungsparameter:	
Min. Winkel theta [*]	30
Elementoircumradius r (mm)	1,00
Min. Elementcircumradius rmin (mm)	0,25
Netzoptimierung: Netz glätten Randelemente einrichten	
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < <u>Zurück</u> <u>W</u> eiter >	(Fertig stellen)

Bild 5-11 Dialogfeld "Generierungsparameter"

- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für eine rechteckige Fläche. Im Bild 5-12 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.

📇 ELPLA-Daten - [(Gabelschluessel] - [FE-Netz			
<u>D</u> atei <u>A</u> nsicht <u>G</u>	<u>à</u> raphisch FE- <u>N</u> etz generieren	<u>ü</u> ber Tabelle <u>O</u> ptionen <u>F</u> o	ormat Fe <u>n</u> ster <u>H</u> ilfe	- <u>×</u>
🛛 🗅 🖨 🔚 🖆	≜ ♥ 🖨 _ =	🦻 🚧 🖌 📜 🔍	Q 🎹 💽 Q 📜 🧶 😡	🐿 📴 🖕
[ν α + *	- 🕂 🗗 🗗 🗗 🖉	III 🔁 🖶 📴 🖷 I		
				_
1				
			4-4-4-4	
			4444	
			+	
	↓↓↓↓↓			
	····		444	
	4444444444444		444	
		<u> </u>		
	····			
	······		444	
			+	
			4444	
	····			
	····		· • - • • • • • • • • • • • • • • • • •	
1.1				
				-
•				<u>ار</u>
× [mm] = 31,08 ¥ [mm	n] = 1,48			27.06.06 23:07

Bild 5-12 Imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche auf dem Bildschirm

Man kann entweder den Gabelschlüssel direkt auf diesem imaginären Netz zeichnen oder die Gabelschlüsseleckpunkte in einer Tabelle eingeben. Um die FE-Netzeckpunkte einzugeben, wählen Sie den Befehl "Eckknoten der Plattenecken" aus dem Menü "über Tabelle". Das Dialog-feld im Bild 5-13 erscheint.

Um das erste Segment des Gabelschlüssels zu definieren, das die Punkte *a* und *b* verbindet (siehe Bild 5-1)

- Schreiben Sie 45 als *x*-Koordinate von Punkt *a* im Textfeld "*x*1"
- Schreiben Sie 32.5 als y-Koordinate von Punkt *a* im Textfeld "y1"
- Schreiben Sie 190 als *x*-Koordinate von Punkt *b* im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 30 als y-Koordinate von Punkt *b* im Textfeld "y2"

Übungshandbuch ELPLA

knoten der Platte				
ckknoten der Platte: –				
-Segment Nr. 1 Von 3 L -Segmentdaten:	asten:			
Anfangsposition	×1	[mm] 45		
	y1	[mm] 32,5		
Endposition	x2	[mm] 190		-
	y2	[mm] 30		
Verwenden Sie	Bogendat	en		
Bogenradius	R	[mm] 0,00		
Min. Bogenradius	Rmin	[mm] 0,00	Segment ko <u>p</u> ieren	
🗖 Rotationsrichtur	ng zurücko	Irehen	Segment einfügen	
🗖 Radiusposition :	zurückdre	hen	Cognort Kinghon	- 1
			segment togonen	
<u>o</u> k	Abbre	chen	<u>H</u> ilfe N <u>e</u> u	<u>N</u> euanzeige

Bild 5-13 Dialogfeld "Eckknoten der Platte"

Um das zweite Segment des Gabelschlüssels zu definieren, das die Punkte b und c verbindet

- Verwenden Sie die Bildlaufleiste, um das Segment Nr. 2 zu definieren
- Schreiben Sie 190 als *x*-Koordinate von Punkt *b* im Textfeld "*x*1"
- Schreiben Sie 10 als y-Koordinate von Punkt *c* im Textfeld "y1"
- Wählen Sie die Option "verwenden Sie Bogendaten", um das Liniensegment zum Bogensegment zu konvertieren
- Schreiben Sie 10 als Segmentradius im Textfeld "Bogenradius", um den Radius des Bogensegments zu definieren

Im Dialogfeld "Eckknoten der Platte" nimmt *ELPLA* an, dass es mindestens drei Segmente mit drei Eckpunkten gibt. Da die Gabelschlüsselzeichnung 11 Segmente enthält, können Sie den Befehl "Segment einfügen" verwenden, um den Rest der Gabelschlüsselsegmente einzufügen. Verwenden Sie die Eckpunkte und die Bogeninformation, die in Tabelle 5-1 gelistet sind, um die Definition der Gabelschlüsseleckpunkte zu beenden. Wiederholen Sie die Schritte für das Definieren des Segments Nr. 1, um jedes Liniensegment zu definieren und die Schritte für das Definieren des Segments Nr. 2, um jedes Bogensegment zu definieren.

Segment	Anfangs	position	Endposition		Bogenradius
	X ₁	y 1	X2	y ₂	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	45	32.5	190	30	
2	190	30	190	10	10
3	190	10	45	7.5	
4	45	7.5	2.5	0	30
5	2.5	0	0	5	10
6	0	5	22.5	5	
7	22.5	5	32.5	20	
8	32.5	20	22.5	35	
9	22.5	35	0	35	
10	0	35	2.5	40	10
11	2.5	40	45	32.5	30

Tabelle 5-1 Gabelschlüsseleckpunkte

Nach der Definition der Gabelschlüsseleckpunkte sollte das Dialogfeld "Eckknoten der Platte" wie das folgende Bild 5-14 aussehen (mit einer kleinen Skizze des Gabelschlüssels im Dialogfeldfenster). Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK", um die Zeichnung der Gabelschlüsselumrisse zu sehen, wie im Bild 5-15 gezeigt.



Bild 5-14

Dialogfeld "Eckknoten der Platte" nach erfolgter Definition der Gabelschlüsseleckpunkte



Bild 5-15 Gabelschlüsselumriss

Um die FE-Generierung des Problems zu beenden, wählen Sie "Generierung des FE-Netzes" aus dem Menü "FE-Netz generieren". Das Dialogfeld "Generierung des FE-Netzes" erscheint.



Bild 5-16 Dialogfeld "Generierung des FE-Netzes" Um die Generierungsdaten einzugeben

- Schreiben Sie 4 als Radius von Kreisen, die Elemente enthalten, im Textfeld "Elementcircumradius"
- Schreiben Sie 2 als Minimalradius von Kreisen, die Elemente enthalten, im Textfeld "Min. Elementcircumradius"
- Aktivieren Sie die Option "Netz glätten", um die Dimension des FE-Netzes zu optimieren, sodass alle Elemente eine möglichst gleiche Fläche haben
- Klicken Sie auf "OK"

Nach dem Klicken der Schaltfläche "OK" erscheint das Generierungsfortschrittsmenü des FE-Netzes im Bild 5-17, in welchem über die verschiedenen Phasen der Generierung fortschreitend berichtet wird. Das FE-Netz des Gabelschlüssels ist im Bild 5-18 gezeigt.

Nach Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 5-18, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "FE-Netzdaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

Generierung des FE-Netzes wird durchgeführt!	e
Bitte warten!	
	Abbruch

Bild 5-17 Generierungsfortschrittsmenü



Bild 5-18 Endgültiges FE-Netz des Gabelschlüssels

2.4 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Die Auflager werden durch den Befehl "Daten der Auflager/ Randbedingungen" definiert.

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 5-19 erscheint



Bild 5-19 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Definieren der Auflager oder Randbedingungen im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel wird gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können. In der Annahme, dass es keine horizontalen oder vertikalen Verschiebungen entlang der Linien gibt, an der der Gabelschlüssel die Schraube kontaktiert, werden alle Auflager nur auf die oberen und unteren Kiefer des Gabelschlüssels angewandt.

Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bereich vergrößern" aus dem Menü "Fenster", um den Gabelschlüsselkopf zu vergrößern
- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "graphisch" im Bild 5-20.
 Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den gewünschten Knoten mit Auflager, wie im Bild 5-20 gezeigt
- Nach dem Auswählen von Knoten der Auflager wählen Sie "Auflager einfügen" aus dem Menü "graphisch" im Bild 5-20



Bild 5-20 Markieren der Knoten mit Auflagern (kleine Rechtecke an den Ecken)

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 5-21 erscheint.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung u", um ein horizontales Auflager zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung w", um ein vertikales Auflager zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 5-21 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"



Nach Beenden der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das Bild 5-22 aussehen.

-

Nach der Eingabe der Auflager machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü (Bild 5-22), um die Daten der Auflager zu speichern
- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Eigenschaften des Gabelschlüssels

Um die Eigenschaften des Gabelschlüssels zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften der Platte" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 5-23 erscheint mit Standardwerten der Eigenschaften der Platte. Diese für das gegenwärtige Beispiel erforderlichen Daten sind Material und Dicke des Gabelschlüssels



Bild 5-23 Eingebettetes Programm "Eigenschaften der Platte"

Um Material und Dicke des Gabelschlüssels einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 5-23. Das folgende Listenfeld im Bild 5-24 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in die entsprechende Zeile, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 5-24 geben Sie E-Modul, *Poisson*zahl und Dicke des Gabelschlüssels ein. Eine Elementgruppe ist als Gruppe von Elementen definiert, die gleiche Dicke und gleiches Material haben
- Klicken Sie auf "OK"

B	eschreibu	ung der Elem	entgruppen (m	it gleichen Di	cker	und Beton 🗙
	Gruppe Nr.	E-Modul des Betons [N/mm²]	Poissonzahl des Betons [-]	Plattendicke d [mm]		
	1	200000	0,3	10		
						<u>E</u> infügen
						<u>K</u> opieren
						Löschen
						N <u>e</u> u
						<u>H</u> ilfe
						<u>E</u> xcel

Bild 5-24 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Gabelschlüssels einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 5-23. Das folgende Dialogfeld im Bild 5-25 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Um das Eigengewicht der Platte bei der Berechnung zu vernachlässigen, schreiben Sie 0 im Textfeld "Wichte des Fundamentbetons"
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons		×
Wichte des Fundamentbetons	Gb (N/mm²)	
<u>OK</u> N <u>e</u> u	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilf	e

Bild 5-25 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Nach Eingabe der Eigenschaften des Gabelschlüssels machen Sie folgende zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften der Platte speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 5-23, um die Eigenschaften des Gabelschlüssels zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften der Platte schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 5-23, um das eingebettete Programm "Eigenschaften der Platte" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm (Bild 5-26) erscheint



Bild 5-26 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Bei ebenen Spannungsproblemen können Lasten nur auf die Knoten angewandt werden. In diesem Beispiel wird die Linienlast zur Anwendung auf den Gabelschlüssel zu vertikalen Punktlasten auf die Knoten im FE-Netz konvertiert.

Um die Knotenlast einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Bereich vergrößern" aus dem Menü "Fenster", um das Ende des Gabelschlüssels zu vergrößern
- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Fenster von Bild 5-26.
 Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Da die Gesamtlast 200 [N] über eine Länge von 100 [mm] und die Knoten mit etwa 4 [mm] Abstand generiert sind, wählen Sie 25 Knoten vom Ende des Gabelschlüssels, wie im Bild 5-27 gezeigt. Dann markieren Sie die belasteten Knoten



Dann wählen Sie den Befehl "Knotenlasten einfügen" aus dem Menü "Graphisch", es erscheint das folgende Dialogfeld im Bild 5-28.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 8 im Textfeld "Last Pv", um die vertikale Last zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 5-28 Dialogfeld "Knotenlasten"



Nach der Definition der Knotenlast sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 5-29 aussehen.

Nach der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 5-29, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 5-30).

Übungshandbuch ELPLA



Bild 5-30 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Vorbereitung der Berechnung
- Berechnung ebener Spannung

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 5-31 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Vorbereitung der Berechnung	×
Vorbereitung der Berechnung wird durchgeführt!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:01 I = 297 .te von 430 Stufen	Abbrechen

Bild 5-31 Berechnungsfortschrittsmenü

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies geschieht durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters. Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 5-32). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *EL-PLA-Graphik*.



ELPLA kann die Blockelemente in dreidimensionaler Darstellung zeigen. Um Elemente mit wirklicher Abmessung in 3D-Darstellung zu zeichnen, wählen Sie den Befehl "Zeichnungsparameter" aus dem Menü "Optionen" des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Dialogfeld "Zeichnungsparameter" im Bild 5-33 erscheint. Im Tabulator "Blockelemente" aktivieren Sie die folgenden Kontrollkästchen: "Blockelemente zeichnen", "Begrenzung der Blockelemente zeichnen" und "Farbige Blockelemente", dann klicken Sie auf die Schaltfläche "OK".

Zeichnungsparameter	X		
Allgemeine Zeichnungsparameter: Bodenplotparameter:	Blockelemente: Isolinien: FE-Net:		
Blockelemente: Blockelemente zeichnen Begrenzung der Blockelemente zeichnen Farbige Blockelemente			
Lichtposition:			
Lichtposition in x-Richtung	[m] <u>-10000</u> ÷		
Lichtposition in y-Richtung	[m] -10000 ÷		
Lichtposition in z-Richtung	[m] 10000 🛨		
<u></u> kSpeichern	Abbrechen Hilfe		

Bild 5-33 Optionsfeld "Zeichnungsparameter"

Um den Gabelschlüssel in 3D-Darstelung zu zeichnen, wählen Sie den Befehl "Isometrische Darstellung der Systemdaten" aus dem Menü "Graphik" des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 5-34 erscheint. In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Plattendicke", dann klicken Sie auf "OK". Der Gabelschlüssel wird jetzt als Blockelement in 3D-Darstellung angezeigt (Bild 5-35).

Isometrische Darstellung der Systemdaten 🛛 🔀			
Was soll dargestellt werden?			
C Nummerierung des Netzes	🔿 Koordinaten x/y		
C Elementgruppen	<u> </u>		
Internet Plattendicke	Abbrechen		
C Systemlasten	Abbrechen		
C Randbedingungen	<u>H</u> ilfe		

Bild 5-34 Optionsfeld "Isometrische Darstellung der Systemdaten"

Übungshandbuch ELPLA



Bild 5-35 Gabelschlüssel in isometrischer Darstellung

Um die Isoliniendarstellung von Ergebnissen zu zeichnen

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 5-36 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "X-Spannungen Sigma_x", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die X-Spannungen Sigma_x werden jetzt als Isolinien angezeigt, wie im Bild 5-37 gezeigt.

Isoliniendarstellung von Ergebnissen	×
Was soll dargestellt werden?	
🔿 Verschiebung u	C Verschiebung v
🔿 Auflagerkräfte Rh	C Auflagerkräfte Rv
⊙ X-Spannungen Sigma_x	🔿 Y-Spannungen Sigma_y
C XY-Schubspannungen Tau_xy	C Maximale Schubspannungen max_Tau
🔿 Maximale Schubspannungen max_Sigma	🔿 Minimale Spannungen min_Sigma
C X-Dehnungen Epsilon_x	C Y-Dehnungen Epsilon_y
C XY-Schubdehnungen Gamma_xy	
🔿 Maximale Schubdehnungen max_Gamma	Abbrechen
C Maximale Dehnungen max_Epsilon	Appreciation
🔿 Minimale Dehnungen min_Epsilon	<u>H</u> ilfe

Bild 5-36 Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen"



Bild 5-37 Isoliniendarstellung von Setzungen

5 Stichwortverzeichnis

A

Auflager	6. 14
Auftragsdaten	
6	

B

Berechnung	.3,	5,	23

E

Eigenschaften des Fundaments	19
Elastizitätsmodul	3

G

Generierungstyp	8
I	
Isoliniendarstellung	26, 27

L
Lastdaten 19, 20, 22
Μ
Material 3, 17
N
1
Netzdaten 7
R
Randbedingungen 6, 16
S
5
Symmetrie 5
W
**

Wichte des Fundamentbetons...... 19

Beispiel 6

Berechnung eines Fachwerks

Inhalt

1	Daga	hreihung des Drohlems	2
1	Desc		5
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Stabkennwerte	3
	1.3	Berechnung	3
2	Erste	ellen der Daten	3
	2.1	Wahl des Berechnungsverfahrens	4
	2.2	Auftragsdaten	6
	2.3	FE-Netzdaten	7
	2.4	Daten der Stäbe	9
	2.5	Daten der Auflager/ Randbedingungen	13
	2.6	Lastdaten	19
3	Durc	hführung der Berechnung	22
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	22
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	23
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	23
5	Stich	wortverzeichnis	26
1 Beschreibung des Problems

In diesem Beispiel wird ein ebenes Fachwerk gewählt, um einige Besonderheiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von ebenen Fachwerken zu erläutern.

1.1 Lasten und Abmessungen

Das Fachwerk besteht aus gleichen Stäben. Die Lasten auf dem Fachwerk einschließlich des Eigengewichts werden im Bild 6-1 gezeigt.



Bild 6-1 Geometrie des Fachwerks und Lasten

1.2 Stabkennwerte

Die Stabkennwerte sind:

Elastizitätsmodul	E_b	=	$2 * 10^8$	$[kN/m^2]$
Querschnitt des Stabs	Α	=	0.01	[m ²]
Trägheitsmoment des Stabs	Ι	=	0.00001	[m ⁴]

1.3 Berechnung

Das Fachwerk wird berechnet mit der Annahme, dass die Verbindungspunkte zwischen den Stäben Gelenkverbindungen sind. Für weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren steht der Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs zur Verfügung.

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt werden die Daten für die Berechnung des Fachwerks erstellt. In diesem Beispiel werden die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms *ELPLA* gezeigt. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Wahl des Berechnungsverfahrens

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Nach Auswahl dieser Option erscheint der folgende Wizard-Assistent im Bild 6-2.

Berechnungsverfahren		
Berechnung:		
Berechnung einer Gründungsplatte	Berechnung einer Deckenplatte	Berechnung ebenes Stabtragwerks
Berechnung von Systemen mehrerer Gründungsplatten	Berechnung eines Trägerrostes	Berechnung ebener Spannung
Laden		
<u>H</u> ilfe Speichern <u>u</u> nter.	<u>A</u> bbrechen < ⊒urück.	Weiter > Speichern

Bild 6-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung ebenes Stabtragwerk"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü ist die "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 6-3). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnun	gsverfahren			
_ Symmetrie	e des Plattengrundrisses:			
	Unsymmetriesystem			
	 *			
	x-Achse Einfachsymmetriesystem		Doppelsymmetriesystem	
	y-Achse Einfachsymmetriesystem		Anti-Symmetr, um die x-Achse	
<u>H</u> ilfe	Speichern <u>u</u> nter <u>A</u> bbre	chen	< Zurück	<u>S</u> peichern

Bild 6-3 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 6-4). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

🗸 🖌 Stäb	pe in der Platte	
 Zusă	ätzliche Einzelfedern	
🗸 🙏 Aufla	ager/Randbedingungen	
🗌 🌖 Pfäh	ıle	
🗌 🦉 Gren	nztiefenberechnung	
Bew	iehrung der Platte	
Nich	itlineares Baugrundmodell	
Bere	chnung der Verschiebungen im Boden	
Bere	chnung der Spannungen im Boden	
Bere	echnung der Dehnungen im Boden	
🗌 💓 🖉 Der I	Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden	
🗌 🏋 Einfle	uss von Temperaturänderungen auf die Setzungen	
Einflu	uss von Bodensenkungen auf die Setzungen	
Alles mai	irkieren	

Bild 6-4 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 6-5).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Fachwerk"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter					? ×
Speichern in:	😋 Deutsch	•	£	<u></u>	<u>e</u> ř	
📅 Balken	📅 Rahmentragwerk					
📅 Beispiel	📅 Traegerrost					
🔡 Deckenpla	tte					
Fachwerk						
Platte1						
Platte2						
1						
Datei <u>n</u> ame:	Fachwerk	_	_		<u>S</u> peid	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)	_	•]	Abbre	chen

Bild 6-5 Dialogfeld "Speichern unter"

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 6-6 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung eines Fachwerks" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Fachwerk" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

B	ezeichnu	ng des Projekts 🛛 🔀
	-Bezeichn	ung des Projekts:
	Auftrag	Berechnung eines Fachwerks
	Datum	Mittwoch, 7. Juni 2006
	Projekt	Fachwerk
	<u>S</u> peiche	rn <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe <u>L</u> aden Speichern <u>u</u> nter

Bild 6-6 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 6-7)
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 12 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 4 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

E-Netz generieren		
		0
Rechteckplatte:		
Länge der Rechteckplatte	L (r	n] [12
Breite der Rechteckplatte	B (r	n] [4]
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbre	rchen <⊇urück. <u>W</u> eiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 6-7 Auswahl von Netzschablonen

Danach erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 6-8). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren			
Generierungstyp:			
		$\begin{array}{c} & & & & & \\ & & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & & & \\ & &$	× + 2 ↑ × + 2 - + + + + + + + + + + + + + + + + + + +
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 6-8 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 6-9).

-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände	
Rasterabstand Dx [m] 1,00	
Raster in y-Richtung:	
✓ Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände	
Rasterabstand Dy [m] 1,00	
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter> <u>F</u> erti	g stellen

Bild 6-9 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 12 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 4 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für eine rechteckige Fläche von L = 12 [m] Länge und B = 4 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.0 [m] Seitenlänge. Im Bild 6-10 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.



Bild 6-10 Imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche auf dem Bildschirm

2.4 Daten der Stäbe

Um die Stäbe zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Damit erscheint das folgende Menü im Bild 6-11



Bild 6-11 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Stabkennwerte einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 6-11 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 6-12 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Allgemeiner Querschnitt"
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	×
Querschnittsdefinition:	
C Rechteckquerschnitt	<u>0</u> K
 Allgemeiner Querschnitt 	Abbrechen
🔿 Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	
	<u>H</u> ilfe

Bild 6-12 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Danach erscheint das folgende Listenfeld im Bild 6-13.

In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften des Fachwerks, Trägheitsmoment, Fläche und das Fachwerkgewicht ein, wie im Bild 6-13 gezeigt. Dies geschieht durch Eingabe des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken von "Eingabe"
- Klicken Sie auf "OK"

Stabgrupp	en				×
Gruppe Nr.	E-Modul des Balken E [kN/m²]	Trägheits moment I [m4]	Fläche A [m²]	Balken gewicht pb [kN/m]	<u>O</u> K Abbrechen
1	2E+08	0,000010	0,01	0,00	<u>E</u> infügen
					<u>K</u> opieren
					Löschen
					N <u>e</u> u
					<u>H</u> ilfe
					<u>E</u> xcel

Bild 6-13 Listenfeld "Beschreibung der Stabgruppen"

Definieren der Stäbe im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Stabstandorte im Netz graphisch definiert werden können. Um die Stabstandorte im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie "Stäbe einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 6-11, der Cursor wechselt vom Pfeil zum Kreuz. Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Stabs und schleifen Sie mit der Maus bis zum Endknoten (Bild 6-14), dann klicken Sie auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" im Bild 6-15 erscheint
- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"



Bild 6-14 Einfügen des ersten Stabs mit der Maus

Stabelemente	×
Gruppe Nr. Anfang von Knoten Nr. Ende bis Knoten Nr.	[·] 1 💌 [·] 1 [·] 7
<u>DK</u> <u>A</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 6-15 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Stab definiert, wie im Bild 6-16 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Stab geschrieben hat, als Hinweis auf die Stabgruppen-Nummer.

📇 EL	PLA-D) aten	- [Fac	hwer	k] - [!	Stäbe	:]															_ 8 ×
Dati	ei <u>A</u>	nsicht	<u>G</u> rapl	hisch	<u>ü</u> be	er Tab	elle	<u>O</u> ptior	nen	<u>F</u> orma	at Fe	<u>n</u> ster	<u>H</u> ilfe									• ×
	È	86	1 .	襘	*∕	Ê	١.	=	Ŋ	××	Α	• (ર્€	Q	100	۹.,	۲	6	t	3	-	
 N 	Cil	×	* `	🧶	₩	<u> </u>	tabgru	ippen	- 🎐	•												
-·												÷				 						
- ·					+-											 						
					+-							<u> </u>				 						
			1_1_																			
•																						▼
x [m] =	17,06	y (m] = -1,52	2												 			07.06.0	06		21:44

Bild 6-16 Erster Stab mit Querschnitt 1 auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Stäbe im Netz einzufügen. Nachdem Sie die Definition aller Stäbe beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 6-17 aussehen.



Bild 6-17 Fachwerk auf dem Bildschirm

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Stäben machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 6-17, um die Daten der Stäbe zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 6-17, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *EL-PLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 6-18 erscheint



Bild 6-18 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

ELPLA kann die Stäbe, Auflager und Lasten in einer Darstellung zusammen anzeigen. Dadurch kann der Benutzer während der Eingabe der Auflager oder Lasten leicht die Standorte von Auflagern oder Lasten in Bezug auf Stäbe definieren. Wie in Bild 6-18 gezeigt, werden die Stäbe mit der tatsächlichen Dicke gezeichnet.

Um die Stäbe als einfache Linien zu zeichnen

- Wählen Sie den Befehl "Zeichnungsparameter" aus dem Menü "Optionen" (Bild 6-18), das folgende Dialogfeld im Bild 6-19 erscheint
- In diesem Dialogfeld inaktivern Sie das Kontrollkästchen "Stabdicke zeichnen"
- Klicken Sie auf "OK"

Zeichnungsparameter	×
Allgemeine Zeichnungsparameter Bodenplotparar	meter
Allgemeine Zeichnungsparameter: FE-Netz mit Knotennummerierung FE-Netz mit Koordinaten x/y FE-Netz mit Elementnummerierung Stützentypen anzeigen FE-Netz in getrennten Elementen derstellen	System-Stäbe: Farbige Stäbe Trägerdicke zeichnen Kartesische Raster: Kartesische Raster anzeigen
Elementgruppen:	 Raster über gesamten Bereich Snap: Kein Snap An Raster ausrichten An Knoten ausrichten
<u>Q</u> K <u>S</u> peichern	<u>Abbrechen</u> <u>H</u> ilfe

Bild 6-19 Dialogfeld "Zeichnungsparameter"

Nach dem Klicken von "OK" im Dialogfeld "Zeichnungsparameter" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 6-20 aussehen.



Bild 6-20 Stäbe im Fenster des eingebetteten Programms "Daten der Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Definieren der Auflager oder Randbedingungen im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 6-20. Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den gewünschten Knoten mit Auflager, wie im Bild 6-21 gezeigt
- Nach der Auswahl von Knoten der Auflager wählen Sie "Auflager einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 6-21



Bild 6-21 Markierung der Knoten mit Auflagern (kleine Rechtecke an den Ecken)

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 6-22 erscheint.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung u", um ein starres Auflager in horizontaler Richtung zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung w", um ein starres Auflager in vertikaler Richtung zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 6-22 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"

Nach der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 6-23 aussehen.



Bild 6-23 Auflager auf dem Bildschirm

Definieren von Gelenken für die Stäbe

Das Fachwerk wird berechnet mit der Annahme, dass die Verbindungsknoten zwischen den Stäben Gelenkverbindungen sind. Definieren der Gelenke im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel gezeigt, wie die Gelenke im Netz graphisch definiert werden können.

Um den Gelenkknoten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Gelenke" aus dem "Graphisch"-Menü im Bild 6-20. Wenn der Befehl "Gelenke" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Doppelklicken Sie auf dem Stab, das Dialogfeld "Gelenke bearbeiten" im Bild 6-24 erscheint



Bild 6-24 Dialogfeld "Gelenke bearbeiten"

In diesem Dialogfeld wählen Sie "I und J Gelenk" aus der Liste "Gelenk-Typen", um die beiden Enden des Stabs als Gelenk zu definieren. Dann klicken Sie auf "OK".

Nach der Definition von Stabgelenken sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 6-25 aussehen.



Bild 6-25 Auflager und Gelenke auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe der Auflager machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü (Bild 6-23), um die Daten der Auflager zu speichern
- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus dem "Datei"-Menü (Bild 6-23), um das eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm (Bild 6-26) mit den Stäben auf dem Netz erscheint

Um die Knotenlast einzugeben

- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" (Bild 6-26), dabei wechselt der Cursor vom Pfeil zu einem Kreuz. Markieren Sie die belasteten Knoten (Bild 6-27)



Bild 6-26 Eingebettetes Programm "Lastdaten"



Bild 6-27 Markierung der belasteten Knoten

Dann wählen Sie den Befehl "Knotenlasten einfügen" aus dem Menü "Graphisch", es erscheint das folgende Dialogfeld von Bild 6-28.

Übungshandbuch ELPLA

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 60 im Textfeld "Last *Pv*", um die vertikalen Lasten zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 6-28 Dialogfeld "Knotenlasten"

Nach der Definition der Knotenlasten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 6-29 aussehen.



Bild 6-29 Knotenlasten auf dem Bildschirm

Nach der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 6-29, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 6-29, um zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung* durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme oben rechts im *ELPLA-Daten*-Fenster. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 6-30).



Bild 6-30 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Vorbereitung der Berechnung
- Berechnung ebener Stabtragwerke

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 6-31 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Berechnung ebenes Stabtragwerks	×
Das lineare Gleichungssystem wird gelöst!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:01 I = 96 .te von 195 Stufen	Abbrechen

Bild 6-31 Berechnungsfortschrittsmenü

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies geschieht durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters. Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 6-32). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.

Übungshandbuch ELPLA

	÷, EL	PLA	-Grap	hik	- [Fach	werk]																		_ 8 ×
	Dal	ei	<u>A</u> nsich	ł,	<u>G</u> raphik	<u>O</u> ptione	n <u>F</u> a	ormat	Fen	ster	<u>H</u> ilfe	-	Daten	Liste	Schr	hitte	Berech	nnung	•					
	2			₿	Į 🖡	, 銜	₹⁄		R	t_		#	Ē	Ē	, I Q	Ð	Q	100	- Q	. -9	-) 🤣	ا 1	<u>ta</u> ,
	Ι	÷		##	- H		1	\times	ŤŤ	•	5	5	÷ *	闘	-	-				₩	$\star \mathcal{J}$	- _		ì,
I																								
1																								
1																								
ļ																								

Bild 6-32 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Graphik*

Um die Ergebnisse der Stäbe zu zeichnen

- Wählen Sie "Stäbe" und dann "Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)" aus dem "Graphik"-Menü von *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 6-33 erscheint

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie "Stab-Normalkräfte *N*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 6-33 Optionsfeld "Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)"

Die Normalkräfte der Stäbe werden jetzt angezeigt (Bild 6-34).



Bild 6-34 Stab-Normalkräfte *N*

5 Stichwortverzeichnis

A
Auflager5, 13, 16 Auftragsdaten6
В
Berechnung3, 4, 23
Ε
Elastizitätsmodul3
G
Generierungstyp7
L
Lastdaten19, 20

N 7	
11	
• •	

Q

Querschnittsdefinition 10

R

Randbedingungen	5,	13,	14
Rasterdefinition	••••		8

S

Stäbe	. 9, 11, 14, 18, 24
Stabelemente	
Stabgruppen	
Stabkennwerte	
Symmetrie	

Ζ

Zeichnungsparameter 14, 15

Beispiel 7

Berechnung eines Rahmentragwerks

Inhalt

1	Besch	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Material des Rahmentragwerks	3
	1.3	Berechnung	3
2	Erste	llen der Daten	4
	2.1	Wahl des Berechnungsverfahrens	4
	2.2	Auftragsdaten	6
	2.3	FE-Netzdaten	7
	2.4	Daten der Stäbe	9
	2.5	Daten der Auflager/ Randbedingungen	13
	2.6	Lastdaten	19
3	Durcl	hführung der Berechnung	26
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	26
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	27
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	27
5	Zwei	dimensionale Rahmenprobleme	29
	5.1	Einleitung	29
	5.2	Koordinatensysteme	29
	5.3	Elementlasten	30
	5.4	Graphische Ausgabe	31
6	Stich	wortverzeichnis	32

1 Beschreibung des Problems

In diesem Beispiel wird ein ebenes Rahmentragwerk gewählt, um einige Besonderheiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von ebenen Rahmentragwerken zu erläutern.

1.1 Lasten und Abmessungen

Das Rahmentragwerk besteht aus gleichen Stäben mit den Abmessungen von 0.2 [m] * 0.5 [m]. Die Lasten auf dem Rahmentragwerk einschließlich des Eigengewichts werden im Bild 7-1 gezeigt.



Bild 7-1 Geometrie des Rahmentragwerks und Lasten

1.2 Material des Rahmentragwerks

Das Material des Rahmentragwerks hat folgenden Parameter:

Elastizitätsmodul $E_b = 2 * 10^7$ [kN/m²]

1.3 Berechnung

Zur Berechnung des Rahmentragwerks wird das Rahmentragwerk in Stabelemente unterteilt. Dieses Übungshandbuch beschreibt nicht die Theorie zur Modellierung des Problems. Für weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren steht der Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs zur Verfügung.

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt werden die Daten für die Berechnung des Rahmentragwerks erstellt. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Wahl des Berechnungsverfahrens

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Nach Auswahl dieser Option erscheint der folgende Wizard-Assistent im Bild 7-2.



Bild 7-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung ebenes Stabtragwerk"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 7-3). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnur	ngsverfahren			
– Symmetri	e des Plattengrundrisses:			
	Unsymmetriesystem			
	 *			
	x-Achse Einfachsymmetriesystem		Doppelsymmetriesystem	
			*	
	y-Achse Einfachsymmetriesystem		Anti-Symmetr, um die x-Achse	;
<u>H</u> ilfe	Speichern <u>u</u> nter <u>A</u> bbre	chen	< Zurück	<u>S</u> peichem

Bild 7-3 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 7-4). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

🗸 🦯 Stäbe	in der Platte			
 Zusäl	zliche Einzelfederr	I		
🗸 🙏 Aufla	jer/Randbedingu	ngen		
🗌 🌖 Pfähle				
🗌 🦉 Grenz	tiefenberechnung			
Bewe	hrung der Platte			
Nicht	ineares Baugrundr	nodell		
Bered	hnung der Versch	ebungen im Boden		
Bered	hnung der Spanni	ingen im Boden		
Bered	hnung der Dehnu	igen im Boden		
🗌 👷 🗒 Der E	influss von Nachb	arbauwerken soll unte	ersucht werden	
🗌 🏋 🛛 Einflu	ss von Temperatu	änderungen auf die S	Setzungen	
🗌 🏹 Einflu	ss von Bodensenk	ungen auf die Setzur	ngen	
Alles mark	lieren			
- meenium				

Bild 7-4 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 7-5).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Rahmentragwerk"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern ur	nter			? ×	1
Speichern jn:	🔁 Deutsch	•	E 🛃	<u>r</u>	
Balken Beispiel Deckenpl Platte1 Platte2 Rahmentr	atte				
Datei <u>n</u> ame:	Rahmentragwerk			<u>S</u> peichern	
Datei <u>t</u> yp:	Isolated slab foundation-files	(*.P01)	•	Abbrechen	

Bild 7-5 Dialogfeld "Speichern unter"

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 7-6 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung eines Rahmentragwerks" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Rahmentragwerk" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

B	ezeichnu	ng des Projekts 🔀									
	Bezeichn	ung des Projekts:									
	Auftrag	Berechnung eines Rahmentragwerks									
	Datum	Mittwoch, 7. Juni 2006									
	Projekt	Rahmentragwerk									
	<u>S</u> peiche	rm Abbrechen <u>H</u> ilfe Laden Speichern unter									

Bild 7-6 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 7-7)
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte", um ein Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 10 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 5 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren	
Plattentyp:	
Rechteckplatte:	
Länge der Rechteckplatte	L [m] 10
Breite der Rechteckplatte	B [m] 5
Hilfe Abbrechen < Zuri	ick <u>W</u> eiter > <u>F</u> ertig stellen

Bild 7-7 Auswahl von Netzschablonen

Danach erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 7-8). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren			
Generierungstyp:			
		× × × × × × × × × × × × × × × × × × ×	······································
······································			
<u>H</u> ilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 7-8 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 7-9).

FE-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände 10	
Rasterabstand Dx [m]	
Raster in y-Richtung:	
✓ Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände 5	
Rasterabstand Dy [m] 1,00	
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter>	<u>F</u> ertig stellen

Bild 7-9 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 10 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 5 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für eine rechteckige Fläche von L = 10 [m] Länge und B = 5 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.0 [m] Seitenlänge. Im Bild 7-10 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.



Bild 7-10 Imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche auf dem Bildschirm

2.4 Daten der Stäbe

Um die Stäbe zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Damit erscheint das folgende Menü im Bild 7-11

en - [Rahmentragwerk] - [Stäbe]	_ 8 ×
cht <u>G</u> raphisch <u>ü</u> berTabelle <u>O</u> ptionen <u>F</u> ormat Fe <u>n</u> ster <u>H</u> ilfe	* ×
↓ ☆ ∜ 圖 ↓ = 物 ↦ ▲ ↓ ♀ ♀ ♀ ™ ⊻ ♀ ↓ ◈ ⋈ ♥」 ♥	•
X 🌮 X 🔠 <u>S</u> tabgruppen 🐺 🖕	
	-
v [m] = 3.23	16:38

Bild 7-11 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Querschnitte der Stäbe einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 7-11 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus _ dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 7-12 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Rechteckquerschnitt" _
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	×
Querschnittsdefinition:	
Rechteckquerschnitt	<u>0</u> K
C Allgemeiner Querschnitt	Abbrechen
🔿 Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	
	<u>H</u> ilfe

Bild 7-12 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Danach erscheint das folgende Listenfeld im Bild 7-13.

In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften des Rahmentragwerks, Querschnittabmessungen _ und das Gewicht des Rahmentragwerks ein, wie im Bild 7-13 gezeigt. Dies geschieht durch Eingabe des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste
- Klicken Sie auf "OK"

S	tabgrupp	en				×
	Gruppe Nr.	E-Modul des Balken E [kN/m²]	Höhe des Balken h [m]	<u>O</u> K <u>A</u> bbrechen		
	1	2E+07	0,50	0,20	0,00	<u>E</u> infügen
						<u>K</u> opieren
						Löschen
						N <u>e</u> u
						<u>H</u> ilfe
						<u>E</u> xcel



Definieren der Stäbe im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Stabstandorte im Netz graphisch definiert werden können. Um die Stabstandorte im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie "Stäbe einfügen" aus dem Menü "Graphisch" (Bild 7-11). Dabei wechselt der Cursor vom Pfeil zum Kreuz. Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Stabs und schleifen Sie mit der Maus bis zum Endknoten (Bild 7-14), dann klicken Sie auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" im Bild 7-15 erscheint
- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"



Bild 7-14 Einfügen des ersten Stabs mit der Maus

itabelemente	×
Gruppe Nr.	1 1
Anfang von Knoten Nr.	[·] [1
Ende bis Knoten Nr.	[·] 28
<u>K</u> bbrechen	<u>H</u> ilfe

Bild 7-15 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Stab definiert, wie im Bild 7-16 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Stab geschrieben hat, als Hinweis auf die Stabgruppen-Nummer.

<u></u> =	LPLA	-Daten	- [Rahmer	ntragwerl	k] - [Stäl	be]											_ 8 ×
	atei	<u>A</u> nsicht	<u>G</u> raphisch	n <u>ü</u> berT	abelle	<u>O</u> ptionen	<u>F</u> ormat	Fe <u>n</u> ste	r <u>H</u> ilfe								• ×
) 🖻		i . 4) 🎸	â.	= 2	9 ~	Α .	୍ବ	201	100 💌	Q	• 🧶	6 1	U 🕻	•	
×		×	* 🔨	#	<u>S</u> tabgru	ppen	× .										
Ι.													2				
Ι.													-				
·												 	-				
·													-				
ŀ													-				
1													-				
L .		1			1	·	'	·		1		1					
1																	-
┛																	Þ
x [m	= 5,48	6 y[m]	= -0,63											0	7.06.06		16:41

Bild 7-16 Der erste Stab mit Querschnitt 1 auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Stäbe im Netz einzufügen. Nach der Definition aller Stäbe sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-17 aussehen.


Bild 7-17 Rahmentragwerk mit Stäben auf dem Bildschirm

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Stäben machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 7-17, um die Daten der Stäbe zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 7-17, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 7-18 erscheint



Bild 7-18 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

ELPLA kann die Stäbe, Auflager und Lasten in einer Darstellung zusammen anzeigen. Dadurch kann der Benutzer während der Eingabe der Auflager oder Lasten leicht die Standorte von Auflagern oder Lasten in Bezug auf Stäbe definieren. Wie in Bild 7-18 gezeigt, werden die Stäbe mit der tatsächlichen Dicke gezeichnet.

Um die Stäbe als einfache Linien zu zeichnen

- Wählen Sie den Befehl "Zeichnungsparameter" aus dem Menü "Optionen" (Bild 7-18). Das folgende Dialogfeld im Bild 7-19 erscheint
- In diesem Dialogfeld inaktivieren Sie das Kontrollkästchen "Stabdicke zeichnen"
- Klicken Sie auf "OK"

Zeichnungsparameter	×
Allgemeine Zeichnungsparameter Bodenplotpara	meter
Allgemeine Zeichnungsparameter: FE-Netz mit Knotennummerierung FE-Netz mit Koordinaten x/y FE-Netz mit Elementnummerierung Stützentypen anzeigen FE-Netz in getrennten Elementen derstellen	System-Stäbe: Farbige Stäbe Trägerdicke zeichnen Kartesische Raster: Kartesische Raster anzeigen
Elementgruppen:	 Raster über gesamten Bereich Snap: Kein Snap An Raster ausrichten An Knoten ausrichten
<u></u> KSpeichern	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe

Bild 7-19 Dialogfeld "Zeichnungsparameter"

Nach dem Klicken von "OK" im Dialogfeld "Zeichnungsparameter" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-20 aussehen.



Bild 7-20 Stäbe im Fenster des eingebetteten Programms "Daten der Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 7-20, dabei ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den gewünschten Knoten mit Auflager, wie im Bild 7-21 gezeigt
- Nach dem Auswählen von Knoten der Auflager wählen Sie "Auflager einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 7-21



Bild 7-21 Markierung der Knoten mit Auflagern (kleine Rechtecke an den Ecken)

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 7-22 erscheint.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung u", um ein starres Auflager in horizontaler Richtung zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung w", um ein starres Auflager in vertikaler Richtung zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verdrehung Theta", um ein starres Auflager gegen Verdrehung zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 7-22 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"

Nach der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-23 aussehen.



Bild 7-23 Auflager auf dem Bildschirm

Definieren von Gelenken für die Stäbe

Das Definieren der Gelenke im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel gezeigt, wie Gelenke im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Gelenkknoten zu definieren, wird das Gelenk von zwei Seiten sowohl links als auch rechts durch Elemente definiert. Wählen Sie den Befehl "Gelenke" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 7-20. Wenn der Befehl "Gelenke" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Doppelklicken Sie auf dem Element am Gelenkende. Das Dialogfeld "Gelenke bearbeiten" im Bild 7-24 erscheint.



Bild 7-24 Dialogfeld "Gelenke bearbeiten"

In diesem Dialogfeld wählen Sie "I und J Gelenk" aus der Liste "Gelenk-Typen", um den Gelenkstab zu definieren. Dann klicken Sie auf "OK".

Nach der Definition von Stabgelenken sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-25 aussehen.



Bild 7-25 Auflager und Gelenke auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe der Auflager machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 7-23, um die Daten der Auflager zu speichern
- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm (Bild 7-26) mit den Stäben auf dem Netz erscheint



Bild 7-26 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Knotenlast einzugeben

- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Fenster von Bild 7-26
- Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Markieren Sie den Knoten, der belastet wird, wie im Bild 7-27 gezeigt

Dann wählen Sie den Befehl "Knotenlasten einfügen" aus dem Menü "Graphisch", es erscheint das folgende Dialogfeld im Bild 7-28.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 100 im Textfeld "Last Pv", um die vertikale Last zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 7-27 Markierung des belasteten vertikalen Knotens



Bild 7-28 Dialogfeld "Knotenlasten"

Nach der Definition der vertikalen Knotenlast sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-29 aussehen.



Bild 7-29 Vertikale Knotenlast auf dem Bildschirm

Ein anderer Knoten, der belastet werden soll, wird gewählt, wie im Bild 7-30 gezeigt. Wählen Sie den Befehl "Knotenlasten einfügen" aus dem Menü "Graphisch", es erscheint das folgende Dialogfeld im Bild 7-31.



Bild 7-30 Markierung des belasteten horizontalen Knotens



Bild 7-31 Dialogfeld "Knotenlasten"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie -80 im Textfeld "Last Ph", um die horizontale Last zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"

Nach der Definition der horizontalen Knotenlast sollte der Bildschirm wie Bild 7-32 aussehen.



Bild 7-32 Horizontale Knotenlast auf dem Bildschirm

Um die gleichförmig verteilten Lasten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Stablast bearbeiten" aus dem Menü "Graphisch". Wenn der Befehl "Stablast bearbeiten" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Doppelklicken Sie die linke Maustaste auf dem gewünschten Stab mit der gleichförmig verteilten Last. Das folgende Dialogfeld im Bild 8-31 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 60 im Textfeld "Stablasten", um die Stablast zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"

Der belastete Stab wird im Bild 7-34 gezeigt. Die verteilten Lasten in diesem Beispiel sind "Eigengewicht"-Typen. Mehr über verteilte Lastarten erfahren Sie im Benutzerhandbuch des Programms *ELPLA*.



Bild 7-33 Dialogfeld "Stablast bearbeiten"



Bild 7-34 Belasteter Stab

Verwenden Sie dieselben Schritte, um die gleichförmig verteilte Last für den anderen belasteten Stab zu definieren. Nach der Definition von Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 7-35 aussehen.



Bild 7-35 Rahmentragwerklasten auf dem Bildschirm

Nach der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 7-29, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 7-36).



Bild 7-36 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Vorbereitung der Berechnung
- Berechnung ebenes Stabtragwerk

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 7-37 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Berechnung ebenes Stabtrag w erks	×
Das lineare Gleichungssystem wird gelöst!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:01 I = 35 .te von 198 Stufen	Abbrechen

Bild 7-37 Berechnungsfortschrittsmenü

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies geschieht durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters. Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 7-38). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.

Übungshandbuch ELPLA

ł	ELF	PLA	-Graph	nik -	[Rahr	nentragw	erk]																_ 5	l ×
Ē	<u>D</u> ate	ei	Ansicht	<u>e</u>	<u>a</u> raphik	<u>O</u> ptione	en <u>F</u>	ormat	Fe <u>n</u> ste	er <u>H</u> i	lfe .	- 1	Daten	Liste	Schr	itte	Bereck	nnung	-					
Ī	2		8	D	I,	, 街	∜∕		<u>8</u> 1			#		Ē.	, IQ	Ð	Q	100	- Q	. 🕀	. e	- 😡	ŧ.	~
Ī	Ι	-		##	- H	- •	- 1	\mathbf{k}	TT -	5	10	5 -1	- •	齸	-	•				₩.	- 37 -		=	>> +
Γ																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
I																								
L																								
I																								
L																								
I																								
L																								
L																								
I																								
L																								
L																								

Bild 7-38 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Graphik*

Um die Ergebnisse der Stäbe zu zeichnen

- Wählen Sie "Stäbe" und dann "Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)" aus dem "Graphik"-Menü von *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 7-39 erscheint

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie "Stab-Biegemomente *Mb*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 7-39 Optionsfeld "Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)"

Die Momente der Stäbe werden jetzt angezeigt (Bild 7-40).



5 Zweidimensionale Rahmenprobleme

5.1 Einleitung

Die Berechnung von zweidimensionalen Rahmenproblemen ist jetzt in *ELPLA* verfügbar. Dieser Abschnitt beschreibt das Modellieren des Rahmens, das zur Berechnung dieser Art von Problemen verwendet wird. Es wird empfohlen, diesen Abschnitt vor der praktischen Problemberechnung zu lesen, um die vom Programm verwendete Vorgehensweise zu verstehen.

5.2 Koordinatensysteme

Es gibt zwei verschiedene Koordinatensysteme für zweidimensionale Rahmenprobleme: globales Koordinatensystem und lokales Koordinatensystem (Bild 7-41). Jedes dieser Koordinatensysteme wird verwendet, um bestimmte Daten wie den Standort von Knoten oder der Richtung von Lasten, Verschiebungen, Schnittgrößen und Reaktionen zu beschreiben. Das Verstehen dieser verschiedenen Koordinatensysteme ist wesentlich für den Benutzer, um das Problem richtig zu definieren.





5.3 Elementlasten

Wie im Bild 7-42 gezeigt, verwendet *ELPLA* eine andere vertikale Richtung für das Definieren von Lasten. Der positive Wert der Last bedeutet, dass sie nach unten gerichtet ist. Knotenlasten werden auf globalen Koordinaten angewandt, während Elementlasten in drei verschiedenen Fällen angewandt werden, wie folgt:

Eigengewicht	Eine vertikale gleichförmige Last, verteilt entlang der Länge des Elements
Schneelast	Eine vertikale gleichförmige Last, verteilt entlang der horizontalen Projektion des Elements
Windlast	Eine gleichförmige Last, verteilt entlang der Länge des Elements mit einer Richtungssenkrechten zum Element (lokale x '-Achse)



Bild 7-42 Elementlasten, Knotenlasten und Knotenreaktionen mit Richtungen

5.4 Graphische Ausgabe

Die graphische Ausgabe von Verschiebungen, Verdrehungen und Schnittgrößen (Biegemomente, Querkräfte und Normalkräfte) wird in lokalen Koordinaten gezeichnet.

6 Stichwortverzeichnis

A
Auflager
B
Berechnung3, 4, 26, 27
E
Elastizitätsmodul3
G
Generierungstyp7
L
Lastdaten19, 20, 26
M
Material

N

Q

```
Querschnittsdefinition ...... 10
```

R

Rahmentragwerk	•••••	. 3
Randbedingungen	5, 13,	14
Rasterdefinition		. 8

S

Stäbe	, 11, 14, 28
Stabelemente	12
Stabgruppen	10, 11
Symmetrie	
Staberennene Staberennene Symmetrie	10, 11 4, 5

Ζ

Zeichnungsparameter 14, 15

Beispiel 8

Berechnung eines Balkens

Inhalt

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Material des Balkens	3
	1.3	Berechnung	3
2	Erste	ellen der Daten	3
	2.1	Wahl des Berechnungsverfahrens	3
	2.2	Auftragsdaten	б
	2.3	FE-Netzdaten	6
	2.4	Daten der Stäbe	9
	2.5	Daten der Auflager/ Randbedingungen	13
	2.6	Lastdaten	20
3	Durc	hführung der Berechnung	26
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	26
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	27
4	Grap	hische Darstellung von Daten und Ergebnissen	28
5	Stich	wortverzeichnis	30

1 Beschreibung des Problems

In diesem Beispiel wird ein Balken gewählt, um einige Besonderheiten des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Balken zu erläutern.

1.1 Lasten und Abmessungen

Der Balken besteht aus gleichen Stäben mit den Abmessungen von 0.2 [m] * 0.5 [m]. Die Lasten auf dem Balken einschließlich des Eigengewichts werden im Bild 8-1 gezeigt.



Bild 8-1 Geometrie des Balkens und Lasten

1.2 Material des Balkens

Das Material des Balkens hat folgenden Parameter:

Elastizitätsmodul $E_b = 2 * 10^7$ [kN/m²]

1.3 Berechnung

Zur Berechnung des Balkens wird der Balken in Stabelemente von je 1.0 [m] Länge unterteilt. Dieses Übungshandbuch beschreibt nicht die Theorie zur Modellierung des Problems. Für weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren steht der Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs zur Verfügung.

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt werden die Daten zur Berechnung des Balkens erstellt. In diesem Beispiel werden die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms *ELPLA* gezeigt. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Wahl des Berechnungsverfahrens

Wählen Sie den Befehl "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Nach Auswahl dieser Option erscheint der folgende Wizard-Assistent im Bild 8-2.



Bild 8-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent

- Wählen Sie "Berechnung ebenes Stabtragwerk"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 8-3). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfa	hren				
Symmetrie des Plat	tengrundrisses:				
L	Insymmetriesystem				
ī			4	* }*	
x-Achse	Einfachsymmetriesystem		Doppelsy	vmmetriesystem	
			Ţ,	*	
y-Achse	Einfachsymmetriesystem		Anti-Symme	tr. um die x-Achse	
<u>H</u> ilfe S	peichern unter	en	≺ <u>Z</u> urück	Weiter >	<u>S</u> peichem

Bild 8-3 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 8-4). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden.

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie die Option "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Speichern"

⊻ 🖍 Stà 🐛 Zu	ibe in der Platte sätzliche Einzelfedern
✓ Au	flager/ Randbedingungen
ÿ PN	anie
	enztierenberechnung
Ве	wenrung der matte
	chtineares Blaugrundmodell Sacharan des Verschieburg ein in Dieden
_ ве	rechnung der Verschiebungen im Boden
_ ве	rechnung der Spannungen im Boden
ве	rechnung der Dennungen im Boden - Finfluss vom Maalabacharingen antigen soll umbassucht worden
	ar Einnuss von Nachbarbauwerken son untersucht werden Ause von Temperaturänderungen auf die Setzungen
	inuss von riemperaturanuerungen auf die Setzungen Vluee von Podeneenkungen auf die Setzungen
• .• EIr	inuss von bouensenkungen auf die beizungen
Alles m	harkieren

Bild 8-4 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 8-5).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Balken"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter					? ×
Speichern in:	🔁 Deutsch	•	£	<u></u>	C	
Baiken Beispiel Deckenpla Platte1 Platte2 Traegerros	itte it					
Datei <u>n</u> ame:	Balken	_	_		<u>S</u> pei	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)		•] [Abbre	echen

Bild 8-5 Dialogfeld "Speichern unter"

2.2 Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 8-6 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung eines Balkens" im Textfeld "Auftrag", um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Balken" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

B	ezeichnu	ng des Projekts 🔰	×							
	Bezeichn	ung des Projekts:								
	Auftrag	Berechnung eines Balkens								
	Datum	Dienstag, 6. Juni 2006								
	Projekt	Balken								
	<u>S</u> peiche	ern <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe Laden Speichern <u>u</u> nter								

Bild 8-6 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 8-7)
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 11 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 2 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren		
Plattentyp:		
		0
Rechteckplatte:		
Länge der Rechteckplatte	L [m]	11
Breite der Rechteckplatte	B [m]	2
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < Zurück	<u>W</u> eiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 8-7 Auswahl von Netzschablonen

Danach erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 8-8). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren			
		$ \begin{array}{c} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & $	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 8-8 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 8-9).

FE-Netz generieren		
Rasterdefinition:		
Raster in x-Richtung:		
🔽 Konstanter Rasterabstand		
Anzahl der Rasterabstände	11 🛨	
Rasterabstand Dx [m]	1,00	
Raster in y-Richtung:		
Konstanter Rasterabstand		
Anzahl der Rasterabstände	2 🕂	
Rasterabstand Dy [m]	1,00	
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbi	rechen < <u>∠</u> urück <u>W</u> eiter>	<u>F</u> ertig stellen

Bild 8-9 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 11 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 2 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für eine rechteckige Fläche von L = 11 [m] Länge und B = 2 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.0 [m] Seitenlänge. Im Bild 8-10 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.



Bild 8-10 Imaginäres Netz einer rechteckigen Fläche auf dem Bildschirm

2.4 Daten der Stäbe

Um die Stäbe zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Damit erscheint das folgende Menü, Bild 8-11



Bild 8-11 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Querschnitte der Stäbe einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 8-11 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 8-12 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Rechteckquerschnitt"
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	×
Querschnittsdefinition:	
 Rechteckquerschnitt 	<u></u> K
C Allgemeiner Querschnitt	Abbrechen
C Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	
	<u>H</u> ilfe

Bild 8-12 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Danach erscheint das folgende Listenfeld im Bild 8-13.

In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften des Balkens, Querschnittabmessungen und das Balkengewicht ein, wie im Bild 8-13 gezeigt. Dies geschieht durch Eingabe des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken der "Eingabe"-Taste
- Klicken Sie auf "OK"

S	tabgrupp	en			×
	Gruppe E-Modul Nr. des Balken E [kN/m²]		Höhe des Balken h [m]	<u>Q</u> K <u>A</u> bbrechen	
	1	2E+07	<u>E</u> infügen		
					<u>K</u> opieren
					Löschen
					N <u>e</u> u
					<u>H</u> ilfe
					<u>Excel</u>



Definieren der Stäbe im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Stabstandorte im Netz graphisch definiert werden können. Um die Stabstandorte im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie "Stäbe einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 8-11, der Cursor wechselt vom Pfeil zum Kreuz. Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Stabs und schleifen mit der Maus bis zum Endknoten (Bild 8-14), dann klicken Sie auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" (Bild 8-15) erscheint
- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"



Bild 8-14 Einfügen des ersten Stabs mit der Maus

Stabelemente	×
Gruppe Nr. Anfang von Knoten Nr. Ende bis Knoten Nr.	[-] 1 [-] 26 [-] 28
KAbbrechen	Hilfe

Bild 8-15 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Stab definiert, wie im Bild 8-16 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Stab geschrieben hat, als Hinweis auf die Stabgruppen-Nummer.

🗮 ELPLA-D) aten -	[Balken]	- [Stä	be]														_ 8 ×
<u>D</u> atei <u>A</u>	nsicht	<u>G</u> raphiscł	h <u>ü</u> be	r Tabelle	<u>O</u> ptio	nen <u>I</u>	ormat	Fe <u>n</u> ster	<u>H</u> ilfe									- ×
🗋 🗅 🗃	8 🖬	. 4	€ 🗸	a	. =	>∕	жн	A 🔪	୍€୍	Q [1	00 💌	Q	. Ø	6	ا 🚯	57	•	
l kn ⊂×	🔆 🎽	1	#	<u>S</u> tab	gruppen	- P /	Ļ											
														_		_		
1																		
I																		
I																		
I																		
1																		
1																		
I																		
		·			.		4		.				-					
I																		
	1						+						-					
I '																		
·····		+					+		+				-					
1																		
1					1	1.1	1.1	1	1	1								
1																		
I																		
1																		
1																		
1																		
																		-
<u> </u>																		
x [m] = 9,15	y [m] =	-2,13													06.06.	06		13:40

Bild 8-16 Der erste Stab mit Querschnitt 1 auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Stäbe im Netz einzufügen. Nach der Definition aller Stäbe sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-17 aussehen.



Bild 8-17 Balken auf dem Bildschirm

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Stäben machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-17, um die Daten der Stäbe zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-17, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.5 Daten der Auflager/ Randbedingungen

Um die Auflager zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Auflager/ Randbedingungen" aus dem "Daten"-Menü des *EL-PLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 8-18 erscheint



Bild 8-18 Eingebettetes Programm "Auflager/ Randbedingungen"

ELPLA kann die Stäbe, Auflager und Lasten in einer Darstellung zusammen anzeigen. Dadurch kann der Benutzer während der Eingabe der Auflager oder Lasten leicht die Standorte von Auflagern oder Lasten in Bezug auf die Stäbe definieren. Wie in Bild 8-18 gezeigt, werden die Stäbe mit der tatsächlichen Dicke gezeichnet.

Um die Stäbe als einfache Linien zu zeichnen

- Wählen Sie den Befehl "Zeichnungsparameter" aus dem Menü "Optionen" (Bild 8-18). Das folgende Dialogfeld im Bild 8-19 erscheint
- In diesem Dialogfeld inaktivieren Sie das Kontrollkästchen "Stabdicke zeichnen"
- Klicken Sie auf "OK"

Zeichnungsparameter	×								
Allgemeine Zeichnungsparameter Bodenplotparameter									
Allgemeine Zeichnungsparameter: FE-Netz mit Knotennummerierung FE-Netz mit Koordinaten x/y FE-Netz mit Elementnummerierung Stützentvoen anzeigen	System-Stäbe: Farbige Stäbe Trägerdicke zeichnen Kartesische Raster:								
FE-Netz in getrennten Elementen darstellen	 Kartesische Raster anzeigen Raster über gesamten Bereich 								
Elementgruppen:	Snap:								
Farbige Elementgruppen und Plattendicken	Kein Snap								
	C An Raster ausrichten								
	C An Knoten ausrichten								
<u> </u>	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe								

Bild 8-19 Dialogfeld "Zeichnungsparameter"

Nach dem Klicken von "OK" im Dialogfeld "Zeichnungsparameter" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-20 aussehen.



Bild 8-20 Stäbe im Fenster des eingebetteten Programms "Daten der Auflager/ Randbedingungen"

Definieren der Auflager im Netz

Definieren der Auflager oder Randbedingungen im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel wird gezeigt, wie die Auflager im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Auflager im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 8-20, dabei wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Klicken Sie die linke Maustaste auf den gewünschten Knoten mit Auflager, wie im Bild 8-21 gezeigt
- Nach dem Auswählen von Knoten der Auflager wählen Sie "Auflager einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 8-21



Bild 8-21 Markierung der Knoten mit Auflagern (kleine Rechtecke an den Ecken)

Das Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen" im Bild 8-22 erscheint.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung u", um ein starres Auflager in horizontaler Richtung zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verschiebung w", um ein starres Auflager in vertikaler Richtung zu definieren
- Schreiben Sie 0 im Textfeld "Verdrehung Theta" (starres Auflager gegen Verdrehung)
- Klicken Sie auf "OK"


Bild 8-22 Dialogfeld "Auflager/ Randbedingungen"

Nach der Definition der Auflager sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-23 aussehen.



Bild 8-23 Auflager auf dem Bildschirm

Definieren von Gelenken für die Stäbe

Das Definieren der Gelenke im Netz kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. Im gegenwärtigen Beispiel gezeigt, wie Gelenke im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Gelenkknoten zu definieren, wird das Gelenk von zwei Seiten sowohl links als auch rechts durch Elemente definiert. Wählen Sie den Befehl "Gelenke" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 8-20. Wenn der Befehl "Gelenke" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Doppelklicken Sie auf dem Element am Gelenkende. Das Dialogfeld "Gelenke bearbeiten" im Bild 8-24 erscheint.



Bild 8-24 Dialogfeld "Gelenke bearbeiten"

In diesem Dialogfeld wählen Sie "I-Gelenk" aus der Liste "Gelenk-Typen", um ein Ende des Elements als Gelenk zu definieren. Dann klicken Sie auf "OK". Der Bildschirm sollte wie das folgende Bild 8-25 aussehen.



Bild 8-25 Gelenk am Ende des Elements

Nach Doppelklicken auf das Gelenk am anderen Ende des Elements erscheint das Dialogfeld "Gelenke bearbeiten" im Bild 8-24.

Wählen Sie "J-Gelenk" aus der Liste "Gelenk-Typen", um ein Ende des Elements als Gelenk zu definieren. Dann klicken Sie auf "OK".

Nach der Definition von Elementgelenken sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-26 aussehen.



Bild 8-26 Auflager und Gelenke auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe der Auflager machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-23, um die Daten der Auflager zu speichern
- Wählen Sie "Auflager/ Randbedingungen schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-23, um das eingebettete Programm "Auflager/ Randbedingungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm (Bild 8-27) mit den Stäben auf dem Netz erscheint



Bild 8-27 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Knotenlast einzugeben

- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 8-27. Dabei wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Markieren Sie den Knoten, der belastet wird, wie im Bild 8-28 gezeigt



Bild 8-28 Markierung des belasteten Knotens

Wählen Sie "Knotenlasten einfügen" aus dem Menü "Graphisch", es erscheint Bild 8-29.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 100 im Textfeld "Last *Pv*", um die vertikale Last zu definieren
- Schreiben Sie -60 im Textfeld "Moment *M*", um die Momente zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 8-29 Dialogfeld "Knotenlasten"

H	LPL	A-Daten	- [Ball	(en] -	Lastd	aten]																_ 8 ×
	atei	<u>A</u> nsicht	<u>G</u> rap	hisch	<u>ü</u> ber T	abelle	Option	nen 🔊	<u>F</u> ormat	Fe <u>r</u>	nster	<u>H</u> ilfe				•		0.0	-			- ×
			ĭ. ∕∕i	【 】 】	*/	.		99	××	Α	- 10	્યુલ	રચ	Jum		U,	• 🤗	6	U	<u>6</u> 8	-	
- -	((3	· .	<u> </u>	¥ ∩.	ំកាំ	#	<u>"</u> ** 1	÷,	•													
		1.0	÷						1.1					1	1.1							
			· †	·-+	†-	†			- †	·			- †									
		_				1			_	4.6			1									
											,											
		-+			+-				-+				-+	+-								
		1	1	1	1	1			1	1			1	1	1							
																						-
x [m]	= 15,	09 y[m] = -1,6	6															06.06	.06		23:27

Nach der Definition der Knotenlast sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-30 aussehen.

Bild 8-30 Knotenlasten auf dem Bildschirm

Um die gleichförmig verteilten Lasten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Stablast bearbeiten" aus dem Menü "Graphisch". Wenn der Befehl "Stablast bearbeiten" gewählt wird, wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz
- Doppelklicken Sie die linke Maustaste auf dem gewünschten Stab mit der gleichförmig verteilten Last. Das folgende Dialogfeld im Bild 8-31 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 80 im Textfeld "Stablasten", um die Stablast zu definieren
- Klicken Sie auf "OK"

Der belastete Stab wird im Bild 8-32 gezeigt. Die verteilten Lasten in diesem Beispiel sind "Eigengewicht"-Typen. Mehr über verteilte Lastarten erfahren Sie im Benutzerhandbuch des Programms *ELPLA*.



Bild 8-31 Dialogfeld "Stablast bearbeiten"



Bild 8-32 Belasteter Stab

Verwenden Sie dieselben Schritte, um die gleichförmig verteilte Last für den anderen belasteten Stab zu definieren.

Nach der Definition von Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-33 aussehen.



Bild 8-33 Balkenlasten auf dem Bildschirm

Nach der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-30, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 8-30, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *EL-PLA-Daten* zurückzukehren

Um die anderen Daten der Stäbe im FE-Netz anzuzeigen

- Wählen Sie "Gruppierung anzeigen" aus dem Menü "Optionen" im Bild 8-33. Das folgende Kontrollfeld im Bild 8-34 erscheint
- In diesem Kontrollfeld markieren Sie das Kontrollkästchen "Auflager/ Randbedingungen"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 8-34 Kontrollfeld "Gruppierung anzeigen"

Nach Klicken von "OK" im Kontrollfeld "Gruppierung anzeigen" sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 8-35 aussehen.

🗮 ELPLA-Daten - [Balken] - [Lastdaten]		_ 8 ×
Datei Ansicht Graphisch über Tabelle Optionen Format Fenster Hilfe		- <u>×</u>
□ ☞ 묘 酋 . 쉽 ♥ ໖ . ≡ ୭ ↦ ㅅ . 즉 즉 즉 즉 ∭	🧶 🙆 🚺 😽 📮	
▶ ♀ + 汝 敥 益 ≟ ⅲ Щ Щ .		
		<u> </u>
100,00		
80,00 40,00		
		-
		► I
x[m] = 16,05 y[m] = 1,06	07.06.06	00:14

Bild 8-35 Auflager der Stäbe und Systemlasten auf dem Bildschirm

Die Erstellung eines neuen Projekts ist jetzt vollständig.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um ein Problem zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *EL-PLA-Berechnung*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 8-36).

Übungshandbuch ELPLA



Bild 8-36 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Dieses Menü enthält Befehle aller Berechnungen. Sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Vorbereitung der Berechnung
- Berechung ebenes Stabtragwerk

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen auf einmal durchzuführen

Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 8-37 erscheint, in dem verschiedene Phasen der Berechnung progressiv gemeldet werden, während das Programm das Problem berechnet. Auch zeigt eine Statusleiste unten auf dem Bildschirm des *ELPLA-Berechnung*-Fensters Information über den Fortschritt der Berechnung an.

Berechnung ebenes Stabtragwerks	×
Das lineare Gleichungssystem wird gelöst!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:00 I = 21 .te von 108 Stufen	

Bild 8-37 Berechnungsfortschrittsmenü

4 Graphische Darstellung von Daten und Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies geschieht durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters. Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 8-38). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *EL-PLA-Graphik*.



Um die Ergebnisse der Stäbe zu zeichnen

- Wählen Sie "Stäbe" und dann "Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)" aus dem "Graphik"-Menü von *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 8-39 erscheint

In diesem Optionsfeld

- Wählen Sie "Stab-Biegemomente *Mb*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Verlauf der Schnittgrößen (in der Ebene)	×
Was soll dargestellt werden?	
🔿 Stab-Normalkräfte N	Stab-Biegemomente Mb
🔿 Stab-Querkräfte Qs	
🔿 Vertikale Verschiebungen w	<u>0</u> K
C Horizontale Verschiebungen u	Abbrechen
C Verdrehung	
C Verformungen des Stabtragwerks Delta	<u>H</u> ilfe



Die Momente der Stäbe werden jetzt angezeigt (Bild 8-40).



Bild 8-40 Stab-Biegemomente *Mb*

5 Stichwortverzeichnis

A
Auflager5, 13, 16 Auftragsdaten6
В
Berechnung
E
Elastizitätsmodul3
G
Generierungstyp7
L
Lastdaten20
M
Material

N

Netzdaten	,
-----------	---

Q

Querschnittsdefinition 10

R

Randbedingungen	5,	14
Rasterdefinition		8

S

Stäbe	4
Stabelemente	2
Stabgruppen 10, 1	1
Symmetrie	1

Ζ

Zeichnungsparameter 14, 15

Beispiel 9

Einfluss eines Nachbarbauwerks II auf ein bestehendes Fundament I

Inhalt

Seite

1	Besc	hreiben des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke	5
	1.3	Bodenkennwerte	5
	1.4	Mathematisches Modell	5
	1.5	Berechnung	5
2	Erste	llen der Daten für das neue Fundament	6
	2.1	Berechnungsverfahren	6
	2.2	Bezeichnung des Projekts	9
	2.3	FE-Netzdaten	10
	2.4	Baugrunddaten	14
	2.5	Eigenschaften des Fundaments	18
	2.6	Lastdaten	21
3	Erste	llen der Daten für das alte Fundament	23
	3.1	Modifizieren des Berechnungsverfahrens	23
	3.2	Modifizieren der Auftragsdaten	24
	3.3	Modifizieren des Koordinatenursprungs	24
	3.4	Nachbarbauwerke	26
4	Durc	hführung der Berechnung	26
	4.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	26
	4.2	Durchführung aller Berechnungen	28
5	Darst	tellung von Daten und Ergebnissen	29
	5.1	Graphische Darstellung von Ergebnissen	29
	5.2	Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen	31
6	Stich	wortverzeichnis	35

1 Beschreibung des Problems

Zur Erläuterung des Einflusses eines Nachbarbauwerks werden im Beispiel die Einflüsse eines Neubaus auf einen Altbau untersucht. Die Aufgabenstellung geht aus dem Bild 9-1 hervor.

1.1 Lasten und Abmessungen

Bild 9-1 zeigt den Grundriss und einen Schnitt für das neue Fundament II neben dem alten ähnlichen Fundament I. Die zwei Fundamente haben die gleiche Geometrie und auch die gleichen Lasten. Die beiden Fundamente sind symmetrisch bezüglich der *x*- und *y*-Achse.

Jedes Fundament ist 10.08 [m] lang und 1.00 [m] dick. Die beiden Fundamente sind mit je 9 Einzellasten belastet, wie im Bild 9-1 und in der Tabelle 9-1gezeigt.

Obwohl die zwei Gebäude aneinander grenzen, wird ein kleiner Abstand von 20 [cm] zwischen ihnen angenommen, um ein Überlappen ihrer Knoten zu vermeiden.

Der Koordinatenursprung für das Fundament I im globalen System ist (10.08, 0.0) während er für das Fundament II (0.0, 0.0) beträgt.

$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	Last Nr. [-]	Lastgröße P [kN]	X-Koord. x [m]	Y-Koord. Y [m]
	1 2 3 4 5 6 7 8 9	500 500 500 1000 1000 1000 1000 2000	0.72 0.72 9.36 9.36 5.04 5.04 9.36 0.72 5.04	0.72 9.36 9.36 0.72 9.36 0.72 5.04 5.04 5.04

Tabelle 9-1 Punktlasten

Übungshandbuch ELPLA



Bild 9-1 Einwirkung des Neubaus auf den Altbau

1.2 Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke

Als Material für die zwei Fundamente und die Fundamentdicke werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	$E_b = 2 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	$v_b = 0.15$	[-]
Wichte des Betons	$\gamma_b = 0.0$	$[kN/m^3]$
Fundamentdicke	<i>d</i> = 1.0	[m]

Das Eigengewicht des Betons wird vernachlässigt.

1.3 Bodenkennwerte

Die Bauwerke sind auf steifplastischem Ton der Mächtigkeit 5.70 [m] gegründet, Bild 9-1a. Für die Bodenkennwerte gilt:

Steifemodul für Erstbelastung	$E_{s} = 5000$	$[kN/m^2]$
Steifemodul für Wiederbelastung	$W_s = 15000$	$[kN/m^2]$
Wichte	$\gamma_s=18$	$[kN/m^3]$

1.4 Mathematisches Modell

Die Beeinflussung von umliegenden Strukturen und externen Belastungen kann nur für das Kontinuum-Modell (Verfahren 4, 5, 6, 7 und 8) betrachtet werden. Es basiert darauf, dass die Setzung an einem Knoten von den Sohldrücken an all den anderen Knoten beeinflusst wird. In diesem Beispiel wird das Steifemodulverfahren für die elastische Platte (Verfahren 7) gewählt, um die zwei Gebäude zu berechnen.

1.5 Berechnung

Für die Berechnung wird jedes Fundament in Elemente mit 189 Knoten aufgeteilt, wie im Bild 9-1b gezeigt. Zwei unabhängige Namen definieren die Daten der zwei gewählten Fundamente. Die Daten für die zwei Fundamente sind außer den Ursprungskoordinaten ganz ähnlich. Der Koordinatenursprung ist (x_o , y_o) = (10.28, 0.0) für den Neubau II und (x_o , y_o) = (0.0, 0.0) für den Altbau I. Obwohl die zwei Fundamente ohne Abstand zueinander liegen, wird eine kleine Entfernung von 20 [cm] zwischen ihnen angenommen, um Überlappen ihrer Knoten zu vermeiden.

Es wird zuerst die Berechnung des Neubaus II durchgeführt, um die Sohldrücke unter dem Fundament zu erhalten. Aufgrund dieser Sohldrücke treten Setzungen nicht nur unter dem Neubau II, sondern auch unter dem Altbau I auf. Ferner werden unter der Annahme, dass links neben dem Altbau ein Neubau in gleicher Konstruktionsform und Belastung errichtet wird, die Sohldrücke und Setzungen des Altbaus untersucht. Hierbei werden zusätzlich zu den 189 Knoten des Altbaus von weiteren 189 Knoten des Neubaus die Setzungseinflüsse auf den Altbau berechnet und ihr Einfluss auf die Sohldruckverteilung und die Setzungen untersucht. Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

2 Erstellen der Daten für das neue Fundament

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung von Fundamentsystemen zu erstellen ist. Zuerst erfolgt die Eingabe der Daten von zwei Fundamenten auf dieselbe Weise wie beim vorherigen Fundamentbeispiel, dann wird ein Projekt für das System von zwei Fundamenten erstellt.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 9-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen.



Bild 9-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung ein Fundamentproblem ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Gründungsplatte", wie in Bild 9-2 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 9-3).

Berechnungsverfahren
Berechnungsverfahren:
O 1- Spannungstrapezverfahren
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren
🔿 5- Berechnung für den elastisch isotropen Halbraum
🔿 6- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)
7- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)
🔿 8- Steifemodulverfahren für die starre Platte
🔿 9- Schlaffe Platte
Emittlung der Bettungsmoduli:
C Emittlung der Bettungsmoduli für den Halbraum
O Ermittlung der Bettungsmoduli für den geschichteten Baugrund
O Eingabe der Bettungsmoduli durch den Benutzer
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter > Speichern

Bild 9-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Um das Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie das Berechnungsverfahren "7-Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)", wie in Bild 9-3 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" im Bild 9-4. In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetrie des Plattengrundrisses:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
	*
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr. um die x-Achse
Hilfe Speichern unter Abbrechen	< <u>Zurück</u> <u>Weiter</u> > <u>S</u> peichem

Bild 9-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 9-5). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden. Es ist keine Auswahl nötig, also klicken sie auf "Speichern".



Bild 9-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 9-6).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Neues Bauwerk II"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter		? ×
Speichern in:	😋 Influence of a new neighboring t 💌	E	
💾 New Buildi	ng II		
🔡 Old Buildin	gl		
1			
Datei <u>n</u> ame:	New Building II		<u>S</u> peichern
Datei <u>t</u> yp:	Isolated slab foundation-files (*.P01)	-	Abbrechen
	,		

Bild 9-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projekts [Neues Bauwerk II] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 9-7.

Übungshandbuch ELPLA



Bild 9-7ELPLA-Daten-Fenster nach der Eingabe
von Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 9-7). *ELPLA* platziert dieses Zeichen neben die Befehle, die der Benutzer eingegeben hat.

2.2 Bezeichnung des Projekts

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 9-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Einfluss eines Nachbarbauwerks II auf ein bestehendes Fundament I" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Neues Fundament II" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

B	ezeichnu	ng de	s Projekts			×
Г	Bezeichn	iung de	s Projekts:			
	Auftrag	Einflu	uss eines Nachbar	rbauwerks II auf eir	n bestehendes Fun	ndament I
	Datum	17.07	7.1998			_
	Projekt	Neus	Fundament II			
	<u>S</u> peiche	ern	Abbrechen	<u>H</u> ilfe	Laden	Speichern <u>u</u> nter

Bild 9-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren, wählen Sie den Befehl "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 9-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze mit regelmäßigen Formen zu generieren. Für das gegebene Problem ist das Fundament ein Quadrat.

FE-Netz generieren	
Plattentyp:	
Quadratplatte:	
Länge/Breite der Quadratplatte	L/B (m) 10,08
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < Zurück	Weiter > Eertig stellen

Bild 9-9 Auswahl von Netzschablonen

Im Menü von Bild 9-9

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Quadratplatte" in der Auswahl von Netzschablonen zum Erstellen eines Netzes für das Quadratfundament
- Schreiben Sie 10.08 in das Textfeld "Länge/ Breite der Quadratplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Menü "Generierungstyp". *ELPLA* kann ein FE-Netz für Quadratplatten mit Verwendung von 8 verschiedenen Typen von Netzen generieren (Bild 9-10).

In diesem Menü

- Wählen Sie einen der 8 verschiedenen Generierungstypen
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren			
Generierungstyp:			
		$\begin{pmatrix} & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & $	······································
<			
<u>H</u> ilfe	Abbrechen	≺ <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 9-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 9-11).

FE-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände	
Rasterabstand Dx [m] 0,72	
Raster in y-Richtung:	
✓ Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabstände 14	
Rasterabstand Dy [m] 0,72	
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 9-11 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 14 in das Textfeld "Anzahl der Rasterabstände" für Raster in x-Richtung
- Schreiben Sie 0.72 in das Textfeld "Rasterabstand D_x [m]" für Raster in x-Richtung
- Schreiben Sie 14 in das Textfeld "Anzahl der Rasterabstände" für Raster in y-Richtung
- Schreiben Sie 0.72 in das Textfeld "Rasterabstand D_y [m]" für Raster in y-Richtung
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein geeignetes FE-Netz für das Quadratfundament von 10.08 [m] Länge. Das folgende eingebettete Programm im Bild 9-12 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 9-12 Generiertes FE-Netz auf dem Bildschirm

Nach dem Generieren des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-12, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-12, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Entfernen der Knoten vom FE-Netz

Um die unnötigen Knoten zu markieren, die aus dem FE-Netz entfernt werden sollen, wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem "FE-Netz"-Menü im Bild 9-12. Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Die gewünschten Knoten werden durch individuelles Klicken auf jeden Knoten oder Markieren einer Gruppe von Knoten gewählt, wie im Bild 9-13 gezeigt. Eine Gruppe von Knoten kann markiert werden durch Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Ziehen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Wenn die linke Maustaste freigegeben wird, sind alle Knoten im Rechteck markiert.



Bild 9-13 Generiertes FE-Netz nach dem Markieren der unnötigen Knoten

Um die gewählten Knoten zu entfernen, wählen Sie Befehl "Knoten entfernen" aus dem Menü "Graphisch" (Bild 9-14). Um den graphischen Modus zu verlassen, drücken Sie "Esc".



Bild 9-14 Endgültiges FE-Netz nach dem Entfernen der unnötigen Knoten

Nach dem Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie Befehl "Speichern FE-Netz" aus dem Menü "Datei" im Bild 9-14, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie Befehl "FE-Netz schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-14, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.4 Baugrunddaten

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 9-15 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 9-15 Unterprogramm *ELPLA-Bohr* mit einem Standardbohrprofil

Modifizieren von Bohrprofilen graphisch

Im Programm *ELPLA* kann Modifizieren oder Eingabe von Bohrprofilen entweder numerisch oder graphisch durchgeführt werden. Durch Doppelklicken mit der linken Maustaste in einem bestimmten Bildschirmbereich kann der Benutzer auch die Baugrunddaten definieren und Parameter eingeben.

Um die geotechnischen Daten der Schicht einzugeben

- Doppelklicken Sie auf geotechnische Daten der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 9-16) erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 9-16 definieren Sie die geotechnischen Daten der Bodenschicht wie folgt:

 $\begin{array}{ll} E_s &= 50000 & [kN/m^2] \\ W_s &= 15000 & [kN/m^2] \\ \gamma_s &= 18 & [kN/m^3] \end{array}$

Die Wichte des Bodens wird verwendet, um den Vorbelastungsdruck q_v [kN/m²] aufgrund des entfernten Bodens zu bestimmen, der gleich $\gamma_s * d_f$ ist. Im gegenwärtigen Beispiel ist $d_f = 1.5$.

Der Winkel der internen Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens sind nicht erforderlich, weil die ausgewählte Art der Berechnung eine lineare Berechnung ist.

- Klicken Sie auf "OK".

Baugrund	daten			
Profil-Nr. 1 × Schicht-Nr Geotechi	von 1 Profilen: . 1 von 1 Schichten: hischen Daten der Schicht: —			
Eigenso	haften des Bodens werden r	nit Steifemo	dul Es (1/mv) definiert 📘	-
Es	[kN/m²] 5000	Fhi	[°] 0	-
Ws	[kN/m²] 15000	с	[kN/m²] 0	
Gam	[kN/m³] 18			
<u>K</u>	Abbrechen			

Bild 9-16 Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht"

Um die Bodenart und Farbe für die Schicht zu definieren

- Doppelklicken Sie auf Kurzzeichen der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld im Bild 9-17 erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Wählen Sie "T, Ton" als Bodenart im Kombinationsfeld "Hauptbodenart 1" im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" im Bild 9-17. Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Man kann nach Wunsch die Farbe ändern. Auch wird ein kurzer Text "T" automatisch für Ton erstellt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Baugrunddaten	×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Kurzzeichen für Bodenarten und Fels	s:
Hauptbodenart 1 T, Ton	_
Hauptbodenart 2 , keine	•
Nebenbodenart 1 . keine	•
Nebenbodenart 2 , keine	•
Farbe , keine	-
Kurztext T	
<u>OK</u> <u>A</u> bbrechen	

Bild 9-17 Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels"

Um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Grundwasserspiegel. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 9-18) erscheint, um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren
- Schreiben Sie 7.20 im Textfeld "Grundwasser unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

Grundwasser	×
Grundwasser: Grundwassertiefe unter Gel?nde [m] 7.20	
OK <u>A</u> bbrechen	

Bild 9-18 Dialogfeld "Grundwasser unter Gelände"

Um die Tiefe der Schicht zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Tiefe der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 9-19) erscheint, um die Tiefe der Schicht zu modifizieren
- Schreiben Sie 7.20 im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

Baugrunddaten	×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Tiefe der Schicht unter Gelände [m] 7,20	
<u>K</u> bbrechen	

Bild 9-19 Dialogfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"

Um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Bezeichnung des Bohrprofils. Das entsprechende Textfeld (Bild 9-20) erscheint, um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren
- Schreiben Sie BPN1 im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"
- Drücken Sie "Eingabe"

BPN1

Bild 9-20 Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Um die Baugrund-Grunddaten für die Schicht einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 9-15. Das folgende Dialogfeld im Bild 9-21 erscheint
- In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung α [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 9-21 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" (Bild 9-21)

Baugrund-Grunddaten			
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexib	ilit?tskoeffizienten Trag	f?higkeitsbeiwerl	te
Paulaward Counddataan			
baugrunu-arunuuaten:			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[-]	1
Grundwassertiefe unter Gel?nde	Gw	[m]	7.20
<u>O</u> K <u>A</u> bbrechen	Hilfe		

Bild 9-21 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach der Definition aller Baugrunddaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 9-22 aussehen.

ELPLA-Bohr - [New Building II]	
Datei Ansicht Daten Graphisch Optionen Format Fenster Grunddaten Hilfe	
▓ = ≫ ⊷ A Q Q @ _ Q & *	
	-
	-
$\begin{array}{c} \Gamma \\ \Gamma $	
	م 14/10/2007 09:49 م

Bild 9-22 Bohrprofil auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe aller Baugrunddaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Baugrunddaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 9-22, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie "Baugrunddaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-22, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA*-Daten zurückzukehren

2.5 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 9-23 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. Die Daten der Eigenschaften des Fundaments für dieses Beispiel sind Fundamentmaterial, Fundamentdicke und Gründungstiefe. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programm-Menüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen

🚔 ELPLA-Daten	- [Old	Build	ling]	- [Ei	gens	chaft	ten d	es F	und	amer	ntes]										- 8 ×
Datei Ansicht	<u>G</u> rap	bhisch	<u>ü</u> be	r Tabe	elle	Eiger	nschal	ten d	iles Fi	unda <u>ı</u>	mente	es <u>(</u>	<u>]</u> ptior	nen	<u>F</u> orma	at f	e <u>n</u> ster	<u>H</u> ilfe			_ <u>×</u>
街 💔 🞒		= ?	y 🛏	• •	A.	, I e	્ર	ξ 🤅	⊇,	100	•	Q	•	۲	6	t	6	-			
🛛 🗋 🖆 📱	1 🖆		K)	Cil	1		#	1	\mathcal{X}_{c}	п —	这	⊒⊒	6	7							
1	1	1	1	1			- 1	- 1					i -								
		1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
-			+	+		+	-		-		-	+	+								
.		ц ц	1	1	1	ц	4	<u> </u>	1	1	1	1	<u> </u>	4							
		1 1					1	1					1	1							
		1 1					1	1					1	1							
		1 1					1	1					1	1							
-		1 1		1	L		1	1			L	†	1	1							
-		1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
		1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
			-				-		-					-							
.							-	-				ļ	-	-							
.		1 <u>1</u>					±	±				i	1	±							
.		1 1					1	1					1	1							
1		1 1					1	1					1	1							
		1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
-		1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
				1																	
1																					
					_							_			_				04.00.0		20-52
																			04.03.0		20:53

Bild 9-23 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Fundamentmaterial und die Fundamentdicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 9-23. Das folgende Listenfeld im Bild 9-24 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 9-24 geben Sie E-Modul des Fundaments, *Poissonz*ahl des Fundaments und die Fundamentdicke ein
- Klicken Sie auf "OK"

B	eschreibu	ung der Elem	entgruppen (m	it gleichen Dic	ken und	Beton 🗴
	Gruppe Nr.	E-Modul des Betons [kN/m²]	Poissonzahl des Betons [-]	Plattendicke d [m]		<u>D</u> K
	1	2E+07	0,15	1		bbreenen
						Einfügen
						Kopieren
						Löschen
						N <u>e</u> u
						<u>H</u> ilfe
						<u>E</u> xcel

Bild 9-24 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 9-23. Das folgende Dialogfeld im Bild 9-25 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Um das Eigengewicht des Fundaments bei der Berechnung zu vernachlässigen, schreiben Sie 0 im Textfeld "Wichte des Fundamentbetons"
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons		×
Wichte des Fundamentbetons	Gb [kN/m²]	
<u>OK</u> N <u>e</u> u	Abbrechen <u>H</u> ilfe	

Bild 9-25 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Um die Gründungstiefe unter Geländehöhe einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Gründungstiefe" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 9-23. Das folgende Dialogfeld im Bild 9-26 erscheint, um die Gründungstiefe unter Geländehöhe zu definieren
- Schreiben Sie 2 im Textfeld "Gründungstiefe unter Geländehöhe (a)/ (b)"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 9-26 Dialogfeld "Gründungstiefe"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-23, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 9-27 erscheint



Bild 9-27 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Lasten einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 9-27. Das folgende Listenfeld im Bild 9-28 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden vertikalen Punktlasten *P* [kN] mit der Stellung (*x*, *y*) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 9-28 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und dann Drücken von "Eingabe". Die Koordinaten für die Lasteingabe *P* beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Ρ	unkl	tlasten				×
	Nr. [•]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	X-Stellung x [m]	Y-Stellung y [m]	
	1	1	500,0	0,72	0,72	
	2	1	500,0	0,72	9,36	Einfügen
	3	1	500,0	9,36	9,36	
	4	1	500,0	9,36	0,72	Kopieren
	5	1	1000,0	5,04	9,36	
	6	1	1000,0	5,04	0,72	Löschen
	7	1	1000,0	9,36	5,04	
	8	1	1000,0	0,72	5,04	Neu
	9	1	2000,0	5,04	5,04	
						Hilfe
						<u>E</u> xcel

Bild 9-28 Listenfeld "Punktlasten"

Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 9-29 aussehen.



Bild 9-29 Lasten auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-29, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen", um zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Die Erstellung des Projekts für das neue Fundament ist jetzt vollständig.
3 Erstellen der Daten für das alte Fundament

Die Daten der zwei Fundamente sind ähnlich außer dem Koordinatenursprung des globalen Systems, die mit (10.08, 0.00) für das alte Fundament und (00.00, 0.00) für das neue Fundament angesetzt werden. Die Auftragsdaten werden hier eingegeben, sodass der Benutzer zwischen den zwei Projekten unterscheiden kann. Die Daten des alten Fundaments werden erstellt durch Speichern der Daten des neuen Fundaments unter einem neuen Dateinamen "Neues Bauwerk II" und dann Modifizieren der Auftragsdaten und des Koordinatenursprungs.

Um die Daten unter einem neuen Dateinamen zu speichern

- Wählen Sie "Projekt speichern unter" aus dem "Datei"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Dialogfeld "Speichern unter" im Bild 9-30 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das neue Fundament im Textfeld "Dateiname", z.B. "Altes Bauwerk I" (ohne Zwischenraum)
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern un	ter				? ×
Speichern jn:	🔁 Influence of a new neighboring t 💌	E	<u></u>	<u>r</u>	III 📰
New Buildin	ng II		_		_
📲 Old Building]				
I					
Datei <u>n</u> ame:	Old Building I		1	<u>S</u> peicł	hern
Dateitun:		-	1	Abbrec	hen
e atogyp.	Isolated stab roundation-files (".PUT)		1	ADDIEC	inen

Bild 9-30 Dialogfeld "Speichern unter"

3.1 Modifizieren des Berechnungsverfahrens

Um die Option von Nachbarbauwerken zu erhalten, machen Sie die folgenden Schritte:

- Wählen Sie "Berechnungsverfahren" im "Daten"-Menü
- Die erste Form des Wizard-Assistenten "Berechnungsverfahren" ist "Berechnung einer Gründungsplatte", Bild 9-2. Hier klicken Sie "Weiter", um zur nächsten Seite zu gehen
- Danach erscheint die Option "Berechnungsverfahren" im Bild 9-3.
 Klicken Sie auf "Weiter", um zur nächsten Form zu gehen
- Die nächste Form ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 9-4).
 Hier Klicken Sie auf "Weiter"
- Die letzte Form des Wizard-Assistenten enthält eine Liste von Optionen, Bild 9-31.
 In dieser Liste wählen Sie die Option "Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden", dann auf "Speichern" klicken

Berechnungsverfahren
Optionen:
Stäbe in der Platte Zusätzliche Einzelfedern Auflager/ Randbedingungen Pfähle Grenztiefenberechnung Bewehrung der Platte Nichtlineares Baugrundmodell Berechnung der Verschiebungen im Boden Berechnung der Verschiebungen im Boden Berechnung der Dehnungen im Boden Berechnung der Dehnungen im Boden Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden Éinfluss von Temperaturänderungen auf die Setzungen Einfluss von Bodensenkungen auf die Setzungen
<u>H</u> ilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück ∭eiter > Speichern

Bild 9-31 Optionsfeld "Optionen"

3.2 Modifizieren der Auftragsdaten

Um die Auftragsdaten zu modifizieren

- Wählen Sie "Auftragsdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 9-32 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Altes Fundament I" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bez	zeichnu	ng des Projekts	×
FE	Bezeichn	ung des Projekts:	
A	Auftrag	Einfluss eines Nachbarbauwerks II auf ein bestehendes Fundament I	
C	Datum	17.07.1998	
F	Projekt	Altes Fundament I	
	<u>S</u> peiche	ern <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe Laden Speichern <u>u</u> nter.	

Bild 9-32 Dialogfeld "Auftragsdaten"

3.3 Modifizieren des Koordinatenursprungs

Um den Koordinatenursprung für das neue Fundament zu modifizieren

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 9-33 erscheint

📇 ELPLA-Da	ata - [N	New B	uildi	ng II] - [F	ound	latio	n Pro	pert	ies]												_ 8	×
<u>F</u> ile ⊻iew	<u>G</u> rap	phically	ln	table	Fo	ound <u>a</u>	tion P	roper	ties	<u>0</u> pt	ions	For	ma <u>t</u>	<u>₩</u> in	wob	<u>H</u> elp						-	×
≜ ∜	₿.	. =	<i>?</i> }	• ↔	H .	A	• 1 •	२ (Ð,	Q	100	•	Q	-	۲	6	t	- 1					
_ 🗋 🗅 🖻		1	•	K)		1		1	#	\mathcal{X}	П	鬣	⊌⊌	6	7	۲.							
		1		1	1				1		1												
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
			-					-	-					-	-								
			±					-	±				i	1	-								
		1	1			L.,	l	1	1		L.,	L.,	l	1	1								
		1	1					1	1					1	1								
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
		1	1					1	1					1	1								
		1	1			111		1	1		111	111	1	1	1								
		1	1		111	111		1	1		111	111	†	1	1								
		1	1			11		1	1		<u>}</u>	11		1	1								
		- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
		- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								
		-			-	-				-		-											
				1	1	1				1	1	1	1	1									
																							-
																						•	
																			1	04.09.1	06	20:47	/

Bild 9-33 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

In diesem Programm

- Wählen Sie "Koordinatenursprung" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 9-33. Das folgende Dialogfeld im Bild 9-34 erscheint
- Schreiben Sie 10.28 im Textfeld "*x*-Koordinate"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 9-34 Dialogfeld "Koordinatenursprung"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 9-33, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

3.4 Nachbarbauwerke

Um die Nachbarbauwerke zu bearbeiten, machen Sie die folgenden Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Nachbarbauwerke" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* (Bild 9-35)
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Nachbarplatte hinzufügen" im "Daten"-Menü. Öffnen Sie das Projekt "Neues Bauwerk II"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Damit ist die Erstellung der Daten für die Fundamente 1 und 2 fertig.

N	achbarbau w erk	e		×
	Nachbarplatte Nr.	Dateiname der Nachbarplatte		<u>Speichern</u>
	1	New Building II]	Abbrechen
				Nachbarplatte hinzufügen
				Nachbarplatte ent <u>f</u> ernen
				Laden
				Speichern <u>u</u> nter
				N <u>e</u> u
Į				<u>H</u> ilfe

Bild 9-35 Menü "Nachbarbauwerke"

4 Durchführung der Berechnung

4.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Es wird zuerst die Berechnung des Neubaus II durchgeführt, um die Sohldrücke unter dem Fundament zu erhalten. Aufgrund dieser Sohldrücke treten Setzungen nicht nur unter dem Neubau II, sondern auch unter dem Altbau I auf. Ferner werden unter der Annahme, dass links neben dem Altbau ein Neubau in gleicher Konstruktionsform und Belastung errichtet wird, die Sohldrücke und Setzungen des Altbaus untersucht.

Um eine Aufgabe zu berechnen, öffnen Sie die Datei "Neues Bauwerk II", dann überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 9-36).



Bild 9-36 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Berechnung

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Diese hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab.

Für das neue Fundament sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Plattensteifigkeitsmatrix aufbauen
- Gleichungssystem (unsymmetrische Matrix) lösen
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

während für das alte Fundament die benötigten Berechnungen sind:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Einfluss von Nachbarbauwerken auf die Setzungen
- Plattensteifigkeitsmatrix aufbauen
- Gleichungssystem (unsymmetrische Matrix) lösen
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

4.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen

- Wählen Sie den Befehl "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellen der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 9-37 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.

Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen	×
Die Flexibilitätsmatrix wird aufgestellt!	
Ungefähre Restdauer = 00:00:03 I = 149 .te von 189 Stufen	Abbrechen

Bild 9-37 Berechnungsfortschrittsmenü

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 9-38). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse	e	
V - Last		
Gesamtlast	[kN] = 8000,0	
Summe der Sohlkräfte	[kN] = 8022,1	
X - Moment		
Summe Mx aus Last	[kN.m] = 0,0	
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] = -2,2	
Y - Moment		
Summe My aus Last	[kN.m] = 0,0	
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] = 28,5	
OK Hilfe	,	

Bild 9-38 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".

5 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann die Daten und Ergebnisse für jedes Fundament gesondert oder für die zwei Fundamente zusammen darstellen. Einzelne Daten oder Ergebnisse können in ähnlicher Weise wie in den vorherigen Beispielen dargestellt werden. Hier wird gezeigt, wie die Ergebnisse der Fundamente zusammen dargestellt werden.

5.1 **Graphische Darstellung von Ergebnissen**

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm ELPLA-Berechnung dem Programm EL-PLA-Graphik. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des ELPLA-Berechnung-Fensters.

Das Fenster des Programms ELPLA-Graphik erscheint (Bild 9-39). ELPLA-Graphik öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms ELPLA-Graphik.



Bild 9-39 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Setzungsergebnisse nur für das neue Fundament als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms ELPLA-Graphik. Das folgende Optionsfeld im Bild 9-40 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen s", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen für das neue Fundament werden jetzt als Isolinien angezeigt (Bild 9-41).



Bild 9-40 Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen"



Bild 9-41 Isoliniendarstellung von Setzungen

Um die Setzungsergebnisse für die beiden Fundamente als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Überlassen Sie ELPLA-Graphik dem Programm ELPLA-Daten und wählen Sie "Altes Bauwerk I" aus dem "Datei"-Menü
- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im *ELPLA-Berechnung*-Fenster
- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*
- Im Optionsfeld in Bild 9-40 "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen *s*", damit die Ergebnisse angezeigt werden

- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen werden jetzt als Isoliniendarstellung für die beiden Fundamente angezeigt, wie in Bild 9-42 gezeigt.



Bild 9-42 Setzungen als Isoliniendarstellung (nur altes Fundament)

5.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte* (durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters).

🚆 ELPLA-Schnitte - (Old Building I)		_ 5	₹ N
Datei Ansicht Schnitte Optionen Format Fe <u>n</u> ster <u>H</u> ilfe 🖕	Daten Graphik	Liste Berechnun	ig .
🚰 🏙 🗶 🕼 🐘 📜 🖀 🔝 🛄 🖀 📲 🐘 📜 Q Q Q 100 🔽	Q .		
└─ - ❤ - ╲ - (•		
	05.09.06	23:21	

Bild 9-43 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Schnitte*

Um die Ergebnisse des Systems von Fundamenten zusammen zu berücksichtigen

- Wählen Sie "Kombination von mehreren Projekten" aus dem "Datei"-Menü. Das folgende Listenfeld im Bild 9-44 erscheint. *ELPLA-Schnitte* berücksichtigt automatisch das Projekt "Altes Bauwerk I" in der Liste der zu kombinierenden Projekte
- Klicken Sie auf "Projekt hinzufügen" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten", dann öffnen Sie das Projekt "Neues Bauwerk II"
- Klicken Sie auf "OK" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten"

Ko	mbin	ation von mehreren Proje	kten		X
Г	Liste	der zu kombinierenden Projek	te		ок
	Nr.	Dateiname des Projekts	Bezeichnung des Projekts		
	1	H:\Influence of a new	Altes Fundament I Neues Fundament II		Abbrechen
		L		-	Projekt hin <u>z</u> ufügen
					Projekt ent <u>f</u> ernen
					N <u>e</u> u
					<u>H</u> ilfe

Bild 9-44 Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten"

Um ein Diagramm in x-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in *x*-Richtung" aus dem Menü "Schnitte" des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 9-45 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Schnitt in x-Richtung	×
Was soll dargestellt werden?	
Setzungen s	🔿 Sohldrücke q
C Momente mx	C Momente my
C Momente mxy	🔿 Querkräfte Qx
C Querkräfte Qy	<u>0</u> K
C Bettungsmoduli ks	Abbrechen
C Hauptmomente hm1	Zopiechen
C Hauptmomente hm2	Hilfe

Bild 9-45 Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung"

Das folgende Dialogfeld im Bild 9-46 erscheint, um den Schnitt in *x*-Richtung zu definieren, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 5.04 in das Textfeld "Schnitt an y-Koordinate", um ein Diagramm in der Mitte der zwei Fundamente darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen werden jetzt in einem Diagramm in der Mitte der zwei Fundamente zusammen dargestellt, wie in Bild 9-47 gezeigt.



Bild 9-46 Dialogfeld "Schnitt in *x*-Richtung"



Bild 9-47 Diagramm der Setzungen in x-Richtung in der Mitte der zwei Fundamente

6 Stichwortverzeichnis

A

Abmessungen		3
Altes Fundament	24,	31

B

Berechnung 5, 6, 15, 20, 23, 26, 27, 28, 30

E

Elastizitätsmodul	5
ELPLA-Berechnung	
ELPLA-Daten 6, 8, 9, 10, 12, 14,	18, 21, 23, 26, 30
ELPLA-Graphik	
ELPLA-Schnitte	
Ergebnisse	29, 30, 31, 32, 33

F

FE-Netzdaten		1	0)
--------------	--	---	---	---

G

Gebäude	3, 5
Geometrie	
Grundriss	

K

Knoten	3	, 5,	12,	13
Kontrolle der Rechenergebnisse				.28
Koordinatenursprung	3, 5,	23,	24,	25

L

Lastdaten	.21,	22
Lasten	21,	22

N

Nachbarbauwerke						.23,	26,	27
Neues Fundament	6,	9,	22,	23,	24,	27,	29,	30

P

Poissonzahl	5, 19
Projekt6, 8, 9, 22, 23	, 24, 26, 32
Punktlasten	3, 21, 22

S

Schnitt		
Speichern	8, 9, 12, 14, 18, 2	21, 22, 23, 24, 26
Steifemodul für Er	stbelastung	
Steifemodul für W	viederbelastung	5

W

Wichte	.5, 15,	20
Wizard-Assistent	6,	23

Beispiel 10

Berechnung einer Fundamentplatte mit geraden und kreisförmigen Rändern

Inhalt

Seite

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke	
4			
	1.3	Bodenkennwerte	4
	1.4	Mathematisches Modell	4
2	Erste	ellen der Daten für das Projekt	5
	2.1	Berechnungsverfahren	5
	2.2	Bezeichnung des Projekts	8
	2.3	FE-Netzdaten	9
	2.4	Baugrunddaten	18
	2.5	Eigenschaften des Fundaments	22
	2.6	Lastdaten	25
3	Durc	hführung der Berechnung	27
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	27
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	28
4	Dars	tellung von Daten und Ergebnissen	30
	4.1	Graphische Darstellung von Ergebnissen	30
	4.2	Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen	32
	4.3	Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen	34
5	Stich	wortverzeichnis	38

1 Beschreibung des Problems

Im Folgenden wird eine Fundamentplatte gewählt, die gerade und kreisförmige Ränder hat. Sie wird mit einem dreieckförmigen Rastersystem berechnet.

1.1 Lasten und Abmessungen

Es sind 12 Einzellasten mit jeweils P = 500 [kN] vorhanden, wie im Bild 10-1 und Tabelle 10-1 gezeigt.



Bild 10-1 Grundriss und Schnitt mit Plattengeometrie [m] und Lasten [kN]

Last Nr. I [-]	Lastgröße P [kN]	X-Koord. x [m]	Y-Koord. Y [m]
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	500 500 500 500 500 500 500 500 500 500	5,42 3,25 7 8,02 11,12 11,14 15 15 0,75 16,25 3,84 8	9,5 4,96 0,5 9,5 9,5 0,5 2 8 0,5 4,98 0,5 5

Tabelle 10-1 Punktlasten P

1.2 Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke

Als Material für das Fundament und die Fundamentdicke werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	$E_b =$	$2 * 10^{7}$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	$v_b =$	0.25	[-]
Wichte des Betons	$\gamma_b =$	25.0	$[kN/m^3]$
Fundamentdicke	d =	1.0	[m]

1.3 Bodenkennwerte

Der Baugrund besteht gemäß Bild 10-1 bis in 10 [m] Tiefe aus Schluff. Der Grundwasserspiegel befindet sich in 2 [m] Tiefe unter Gelände. In dieser Tiefe liegt auch die Fundamentsohle. Die Bodenkennwerte betragen:

Steifemodul für Erstbelastung	$E_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Steifemodul für Wiederbelastung	$W_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Wichte	$\gamma_s =$	18	$[kN/m^3]$
Poissonzahl	$\nu_s =$	0.3	[-]

1.4 Mathematisches Modell

In diesem Beispiel wird das iterative Steifemodulverfahren für die elastische Platte (Verfahren 6) gewählt, um die Platte zu berechnen.

Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

2 Erstellen der Daten für das Projekt

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung eines Fundaments zu erstellen ist, das gerade und kreisförmige Ränder hat. Das Beispiel wird bearbeitet, um die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms zu zeigen. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 10-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen. In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung ein Fundamentproblem ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Gründungsplatte" (Bild 10-2)
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"



Bild 10-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 10-3).

Um das Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie das Berechnungsverfahren "6-Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)", wie in Bild 10-3 gezeigt
- Wählen Sie "geschichtetes Baugrundmodell"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Berechnungsverfahren										
Berechnungsverfahren:										
C 1- Spannungstrapezverfahren										
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren										
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren										
🔿 5- Berechnung für den elastisch isotropen Halbraum										
6- Steifemodulverfahren f ür den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)										
C 7- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)										
C 8- Steifemodulverfahren für die starre Platte										
C 9- Schlaffe Platte										
Baugrundmodell:										
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter > Speichern										

Bild 10-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 10-4). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetriesystem:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr, um die x-Achse
Hilfe Speichern unter Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>Weiter</u> Speichern

Bild 10-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 10-5). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden. Es ist keine Auswahl nötig, also klicken sie auf "Speichern".

Berechnung	ngsverfahren	
Optionen:		
St?be i	e in der Platte	
□ 🛴 Zus?tz	tzliche Einzelfedern	
Auflag	ager/ Randbedingungen	
Grenzt	ztiefenberechnung	
Beweh	ehrung der Platte	
🔲 Nichtlir	:lineares Baugrundmodell	
Berech	chnung der Verschiebungen im Boden	
Berech	chnung der Spannungen im Boden	
	chnung der Dehnungen im Boden	
Der Ein	Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden	
	uss von Temperatur?nderungen auf die Setzungen uss von Bodensenkungen auf die Setzungen	
	so for boderseringer dar die seconger	
1		
🗌 🗌 Alles marki	rkieren	
Nichtlineare Be	Berechnung von Pfahl-Plattengründung:	
Alichtlineer	ara Barachaung mit Varwandung ainar hunarhalischan Gunlitian für Last. Sataung	
• Nici ruinear	are bereuniung nic verwendung einer hyperbolischen Funktion nur Lasc-betzung	
C Nichtlinear	are Berechnung mit Verwendung DIN 4014 für Last-Setzung	
Hilfe	Speichern unter Abbrechen < Zurück	nern)

Bild 10-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 10-6).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Beispiel"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Speichern ur	iter					? ×
Speichern jn:	🔁 Tutorial Manual	•	È	<u></u>	ä	
Heispiel						
Datei <u>n</u> ame:	Beispiel				<u>S</u> pei	chern
Datei <u>t</u> yp:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)		•]	Abbre	echen

Bild 10-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projekts [Beispiel] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 10-7.



Bild 10-7ELPLA-Daten-Fenster nach der Eingabe von
Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 10-7).

2.2 Bezeichnung des Projekts

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 10-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung einer Fundamentplatte mit geraden und kreisförmigen Rändern" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Beispiel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeichnung des Projekts										
Bezeichnu	ng des Projekts:									
Auftrag	Berechnung einer Pfahl-Plattengründung									
Datum	20.11.2007									
Projekt	Beispiel									
<u>S</u> peiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter									

Bild 10-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren, wählen Sie den Befehl "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 10-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze mit regelmäßigen Formen zu generieren. Für das gegebene Problem ist die unregelmäßige Form gewählt.

FE-Netz generieren	
Plattentyp:	
	0
Rechteckplatte:	
L?nge der Rechteckplatte L [m]	20.00
Breite der Rechteckplatte B [m]	14.00
Hilfe Abbrechen < Zurück Weiter >	Eertig stellen

Bild 10-9 Auswahl von Netzschablonen

Im Menü von Bild 10-9

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "unregelmäßige Form" in der Auswahl von Netzschablonen zum Erstellen des Netzes für ein unregelmäßiges Fundament
- Klicken Sie auf "Weiter"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Menü "Generierungstyp". *ELPLA* kann ein FE-Netz für die unregelmäßige Platte mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren (Bild 10-10).

In diesem Menü

- Wählen Sie die letzte Möglichkeit der 6 Typen
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generiere	n		
Generierungstyp:			
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 10-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Generierungsparameter" mit den Standardgenerierungsparametern (0Bild 10-11). Hier klicken Sie auf "Fertig stellen".

FE-Netz generieren	
Generierungsparameter:	
Min. Winkel theta [°]	30
Elementcircumradius r [m]	1.00
Min. Elementcircumradius rmin [m]	0.25
Netzoptimierung: Netz gl?tten Randelemente einrichten	
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbrechen < <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter >	Fertig stellen)

Bild 10-11 Dialogfeld "Generierungsparameter"

ELPLA generiert ein imaginäres FE-Netz für ein rechteckiges Raster. Im Bild 10-12 erscheint dann das generierte imaginäre Netz.

PLA-D	aten	- [Be	ispie	el] - (FE-N	letz]			0.1					1.178						
Ansio	nt <u>u</u>	araphise	cn ⊧ ≦≘t∜	E- <u>N</u> etz	gener 3	ieren	uber i	abelle I+++	<u>U</u> pti A	onen G	<u>r</u> orm∙ €	at Fr	enster	Hilfe •	Q	- 60	t	67		
× -	*	6 -÷-	P	P	r I	P 1	<u> </u>		•			4								
				ļ	ļ		ļ						ļ			 			 	
	1	i.	1	1	i.	1	1	i.	1			1	1	1	1		1			

Bild 10-12 Generiertes FE-Netz auf dem Bildschirm

Man kann entweder die Platte direkt auf diesem imaginären Netz zeichnen oder die Platteneckpunkte in einer Tabelle eingeben. Um die FE-Netzeckpunkte einzugeben, wählen Sie den Befehl "Eckknoten der Plattenecken" aus dem Menü "über Tabelle". Das Dialogfeld im Bild 10-13 erscheint.

Eckknoten der Ple	itte			×
Eckknoten der Platte:	asten: —			
Anfangsposition	×1	[m] 0.00		
	y1	[m] 0.00		
Endposition	x2	[m] 0.00		
	y2	[m] 0.00		
Verwenden Sie	e Bogendati	en		
Bogenradius	R	[m] 0.00		
Min. Bogenradius	Rmin	[m] 0.00	Segment kopieren	
Rotationsricht	ung zurücka	irehen	Segment einfügen	
Radiusposition	zurückdref	ien	Segment I?schen	
<u></u> K	<u>A</u> bbre	chen	Hilfe N <u>e</u> u <u>N</u> euanzeige	

Bild 10-13 Dialogfeld "Eckknoten der Platte'

Um das Segment der Platte zu definieren, das die ersten zwei Punkte verbindet (Bild 10-1)

- Belassen Sie die vom Programm vorgegebenen Koordinaten des ersten Punkts (0, 0)
- Schreiben Sie 12 als *x*-Koordinate des zweiten Punkts im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 0 als y-Koordinate des zweiten Punkts im Textfeld "y2"

Um das zweite Segment der Platte zu definieren

- Verwenden Sie die Bildlaufleiste, um das Segment Nr. 2 zu definieren
- Schreiben Sie 12 als *x*-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 10 als y-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "y2"
- Wählen Sie die Option "verwenden Sie Bogendaten", um das Liniensegment zum Bogensegment zu konvertieren
- Wählen Sie die Option "Rotationsrichtung zurückdrehen", um die Rotationsrichtung zurück zu drehen
- Wählen Sie die Option "Radiusposition zurückdrehen", um die Radiusposition zurück zu drehen
- Schreiben Sie 5 als Segmentradius im Textfeld "Bogenradius", um den Radius des Bogensegments zu definieren

Um das dritte Segment der Platte zu definieren

- Verwenden Sie die Bildlaufleiste, um das Segment Nr. 3 zu definieren
- Schreiben Sie 5 als *x*-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 10 als y-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "y2"

Im Dialogfeld "Eckknoten der Platte" nimmt *ELPLA* an, dass es mindestens drei Segmente mit drei Eckpunkten gibt. Da die Plattenzeichnung 4 Segmente enthält, können Sie den Befehl "Segment einfügen" verwenden, um das letzte Plattensegment einzufügen. Verwenden Sie die Eckpunkte, die in Tabelle 10-2 gelistet sind, um die Definition der Platteneckpunkte zu beenden. Wiederholen Sie die Schritte für das Definieren des Segments Nr. 3, um das Segment Nr. 4 zu definieren.

Segment	Anfangsposition		Endpo	sition	Bogenradius
	X 1	y 1	X 2	y 2	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	0	0	12	0	
2	12	0	12	10	5
3	12	10	5	10	
4	5	10	0	0	

Tabelle 10-2Platteneckpunkte

Nach der Definition der Platteneckpunkte sollte das Dialogfeld "Eckknoten der Platte" wie das folgende Bild 10-14 aussehen, mit einer kleinen Skizze der Platte im Dialogfeldfenster.

Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK", um die Darstellung des Plattenumrisses zu sehen, wie im 0Bild 10-15 gezeigt.



Bild 10-14 Dialogfeld "Eckknoten der Platte" nach Definition der Platteneckpunkte



Bild 10-15 Plattenumriss

Löcher der Platte

Wählen Sie den Befehl "Lochecken" aus dem Menü "über Tabelle". Das Dialogfeld im Bild 10-16 erscheint.

L?cher				×
Es gibt kein Loch: Segment Nr. 0 von 0 La Segmentdaten:	asten: ——			
Anfangsposition	×1	[m] 0.00		
Endposition	y1 x2 y2	[m] 0.00 [m] 0.00 [m] 0.00		
Verwenden Sie	Bogendate	n		
Bogenradius	R	[m] 0.00		
Min. Bogenradius	Rmin	[m] 0.00	Segment kopjeren	
🗌 🔲 Rotationsrichtu	ng zurückd	rehen	Segment einfügen	
Radiusposition	zurückdreh	en	Segment I? <u>s</u> chen	
Loch <u>k</u> opieren	Loch <u>e</u> ini	iugen Loc	1 [?schen	
<u>OK</u>	Abbred	hen	Hilfe Neu Neuanzeige	

Bild 10-16 Dialogfeld "Löcher"

In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "Loch einfügen", schreiben Sie dann die Koordinaten der Löcher, genau wie bei den Eckknoten der Platte.

Um das erste Segment eines Lochs zu definieren

- Schreiben Sie 10 als *x*-Koordinate des ersten Punkts im Textfeld "*x*1"
- Schreiben Sie 2 als *y*-Koordinate des ersten Punkts im Textfeld "*y*1"
- Schreiben Sie 12 als *x*-Koordinate des zweiten Punkts im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 2 als y-Koordinate des zweiten Punkts im Textfeld "y2"

Um das zweite Segment zu definieren

- Verwenden Sie die Bildlaufleiste, um das Segment Nr. 2 zu definieren
- Schreiben Sie 12 als *x*-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "*x*2"
- Schreiben Sie 8 als y-Koordinate des dritten Punkts im Textfeld "y2"
- Wählen Sie die Option "verwenden Sie Bogendaten", um das Liniensegment zum Bogensegment zu konvertieren
- Wählen Sie die Option "Rotationsrichtung zurückdrehen", um die Rotationsrichtung zurück zu drehen
- Wählen Sie die Option "Radiusposition zurückdrehen", um die Radiusposition zurück zu drehen
- Schreiben Sie 4 als Segmentradius im Textfeld "Bogenradius", um den Radius des Bogensegments zu definieren

Wiederholen Sie die Schritte für das Definieren des Segments Nr. 1, um die Segmente Nr. 3 und Nr. 4 zu definieren.

Segment	Anfangsposition		Endposition		Bogenradius
	X 1	y 1	X2	y 2	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
1	10	2	12	2	
2	12	2	12	8	4
3	12	8	10	8	
4	10	8	10	2	

Tabelle 10-3 Locheckpunkte

Nachdem Sie die Definition der Locheckpunkte beendet haben, sollte das Dialogfeld "Löcher" wie das folgende Bild 10-17 aussehen, mit einer kleinen Skizze im Dialogfeldfenster. Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK", um die Zeichnung des Lochumrisses zu sehen, wie im 0Bild 10-18 gezeigt.

L?cher				×
Loch Nr. 1 von 1 L?cher Segment Nr. 1 von 4 L Segmentdaten:	asten:			-
Anfangsposition	×1	[m] 10.00		
	y1	[m] 2.00		
Endposition	x2	[m] 12.00		
	y2	[m] 2.00		
Verwenden Sie	e Bogendate	n		
Bogenradius	R	[m] 0.00		
Min. Bogenradius	Rmin	[m] 1.00	Segment kopieren	
Rotationsricht	ung zurückd	rehen	Segment einfügen	
Radiusposition	zurückdreh	en	Segment I?schen	
Loch <u>k</u> opieren	Loch <u>e</u> in	fügen Loch	l?schen	
<u>OK</u>	Abbred	hen	Hilfe Neu Neuanzeige	

Bild 10-17 Dialogfeld "Löcher" nach Beenden der Definition der Locheckpunkte



Bild 10-18 Lochumriss in der Platte

Um die FE-Generierung des Problems zu beenden, wählen Sie "Generierung des FE-Netzes" aus dem Menü "FE-Netz generieren". Das Dialogfeld "Generierung des FE-Netzes" erscheint.



Bild 10-19 Dialogfeld "Generierung des FE-Netzes"

Um die Generierungsdaten einzugeben

- Schreiben Sie 0.5 als Radius von Kreiselementen im Textfeld Elementcircumradius"
- Schreiben Sie 0.25 als Minimalradius von Kreiselementen im Textfeld "Min. Elementcircumradius"
- Aktivieren Sie die Option "Netz glätten", um die Dimension des FE-Netzes zu optimieren, sodass alle Elemente eine möglichst gleiche Fläche haben
- Klicken Sie auf "OK"

Nach dem Klicken der Schaltfläche "OK" erscheint das Generierungsfortschrittsmenü des FE-Netzes im Bild 10-20, in welchem über die verschiedenen Phasen der Generierung fortschreitend berichtet wird. Das FE-Netz der Platte ist im 0Bild 10-21 gezeigt.

Nach Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 10-21, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "FE-Netz Daten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

Generierung des FE-Netzes wird durchgeführt!	
Bitte warten!	
	Abbruch

Bild 10-20 Generierungsfortschrittsmenü



Endgültiges FE-Netz der Platte Bild 10-21

2.4 Baugrunddaten

Um die Baugrunddaten zu definieren

Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des ELPLA-Daten-Fensters. _ Das folgende Unterprogramm im OBild 10-22 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 10-22 Unterprogramm *ELPLA-Bohr* mit einem Standardbohrprofil

Um die Baugrunddaten für die drei Bohrprofile des gegenwärtigen Beispiels einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 10-22 den Befehl "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü. Das folgende Dialogfeld im Bild 10-23 mit Standardbohrprofildaten erscheint

Baugrunddaten				
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen:				
Hauptbodenart 1 S, Sand	Eigenschaften des Bodens werden mit Elastizit?tsmodul E de	efiniert 💌		
Nebenbodenart 2 -, keine	E [kN/m²] 10000 Fhi [°]	30		
Farbe or, orange	Gam [kN/m ³] 18 Nue [-]	0.3		
Kurztext B Tiefe der Schicht unter Gel?nde [m] 10.00 Schicht kopieren Schicht ginfügen Schicht I?sghen Image: Comparison of the second seco				
Profil kopieren Profil einfügen: Profil entfernen Profil einfügen	X-Koord.des Bohrprofils [m] 0.00 Y-Koord.des Bohrprofils [m] 0.00 Bezeichnung des Bohrprofils B1))		
_ ◀	N <u>e</u> u	Hilfe		

Bild 10-23 Dialogfeld "Baugrunddaten"

Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 10-23 definieren Sie die geotechnischen Daten der ersten Bodenschicht wie folgt:

E_s	$= 10\ 000$	$[kN/m^2]$
W_s	$= 10\ 000$	$[kN/m^2]$
Gam	= 18	$[kN/m^3]$
Nue	= 0.3	[-]

In diesem Beispiel sind der Winkel der inneren Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens nicht erforderlich, weil die ausgewählte Art der Berechnung die lineare Berechnung ist. Deshalb kann der Benutzer die Standardwerte der inneren Reibung φ und der Kohäsion *c* übernehmen. Diese sind:

φ	= 30	[°]
С	= 5	$[kN/m^2]$

Die untere Tiefe der ersten Schicht wird mit 2 [m] angesetzt, die gleich dem Grundwasserspiegel ist. Nun schreiben Sie diesen Wert in das Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände".

Um die Bodenschichten mit verschiedenen Symbolen nach DIN 4023 zu zeichnen, müssen die Bodenart und Farbe für jede Schicht definiert werden.

Um die Bodenart und Farbe für die erste Schicht zu definieren

- Wählen Sie "U, Schluff" als die Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" (Bild 10-23). Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Der Benutzer kann diese ändern, falls gewünscht. Auch wird ein kurzer Text "U" automatisch für Schluff erstellt

Um die zweite Schicht einzugeben

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Sch. Kopieren" im 0Bild 10-23. Eine Schicht mit den Eigenschaften der ersten Schicht wird kopiert
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur zweiten Bodenschicht zu bewegen. Die Schicht-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds für Bodenschichten als Kopftitel geschrieben
- Ändern Sie den Wert der Wichte des Bodens von 18 [kN/m³] auf 9 [kN/m³]
- Ändern Sie den Wert der Tiefe der Schicht unter Gelände von 2 [m] auf 12 [m]

Beachten Sie, dass die Wichte des Bodens verwendet wird, um die Vorbelastung q_v [kN/m²] aufgrund des entfernten Bodens zu bestimmen, die gleich $\gamma_s * d_f$ ist. Dies bedeutet, dass die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle d_f nicht erforderlich ist. Allerdings wird die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle mit dem Wert 9 [kN/m³] angesetzt.

Nach dem Editieren der geotechnischen Daten für das Bohrprofil müssen die Koordinaten des Bohrprofils und ein kurzer Text zur Bezeichnung des Bohrprofils eingegeben werden.

Um in Bild 10-23 Koordinaten und Bezeichnung des Bohrprofils einzugeben

- Schreiben Sie 0 für die x-Koordinate im Textfeld "x-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie 0 für die y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie B1 als Bezeichnung für das Bohrprofil im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Um die Baugrund-Grunddaten für die Schicht einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 10-22. Das folgende Dialogfeld im Bild 10-24 erscheint
- In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung α [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 10-24 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" von Bild 10-24

Baugrund-Grunddaten			
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexibi	lit?tskoeffizienten Tragf	?higkeitsbeiwer	te
Baugrund-Grunddaten:			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[-]	1
Grundwassertiefe unter Gel?nde	Gw	[m]	2.00
	L ME		
<u>Abbrechen</u>			

Bild 10-24 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach der Definition aller Baugrunddaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 10-25 aussehen.



Bild 10-25 Bohrprofil auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe aller Baugrunddaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Baugrunddaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 10-25, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie "Baugrunddaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im 0Bild 10-25, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA*-Daten zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Baugrunddaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.5 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

 Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 10-26 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. Die Daten der Eigenschaften des Fundaments für dieses Beispiel sind Fundamentmaterial, Fundamentdicke und Gründungstiefe. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programmenüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen



Bild 10-26 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Fundamentmaterial und die Fundamentdicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 10-26. Das folgende Listenfeld im Bild 10-27 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 10-27 geben Sie E-Modul des Fundaments, *Poisson*zahl und die Fundamentdicke ein
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 10-27 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"
Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 10-26. Das folgende Dialogfeld im Bild 10-28 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Belassen sie diesen Wert im Textfeld "Wichte des Fundamentbetons"
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons						
Wichte des Fundamentbetons	Gb [kN/m³] 25					
<u>OK</u> N <u>e</u> u	Abbrechen Hilfe					

Bild 10-28 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Um die Gründungstiefe unter Geländehöhe einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Gründungstiefe" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 10-26. Das folgende Dialogfeld im Bild 10-29 erscheint, um die Gründungstiefe unter Geländehöhe zu definieren
- Schreiben Sie 2 im Textfeld "Gründungstiefe unter Geländehöhe (a)/ (b)"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 10-29 Dialogfeld "Gründungstiefe"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 10-26, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Eigenschaften des Fundaments" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.6 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren, wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 10-30 erscheint.



Bild 10-30 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Lasten einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 10-30. Das folgende Listenfeld im 0Bild 10-31 erscheint

- Geben Sie die einwirkenden vertikalen Punktlasten P [kN] mit der Stellung (x, y) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 10-31 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und Drücken von "Eingabe". Die Koordinaten für die Lasteingabe P beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundaments (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Pur	iktlasten				×
Nr. I [-]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	X-Stellung × [m]	Y-Stellung y [m]	
1	1	500.0	5.42	9.50	
2	1	500.0	3.25	4.96	Einfügen
3	1	500.0	7.00	0.50	
4	1	500.0	8.02	9.50	Kopieren
5	1	500.0	11.12	9.50	
6	1	500.0	11.14	0.50	L2schen
7	1	500.0	15.00	2.00	
8	1	500.0	15.00	8.00	Neu
9	1	500.0	0.75	0.50	
10	1	500.0	16.25	4.98	Hilfe
11	1	500.0	3.84	0.50	
12	1	500.0	8.00	5.00	<u>E</u> xcel

Bild 10-31 Listenfeld "Punktlasten"

Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 10-32 aussehen.



Bild 10-32 Lasten auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 10-32, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem "Lastdaten"-Befehl im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

Die Erstellung des Projekts für die Platte ist jetzt vollständig. Im nächsten Abschnitt erfahren Sie, wie *ELPLA* zur Berechnung von Projekten verwendet wird.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Um eine Aufgabe zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten-*Fensters. Das *ELPLA-Berechnung-*Fenster erscheint (Bild 10-33).



Bild 10-33 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Diese hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Iterationsprozess
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das folgende Optionsfeld "Iterationsparameter" erscheint
- Im Optionsfeld "Iterationsparameter" (Bild 10-34) wählen Sie die Iterationsbedingung
- Klicken Sie auf "OK"

Iterationsparameter							
Welche Option beendet den Iterationsprozess?							
Genauigkeit [m]							
C Iteration Nr.	10						
	Hilfa						

Bild 10-34 Optionsfeld "Iterationsparameter"

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im 0Bild 10-35 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.



Bild 10-35 Berechnungsfortschrittsmenü

Iterationsprozess

Informationen über Konvergenz der Lösung während des Iterationsprozesses im Listenfeld "Iterationsprozess" (Bild 10-36) werden angezeigt.

Iterationspr	ozess				
Iteration Nr.	Genauigkeit [m]		Stop		
1	0.02049388000				
2	0.00100515400		Pause		
			Hilfe		
Iterationzyclus	wird mit Genauigkeit [I	m]<=	0.0001		
Rechenzeit = 00:00:02					

Bild 10-36 Listenfeld "Iterationsprozess"

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 10-37). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse								
V - Last								
Gesamtlast	[kN] = 8915							
Summe der Sohlkr?fte	[kN] = 8864							
X - Moment								
Summe Mx aus Last	[kN.m] = -137							
Summe Mx aus Sohldrück	æn [kN.m] = -234							
Y - Moment								
Summe My aus Last	[kN.m] = -506							
Summe My aus Sohldrück	ken [kN.m] = -667							
OK	Hilfe							

Bild 10-37 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".

4 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann eine große Variante von Ergebnissen in Graphiken, Diagrammen oder Tabellen durch die drei Unterprogramme *ELPLA-Graphik*, *ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Liste* darstellen.

Beachten Sie, dass *ELPLA-Daten* nur verwendet wird, um die Daten des Problems zu definieren und darzustellen. *ELPLA-Graphik* wird verwendet, um die Daten graphisch zu drucken, während *ELPLA-Liste* verwendet wird, um die Daten numerisch zu drucken.

4.1 Graphische Darstellung von Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 10-38). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 10-38 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Setzungsergebnisse für die Platte als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 10-39 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen für die Platte werden jetzt als Isolinien dargestellt, wie im Bild 10-40 gezeigt.

lsoliniendarstellung von F	Ergebnissen 🔀
Was soll dargestellt werden?	
Setzungen	🔿 Sohldrücke q
C Momente mx	C Momente my
C Momente mxy	C Querkr?fte Qx
C Querkr?fte Qy	<u>O</u> K
🔘 Bettungsmoduli ks	Abbrechen
C Hauptmomente hm1	
C Hauptmomente hm2	Hilfe





Bild 10-40 Isoliniendarstellung von Setzungen

4.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte* (durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik*-Fensters).

Das Fenster des Programms *ELPLA-Schnitte* erscheint (Bild 10-41). *ELPLA-Schnitte* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Schnitte*.



Bild 10-41 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Schnitte

Um ein Diagramm in *x*-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in *x*-Richtung" aus dem Menü "Schnitte" des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 10-42 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 10-42 Optionsfeld "Schnitt in x-Richtung"

Das folgende Dialogfeld im Bild 10-43 erscheint, um den Schnitt in *x*-Richtung zu definieren, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 5 in das Textfeld "Schnitt an y-Koordinate", um ein Diagramm in der Mitte der Platte darzustellen
- Klicken Sie auf "OK". Die Setzungen werden in einem Diagramm dargestellt (Bild 10-44)



Bild 10-43 Dialogfeld "Schnitt in x-Richtung"



Bild 10-44 Diagramm der Setzungen in *x*-Richtung in der Mitte der Platte

4.3 Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen

Um Daten und Ergebnisse aufzulisten, überlassen Sie *ELPLA-Schnitte* dem Programm *ELPLA-Liste* durch Klicken auf "Liste" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Schnitte*-Fensters. Das *ELPLA-Liste*-Fenster erscheint (Bild 10-45).

Übungshandbuch ELPLA



Bild 10-45 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Liste

Die Funktion des Programms *ELPLA-Liste* ist das Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen. Daten und Ergebnisse können in andere Windows-Anwendungen exportiert werden, um Berichte vorzubereiten oder weitere Informationen hinzuzufügen. Das Programm *ELPLA-Liste* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Liste*.

Nur ein Befehl des "Liste"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle der vorherigen Liste durchführen. Die Befehle der Menüs "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um die Standardeinstellungen wie Seitenformat, Schrift usw. zu definieren, werden im Detail im Benutzerhandbuch *ELPLA* besprochen.

Um die Ergebnisse zu listen

- Wählen Sie den Befehl "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" aus dem Menü "Liste" des Programms *ELPLA-Liste* (Bild 10-45). Das folgende Optionsfeld im Bild 10-46 erscheint
- Im Optionsfeld "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" wählen Sie "Setzungen", um die Ergebnisse in einer Tabelle zu listen
- Klicken Sie auf "OK". Die Setzungen werden jetzt auf dem Bildschirm gelistet, wie im Bild 10-47 gezeigt
- Wählen Sie "Senden an Excel" aus dem Menü "Datei", wenn Sie die Tabelle zu einer MS Excel-Anwendung exportieren wollen (Bild 10-48)

Übungshandbuch ELPLA

Tabellen der Ergebnisse an:	zeigen 🛛 🛛
Was soll gelistet werden?	
🔿 Bettungsmoduli	🖲 Setzungen
C Sohldrücke	C Verformungen der Platte
C Momente	
C Querkr?fte	<u>o</u> k
C Flexibilit?tsmatrix [Ce]	Abbrechen
C Flexibilit?tsmatrix [Cw]	Abbrechen
🔿 Steifigkeitsmatrix des Bodens [ks]	Hilfe





Bild 10-47 Listen der Setzungen

Übungshandbuch ELPLA

× 1	dicrosoft	Excel - B	ook1																	<u>- X</u>
: 3	🖼 File Edit View Insert Format Tools Data Window Help Type a question for help 👻 🖉										∂×									
En		a a	- 121191			10 - (11 -		41 <u>21</u> 10	1.45 0	🚰 : Arial		• 10	• B I	υ≡	= = =	1 %	, *.8 .08		- 0-1	A - 1
_	G2	- -	fx		_											1.00				
	A	В	C	D	E	F	G	Н		J	К	L	M	N	0	P	Q	R	S	
				Erstbelast																- î
	Knoten	Gesamt	Wieder	ung																
	Nr.		belastung																	
	1	s	su	se																-
1	[-]	[cm]	[cm]	[cm]			_	-												
2	1	2.92	0.43	2.48				4												
3	2	2.92	0.5	2.32																
6	3	2.91	0.71	2.2																
6		2.01	0.88	2.1																
7	6	2.0	0.94	1.96																
8	7	2.89	0.99	1.91				-												
9	8	2.89	1.03	1.86																
10	9	2.88	1.06	1.82																
11	10	2.87	1.09	1.79																
12	11	2.86	1.1	1.76																
13	12	2.85	1.11	1.74																
14	13	2.84	1.12	1.72																
10	14	2.03	1.13	1.7																
17	16	2.02	1.13	1.00																
18	17	2.0	1.13	1.66																
19	18	2.77	1 11	1.66																
20	19	2.75	1.09	1.65																
21	20	2.73	1.07	1.66																
22	21	2.71	1.05	1.66																
23	22	2.7	1.03	1.67																
24	23	2.68	1.01	1.67																
25	24	2.66	0.99	1.67																
26	26	2.65	0.96	1.68																
21	20	2.63	0.93	1.69																
20	2/	2.01	0.92	1.69																
30	29	2.58	0.01	1.68																
31	30	2.57	0.9	1.67																
32	31	2.57	0.9	1.66																
33	32	2.58	0.9	1.66																
34	33	2.55	0.9	1.66																
35	34	2.55	0.9	1.65																
36	35	2.55	0.9	1.65																
37	36	2.55	0.9	1.65		-														
38	3/	2.55	0.9	1.65				-												
39	30	2.55	0.9	1.65																
40	39	2.00	0.9	1.00		-		-												
42	40	2.50	0.5 D 9	1.66																
43	42	2.57	0.9	1.67																
44	43	2.57	1,09	1.67																~
H +	► H\St	neet1/She	et2 / Shee	t3 /								<				111				>
	N	IUM																	R	Ready

Bild 10-48Exportierte Ergebnisse in MS Excel

5 Stichwortverzeichnis

A	—
Abmessungen	3

B

Berechnung 5, 20, 27, 28, 29

E

Elastizitätsmodul	4
ELPLA-Berechnung	27, 28, 30
ELPLA-Daten 5, 8, 9, 17, 18, 22,	25, 27, 30
ELPLA-Graphik	30, 31, 32
ELPLA-Schnitte	30, 32,34
Ergebnisse 29, 30, 31,	32, 34, 35

F

FE-Netzdaten	9,	17
--------------	----	----

K

Kontrolle der Rechenergebnisse	29
Koordinatensystem	26

L

Lastdaten	25,	26,	27
Lasten	3,	25,	26

P

Poissonzahl	
Projekt	
Punktlasten	

S

Schnitt	
Speichern	7, 8, 17, 22, 27
Steifemodul für Erstbelastung	
Steifemodul für Wiederbelastung	

W

Wichte	4, 20,	24
Wizard-Assistent		5

Beispiel 11

Berechnung einer Pfahlgruppe

Inhalt

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Last und Abmessungen	3
	1.2	Bodenkennwerte	3
	1.3	Mathematisches Modell	4
2	Erste	llen der Daten für das Projekt	4
	2.1	Berechnungsverfahren	4
	2.2	Bezeichnung des Projekts	8
	2.3	FE-Netzdaten	8
	2.4	Elementlänge des Pfahles	13
	2.5	Pfähle	13
	2.6	Baugrunddaten	17
	2.7	Eigenschaften des Fundaments	21
	2.8	Lastdaten	23
3	Durc	hführung der Berechnung	25
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	25
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	26
4	Darst	tellung von Daten und Ergebnissen	27
	4.1	Graphische Darstellung von Ergebnissen	27
	4.2	Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen	28
5	Stich	wortverzeichnis	32

1 Beschreibung des Problems

Mit dem Programm *ELPLA* können auch Pfahlgruppen berechnet werden. Im Folgenden wird eine Pfahlgruppe gewählt, um einige der wesentlichen Merkmale des Programms für die Berechnung von Pfahlgruppen zu erläutern.

1.1 Last und Abmessungen

Eine Pfahlplatte auf 24 vertikalen Pfählen wird berücksichtigt, wie im Bild 11-1 eingezeichnet. Alle Pfähle sind gleich mit einer Länge von 10 [m] und einem Durchmesser von 0.5 [m]. Der Abstand zwischen den einzelnen Pfählen beträgt 1.6 [m]. Die Pfahlplatte mit Pfählen soll als starre Pfahlgruppe infolge einer vertikalen Last von P = 8000 [kN] auf die Pfahlplatte mit den Exzentrizitäten $e_x = 1.4$ [m] und $e_y = 1.8$ [m] in x- und y-Richtung berechnet werden.



Bild 11-1 Abmessungen der Pfahlplatte und Pfahlanordnung

1.2 Bodenkennwerte

Der Baugrund besteht bis in 30 [m] Tiefe aus Schluff. Da die Platte direkt auf dem Gelände liegt, hat der Grundwasserspiegel keinen Einfluss auf die Platte. Die Bodenkennwerte betragen:

Steifemodul für Erstbelastung	$E_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Steifemodul für Wiederbelastung	$W_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	$v_s =$	0.3	[-]

1.3 Mathematisches Modell

In diesem Beispiel wird das Verfahren 9 (Starre Pfahlgruppen) für die Berechnung gewählt.

Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

2 Erstellen der Daten für das Projekt

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung von Pfahlgruppen zu erstellen ist, um die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms zu zeigen. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 11-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen. In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung eine Pfahlgruppe ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Pfahl-Plattengründung", wie in Bild 11-2 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"



Bild 11-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 11-3).

Um die Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie das Berechnungsverfahren "9-Starre Pfahlgruppen" (Bild 11-3)
- Wählen Sie das Baugrundmodell "geschichtetes Baugrundmodell"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Berechnungsverfahren
Berechnungsverfahren:
C 1- Spannungstrapezverfahren
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren
C 5- Berechnung für den elastisch isotropen Halbraum
C 6- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)
C 7- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)
C 8- Starre Pfahl-Plattengründung
9- Starre Pfahlgruppen
Baugrundmodell: C Halbraummodell © geschichteter Baugrundmodell
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter >

Bild 11-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 11-4). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetriesystem:	
Unsymmetriesystem	
x-Achse Einfachsymmetriesystem Doppelsymmetriesystem	
y-Achse Einfachsymmetriesystem Anti-Symmetr. um die x-Achse	
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter >] Speich	ern

Bild 11-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 11-5). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden. Es ist keine Auswahl nötig, also klicken sie auf "Speichern".

Berechnungsverfahren
rOptionen:
□✓ St?be in der Platte
🗖 🔔 Zus?tzliche Einzelfedern
Auflager/ Randbedingungen
Grenztiefenberechnung
Bewehrung der Platte
Nichtlineares Baugrundmodell
Berechnung der Verschiebungen im Boden
Berechnung der Spannungen im Boden
Berechnung der Dehnungen im Boden
Der Einfluss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden
Einfluss von Temperatur?nderungen auf die Setzungen
L
Alles markieren
© Nichtlineare Berechnung mit Verwendung einer hyperbolischen Funktion für Last-Setzung
C Nichtlineare Berechnung mit Verwendung DIN 4014 für Last-Setzung
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück

Bild 11-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 11-6).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen im Textfeld "Dateiname", z.B. "Pile groups"
- Klicken Sie auf "Speichern"



Bild 11-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren von Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projektes [Pile groups] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 11-7.



Id 11-7 *ELPLA-Daten*-Fenster nach Eingabe von Berechnungsverfahr und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 11-7).

2.2 Bezeichnung des Projekts

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 11-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung einer Pfahlgruppe" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Beispiel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeich	nung des Projekts 🛛 🛛 🔀
Bezeichnu	ng des Projekts:
Auftrag	Berechnung einer Pfahlgruppe
Datum	17.11.2007
Projekt	Beispiel
Speiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter

Bild 11-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten-*Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 11-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze zu generieren, die konstante Größe in x- und y-Richtung haben. Im gegebenen Problem hat die Platte einen rechteckigen Grundriss
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um das Netz einer rechteckigen Platte zu erstellen
- Schreiben Sie 6.4 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 8 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren		
Plattentyp:		
		0
Rechteckplatte:		
L?nge der Rechteckplatte	L[m]	6.4
Breite der Rechteckplatte	B [m]	8
<u>H</u> ilfe <u>Abbrechen</u> < Zurück	Weiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 11-9 Auswahl von Netzschablonen

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 11-10). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Netztypen generieren. In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generiere	n		
Generierungstyp:			
			NAME OF T
+-+-+			<pre>/î、://î、 (-+-*-+->)</pre>
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter :	> <u>F</u> ertig stellen

Bild 11-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 11-11).

FE-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabst?nde	
Rasterabstand Dx [m]	
Raster in y-Richtung: Image: Konstanter Rasterabstand Anzahl der Rasterabst?nde Rasterabstand Dy [m]	
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbrechen < <u>Z</u> urück	. <u>₩</u> eiter > <u>E</u> ertig stellen

Bild 11-11 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 4 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 5 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1.6 in das Textfeld "Rasterabstand Dx"
- Schreiben Sie 1.6 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein FE-Netz für eine rechteckige Platte von 6.4 [m] Länge und 8 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.6 [m] je Seite. Das folgende eingebettete Programm im Bild 11-12 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 11-12 FE-Netz der rechteckigen Platte auf dem Bildschirm

Entfernen der Knoten vom FE-Netz

Um die unnötigen Knoten zu markieren, die aus dem FE-Netz entfernt werden sollen, wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem "FE-Netz"-Menü im Bild 11-12. Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, wechselt der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Die gewünschten Knoten werden durch individuelles Klicken auf jeden Knoten oder Markieren einer Gruppe von Knoten gewählt, wie im Bild 11-13 gezeigt. Eine Gruppe von Knoten kann markiert werden durch Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Ziehen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Wenn die linke Maustaste freigegeben wird, sind alle Knoten im Rechteck markiert.

Um die gewählten Knoten zu entfernen, wählen Sie den Befehl "Knoten entfernen" aus dem "Graphisch"-Menü (Bild 11-14). Um den graphischen Modus zu verlassen, drücken Sie "Esc".







Endgültiges FE-Netz nach dem Entfernen der unnötigen Knoten Bild 11-14

Nach Generierung des FE-Netzes sind noch die folgenden zwei Schritte unbedingt erforderlich:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 11-14, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "FE-Netzdaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.4 Elementlänge des Pfahles

Um die Elementlänge des Pfahles zu definieren, wählen Sie "Standardeinstellungen" aus dem "Grunddaten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Menü "Standardeinstellungen" im Bild 11-15 erscheint.

In diesem Menü

- Schreiben Sie 0.5 im Textfeld "Elementlänge des Pfahles"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Standardeinstellungen			
FE-Netz-Einstellungen:			
🔽 Uberprüfung der Elementüberlappu	ng		
Uberprüfung der Elementgr??e			
Minimalabstand zwischen den Knoten	Sm	[m]	0.05
Elementl?nge des Pfahles	Dz	[m]	0.5
Berechnungseinstellungen:			
Die Schnittgr??en werden bestimmt an:			
🔘 den Elementmitten und dann auf de	en Elementkno	oten verte	eilt
💿 den Elementknoten			
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			
Speichern Abbre	chen		Hilfe

Bild 11-15 Menü "Standardeinstellungen"

2.5 Pfähle

Um die Pfahldaten zu definieren

- Wählen Sie "Pfähle" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 11-16 erscheint

🗮 ELPLA-Daten - [Pile groups] - [Pf?	hle]					
Datei Ansicht Grap	hisch <u>u</u> berTabelle <u>0</u>	Iptionen Eormat Fenste	er <u>H</u> ilfe	n #a			×
⊔ ⊭∎ □α ⊕ X '	1782 V L®D 1 * ■1 Mai	terial der Pf?hle					
							1
							_
							-1
•							
\times [m] = 11.90 \vee [m] = 1	.53					29/11/2007	م 02:41

Bild 11-16 Eingebettetes Programm "Pfähle"

Pfahlgruppen

Um die Pfahlgruppen mit gleichen Pfahldurchmessern und Pfahllängen einzugeben, wählen Sie "Pfahlgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 11-16. Das folgende Listenfeld im Bild 11-17 erscheint, um Pfahldurchmesser und Pfahllängen zu definieren.

l	Eingabo	e der Pfahlgrupp	pen		
	Gruppe Nr.	Pfahldurchmesser D	Pfahll?nge L [m]		<u>o</u> k
	1	0.5	10		Abbrechen
				'	Einfügen
					<u>K</u> opieren
					L2?schen
					N <u>e</u> u
					Hilfe
					<u>E</u> xcel

Bild 11-17 Eingabe der Pfahlgruppen

Material der Pfähle

Um das Material der Pfähle einzugeben, wählen Sie "Material der Pfähle" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 11-16. Die Dialogbox im Bild 11-18 erscheint. Schreiben Sie 0 in das Textfeld "Wichte des Pfahlbetons", um das Eigengewicht des Betons zu vernachlässigen.

Material der Pf?hle			X
Material der Pf?hle:			
Wichte des Pfahlbetons	Gp	[kN/m³]	þ
Elastizit?tsmodul des Pfahle:	s Ep	[kN/m²]	3E+07
<u>o</u> k	<u>A</u> bbrechen		Hilfe

Bild 11-18 Dialogbox "Material der Pfähle"

Position der Pfähle

Um die Positionen der Pfähle im Netz einzugeben

- Wählen Sie "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Fenster von Bild 11-16
- Markieren Sie die Knoten mit Pfählen, wie im Bild 11-19 gezeigt
- Wählen Sie den Befehl "Pfähle einfügen" aus dem Menü "Graphisch" (Bild 11-19)
- Die Dialogbox "Eingabe der Pfahlgruppen" (Bild 11-20) erscheint. Klicken Sie auf "OK"



Bild 11-19 Markieren der Knoten mit Pfählen

Eingabe der Pfahlgruppen	
Pfahlgruppe Nr.	[-] 1
<u>K</u> <u>A</u> bbrechen	Hilfe

Bild 11-20 Dialogbox "Eingabe der Pfahlgruppen"

Nach der Definition der Pfähle sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 11-21 aussehen.



Bild 11-21 Pfähle auf dem Bildschirm

Nach Eingabe der Pfähle machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Pfähle speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 11-21, um die Pfahldaten zu speichern
- Wählen Sie "Pfähle schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Pfähle" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Pfähle" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.6 Baugrunddaten

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 11-22 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 11-22 Unterprogramm ELPLA-Bohr mit einem Standardbohrprofil

Modifizieren von Bohrprofilen graphisch

Modifizieren oder die Eingabe von Bohrprofilen kann numerisch oder graphisch durchgeführt werden. Durch Doppelklick mit der linken Maustaste in einem bestimmten Bildschirmbereich kann der Benutzer auch die Baugrunddaten definieren und Parameter eingeben.

Um die geotechnischen Daten der Schicht einzugeben

- Doppelklicken Sie auf geotechnische Daten der Schicht. Das Dialogfeld (Bild 11-23) erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 11-23 definieren Sie die geotechnischen Daten der Bodenschicht wie folgt:

E_s	= 10000	$[kN/m^2]$
W_s	= 10000	$[kN/m^2]$
γ_{s}	= 18	$[kN/m^3]$
ν_{s}	= 0.3	[-]

Der Winkel der internen Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens sind nicht erforderlich, weil die ausgewählte Art der Berechnung eine lineare Berechnung ist.

- Klicken Sie auf "OK"

Baugrund	daten			X
Profil-Nr. 1 Schicht-Nr Geotech	von 1 Profilen: . 1 von 1 Schichten: nischen Daten der Schicht: -			
Eigens	chaften des Bodens werden	mit Elastizit?t	smodul E definiert	-
E	[kN/m²] 10000	Fhi	[°] 30	-
w	[kN/m²] 10000	с	[kN/m²] 0	-
Gam	[kN/m ³] 18	Nue	[-] 0.3	-
<u>K</u>	Abbrechen			

Bild 11-23 Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht"

Um Bodenart und Farbe für die Schicht zu definieren

- Doppelklicken Sie auf Kurzzeichen der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 11-24) erscheint, um die geotechnischen Daten der Schicht zu modifizieren
- Wählen Sie "U, Schluff" als die Bodenart im Kombinationsfeld "Hauptbodenart 1" im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" im Bild 11-24. Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Man kann nach Wunsch die Farbe ändern. Auch wird ein kurzer Text "U" automatisch für Schluff erstellt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

Baugrunddaten	
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Kurzzeichen für Bodenarten und Fels:	
Hauptbodenart 1 U, Schluff	
Hauptbodenart 2 -, keine	
Nebenbodenart 1 -, keine	
Nebenbodenart 2 -, keine	
Farbe ol, oliv 🗨	
Kurztext U	
]
OK <u>A</u> bbrechen	

Bild 11-24 Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels"

Um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Grundwasserspiegel. Das Dialogfeld (Bild 11-25) erscheint, um das Grundwasser unter Gelände zu modifizieren
- Schreiben Sie 30 im Textfeld "Grundwasser unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

Grundwasser	×
-Grundwasser: Grundwassertiefe unter Gel?nde [m] β0.00	
<u>O</u> K <u>A</u> bbrechen	

Bild 11-25 Dialogfeld "Grundwasser unter Gelände"

Um die Tiefe der Schicht zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Tiefe der Schicht. Das entsprechende Dialogfeld (Bild 11-26) erscheint, um die Tiefe der Schicht zu modifizieren
- Um den Grundwasserdruck auf der Platte zu vernachlässigen, wird die Grundwassertiefe irgendwo unter der Platte gewählt. Schreiben Sie 30 im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"
- Klicken Sie auf "OK"

Baugrunddaten	×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 1 Schichten: Tiefe der Schicht unter Gel?nde [m] 30.00	
KAbbrechen	

Bild 11-26 Dialogfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände"

Um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren

- Doppelklicken Sie auf Bezeichnung des Bohrprofils. Das entsprechende Textfeld (Bild 11-27) erscheint, um die Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren
- Schreiben Sie B1 im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"
- Drücken Sie "Eingabe"

B1

Bild 11-27 Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Um die Baugrund-Grunddaten für die Schicht einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 11-22. Das folgende Dialogfeld im Bild 11-28 erscheint
- In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung α [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 11-28 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" von Bild 11-28

Baugrund-Grunddaten			\mathbf{X}
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexibili	t?tskoeffizienten Trag	f?higkeitsbeiwert	:e]
Baugrund-Grunddaten:			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[-]	1
Grundwassertiefe unter Gel?nde	Gw	[m]	30.00
<u>Abbrechen</u>	Hilfe		

Bild 11-28 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach der Definition aller Baugrunddaten sollte der Bildschirm wie das Bild 11-29 aussehen.



Bild 11-29 Bohrprofil auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe aller Baugrunddaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Baugrunddaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 11-29, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie "Baugrunddaten schließen" aus demselben Menü, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA*-Daten zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Baugrunddaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.7 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

 Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 11-30 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. In diesem Beispiel muss die Wichte des Fundamentbetons eingegeben werden. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programmmenüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen
🗄 ELPLA-Daten - [Pile groups] - [Ei	genschaften des Fu	ndamentes]			-	B×
_ <u>D</u> atei <u>A</u> nsicht <u>G</u> rap □	hisch <u>ü</u> berTabelle 🏠 💱 🙆	Eigenschaften des Funda <u>m</u> e = 🏷 ∺ 🛛 A	ntes <u>O</u> ptionen <u>F</u> ormat	Fenster Hilfe T (Q) 🛛 🧼 🖗 🕻	b (?		×
10 CH 🖉	🏢 🛛 🏑 🖿 🎎	e 🗊 📕					
							-
				_			
				1	1		
						••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
					_		
				1	1		
-						••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
				_	_		
				1	1		
						••••••••••••••••••••••••••••••••••••••	
				_			
		1	1	1	1		
				_			
		1	1	1	1		
▲ • (m) 10 10 10 10 10	(2)			·	Í		<u> </u>
<pre>v[m] = 15.15 Y[m] = 2.</pre>	00					29/11/2007 02	5/ p

Bild 11-30 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 11-30. Das folgende Dialogfeld im Bild 11-31 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Schreiben Sie 0 im Textfeld "Wichte des Fundamentbetons", um die Eigengewicht des Betons zu vernachlässigen
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons			
Wichte des Fundamentbetons	Gb [kN/m³]		
<u>OK</u> N <u>e</u> u	<u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe		

Bild 11-31 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 11-30, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Eigenschaften des Fundaments" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.8 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren, wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 11-32 erscheint.



Bild 11-32 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Die Punktlasten auf der Pfahlgruppe können an jeder Stelle (x, y) auf der Pfahlgruppe definiert werden. Die Stelle der Last ist unabhängig von Knoten des Netzes.

Um die Punktlast einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "graphisch" im Fenster von Bild 11-32
- Wenn der Befehl "Punktlasten" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. Dann kann die Punktlast durch Klicken auf dem Bildschirm definiert werden. Wenn der Bildschirm geklickt wird, erscheint das folgende Dialogfeld (Bild 11-33) mit der Lastgröße und den Koordinaten

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 800 im Textfeld "Last"
- Geben Sie die Lastkoordinaten ein
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 11-33 Dialogfeld "Belastung"

Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 11-34 aussehen.



Bild 11-34 Einzellast auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 11-34, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Lastdaten" "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

Die Erstellung des Projekts für die Pfahlgruppe ist jetzt vollständig. Im nächsten Abschnitt erfahren Sie, wie *ELPLA* für die Berechnung von Projekten zu verwenden ist.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Um eine Aufgabe zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 11-35).



Bild 11-35 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Diese hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Berechnung von starren Pfahlgruppen
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen, wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 11-36 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.



Bild 11-36 Berechnungsfortschrittsmenü

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 11-37). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse					
V - Last					
Gesamtlast	[kN] = 8000				
Summe der Sohlkr?fte	[kN] = 8000				
Y - Moment					
Summe My aug Lact	[k] m] = 15096				
	[NV.III] = 15000				
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] = 15086				
Y - Moment					
Summe My aus Last	[kN.m] = 10514				
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] = 10514				
OK Hilfe					

Bild 11-37 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".

4 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann eine große Variante von Ergebnissen in Graphiken, Diagrammen oder Tabellen durch die drei Unterprogramme *ELPLA-Graphik*, *ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Liste* darstellen.

Beachten Sie, dass *ELPLA-Daten* nur verwendet wird, um die Daten des Problems zu definieren und darzustellen. *ELPLA-Graphik* wird verwendet, um die Daten graphisch zu drucken, während *ELPLA-Liste* verwendet wird, um die Daten numerisch zu drucken.

4.1 Graphische Darstellung von Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 11-38). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 11-38 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Setzungsergebnisse für die Pfähle als Kreisdiagramme zu betrachten

- Wählen Sie "Kreisdiagramme von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 11-39 erscheint
- Im Optionsfeld "Kreisdiagramme von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen für die Pfähle werden jetzt als Kreisdiagramme angezeigt, wie Bild 11-40 zeigt.



Bild 11-39 Optionsfeld "Kreisdiagramme von Ergebnissen"



Bild 11-40 Kreisdiagramme von Setzungen

4.2 Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen

Um Daten und Ergebnisse aufzulisten, überlassen Sie *ELPLA-Schnitte* dem Programm *ELPLA-Liste* durch Klicken auf "Liste" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Schnitte*-Fensters. Das *ELPLA-Liste*-Fenster erscheint (Bild 11-41).



Bild 11-41 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Liste*

Die Funktion des Programms *ELPLA-Liste* ist das Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen. Daten und Ergebnisse können in andere Windows-Anwendungen exportiert werden, um Berichte vorzubereiten oder weitere Informationen hinzuzufügen. Das Programm *ELPLA-Liste* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Liste*.

Nur ein Befehl des "Liste"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle durchführen. Die Befehle der Menüs "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um die Standardeinstellungen wie Seitenformat, Schrift usw. zu definieren, werden im Detail im Benutzerhandbuch *ELPLA* besprochen.

Um die Ergebnisse zu listen

- Wählen Sie den Befehl "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" aus dem Menü "Liste" des Programms *ELPLA-Liste* (Bild 11-41). Das folgende Optionsfeld im Bild 11-42 erscheint
- Im Optionsfeld "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" wählen Sie "Ergebnisse der Pfähle", um die Ergebnisse in einer Tabelle zu listen
- Klicken Sie auf "OK". Die Ergebnisse der Pfähle werden jetzt auf dem Bildschirm gelistet, wie im Bild 11-43 gezeigt
- Wählen Sie "Senden an Word" aus dem Menü "Datei", wenn Sie die Tabelle zu einer MS Word-Anwendung exportieren wollen (Bild 11-44)







Bild 11-43 Ergebnisse der Pfähle



Bild 11-44 Exportierte Ergebnisse in MS Word

5 Stichwortverzeichnis

A	
Abmessungen	3
В	
Berechnung	4, 18, 25, 26

E

ELPLA-Berechnung				·	25,	26
ELPLA-Daten	4, 7,	8,13	, 16,	21,	23,	25
ELPLA-Graphik						27
Ergebnisse			26,	27,	28,	29

F

FE-Netzdaten	8

K

Knoten 1	11,	15
Kontrolle der Rechenergebnisse	•••	26

L

Lastdaten	23,	24,	25
Last	3,	23,	24

P

Poissonzahl	3
Projekt	. 4, 7, 8
Punktlasten	23

S

Speichern 6,	7
Steifemodul für Erstbelastung	3
Steifemodul für Wiederbelastung	3

W

Wichte	15, 21, 22
Wizard-Assistent	4

Beispiel 12

Berechnung einer Pfahl-Plattengründung

Inhalt

Seite

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Last und Abmessungen	3
	1.2	Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke	3
	1.3	Pfahlmaterial	4
	1.4	Bodenkennwerte	4
	1.5	Mathematisches Modell	4
2	Erste	ellen der Daten für das Projekt	4
	2.1	Berechnungsverfahren	4
	2.2	Bezeichnung des Projekts	8
	2.3	FE-Netzdaten	8
	2.4	Elementlänge des Pfahles	11
	2.5	Pfähle	12
	2.6	Baugrunddaten	15
	2.7	Eigenschaften des Fundaments	19
	2.8	Lastdaten	22
3	Durc	hführung der Berechnung	24
	3.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	24
	3.2	Durchführung aller Berechnungen	25
4	Dars	tellung von Daten und Ergebnissen	26
	4.1	Graphische Darstellung von Ergebnissen	26
	4.2	Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen	28
	4.3	Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen	30
5	Stich	wortverzeichnis	34

1 Beschreibung des Problems

Mit dem Programm *ELPLA* können auch kombinierte Pfahl-Plattengründungen berechnet werden. Im Folgenden wird eine einfache Pfahl-Plattengründung gewählt, um einige der wesentlichen Merkmale des Programms für die Berechnung von Pfahl-Plattengründungen zu erläutern.

1.1 Last und Abmessungen

Es wird eine rechteckige Pfahl-Plattengründung mit den Abmessungen 21.0 [m] und 24.5 [m] untersucht, wie im Bild 12-1 eingezeichnet. Die Platte ist auf 42 Bohrpfähle mit einer Länge von je 20 [m] und einem Durchmesser von 0.9 [m] gegründet. Der Abstand zwischen den einzelnen Pfählen ist 3.5 [m]. Die Flächenlast auf die Platte beträgt 150 [kN/m].



Bild 12-1 Grundriss mit Geometrie der Pfahl-Plattengründung

1.2 Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke

Als Fundamentmaterial und Fundamentdicke werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	$E_b =$	$3.4 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	$v_b =$	0.2	[-]
Wichte des Betons	$\gamma_b =$	25	$[kN/m^3]$
Fundamentdicke	d =	1.5	[m]

1.3 Pfahlmaterial

Als Material für den Pfahl werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	E_b	$= 2.35 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Wichte des Betons	γ_b	= 25	$[kN/m^3]$

1.4 Bodenkennwerte

Der Baugrund besteht bis in 50 [m] Tiefe aus Schluff. Der Grundwasserspiegel befindet sich in 2 [m] Tiefe unter Gelände. In dieser Tiefe liegt auch die Fundamentschle. Die Bodenkennwerte betragen:

Steifemodul für Erstbelastung	$E_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Steifemodul für Wiederbelastung	$W_s =$	10000	$[kN/m^2]$
Wichte	$\gamma_s =$	18	$[kN/m^3]$
Poissonzahl	$\nu_s =$	0.3	[-]

1.5 Mathematisches Modell

In diesem Beispiel wurde das Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Verfahren 7) gewählt, um die Pfahl-Plattengründung zu berechnen.

Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über das Berechnungsverfahren, die Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

2 Erstellen der Daten für das Projekt

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung von Pfahl-Plattengründungen zu erstellen ist, um die Möglichkeiten und Fähigkeiten des Programms zu zeigen. Um die Daten des Beispiels einzugeben, befolgen Sie die Anweisungen und Schritte in den nächsten Absätzen.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 12-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen. In diesem Wizard-Assistent definieren Sie die Berechnung des Problems, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung eine Pfahl-Plattengründung ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Pfahl-Plattengründung", wie in Bild 12-2 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Berechnungsverfah	ren		
Berechnung:			
Berechnung einer Gründungsplatte	Berechnung von Pfahl-Plattengründung	Berechnung von Systemen mehrerer Gründungsplatten	
Berechnung einer Deckenplatte	Berechnung eines Tr?gerrostes	Berechnung ebenes Stabtragwerks	Berechnung ebener Spannung
Laden			
E Speicher	n <u>unter</u> <u>A</u> bbrechen	< <u>Z</u> urück	Weiter > Speichern

Bild 12-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 12-3). Um die Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie das Berechnungsverfahren "7-Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)", wie in Bild 12-3 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Berechnungsverfahren:	
C 1- Spannungstrapezverfahren	
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren	
C 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren	
C 5- Berechnung für den elastisch isotropen Halbraum	
C 6- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)	
F 7- Steifemodulverfahren f ür den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)	
C 8- Starre Pfahl-Plattengründung	
C 9- Starre Pfahlgruppen	
Ermittlung der Bettungsmoduli:	
🕼 Ermittlung der Bettungsmoduli für den Halbraum	
C Ermittlung der Bettungsmoduli für den geschichteten Baugrund	
C Eingabe der Bettungsmoduli durch den Benutzer	
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter >	hern

Bild 12-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Das nächste Menü ist "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 12-4). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren
Symmetriesystem:
Unsymmetriesystem
x-Achse Einfachsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter > Speichern

Bild 12-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Im Optionsfeld "Optionen" (Bild 12-5) zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an. Es ist keine Auswahl nötig, also klicken Sie auf "Speichern".

Berechnungsverfahren		
Optionen:		
St?be in der Platte		
🗖 🎎 Zus?tzliche Einzelfedern		
Auflager/ Randbedingungen		
Grenztiefenberechnung		
Bewehrung der Platte		
Nichtlineares Baugrundmodell		
Berechnung der Verschiebungen im Boden		
Berechnung der Spannungen im Boden		
Berechnung der Dehnungen im Boden		
The Finduss von Nachbarbauwerken soll untersucht werden		
Einfluss von Temperatur/nderungen auf die Setzungen		
Alles markieren		
Nichtlineare Berechnung mit Verwendung einer hyperbolischen Funktion für Last-Setzung		
C Nichtlineere Berechnung mit Verwendung DIN 4014 für Lect-Setzung		
 איר אינערועור במרב סברבע וווינע וחוג עצראיצו וטעראן טערארער במאבספע צעראַן 		
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück		

Bild 12-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach dem Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 12-6). In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "Piled raft"
- Klicken Sie auf "Speichern"



Bild 12-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach Definition der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts ist das Menü "Daten" in der Menüleiste aktiviert. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projektes [Piled raft] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 12-7.



Bild 12-7 *ELPLA-Daten*-Fenster nach Eingabe von Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt. *ELPLA* platziert dieses Zeichen neben die Befehle, die der Benutzer eingegeben hat (Bild 12-7).

2.2 Bezeichnung des Projekts

Um die Auftragsdaten zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 12-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Berechnung einer Pfahl-Plattengründung" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Beispiel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeich	nung des Projekts 🛛 🔀
Bezeichnu	ng des Projekts:
Auftrag	Berechnung einer Pfahl-Plattengründung
Datum	20.11.2007
Projekt	Beispiel
<u>S</u> peiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter

Bild 12-8 Dialogfeld "Auftragsdaten"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren

- Wählen Sie "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten-*Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 12-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze zu generieren, die konstante Größe in x- und y-Richtung haben. Im gegebenen Problem hat die Platte einen rechteckigem Grundriss
- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um das Netz einer rechteckigen Platte zu erstellen
- Schreiben Sie 24.5 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 21 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generieren		
Plattentyp:		
		0
Rechteckplatte:		
L?nge der Rechteckplatte	L[m]	24.5
Breite der Rechteckplatte	B [m]	21
Hilfe <u>Abbrechen</u> < Zurück	Weiter >	<u>F</u> ertig stellen

Bild 12-9 Auswahl von Netzschablonen

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Menü "Generierungstyp" (Bild 12-10). *ELPLA* kann ein FE-Netz mit Verwendung von 6 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generiere	n		
Generierungstyp:		$\begin{pmatrix} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & $	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
Hilfe	Abbrechen	< <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter :	> <u>E</u> ertig stellen

Bild 12-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 12-11).

FE-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabst?nde	14 .
Rasterabstand Dx [m]	1.75
Raster in y-Richtung: V Konstanter Rasterabstand Anzahl der Rasterabst?nde Rasterabstand Dy [m]	12 •
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbreche	n < Zurück Weiter > Fertig stellen

Bild 12-11 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 14 in die Dialogbox "Raster in *x*-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 12 in die Dialogbox "Raster in y-Richtung" im Textfeld "Anzahl der Rasterabstände"
- Schreiben Sie 1.75 in das Textfeld "Rasterabstand *Dx*"
- Schreiben Sie 1.75 in das Textfeld "Rasterabstand Dy"
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein FE-Netz für eine rechteckige Platte von 24.5 [m] Länge und 21 [m] Breite mit viereckigen Elementen von 1.75 [m] je Seite. Das folgende eingebettete Programm im Bild 12-12 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 12-12 FE-Netz der rechteckigen Platte auf dem Bildschirm

Nach Generierung des FE-Netzes sind noch die folgenden zwei Schritte unbedingt erforderlich:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 12-12, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "FE-Netzdaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.4 Elementlänge des Pfahles

Um die Elementlänge des Pfahles zu definieren, wählen Sie "Standardeinstellungen" aus dem "Grunddaten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Menü "Standardeinstellungen" im Bild 12-13 erscheint.

In diesem Menü

- Schreiben Sie 2 im Textfeld "Elementlänge des Pfahles"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Standardeinstellungen			
FE-Netz-Einstellungen:			
🔽 Uberprüfung der Elementüberlappung			
Uberprüfung der Elementgr??e			
Minimalabstand zwischen den Knoten	Sm	[m]	0.05
Elementl?nge des Pfahles	Dz	[m]	2.00
Berechnungseinstellungen:			
Die Schnittgr??en werden bestimmt an:			
🔿 den Elementmitten und dann auf den Elementknoten verteilt			
💿 den Elementknoten			
<u>Speichern</u> <u>Abbrechen</u>			Hilfe

Bild 12-13 Menü "Standardeinstellungen"

2.5 Pfähle

Um die Pfahldaten zu definieren

- Wählen Sie "Pfähle" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 12-14 erscheint



Bild 12-14 Eingebettetes Programm "Pfähle"

Pfahlgruppen

Um die Pfahlgruppen mit gleichem Pfahldurchmesser und gleicher Pfahllänge einzugeben, wählen Sie "Pfahlgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 12-14. Das folgende Listenfeld im Bild 12-15 erscheint, um Pfahldurchmesser und Pfahllängen zu definieren.

l	ingabe	e der Pfahlgrupp	pen	X
	Gruppe Nr.	Pfahldurchmesser D	Pfahll?nge	<u>o</u> k
		(m)	[m]	Abbrechen
	1	0.9	<u></u>	Einfügen
				<u>K</u> opieren
				L2?schen
				N <u>e</u> u
				Hilfe
				<u>E</u> xcel

Bild 12-15 Eingabe der Pfahlgruppen

Material der Pfähle

Um das Material der Pfähle einzugeben, wählen Sie "Material der Pfähle" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 12-14. Die folgende Dialogbox im Bild 12-16 erscheint.

In dieser Dialogbox

- Schreiben Sie 25 in das Textfeld "Wichte des Pfahlbetons"
- Schreiben Sie 2.35E+07 in das Textfeld "Elastizitätsmodul des Pfahles"
- Klicken Sie auf "OK"

Material der Pf?hle				X
Material der Pf?hle:				
Wichte des Pfahlbetons	Gp	[kN/m³]	25	
Elastizit?tsmodul des Pfahles	5 Ep	[kN/m²]	2.35E+07	
<u>o</u> ĸ	<u>A</u> bbrechen		Hilfe	

Bild 12-16 Dialogbox "Material der Pfähle"

Position der Pfähle

Um die Position der Pfähle im Netz einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem Menü "Graphisch" im Fenster von Bild 12-14
- Markieren Sie die Knoten mit Pfählen, wie im Bild 12-17 gezeigt
- Wählen Sie den Befehl "Pfähle einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Fenster von Bild 12-17
- Die Dialogbox "Eingabe der Pfahlgruppen" (Bild 12-18) erscheint. Hier klicken Sie auf "OK"



Bild 12-17 Markieren der Knoten mit Pfählen

Eingabe der Pfahlgruppen	×
Pfahlgruppe Nr.	[-] 1 💌
<u>K</u> Abbrechen	Hilfe

Bild 12-18 Dialogbox "Eingabe der Pfahlgruppen"

Nachdem die Definition die Pfähle beendet ist, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 12-19 aussehen.



Bild 12-19 Pfähle auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe der Pfähle machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Pfähle speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 12-19, um die Pfahldaten zu speichern
- Wählen Sie "Pfähle schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Pfähle" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Pfähle" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.6 Baugrunddaten

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 12-20 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Unterprogramm ELPLA-Bohr mit einem Standardbohrprofil Bild 12-20

Um die Baugrunddaten für die drei Bohrprofile des gegenwärtigen Beispiels einzugeben

Wählen Sie im Fenster von Bild 12-20 den Befehl "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü. Das folgende Dialogfeld im Bild 12-21 mit Standardbohrprofildaten erscheint

Baugrunddaten		×
Profil-Nr. 1 von 1 Profilen:		
Kurzzeichen für Bodenarten und Fels:	Geotechnischen Daten der Schicht:	
Hauptbodenart 1 S, Sand	Figenschaften des Bodens werden mit Elastizit?tsmodul E definiert	
Hauptbodenart 2 -, keine		
Nebenbodenart 1 -, keine	E [kN/m ²] 10000 Fhi [°] 30	
Nebenbodenart 2 -, keine	W [kN/m ²] 10000 c [kN/m ²] 5	
Farbe or, orange 💌	Gam [kN/m ³] 18 Nue [-] 0.3	
Kurztext 5	Tiefe der Schicht unter Gel2nde [m] Le es	
Schicht kopieren Schicht einfügen Sch	hicht I?sghen	-
	X-Koord.des Bohrprofils [m] 0 00	-
Profil kopieren Profil einfügen	Y-Koord.des Bohrprofils [m] 0.00	-
Profil entfernen	Bezeichnung des Bohrprofils B1	-
		▶
<u>OK</u> <u>Abbrechen</u>	Neu Hife	

Dialogfeld "Baugrunddaten" Bild 12-21

Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 12-21 definieren Sie die geotechnischen Daten der ersten Bodenschicht wie folgt:

E_s	$= 10\ 000$ $= 10\ 000$	$[kN/m^2]$
W _s Gam	= 10000 = 18	$[kN/m^3]$
Nue	= 0.3	[-]

In diesem Beispiel sind der Winkel der inneren Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens nicht erforderlich, weil die gewählte Art der Berechnung die lineare Berechnung ist. Deshalb kann der Benutzer die Standardwerte der inneren Reibung φ und der Kohäsion *c* übernehmen. Diese sind:

φ	= 30	[°]
С	= 5	$[kN/m^2]$

Die untere Tiefe der ersten Schicht wird mit 2 [m] eingesetzt, die gleich dem Grundwasserspiegel ist. Nun schreiben Sie diesen Wert im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände".

Um die Bodenschichten mit verschiedenen Symbolen nach DIN 4023 zu zeichnen, müssen die Bodenart und Farbe für jede Schicht definiert werden.

Um die Bodenart und Farbe für die erste Schicht zu definieren

- Wählen Sie "U, Schluff" als die Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" (Bild 12-21). Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt. Der Benutzer kann diese ändern, falls gewünscht. Auch wird ein kurzer Text "U" automatisch für Schluff erstellt

Um die zweite Schicht einzugeben

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Sch. Kopieren" im Bild 12-21. Eine Schicht mit den Eigenschaften der ersten Schicht wird kopiert
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur zweiten Bodenschicht zu bewegen.
 Die Schicht-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds f
 ür Bodenschichten als Kopftitel geschrieben
- Ändern Sie den Wert der Wichte des Bodens von 18 [kN/m³] auf 9 [kN/m³]
- Ändern Sie den Wert der Tiefe der Schicht unter Gelände von 2 [m] auf 50 [m]

Beachten Sie, dass die Wichte des Bodens verwendet wird, um die Vorbelastung q_v [kN/m²] aufgrund des entfernten Bodens zu bestimmen, die gleich $\gamma_s * d_f$ ist. Dies bedeutet, dass die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle d_f nicht erforderlich ist. Allerdings wird die Wichte des Bodens unter der Fundamentsohle mit dem Wert 9 [kN/m³] eingesetzt.

Nach dem Editieren der geotechnischen Daten für das Bohrprofil müssen die Koordinaten des Bohrprofils und ein kurzer Text zur Bezeichnung des Bohrprofils eingegeben werden. Um in Bild 12-21 die Koordinaten und Bezeichnung des Bohrprofils einzugeben

- Schreiben Sie 0 als *x*-Koordinate im Textfeld "*x*-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie 0 als y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie B1 als Bezeichnung für das Bohrprofil im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Um die Baugrund-Grunddaten für die Schicht einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 12-20. Das folgende Dialogfeld im Bild 12-22 erscheint
- In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung α [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände G_w [m] ein, wie im Bild 12-22 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" von Bild 12-22

Baugrund-Grunddaten			×
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexibili	t?tskoeffizienten Trag	f?higkeitsbeiwer	te
Baugrund-Grunddaten:			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[-]	1
Grundwassertiefe unter Gel?nde	Gw	[m]	2.00
	1		
<u>Abbrechen</u>	Hilfe		

Bild 12-22 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach der Definition aller Baugrunddaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 12-23 aussehen.



Bild 12-23 Bohrprofil auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe aller Baugrunddaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Baugrunddaten speichern" aus dem Menü "Datei" im Bild 12-23, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie "Baugrunddaten schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 12-23, um das Unterprogramm *ELPLA-Bohr* zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA*-Daten zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Baugrunddaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.7 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

 Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 12-24 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. Die Daten der Eigenschaften des Fundaments für dieses Beispiel sind Fundamentmaterial, Fundamentdicke und Gründungstiefe. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programmmenüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen

Ansicht Graph	hisch <u>ü</u> ber 🐔 💔	l'abelle I	Eigenschaf	ten des Fu	nda <u>m</u> entes A C	ptioner (€)€	n <u>F</u> ormat	Fenster	<u>H</u> ilfe	6a 🐮	67				
× / 🖆 🕸	# % ¤	■ 🎎 🖬	r 🖻												
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	- 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
			-	-	-	-		-	-	-	±		-	-	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	±	±	±.	±.	±	±.	±	<u>+</u>	±	±	±	±	±	<u> </u>	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Bild 12-24 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Fundamentmaterial und die Fundamentdicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 12-24. Das folgende Listenfeld im Bild 12-25 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in der entsprechenden Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 12-25 geben Sie E-Modul und *Poisson*zahl des Fundaments und die Fundamentdicke ein
- Klicken Sie auf "OK"

ł	Beschre	eibung der	Elementgr	uppen (mit	glei	chen Dic 🔀
	Gruppe Nr.	E-Modul des Betons [kN/m²]	Poissonzahl des Betons [-]	Plattendicke d [m]		
	1	3.4E+07	0.2	1.5		Apprechen
						<u>E</u> infügen
						<u>K</u> opieren
						L?schen
						N <u>e</u> u
						Hilfe
						<u>E</u> xcel

Bild 12-25 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"

Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 12-24. Das Dialogfeld im Bild 12-26 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Belassen Sie den vorgegebenen Wert
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons							
Wichte des Fundar	nentbetons	Gb [kN/m³] 2	5				
<u></u> K	N <u>e</u> u	Abbrechen	Hilfe				

Bild 12-26 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Um die Gründungstiefe unter Geländehöhe einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Gründungstiefe" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 12-24. Das folgende Dialogfeld im Bild 12-27 erscheint, um die Gründungstiefe unter Geländehöhe zu definieren
- Schreiben Sie 2 im Textfeld "Gründungstiefe unter Geländehöhe (a)/ (b)"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 12-27 Dialogfeld "Gründungstiefe"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 12-24, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Eigenschaften des Fundaments" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.8 Lastdaten

Um die Lastdaten zu definieren, wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 12-28 erscheint.



Bild 12-28 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Um die Lasten einzugeben

Wählen Sie "Flächenlasten" aus dem Menü "graphisch" im Bild 12-28. Wenn der Befehl "Flächenlasten" gewählt wird, ändert sich der Cursor vom Pfeil zum Kreuz. Dann kann die Flächenlast mit Halten der linken Maustaste unten am Anfangspunkt der Flächenlast definiert werden. Eine Box zur Definition der Flächenlast erscheint. Nach Freigabe der linken Maustaste erscheint das Dialogfeld (Bild 12-29) mit Lastgröße und Koordinaten

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 150 in das "Lastgröße"-Textfeld
- Geben Sie die Lastkoordinaten ein
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 12-29 Dialogfeld "Belastung"

Nach der Definition aller Lastdaten sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 12-30 aussehen.



Bild 12-30 Die Flächenlast auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 12-30, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Lastdaten" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

Die Erstellung des Projekts für die Pfahl-Plattengründung ist jetzt vollständig. Im nächsten Abschnitt erfahren Sie, wie *ELPLA* für die Berechnung von Projekten zu verwenden ist.

3 Durchführung der Berechnung

3.1 Starten des Programms *ELPLA-Berechnung*

Um eine Aufgabe zu berechnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 12-31).



Bild 12-31 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Berechnung*

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen. Diese hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab. Für das gegenwärtige Beispiel sind die benötigten Berechnungen:

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Plattensteifigkeitsmatrix aufbauen
- Gleichungssystem (unsymmetrische Matrix) lösen
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

3.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen, wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 12-32 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.



Bild 12-32 Berechnungsfortschrittsmenü

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 12-33). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse						
V - Last						
Gesamtlast	[kN] = 109828					
Summe der Sohlkr?fte	[kN] = 108588					
X - Moment						
Summe Mx aus Last	[kN.m] = 0					
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] = 114					
Y - Moment						
Summe My aus Last	[kN.m] = 0					
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] = 575					
OK Hilf	e					

Bild 12-33 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse"

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".
4 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann eine große Variante von Ergebnissen in Graphiken, Diagrammen oder Tabellen durch die drei Unterprogramme *ELPLA-Graphik*, *ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Liste* darstellen.

Beachten Sie, dass *ELPLA-Daten* nur verwendet wird, um die Daten des Problems zu definieren und darzustellen. *ELPLA-Graphik* wird verwendet, um die Daten graphisch zu drucken, während *ELPLA-Liste* verwendet wird, um die Daten numerisch zu drucken.

4.1 Graphische Darstellung von Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse eines Problems, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 12-34). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 12-34 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Setzungsergebnisse für die Platte als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 12-35 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen für die Platte werden jetzt als Isolinien dargestellt, wie im Bild 12-36 gezeigt.



Bild 12-35 Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen"



Bild 12-36 Isoliniendarstellung von Setzungen

4.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie das Programm *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte* (durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik* Fensters).

Das Fenster des Programms *ELPLA-Schnitte* erscheint (Bild 12-37). *ELPLA-Schnitte* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Schnitte*.



Bild 12-37 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Schnitte

Um ein Diagramm in *x*-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in *x*-Richtung" aus dem Menü "Schnitte" des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 12-38 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen *s*", um probeweise die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 12-38 Optionsfeld "Schnitt in x-Richtung"

Das folgende Dialogfeld im Bild 12-39 erscheint, um den Schnitt in *x*-Richtung zu definieren, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 10.5 in das Textfeld "Schnitt an y-Koordinate", um ein Diagramm in der Mitte der Platte darzustellen
- Klicken Sie auf "OK". Die Setzungen werden in einem Diagramm dargestellt (Bild 12-40)

Schnitt in x-Richtung	X
Eingabebereich in y-Richtung:	
Schnitt an y-Koordinate	[m] 10.5
Eingabebereich in x-Richtung:	
von x-Koordinate X1	[m] 0.00
bis x-Koordinate X2	[m] 24.50
QK <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe << <u>R</u> eduzieren	
]	

Bild 12-39 Dialogfeld "Schnitt in *x*-Richtung"



Bild 12-40 Diagramm der Setzungen in *x*-Richtung in der Mitte der Platte

4.3 Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen

Um Daten und Ergebnisse aufzulisten, überlassen Sie *ELPLA-Schnitte* dem Programm *ELPLA-Liste* durch Klicken auf "Liste" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Schnitte*-Fensters. Das *ELPLA-Liste*-Fenster erscheint (Bild 12-41).



Bild 12-41 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Liste*

Die Funktion des Programms *ELPLA-Liste* ist das Listen der Daten und Ergebnisse in Tabellen. Daten und Ergebnisse können in andere Windows-Anwendungen exportiert werden, um Berichte vorzubereiten oder weitere Informationen hinzuzufügen. Das Programm *ELPLA-Liste* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Liste*.

Nur ein Befehl des "Liste"-Menüs wird hier erklärt. In gleicher Weise kann der Benutzer die übrigen Befehle der vorherigen Liste durchführen. Die Befehle der Menüs "Format" und "Fenster", die verwendet werden, um die Standardeinstellungen wie Seitenformat, Schrift usw. zu definieren, werden im Detail im Benutzerhandbuch *ELPLA* besprochen.

Um die Ergebnisse zu listen

- Wählen Sie den Befehl "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" aus dem Menü "Liste" des Programms *ELPLA-Liste* (Bild 12-41). Das folgende Optionsfeld im Bild 12-42 erscheint
- Im Optionsfeld "Tabellen der Ergebnisse anzeigen" wählen Sie "Ergebnisse der Pfähle", um die Ergebnisse in einer Tabelle zu listen
- Klicken Sie auf "OK". Die Ergebnisse der Pfähle werden jetzt auf dem Bildschirm gelistet, wie im Bild 12-43 gezeigt
- Wählen Sie "Senden an Word" aus dem Menü "Datei", wenn Sie die Tabelle zu einer MS Word-Anwendung exportieren wollen (Bild 12-44)

Tabellen der Ergebnisse anz	eigen 🛛 🔀
Was soll gelistet werden?	
C Bettungsmoduli	C Setzungen
🔿 Sohldrücke	🔿 Verformungen der Platte
C Momente	C Querkr?fte
C Auflagerkr?fte	
C Flexibilit?tsmatrix [Ce]	<u>o</u> k
C Flexibilit?tsmatrix [Cw]	Abbrachap
🔘 Steifigkeitsmatrix des Bodens [ks]	
• Ergebnisse der Pf?hle	Hilfe

Bild 12-42 Optionsfeld "Tabellen der Ergebnisse anzeigen"

🗮 ELPLA-Liste - [Piled raft	i] - (Ergebr	nisse der Pf?h	nle]				- 7 🛛
Datei Ansicht Liste Format	Fe <u>n</u> ster <u>H</u>	life 🗕 🗗 🗙	Daten Graph	nik Schnitte Berechnung			
😂 🗋 🗐 🖷 👢 丨	A	680	🗌 🥔 🍥 🐧	0 07			
1 · 1 · 1 · 1 · 1 · 1 · 1	-						
Ergebnisse der I	srgebni	sse der PI/NI	e				<u>^</u>
	Gr??e d	er Gesamtbela	stung (einsch	1. Eigengew.)	Po [kN] = 109828.4		Ξ.
	Gesamtp Traowir	fahlbelastung kungskoeffizi	enten der Pfa	hl-Plattengründung	PL [RN] = 83842.2 Alfa-Kop [1] = 76.34		_
	Pfahlla	sten und Pfah	1setzungen				
	Pfahl	Pfahl-	Setzung	Steifigkeit			
	Nr.	last	Sr	des Bodens ke			
	[-]	[kN]	[cn]	[kN/n]			
		4009.9	12 90	21227 0			
	2	2674.5	13.39	19979.2			
	3	2582.0	13.82	18689.4			
	4 5	2594.4	13.97	18568.8			
	6	2677.7	13.40	19988.6			
	7	4018.1	12.81	31368.7			
	9	1183.5	13.79	8584.4			
	10	1096.5	14.20	7722.0			
	12	1095.8	14.35	7711.7			
	13	1182.0	13.78	8579.1			
	14	2571.9	13.20	19479.6			
	15	2433.7	13.45	7622.5			
	17	983.4	14.43	6814.4			
	18	993.9	14.58	6816.3			
	20	1069.6	14.03	7625.1			
	21	2438.8	13.47	18110.4			
	22	2438.6	13.47	7624.3			
	24	983.7	14.43	6814.8			
	25	993.8	14.58	6815.7			
	27	1069.0	14.02	7625.4			
	28	2434.1	13.45	18092.5			
	29	2572.6	13.20	19484.5			
	31	1096.2	14.19	7723.2			
	32	1106.1	14.35	7710.6			
	34	1183.0	13.78	8582.2			
	35	2577.2	13.21	19502.7			
	36	4015.9	12.81	31360.9			
	38	2581.2	13.82	18683.1			
	39	2592.7	13.97	18560.8			
	40	2674.3	13.81	19979.1			
	42	4009.4	12.79	31337.0			
							_
							×
						25/11/2007	م 01:58

Bild 12-43 Ergebnisse der Pfähle

🐏 Document2 - Microsoft '	Word						
<u>: Fi</u> le <u>E</u> dit ⊻iew Insert For	mat <u>T</u> ools T <u>a</u> ble <u>W</u> indow <u>H</u> e	elp					Type a question for help 🔹
i di 💕 🖬 🖪 🖨 🖓 🖎 i	🍄 📖 👗 🖻 遇 🕩 🔹	0 - 1 😣 🗄		48 🖓 ¶	100% • 😧 💷 <u>B</u> eac	1 <u>_</u>	
A4 Normal + fLatin - Courier Ner	• • 8 • B / U		: t≡ • [•¶]	ne 1= 1= 5	E (Ξ □ • ♥ • A •	x ¹ x	
	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·						
	A						
2							
:							
•							
•		Ergebnis	se der Pfähl	e			
:		Größe de	r Gesamthels	stung (einsch	1. Rigengev.)	Po [kN] = 109828.4	
-		Traguirk	ungskoeffizi	enten der Pfs	hl-Plattengründung	Alfa-Knp [%] = 76.34	
•		Pfahllas	ten und Pfah	lsetzungen			
_		D 4-1-1	D4-1-1	~~~~~~			
:		Nr.	last	Second	des Bodens		
•		[-]	Fr [RN]	[cn]	ks [kN/n]		
		1	40.09.8	12 80	31337 8		
:		2	2674.5	13.39	19979.2		
N		3	2582.0 2594.4	13.82	18568.8		
•		5	2583.4 2677 7	13.82	18693.3		
-		7	4018.1	12.81	31368.7		
:		9	1183.5	13.22	8584.4		
•		10	1096.5 1106.4	14.20 14.35	7722.0		
^o		12	1095.8	14.19	7719.7		
		14	2571.9	13.20	19479.6		
-		15 16	2433.7 1068.6	13.45 14.02	18089.9 7622.5		
		17	983.4	14.43	6814.4		
· ·		19	984.0	14.44	6816.3		
		20 21	1069.6 2438.8	14.03 13.47	7625.1 18110.4		
•		22	2438.6 1069.4	13.47 14.03	18110.2 7624.3		
		24	983.7	14.43	6814.8		
		26	983.6	14.43	6816.1		
5		27 28	1069.0 2434.1	14.02 13.45	7625.4 18092.5		
		29	2572.6	13.20	19484.5		
1		31	1096.2	14.19	7723.2		
:		32 33	1106.1 1095.8	14.35 14.20	7710.6 7718.7		
•		34	1183.0	13.78	8582.2		
		36	4015.9	12.81	31360.9		
:		37 38	2675.6 2581.2	13.39 13.82	19979.3 18683.1		
-		39 40	2592.7 2581.2	13.97 13.81	18560.8		
		41	2674.3	13.39	19979.1		
· N		4Z	4009.4	1Z.79	31337.0		
= G 🖂 🤉 🗘 <							>
Page 1 Sec 1 1/33	At 1.2" Ln 3 Col 10	REC TRK E	T OVR Germ	an (Ge 🚺			
D'1110 44	D		1		1.60 111	1	

Bild 12-44 Exportierte Ergebnisse in MS Word

5 Stichwortverzeichnis

A	
Abmessungen	3
В	

Berechnung...... 4, 5, 24, 25, 26

E

Elastizitätsmodul	3, 4, 13
ELPLA-Berechnung	24, 25, 26
ELPLA-Daten 4, 7, 8, 11, 12, 1	5, 19, 22, 24
ELPLA-Graphik	
ELPLA-Schnitte	28
Ergebnisse	26, 27, 28, 31

F

FE-Netzdaten 8

K

Knoten	14
Kontrolle der Rechenergebnisse	25

L

Lastdaten	22, 23, 24	
Lasten	3, 22	

P

Poissonzahl	3, 4, 20
Projekt	4, 7, 8

S

Schnitt	28, 29
Speichern	6, 7, 8
Steifemodul für Erstbelastung	4
Steifemodul für Wiederbelastung	4

W

Wichte	3, 4, 13, 21
Wizard-Assistent	4, 5

Beispiel 13

Interaktion durch Senkung der Sohlfläche eines Gebäudes bei Untertunnelung

Inhalt

Seite

1	Besc	hreibung des Problems	3
	1.1	Lasten und Abmessungen	3
	1.2	Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke	5
	1.3	Abmessungskennwerte für die Außenwände	5
	1.4	Bodenkennwerte	5
	1.5	Mathematisches Modell	5
	1.6	Berechnung	6
2	Erste	ellen der Daten	6
	2.1	Berechnungsverfahren	6
	2.2	Bezeichnung des Projekts	10
	2.3	FE-Netzdaten	11
	2.4	Daten der Außenwände	15
	2.5	Baugrunddaten	19
	2.6	Eigenschaften des Fundaments	26
	2.7	Einflussfelder der Bohrprofile	29
	2.8	Lastdaten	30
3	Erste	ellen der Daten für das zweite Modell (mit Tunnel)	33
	3.1	Modifizieren der Berechnungsverfahren-Optionen	34
	3.2	Modifizieren der Projektbezeichnung	35
	3.3	Bodensenkungen	35
4	Durc	hführung der Berechnung	37
	4.1	Starten des Programms ELPLA-Berechnung	37
	4.2	Durchführung aller Berechnungen	39
5	Dars	tellung von Daten und Ergebnissen	41
	5.1	Graphische Darstellung von Ergebnissen	41
	5.2	Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen	44
6	Stich	nwortverzeichnis	49

1 Beschreibung des Problems

Ein einfaches Beispiel zeigt die Interaktion durch Senkung der Sohlfläche eines Gebäudes bei Untertunnelung. Das Beispiel wird gewählt, um einige der wesentlichen Merkmale des Programms *ELPLA* für die Berechnung von Bodensenkung zu erläutern. Die Aufgabenstellung geht aus dem Bild 13-1 hervor.

1.1 Lasten und Abmessungen

Das Gebäude hat den in Bild 13-1 dargestellten Grundriss, der aus zwei fugenlos verbundenen Rechtecken besteht. Die Sohlplatte ist 50 [cm] dick und 2.50 [m] tief gegründet. Die geplante Untertunnelung verläuft schräg zur Bauwerksachse. Sie wird nach Vorausschätzungen eine etwa 10 [m] breite Setzungsmulde mit einer maximalen Einsenkung von 3 [cm] verursachen. Die Setzungsmulde ist in Bild 13-1 durch die symmetrisch zur Tunnelachse verlaufenden Linien gleicher Setzungsbeträge markiert. Sie werden als Einwirkungen in die Berechnung eingesetzt.

Die Bauwerkslasten bestehen aus 2 Einzelstützen mit P = 18 [MN] und Linienlasten p = 300 [kN/m] aus den Außenwänden. Der Baugrund wird durch 3 Bohrungen BPN1 bis BPN3 bis 14 [m] unter Sohle erkundet. Er ist nicht horizontal geschichtet.



Bild 13-1a) Lageplan mit Setzungslinien durch Untertunnelung und Bohrpunkte
b) Bohrprofile BPN1 bis BPN3

1.2 Materialkennwerte des Betons und Fundamentdicke

Als Material und Dicke für das Fundament werden die folgenden Parameter angenommen:

Elastizitätsmodul	E_b	$= 3 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Poissonzahl	v_b	= 0.2	[-]
Wichte des Betons	γ_b	= 25	$[kN/m^3]$
Fundamentdicke	d	= 0.50	[m]

1.3 Abmessungskennwerte für die Außenwände

Als Abmessung für die Außenwände werden die folgenden Parameter angenommen:

Dicke	b	= 0.30	[m]
Höhe	h	= 3.00	[m]
Trägheitsmoment	Ι	= 0.675	[m ⁴]
Schubmodul	G	$= 1.25 * 10^7$	$[kN/m^2]$
Torsionsmoment	J	= 0.0252	[m ⁴]
Gewicht	pb	= 22.5	[kN/m]

1.4 Bodenkennwerte

Der Baugrund unter dem Gebäude wird durch drei unterschiedliche Bohrprofile definiert. In jedem Bohrprofil sind zwei Schichten mit verschiedenen Bodenmaterialien vorhanden. Die erste Schicht ist Ton, der auf einer Schicht von steinigem Sand liegt. Bild 13-1 zeigt die Lage der Bohrungen mit Schichtenfolgen und Bodenkenngrößen.

Für die Tonschicht gilt:

Steifemodul für Erstbelastung	$E_s \ W_s \ \gamma_s$	= 10000	[kN/m ²]
Steifemodul für Wiederbelastung		= 30000	[kN/m ²]
Wichte		= 18	[kN/m ³]
Für die steinige Sandschicht gilt:			
Steifemodul für Erstbelastung	$E_s \ W_s \ \gamma_s$	= 160000	[kN/m ²]
Steifemodul für Wiederbelastung		= 400000	[kN/m ²]
Wichte		= 21	[kN/m ³]

1.5 Mathematisches Modell

Die Beeinflussung von umliegenden Strukturen und externen Belastungen kann nur für das Kontinuummodell (Verfahren 4, 5, 6, 7 und 8) betrachtet werden. Dieses basiert darauf, dass die Setzung an einem Knoten von Sohldrücken an all den anderen Knoten beeinflusst wird. In diesem Beispiel wurde das Steifemodulverfahren für die elastische Platte (Verfahren 6) gewählt, um die zwei Modelle zu berechnen.

1.6 Berechnung

Die Sohlplatte wird für die FE-Netz Berechnung in 112 quadratische Elemente mit je 1.5 [m] Seitenlänge unterteilt und dann mit dem Steifemodulverfahren berechnet, wie im Bild 13-1 gezeigt. Zwei unabhängige Namen definieren die Daten der zwei gewählten Modelle. Die Daten für die zwei Modelle sind außer der Untertunnelung ähnlich.

Es wird zuerst die Berechnung des ersten Modells durchgeführt, um die Einwirkung des ersten Modells zu erhalten (ohne die Wirkung der Untertunnelung), dann wird das zweite Modell durchgeführt, um die Auswirkung der Untertunnelung zu berücksichtigen.

Danach sollte der Benutzer die Ergebnisse der zwei Modelle vergleichen, um den Einfluss beim Errichten eines Tunnels unter einer Sohlplatte herauszufinden.

Dieses Übungshandbuch zeigt nicht die theoretischen Grundlagen zur Modellierung des Problems. Weitere Informationen über Berechnungsverfahren, Baugrundmodelle und numerische Berechnungsverfahren sind im Teil "*ELPLA*-Theorie" des Benutzerhandbuchs gut dokumentiert.

2 Erstellen der Daten

In diesem Abschnitt wird gezeigt, wie ein Projekt für die Berechnung eines Tunnels unter einer Sohlplatte zu erstellen ist. Zuerst erfolgt die Eingabe der Daten der beiden Modelle auf dieselbe Weise wie beim vorherigen Fundamentbeispiel, dann wird ein Projekt für die Sohlplatte mit der Untertunnelung erstellt.

2.1 Berechnungsverfahren

Wählen Sie "Neues Projekt" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Der folgende Wizard-Assistent im Bild 13-2 erscheint. Der Wizard-Assistent vereinfacht den Prozess mit Hilfe der Standard- und vertrauten Wizard-Oberfläche. Ein Wizard-Assistent ist eine Reihe von Menüs in einem speziellen Fenster, die durch eine Aufgabe helfen.

Berechnungsverfahren					
Berechnung:					
		Berechnung von			
Gründungsplatte	Pfahl-Plattengründung	Gründungsplatten			
	#				
Berechnung einer Deckenplatte	Berechnung eines Tr?gerrostes	Berechnung ebenes Stabtragwerks	Berechnung ebener Spannung		
Laden					
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter > Speichern					

Bild 13-2 Wizard-Assistent "Berechnung"

Hier definieren Sie die Berechnung, weil *ELPLA* verschiedene Statiksysteme behandeln kann. Da die Berechnung ein Fundamentproblem ist, machen Sie die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie "Berechnung einer Gründungsplatte", wie in Bild 13-2 gezeigt
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Danach erscheint das Menü "Berechnungsverfahren" (Bild 13-3).

Berechnungsverfahren		
Berechnungsverfahren:		
C 1- Spannungstrapezverfahren		
C 2/3- konstantes/variables Bettungsmodulverfahren		
🔿 4- Iterativ verbessertes Bettungsmodulverfahren		
🔿 5- Berechnung für den elastisch isotropen Halbraum		
6- Steifemodulverfahren f ür den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)		
🔿 7- Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Elimination)		
C 8- Steifemodulverfahren für die starre Platte		
C 9- Schlaffe Platte		
Baugrundmodell:		
C Halbraummodell		
📀 geschichteter Baugrundmodell		
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter >] Speichern		

Bild 13-3 Menü "Berechnungsverfahren"

Um das Berechnungsverfahren zu definieren

- Wählen Sie das Berechnungsverfahren "6-Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund (Iteration)", wie in Bild 13-3 gezeigt
- Wählen Sie "Geschichtetes Baugrundmodell"
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Weiter"

Das nächste Menü ist die "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 13-4). In diesem Menü

- Wählen Sie "Unsymmetriesystem"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Berechnungsverfahren	
Symmetriesystem:	
Unsymmetriesystem	
	A/A 1
x-Achse Einfachsymmetriesystem	Doppelsymmetriesystem
y-Achse Einfachsymmetriesystem	Anti-Symmetr. um die x-Achse
Hilfe Speichern unter Abbrechen	< Zurück Weiter > Speichern

Bild 13-4 Menü "Symmetrie des Plattengrundrisses"

Nach Klicken von "Weiter" erscheint das Optionsfeld "Optionen" (Bild 13-5). Hier zeigt *ELPLA* einige der verfügbaren Optionen für die numerischen Verfahren an, die sich von Verfahren zu Verfahren unterscheiden. Wählen sie die Option "Stäbe in der Platte", dann klicken sie auf "Speichern".

Berechnungsverfahren
Optionen:
St?be in der Platte
Zus?tzliche Einzelfedern
Auflager/ Randbedingungen
Grenztiefenberechnung
Bewehrung der Platte
Berechnung der Verschiebungen im Boden
Berechnung der Spannungen im Boden
T [*] Einfluss von Temperatur?nderungen auf die Setzungen
Einfluss von Bodensenkungen auf die Setzungen
Alles markieren
Nichtlineare Berechoung mit Verwendung einer hynerholischen Funktion für Last-Setzung
🕐 Nichtlineare Berechnung mit Verwendung DIN 4014 für Last-Setzung
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück

Bild 13-5 Optionsfeld "Optionen"

Nach Klicken von "Speichern" erscheint das Dialogfeld "Speichern unter" (Bild 13-6).

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das gegenwärtige Projekt im Textfeld "Dateiname", z.B. "TU1"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Save As			? 🗙
Save in: ଢ	TU	• ÷ 🖻 🗧	* ⊞•
H-102			
File name:	TU1		Save
Save as type:	Einzelplatte-Dateien (*.P01)	•	Cancel

Bild 13-6 Dialogfeld "Speichern unter"

Nach dem Definieren der Berechnungsverfahren und Dateinamen des Projekts wird *ELPLA* das Menü "Daten" in der Menüleiste an der oberen linken Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters aktivieren. Auch wird der Dateiname des gegenwärtigen Projekts [TU1] anstelle des Wortes [unbenannt] in der *ELPLA-Daten*-Titelleiste angezeigt, Bild 13-7.



Bild 13-7 *ELPLA-Daten*-Fenster nach der Eingabe von Berechnungsverfahren und Dateiname des Projekts

Im Menü "Daten" kann der Benutzer die übrigen Daten des Projekts durch die Benutzung derselben Anordnung von Befehlen in diesem Menü eingeben. Der erste Befehl im Menü ist "Berechnungsverfahren", der schon eingegeben wurde. Deshalb hat *ELPLA* das Zeichen " $\sqrt{}$ " neben diesen Befehl gestellt (Bild 13-7). *ELPLA* platziert dieses Zeichen neben die Befehle, die der Benutzer eingegeben hat.

2.2 Bezeichnung des Projekts

Um die Projektbezeichnung zu definieren

- Wählen Sie den Befehl "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das Dialogfeld im Bild 13-8 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Einwirkung eines Tunnels auf ein Fundament beim Errichten eines Gebäudes" in das "Auftrag"-Textfeld, um das Problem zu beschreiben
- Schreiben Sie das Datum des Projekts im Textfeld "Datum"
- Schreiben Sie "Ohne Tunnel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeichnung des Projekts				
Bezeichnung des Projekts:				
Auftrag	Auftrag Wirkung von einem Untertunnel Errichtung auf ein Fundament eines Geb?ude			
Datum	Sechsten November 2008			
Projekt	Ohne dem Tunnel			
<u>S</u> peiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter			

Bild 13-8 Dialogfeld "Bezeichnung des Projekts"

2.3 FE-Netzdaten

Um das FE-Netz zu generieren, wählen Sie den Befehl "FE-Netzdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Eine Auswahl von Schablonen verschiedener Netzformen erscheint (Bild 13-9). Diese Netzschablonen werden verwendet, um die Standardnetze mit regelmäßigen Formen zu generieren. Für das gegebene Problem ist das Fundament eine Rechteckplatte.

FE-Netz generieren		
Plattentyp:		
		0
Rechteckplatte:		
L?nge der Rechteckplatte	L [m]	21
Breite der Rechteckplatte	B [m]	13.5
Hilfe <u>A</u> bbrechen < Zurück	<u>W</u> eiter >	Eertig stellen

Bild 13-9 Auswahl von Netzschablonen

Im Menü von Bild 13-9

- Klicken Sie auf "Rechteckplatte" in der Auswahl von Netzschablonen, um ein Netz einer rechteckigen Fläche zu erstellen
- Schreiben Sie 21.00 in das Textfeld "Länge der Rechteckplatte"
- Schreiben Sie 13.50 in das Textfeld "Breite der Rechteckplatte"
- Klicken Sie auf "Weiter"

Danach erscheint das Menü "Generierungstyp" (Bild 13-10). *ELPLA* kann ein FE-Netz für Rechteckplatten mit Verwendung von 8 verschiedenen Typen von Netzen generieren.

In diesem Menü

- Wählen Sie rechteckige Elemente
- Klicken Sie auf "Weiter"

FE-Netz generiere	1
Generierungstyp:	
Hilfe	<u>Abbrechen</u> < <u>Z</u> urück <u>W</u> eiter > <u>F</u> ertig stellen

Bild 13-10 Menü "Generierungstyp"

Nach Klicken der Schaltfläche "Weiter" erscheint das folgende Dialogfeld "Rasterdefinition" (Bild 13-11).

FE-Netz generieren	
Rasterdefinition:	
Raster in x-Richtung:	
🔽 Konstanter Rasterabstand	
Anzahl der Rasterabst?nde	14 •
Rasterabstand Dx[m]	1.5
Raster in y-Richtung: Konstanter Rasterabstand Anzahl der Rasterabst?nde Rasterabstand Dy [m]	9
<u>H</u> ilfe <u>A</u> bbrech	en < <u>Zurück </u> <u></u> eiter > <u></u> <u>F</u> ertig stellen

Bild 13-11 Dialogfeld "Rasterdefinition"

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 14 in das Textfeld "Anzahl der Rasterabstände" für Raster in x-Richtung
- Schreiben Sie 1.5 in das Textfeld "Rasterabstand D_x [m]" für Raster in x-Richtung
- Schreiben Sie 9 in das Textfeld "Anzahl der Rasterabstände" für Raster in y-Richtung
- Schreiben Sie 1.5 in das Textfeld "Rasterabstand D_y [m]" für Raster in y-Richtung
- Klicken Sie auf "Fertig stellen"

ELPLA generiert ein geeignetes FE-Netz für das Fundament von 21 [m] Länge und 13.5 [m] Breite. Das folgende eingebettete Programm im Bild 13-12 erscheint mit dem generierten Netz.



Bild 13-12 Generiertes FE-Netz auf dem Bildschirm

Entfernen der Knoten vom FE-Netz

Um die unnötigen Knoten zu markieren, die entfernt werden sollen, wählen Sie den Befehl "Knoten markieren" aus dem "graphisch"-Menü (Bild 13-12). Wenn der Befehl "Knoten markieren" gewählt wird, ändert sich der Cursor von einem Pfeil zu einem Kreuz. In diesem Fall ist der Befehl "Knoten entfernen" im Menü "graphisch" aktiviert. Die gewünschten Knoten werden mit Klicken auf jeden Knoten individuell oder mit Markierung einer Gruppe von Knoten gewählt, wie im Bild 13-13 gezeigt. Eine Gruppe von Knoten kann gewählt werden mit Halten der linken Maustaste unten an der Ecke der Region und Schleifen der Maus, bis ein Rechteck die gewünschte Gruppe von Knoten umfasst. Nach Freigabe der linken Maustaste sind alle Knoten im Rechteck gewählt.



Bild 13-13 Generiertes FE-Netz nach dem Markieren der unnötigen Knoten

Um die markierten Knoten zu entfernen, wählen Sie den Befehl "Knoten entfernen" aus dem "graphisch"-Menü. Das Ergebnis dieses Befehls wird im Bild 13-14 gezeigt. Um den graphischen Modus zu verlassen, drücken Sie die "Esc"-Taste.

LPL	A-Dai	ten - [TU	1] - [FI	E-Netz]] 		0.1	-			,												
ei a	Ansicht	i <u>G</u> raphiso	h FE- <u>N</u>	letz gener	rieren <u>i</u>	uberiabeli	e <u>U</u> ptio	nen <u>F</u> orr	mat Fej	nster <u>H</u> i	te IIIIti	 4. #	/ 61	1=	Sha keel	10	• @	100	- 0		r fxh	n i re	
				<u> </u>	IN T			++++			1					 1.04	44	()			/ (82)		
~	04	[w] 1.00																		_	07.14	12000	

Bild 13-14 Endgültiges FE-Netz nach Entfernen der unnötigen Knoten

Nach dem Beenden der Generierung des FE-Netzes machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "FE-Netz speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-12, um die Daten des FE-Netzes zu speichern
- Wählen Sie "FE-Netz schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-12, um das eingebettete Programm "FE-Netz" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem "FE-Netz Daten"-Befehl im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.4 Daten der Außenwände

Um die Wände zu definieren

- Wählen Sie "Daten der Stäbe" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten-*Fensters. Damit erscheint das folgende Menü im Bild 13-15



Bild 13-15 Eingebettetes Programm "Stäbe"

Um die Querschnitte der Wände einzugeben

- Wählen Sie im Fenster von Bild 13-15 den Befehl "Beschreibung der Stabgruppen" aus dem Menü "über Tabelle". Das folgende Optionsfeld im Bild 13-16 erscheint
- In diesem Optionsfeld wählen Sie die Option "Rechteckquerschnitt"
- Klicken Sie auf "OK"

Querschnittsdefinition	
Querschnittsdefinition:	
Rechteckquerschnitt	<u>O</u> K
C Allgemeiner Querschnitt	Abbrechen
🔘 Erstellen eine neue Elementgruppe als Unterzug	
	Hilfe

Bild 13-16 Optionsfeld "Querschnittsdefinition"

Danach erscheint das folgende Listenfeld im Bild 13-17.

In diesem Listenfeld

- Geben Sie die Materialeigenschaften der Wände, Querschnittabmessungen und das Balkengewicht ein, wie im Bild 13-17 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK"

;	Stabgru	ppen					
	Gruppe Nr.	E-Modul des Balken E [kN/m²]	G-Modul des Balken G [kN/m²]	H?he des Balken h [m]	Breite des Balken b [m]	Balken- gewicht pb [kN/m]	OK Abbrechen
	1	3E+07	1.25E+07	3.00	0.30	22.5000	Einfügen
							<u>K</u> opieren L?schen
							N <u>e</u> u
							Hilfe

Bild 13-17 Listenfeld "Beschreibung der Stabgruppen"

Definieren der Wände im Netz

Dies kann entweder graphisch oder numerisch (über Tabelle) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird gezeigt, wie Stabstandorte im Netz graphisch definiert werden können.

Um die Außenwände im Netz graphisch zu definieren

- Wählen Sie "Stäbe einfügen" aus dem Menü "Graphisch" im Bild 13-15, der Cursor wechselt vom Pfeil zum Kreuz. Klicken Sie die linke Maustaste auf den Anfangsknoten des ersten Stabs, schleifen mit der Maus bis zum Endknoten dieses Trägers (Bild 13-18), dann klicken auf dem Endknoten. Das Dialogfeld "Stabelemente" im Bild 13-19 erscheint
- In diesem Dialogfeld klicken Sie auf die Schaltfläche "OK"

PLA-Date	en - [TU1] Grachiach	j = [St?be jiher Taho	la Ontiona	n Form	at Eonato	, Hilfo													
Ansicht			ie <u>o</u> puorie	n <u>r</u> oini	at re <u>ri</u> ste Staborupo	oen ■/	1 <u>/a</u> #/		1 = 8	% ⊮ ⊮	А	[@ 100	- 0		ស្នា 👘	C ?		
		1.8.1		1	22		·			<i>u</i>					• : •		164		
-																			
													ļ						
1			1	1	: ;		1	1	1	1		1							

Bild 13-18 Einfügen des ersten Stabs mit der Maus

Stabelemente	×
Gruppe Nr.	[-] 1 👻
Anfang von Knoten Nr.	[-] 32
Ende bis Knoten Nr.	[-] 42
<u>OK</u> <u>A</u> bbrechen	Hilfe

Bild 13-19 Dialogfeld "Stabelemente"

Nun ist der erste Stab definiert, wie im Bild 13-20 gezeigt. Beachten Sie, dass *ELPLA* schon 1 auf den Stab geschrieben hat, als Hinweis auf die Stabgruppen-Nummer.



Bild 13-20 Die erste Wand mit Querschnitt 1 auf dem Bildschirm

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die übrigen Wände im Netz einzufügen. Nach der Definition aller Wände sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 13-21 aussehen.



Bild 13-21 Wände auf dem Bildschirm

Nach Eingabe aller Daten und Parameter von Wänden machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Stäbe speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-21, um die Daten der Wände zu speichern
- Wählen Sie "Stäbe schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-21, um das eingebettete Programm "Stäbe" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Stäbe" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.5 Baugrunddaten

Im Programm *ELPLA* gibt es drei verschiedene Baugrundmodelle mit mehreren Berechnungsverfahren. Deshalb ist es erforderlich, die Baugrunddaten für jedes Verfahren entsprechend dem verwendeten Baugrundmodell zu definieren. Im gegenwärtigen Beispiel ist das Baugrundmodell, das bei der Berechnung verwendet wird, ein geschichtetes Baugrundmodell. Dieses Modell erfordert drei Bohrprofile an verschiedenen Stellen des Bodens, um den Baugrund zu definieren. Jedes Bohrprofil hat zwei Schichten mit verschiedenen Bodenmaterialien. Die geotechnischen Daten für jede Schicht sind Wichten des Bodens γ_s , Steifemodul (oder Elastizitätsmodul) für Erstbelastung E_s und für Wiederbelastung W_s .

Um die Baugrunddaten zu definieren

- Wählen Sie "Eigenschaften des Bodens" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Unterprogramm im Bild 13-22 erscheint mit einem Standardbohrprofil



Bild 13-22 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Bodens" mit einem Standardbohrprofil

Baugrunddaten werden durch das "Daten"-Menü im Bild 13-22 definiert, welches die folgenden zwei Befehle enthält:

- "Baugrunddaten"-Befehl
 - Dieser Befehl wird verwendet, um die einzelnen Bohrprofile zu definieren
- "Baugrund-Grunddaten"-Befehl
 Dieser Befehl wird verwendet, um die zugehörigen Daten f
 ür alle Bodenschichten zu definieren

Um die Baugrunddaten für die drei Bohrprofile des gegenwärtigen Beispiels einzugeben

- Wählen Sie im Fenster (Bild 13-22) den Befehl "Baugrunddaten" aus dem "Daten"-Menü. Das folgende Dialogfeld im Bild 13-23 mit Standardbohrprofildaten erscheint

Baugrunddaten								
Profil-Nr. 1 von 3 Profilen: Schicht-Nr. 1 von 2 Schichten: Kurzzeichen für Bodenarten und Fels: Hauptbodenart 1 T, Ton Hauptbodenart 2 -, keine Nebenbodenart 2 -, keine Farbe vi, violett	Geotechnischen Daten der Schicht: Eigenschaften des Bodens werden mit Elastizit?tsmodul E definiert E [kN/m²] 10000 Fhi [°] 0 W [kN/m²] 30000 c [kN/m²] 0 Gam [kN/m²] 18 Nue [-] 0.3							
Schicht kopieren Schicht einfügen Sch	Tiefe der Schicht unter Gel?nde [m] 5.50	_						
Profil kopieren Profil einfügen: X-Koord.des Bohrprofils [m] 2.00 Profil entfernen Profil einfügen Y-Koord.des Bohrprofils [m] 3.50 Bezeichnung des Bohrprofils BPN1								
<u>QK</u> <u>Abbrechen</u>	N <u>e</u> u	Hilfe						

Bild 13-23 Dialogfeld "Baugrunddaten"

Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 13-23 definieren Sie die geotechnischen Daten der ersten Bodenschicht des ersten Bohrprofils wie folgt:

E_s	= 10000	$[kN/m^2]$
W_s	= 30000	$[kN/m^2]$
γ_s	= 18	$[kN/m^3]$
v_s	= 0.3	[-]

In diesem Beispiel sind der Winkel der inneren Reibung φ und die Kohäsion *c* des Bodens nicht erforderlich. Deshalb kann der Benutzer den Wert 0 der inneren Reibung φ und der Kohäsion *c* übernehmen wie folgt:

$\varphi_{ m s}$	= 0	[°]
C_{S}	= 0	$[kN/m^2]$

Die untere Tiefe der ersten Schicht wird für das erste Bohrprofil mit 5.5 [m] angesetzt, die gleich dem Grundwasserspiegel ist. Nun schreiben Sie diesen Wert im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände".

Um die Bodenschichten mit verschiedenen Symbolen nach DIN 4023 zu zeichnen, müssen die Bodenart und Farbe für jede Schicht definiert werden.

Um Bodenart und Farbe für die erste Schicht zu definieren

Wählen Sie "T, Ton" als die Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels" (Bild 13-23). Die Farbe des Bohrprofils nach DIN 4023 wird automatisch erstellt als violett. Der Benutzer kann diese ändern, falls gewünscht. Auch wird ein kurzer Text "T" automatisch für den Ton erstellt Um die zweite Schicht des ersten Bohrprofils einzugeben

- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Sch. Kopieren" im Bild 13-23. Eine Schicht mit den Eigenschaften der ersten Schicht wird kopiert
- Verwenden Sie die vertikale Bildlaufleiste, um sie zur zweiten Bodenschicht zu bewegen.
 Die Schicht-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds f
 ür Bodenschichten als Kopftitel geschrieben
- Wählen Sie "Sst, Sandstein" als die Bodenart im "Hauptbodenart 1"-Kombinationsfeld im Dialoggruppenfeld "Kurzzeichen für Bodenarten und Fels"
- Im Dialoggruppenfeld "Geotechnische Daten der Schicht" im Bild 13-23 definieren Sie die geotechnischen Daten der Sandsteinschicht wie folgt:

= 160000	$[kN/m^2]$
=400000	$[kN/m^2]$
= 21	$[kN/m^3]$
= 0.3	[-]
= 0	[°]
= 0	$[kN/m^2]$
	$= 160000 \\= 400000 \\= 21 \\= 0.3 \\= 0 \\= 0$

- Ändern Sie den Wert der Tiefe der Schicht unter Gelände von 5.5 [m] auf 14 [m]

Nach dem Editieren der geotechnischen Daten für das erste Bohrprofil müssen die Koordinaten des Bohrprofils und ein kurzer Text zur Bezeichnung des Bohrprofils eingegeben werden.

Um in Bild 13-23 Koordinaten und Bezeichnung des Bohrprofils einzugeben

- Schreiben Sie 2 für x-Koordinate im Textfeld "x-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie 3.5 für y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie BPN1 als Bezeichnung für das erste Bohrprofil im Textfeld "Bezeichnung des Bohrprofils"

Nun sind alle Daten und Parameter für das erste Bohrprofil eingegeben. Der nächste Schritt ist die Eingabe der Daten der anderen zwei Bohrprofile. Da die drei Bohrprofile die gleichen Bodenschichten enthalten, werden die Daten der anderen zwei Bohrprofile erstellt durch Kopieren der Daten des ersten Bohrprofils. Nun ist es erforderlich, die Schichttiefen, Koordinaten der Bohrprofile und Bezeichnungen der Bohrprofile zu modifizieren.

Um die anderen beiden Bohrprofile zu erstellen

- Klicken Sie zweimal auf die Schaltfläche "Profil kopieren" im Bild 13-23. Zwei Bohrprofile mit denselben Daten und Parametern des ersten Bohrprofils werden kopiert

Modifizieren der Bohrprofildaten

Modifizieren der Bohrprofilkoordinaten wird nur numerisch durchgeführt, während das Modifizieren der anderen Daten der Bohrprofile wahlweise numerisch oder graphisch durchgeführt werden kann. In diesem Beispiel werden alle Daten numerisch modifiziert. Um die Koordinaten und Bezeichnung des Bohrprofils zu modifizieren

- Verwenden Sie die horizontale Bildlaufleiste, um sie zum 2. Bohrprofil zu bewegen. Die Bohrprofil-Nr. wird automatisch an der oberen linken Ecke des Hauptdialogfelds für die Bohrprofile als Kopftitel geschrieben
- Schreiben Sie 20.5 als *x*-Koordinate im Textfeld "*x*-Koordinate des Bohrprofils [m]" im Bild 13-23
- Schreiben Sie 2.5 als y-Koordinate im Textfeld "y-Koordinate des Bohrprofils [m]"
- Schreiben Sie BPN2 als Bezeichnung des zweiten Bohrprofils im Dialogfeld "Bezeichnung des Bohrprofils" im Bild 13-23
- Im Textfeld "Tiefe der Schicht unter Gelände" (Bild 13-23) schreiben Sie 6.3 [m] für die erste Schichttiefe

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die Bohrungsdaten für das dritte Bohrprofil zu modifizieren. Die Daten, die benötigt werden, um das dritte Bohrprofil zu modifizieren, sind:

x-Koordinate des Bohrprofils	= 17.0	[m]
y-Koordinate des Bohrprofils	= 13.5	[m]
Bezeichnung des Bohrprofils	= BPN3	
Tiefe der Schicht unter Gelände (erste Schicht)	= 7.0	[m]

Nach dem Erstellen von Bohrprofilen klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrunddaten" im Bild 13-23, um die definierten Bohrprofile auf dem Bildschirm zu sehen, wobei der Benutzer die Eingabedaten und Parameter kontrollieren oder modifizieren kann. Als Standardzeichnungsparameter stellt *ELPLA* nur das erste Bohrprofil auf dem Bildschirm dar (Bild 13-24).



Bild 13-24 Erstes Bohrprofil auf dem Bildschirm

Um alle oder spezielle Bohrprofile auf dem Bildschirm darzustellen

- Wählen Sie den Befehl "Darstellung der Bohrprofilschnitte" aus dem "Graphik"-Menü im Bild 13-24. Das folgende Listenfeld im Bild 13-25 erscheint

Um ein gewähltes Bohrprofil anzuzeigen

- Wählen Sie das Bohrprofil, das Sie zeichnen wollen, aus der Liste der verfügbaren Bohrprofile im Bild 13-25
- Klicken Sie auf die Schaltfläche "Profil hinzufügen". Doppelklicken auf das erforderliche Bohrprofil in der Liste der verfügbaren Bohrprofile gibt dasselbe Ergebnis. Entsprechend verfahren Sie beim Entfernen eines Bohrprofils aus der Zeichnungsliste
- Klicken Sie auf "OK" im Bild 13-25. Die gewählten Bohrprofile erscheinen auf dem Bildschirm zur Kontrolle oder um die Bohrprofildaten graphisch zu ändern (Bild 13-26)

Li	Liste der Bohrprofile 🛛 🔀										
ſ	iste c	ler gew?hlte	n Bohrprofile, um zu zeichnen:	<u>o</u> k							
	Nr.	Bohrprofil	Nr. Bezeichnung des Bohrprofils								
	1		1 BPN1								
	2		2 BPN2	Abbrechen							
	3		3 BPN3								
				Hilfe							
ſ	iste o	ler verfügba	ren Bohrprofile:	Neu							
	Boł	hrprofil Nr.	Bezeichnung des Bohrprofils								
		1	BPN1								
		2	BPN2	Profil einfügen							
		3	BPN3								
				Profil ent <u>f</u> ernen							

Bild 13-25 Listenfeld "Liste der Bohrprofile"



Bild 13-26 Bohrprofile auf dem Bildschirm

Um die Baugrund-Grunddaten für alle Schichten einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Baugrund-Grunddaten" aus dem "Daten"-Menü im Bild 13-26. Das folgende Dialogfeld im Bild 13-27 erscheint. In diesem Dialogfeld geben Sie den Abminderungsfaktor für die Setzung $\alpha = 1$ [-] und die Grundwassertiefe unter Gelände $G_w = 12$ [m] ein, wie im Bild 13-27 gezeigt
- Klicken Sie auf "OK" im Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten" im Bild 13-27

Baugrund-Grunddaten			
Eigenschaften des Bodens Berechnungsparameter der Flexibilit?tskoeffizienten Tragf?higkeitsbeiwerte			
-Raugupt-Grupddaten			
Abminderungsfaktor für Setzungen Alfa <= 1	Alfa	[-]	1
Grundwassertiefe unter Gel?nde	Gw	[m]	12.00
OK <u>A</u> bbrechen	Hilfe		

Bild 13-27 Dialogfeld "Baugrund-Grunddaten"

Nach Eingabe aller Daten und Parameter der Baugrunddaten erfolgen die nächsten zwei Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Bohrprofilschnitte speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-26, um die Baugrunddaten zu speichern
- Wählen Sie den Befehl "Bohrprofilschnitte schließen" aus demselben Menü, um das Unterprogramm "Eigenschaften des Bodens" zu schließen und zum Hauptfenster von *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Eigenschaften des Bodens" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.6 Eigenschaften des Fundaments

Um die Eigenschaften des Fundaments zu definieren

 Wählen Sie den Befehl "Eigenschaften des Fundaments" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 13-28 erscheint mit Standardwerten von Eigenschaften des Fundaments. Die Daten der Eigenschaften des Fundaments für dieses Beispiel sind Fundamentmaterial, Fundamentdicke und Gründungstiefe. Die anderen Daten entsprechen den Eigenschaften des Fundaments in den Programmenüs. Deshalb kann der Benutzer diese Daten aus den Standardwerten der Eigenschaften des Fundaments übernehmen



Bild 13-28 Eingebettetes Programm "Eigenschaften des Fundaments"

Um das Fundamentmaterial und die Fundamentdicke einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Elementgruppen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 13-28. Das folgende Listenfeld im Bild 13-29 mit Standardwerten erscheint. Um einen Wert im Listenfeld einzugeben oder zu modifizieren, schreiben Sie diesen Wert in die entsprechende Zelle, dann drücken Sie "Eingabe". Im Listenfeld von Bild 13-29 geben Sie *E*-Modul des Fundaments, *Poissonz*ahl des Fundaments und die Fundamentdicke ein
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 13-29 Listenfeld "Beschreibung der Elementgruppe"
Um die Wichte des Fundamentbetons einzugeben

- Wählen Sie "Wichte des Fundamentbetons" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 13-28. Das folgende Dialogfeld im Bild 13-30 mit einer Standardwichte von 25 [kN/m³] erscheint. Belassen sie diesen Wert
- Klicken Sie auf "OK"

Wichte des Fundamentbetons						
Wichte des Fundament	betons	Gb [kN/m³]				
<u></u>	N <u>e</u> u	Abbrechen	Hilfe			

Bild 13-30 Dialogfeld "Wichte des Fundamentbetons"

Um die Gründungstiefe unter Geländehöhe einzugeben

- Wählen Sie den Befehl "Gründungstiefe" aus dem Menü "Eigenschaften des Fundaments" im Fenster von Bild 13-28. Das folgende Dialogfeld im Bild 13-31 erscheint, um die Gründungstiefe unter Geländehöhe zu definieren
- Schreiben Sie 2.5 im Textfeld "Gründungstiefe unter Geländehöhe (a)/(b)"
- Klicken Sie auf "OK"



Bild 13-31 Dialogfeld "Gründungstiefe"

Nach der Eingabe der Eigenschaften des Fundaments machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-28, um die Eigenschaften des Fundaments zu speichern
- Wählen Sie "Eigenschaften des Fundaments schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Eigenschaften des Fundaments" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Eigenschaften des Fundaments" im "Daten"-Menü von *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.7 Einflussfelder der Bohrprofile

Wenn der Untergrund unter der Platte durch zwei oder mehr Bohrprofile definiert wird, wie im gegenwärtigen Beispiel, muss die Unregelmäßigkeit des Untergrunds berücksichtigt werden. Über den Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile" kann der Benutzer definieren, welche Methode verwendet werden soll, um die Unregelmäßigkeit des Untergrunds zu berücksichtigen. Im gegenwärtigen Beispiel ist die Methode, die verwendet wird, die Interpolation.

Um die Interpolationsmethode in der Berechnung zu berücksichtigen

- Wählen Sie "Einflussfelder der Bohrprofile" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 13-32 erscheint mit einer Standardmethode. Das Programm *ELPLA* berücksichtigt die Interpolationsmethode als die Standardmethode, die die Unregelmäßigkeit des Untergrundes betrachtet. In den meisten Fällen definiert *ELPLA* die Interpolationszonentypen I, II, III automatisch wie in diesem Beispiel. Aber im Fall extremer Bohrungsanordnungen muss der Benutzer diese Zonen von Hand definieren



Bild 13-32 Eingebettetes Programm "Einflussfelder der Bohrprofile"

Sie brauchen nichts zu ändern. Nun folgen weitere zwei Schritte:

- Wählen Sie "Einflussfelder der Bohrprofile speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-32, um die Einflussfelder der Bohrprofile zu speichern
- Wählen Sie den Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-32, um das eingebettete Programm "Einflussfelder der Bohrprofile" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Einflussfelder der Bohrprofile" im "Daten"-Menü des Programms *ELPLA-Daten* getippt wird.

2.8 Lastdaten

Im Programm *ELPLA* können Lasten der Platte wie Einzellasten, Linienlasten, Flächenlasten oder Momente im Netz der finiten Elemente und Knoten an beliebigen Stellen unabhängig von den Elementgrößen angeordnet werden.

Um die Lastdaten zu definieren

- Wählen Sie "Lastdaten" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten-*Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 13-33 erscheint

LPLA-I	Date	n - [T	U1]	- [Lastda	ten]										
tei <u>A</u> nsi	icht	<u>G</u> raphi:	sch	über Tabelle	e über	Eormel	Optionen	<u>F</u> ormat	Fenster	Hilfe					
🖻 🖣		î [쇱	*/ 🖾	Q	•	2 100	•		<i>®y</i> ⊬	N A	6	8 🔬 I	0 🕅	
Ci	*↓	* *	k [†] ↓	m 👬 🛣	व क्रैंव	<u>x 1</u>		<u> </u>							
								1							
= 36.75	¥ [m]	J = 8.36	5												

Bild 13-33 Eingebettetes Programm "Lastdaten"

Im Programm *ELPLA* kann die Eingabe der Lasten entweder numerisch (über Tabelle) oder graphisch durch Verwenden der Befehle im Menü "graphisch" (Bild 13-28) durchgeführt werden. In diesem Beispiel wird die numerische Eingabe der Lasten gezeigt.

Die Bauwerkslasten bestehen aus 2 Einzelstützen mit P = 18 [MN] und Linienlasten p = 300 [kN/m] aus den Außenwänden.

Um die Abmessungen der Stützen an der Gründungstiefe zu vernachlässigen

- Wählen Sie "Stützentypen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 13-33
- Das folgende Listenfeld im Bild 13-35 erscheint mit Standardwerten *a* = 0.5 [m] und *b* = 0.5 [m]
- Um die Abmessungen der Stützen in der Berechnung zu vernachlässigen, tippen sie 0 in die Zellen für die Stützenseiten *a* und *b*
- Klicken Sie auf "OK"

Stützen	lypen		×
Gruppe Nr.	Stützenseite a [m]	Stützenseite b [m]	
1	0.00	0.00	
			Einfügen
			<u>K</u> opieren
			L2?schen
			N <u>e</u> u
			Hilfe

Bild 13-34 Listenfeld "Stützentypen"

Um die Punktlasten einzugeben

- Wählen Sie "Punktlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 13-33. Das folgende Listenfeld im Bild 13-35 erscheint
- Geben Sie die einwirkenden vertikalen Punktlasten *P* [kN] mit der Stellung (*x*, *y*) im Koordinatensystem im Listenfeld von Bild 13-35 ein. Dies erfolgt durch Schreiben des Wertes in der entsprechenden Zelle und dann Drücken der "Eingabe"-Schaltfläche. Die Koordinaten für die Lasteingabe *P* beziehen sich aber immer auf die linke untere Ecke des zugehörigen Fundamentes (lokale Koordinaten)
- Klicken Sie auf "OK"

Punl	ktlasten				×
Nr. I [-]	Stützentypen I [-]	Last P [kN]	X-Stellung × [m]	Y-Stellung Y [m]	<u>QK</u> Abbrechen
1	1	18000	15.00	7.50	Einfügen
					<u>K</u> opieren
					L?schen
					N <u>e</u> u
					Hilfe

Bild 13-35 Listenfeld "Punktlasten"

Wiederholen Sie die vorherigen Schritte, um die Linienlasten einzugeben, mit dem Befehl "Linienlasten" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 13-33.

Nachdem Sie die Definition aller Lastdaten beendet haben, sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 13-36 aussehen.



Bild 13-36 Lasten auf dem Bildschirm

Nach dem Beenden der Definition von Lastdaten machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Lastdaten speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-36, um die Lastdaten zu speichern
- Wählen Sie "Lastdaten schließen" aus demselben Menü, um das eingebettete Programm "Lastdaten" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Lastdaten" im "Daten"-Menü des Programms *ELPLA-Daten* getippt wird.

Die Erstellung des ersten Projekts ohne Tunnel ist jetzt vollständig.

3 Erstellen der Daten für das zweite Modell (mit Tunnel)

Die Daten der zwei Modelle sind ähnlich außer der Tunnel-Einwirkung. Die Auftragsdaten werden hier eingegeben, sodass der Benutzer zwischen den zwei Projekten unterscheiden kann. Die Daten des zweiten Projekts werden erstellt, indem die Daten des ersten Projekts unter einem neuen Dateinamen "TU2" gespeichert und dann modifiziert werden.

Um die Daten unter einem neuen Dateinamen zu speichern

- Wählen Sie "Projekt speichern unter" aus dem "Datei"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende Dialogfeld "Speichern unter" im Bild 13-37 erscheint In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie einen Dateinamen für das zweite Modell im Textfeld "Dateiname", z.B. "TU2"
- Klicken Sie auf "Speichern"



Bild 13-37 Dialogfeld "Speichern unter"

3.1 Modifizieren der Berechnungsverfahren-Optionen

Um die Option von Bodensenkungen zu entfernen, machen Sie die folgenden Schritte:

- Wählen Sie den Befehl "Berechnungsverfahren" aus dem "Daten"-Menü
- Die erste Form des Wizard-Assistenten "Berechnungsverfahren" ist die "Berechnung"-Form, Bild 13-2. In dieser Form klicken Sie "Weiter", um zur nächsten Seite zu gehen
- Danach erscheint die Form "Berechnungsverfahren" (Bild 13-3). Klicken Sie "Weiter", um zur nächsten Form zu gehen
- Die n\u00e4chste Form ist die "Symmetrie des Plattengrundrisses" (Bild 13-4). Hier Klicken Sie "Weiter"
- Die letzte Form des Wizard-Assistenten enthält die "Option" Liste, Bild 13-38. In dieser Liste wählen Sie die Option "Einfluss von Bodensenkungen auf die Setzungen", dann klicken Sie auf "Speichern"

Berechnungsverfahren								
Optionen:								
St?be in der Platte								
🔲 🤾 Zus?tzliche Einzelfedern								
Auflager/ Randbedingungen								
Bewehrung der Platte								
Nichtlineares Baugrundmodell								
Berechnung der Verschiebungen im Boden								
Berechnung der Spannungen im Boden								
T [*] Einfluss von Temperatur?nderungen auf die Setzungen								
Alles markieren								
Nichtlineare Berechnung von Pfahl-Plattengründung:								
Nichtlineare Berechnung mit Verwendung einer hyperbolischen Funktion für Last-Setzung								
Michelinean Devectoring mit vormendung DM 2012 Für Lert, Schrung								
V Nichtlineare Berechnung mit Verwendung D1N 4014 für Last-Setzung								
Hilfe Speichern unter Abbrechen < Zurück Weiter > Speichern								

Bild 13-38 Optionsfeld "Optionen"

3.2 Modifizieren der Projektbezeichnung

Um die Projektbezeichnung zu modifizieren

- Wählen Sie "Bezeichnung des Projekts" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten-*Fensters. Das Dialogfeld im Bild 13-39 erscheint

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie "Mit Tunnel" im Textfeld "Projekt"
- Klicken Sie auf "Speichern"

Bezeich	Bezeichnung des Projekts 🛛 🛛 🔀								
Bezeichnung des Projekts:									
Auftrag	Wirkung von einem Untertunnel Errichtung auf ein Fundament eines Geb?ude								
Datum	Sechsten November 2008								
Projekt	Mit dem Tunnel								
Speiche	ern Abbrechen Hilfe Laden Speichern unter								

Bild 13-39 Dialogfeld "Bezeichnung des Projekts"

3.3 Bodensenkungen

Um die Bodensenkungen für das zweite Modell zu modifizieren

- Wählen Sie "Bodensenkungen" aus dem "Daten"-Menü des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das folgende eingebettete Programm im Bild 13-40 erscheint



Bild 13-40 Eingebettetes Programm "Bodensenkungen"

In diesem Programm

- Wählen Sie "Bodensenkungen" aus dem Menü "über Tabelle" im Fenster von Bild 13-40. Das folgende Dialogfeld im Bild 13-41 erscheint
- Tippen Sie die Knoten-Nummern und die entsprechenden Werte der Bodensenkungen
- Klicken Sie auf "OK"

Boo	lensenki	Ingen		X
Nr. I	Knoten Nr.	Einfluss von Bodensenkungen auf die Setzungen	-	<u>O</u> K
[-]		Ss [cm]		<u>A</u> bbrechen
1	8	0.01		Finfügen
2	9	0.44		
3	10	1.34		Kopierep
4	11	2.76		Vobieren
5	12	2.86		1.2echop
6	13	1.46		Lischen
7	14	0.56		Neu
8	15	0.04		
9	24	0.16		Life
10	25	0.96		
11	26	2.08		
4.2		2.00		

Bild 13-41 Dialogfeld "Bodensenkungen"

 Image: Instrument of the second company
 Image: Image:

Nach der Definition der Bodensenkungen sollte der Bildschirm wie das folgende Bild 13-42 aussehen.

Bild 13-42 Bodensenkungen auf dem Bildschirm

Nach der Eingabe der Bodensenkungen machen Sie die folgenden zwei Schritte:

- Wählen Sie "Bodensenkungen speichern" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-42, um die Bodensenkungen zu speichern
- Wählen Sie "Bodensenkungen schließen" aus dem "Datei"-Menü im Bild 13-42, um das eingebettete Programm "Bodensenkungen" zu schließen und zum Hauptfenster des Programms *ELPLA-Daten* zurückzukehren

Beachten Sie, dass das Zeichen " $\sqrt{}$ " automatisch neben dem Befehl "Bodensenkungen" im "Daten"-Menü des Programms *ELPLA-Daten* getippt wird.

4 Durchführung der Berechnung

Es wird zuerst die Berechnung des ersten, dann des zweiten Modells durchgeführt.

4.1 Starten des Programms ELPLA-Berechnung

Um eine Aufgabe zu berechnen, öffnen sie die Datei "TU1", dann überlassen Sie das Programm *ELPLA-Daten* dem Programm *ELPLA-Berechnung*. Dies geschieht durch Klicken auf "Berechnung" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Daten*-Fensters. Das *ELPLA-Berechnung*-Fenster erscheint (Bild 13-43).



Bild 13-43 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Berechnung

ELPLA-Berechnung öffnet die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt automatisch den Datendateinamen in der *ELPLA-Berechnung*-Fenstertitelleiste an. Das Menü "Berechnung" enthält Befehle aller Berechnungen, sie hängen vom benutzten Verfahren in der Berechnung ab.

Berechnungen für das erste Modell

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Steifigkeitsmatrix der Stäbe aufbauen
- Iterationsprozess
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Berechnungen für das zweite Modell

- Lastvektor aufstellen
- Flexibilitätskoeffizienten des Bodens berechnen
- Steifigkeitsmatrix des Bodens aufstellen
- Einfluss von Bodensenkungen auf die Setzungen
- Steifigkeitsmatrix der Stäbe aufbauen
- Iterationsprozess
- Verformungen, Schnittgrößen und Sohldrücke berechnen

Diese Berechnungen können individuell oder auf einmal durchgeführt werden.

4.2 Durchführung aller Berechnungen

Um alle Berechnungen zusammen durchzuführen

- Wählen Sie "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*. Das folgende Optionsfeld "Iterationsparameter" erscheint
- Im Optionsfeld "Iterationsparameter" (Bild 13-44) lassen sie die gewählte Option wie gegeben
- Klicken Sie auf "OK"

Iterationsparameter							
Welche Option beendet den Iterationsprozess?							
Genauigkeit [m]							
C Iteration Nr.	10						
OK <u>A</u> bbrechen	Hilfe						

Bild 13-44 Optionsfeld "Iterationsparameter"

Der Fortschritt aller Berechnungen entsprechend dem definierten Verfahren wird automatisch mit Darstellung der Information durch Menüs durchgeführt.

Berechnungsfortschritt

Das Berechnungsfortschrittsmenü im Bild 13-45 erscheint in den verschiedenen Phasen der Berechnung. Auch zeigt eine Statusleiste auf dem Bildschirm unten am *ELPLA-Berechnung*-Fenster Information über den Fortschritt der Berechnung.



Bild 13-45 Berechnungsfortschrittsmenü

Iterationsprozess

Informationen über Konvergenz der Lösung während des Iterationsprozesses im Listenfeld "Iterationsprozess" (Bild 13-46) werden angezeigt.

Iterationspr	ozess						
Iteration Nr.	Genauigkeit [m]	Stop					
1	0.02288176000						
2	0.00044275620	Pause					
<u>H</u> ilfe							
Iterationzyclus wird mit Genauigkeit [m]<= 0.0001 Rechenzeit = 00:00:00 Iteration l?uft!							

Bild 13-46 Listenfeld "Iterationsprozess"

Kontrolle der Rechenergebnisse

Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 13-47). Dieses Menü vergleicht zwischen Istwert und Sollwert. Durch diese vergleichende Untersuchung kann der Benutzer die Rechengenauigkeit abschätzen.

Kontrolle der Rechenergebnisse						
V - Last						
Gesamtlast	[kN] = 61403					
Summe der Sohlkr?fte	[kN] = 61389					
X - Moment						
Summe Mx aus Last	[kN.m] = 12630					
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] = 12642					
Y - Moment						
Summe My aus Last	[kN.m] = 31354					
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] = 31360					
<u>OK</u> Hilf	e					

Bild 13-47 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse" für das erste Modell

Um die Berechnung des Problems zu beenden, klicken Sie auf "OK".

Nun ist die Berechnung des ersten Modells vollständig. Danach muss das zweite Modell berechnet werden.

Um die Berechnung des zweiten Modells durchzuführen

- Öffnen sie die Datei "TU2" aus dem "Datei"-Menü des ELPLA-Berechnung-Fensters
- Wählen sie den Befehl "Alles berechnen" aus dem Menü "Berechnung" im Fenster des Programms *ELPLA-Berechnung*
- Sobald die Berechnung vollständig ist, erscheint ein Kontrollmenü der Lösung (Bild 13-48)

Kontrolle der Rechenergebnisse					
V - Last					
Gesamtlast	[kN] = 61437				
Summe der Sohlkr?fte	[kN] = 61414				
X - Moment					
Summe Mx aus Last	[kN.m] = 12625				
Summe Mx aus Sohldrücken	[kN.m] = 12612				
Y - Moment					
Summe My aus Last	[kN.m] = 31361				
Summe My aus Sohldrücken	[kN.m] = 31382				
<u>O</u> K <u>H</u> ilfe					

Bild 13-48 Menü "Kontrolle der Rechenergebnisse" für das zweite Modell

Klicken sie auf "OK", um die Berechnung des zweiten Modells zu beenden.

5 Darstellung von Daten und Ergebnissen

ELPLA kann eine große Variante von Ergebnissen in Graphiken, Diagrammen oder Tabellen durch die drei Unterprogramme *ELPLA-Graphik*, *ELPLA-Schnitte* und *ELPLA-Liste* darstellen.

Beachten Sie, dass *ELPLA-Daten* nur verwendet wird, um die Daten des Problems zu definieren und darzustellen. *ELPLA-Graphik* wird verwendet, um die Daten graphisch zu drucken, während *ELPLA-Liste* verwendet wird, um die Daten numerisch zu drucken.

5.1 Graphische Darstellung von Ergebnissen

Um die Daten und Ergebnisse des ersten Modells, das schon definiert und berechnet worden ist, graphisch darzustellen, öffnen sie die Datei "TU1", dann überlassen Sie das Programm *ELPLA-Berechnung* dem Programm *ELPLA-Graphik*. Dies erfolgt durch Klicken auf "Graphik" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Berechnung*-Fensters.

Das Fenster des Programms *ELPLA-Graphik* erscheint (Bild 13-49). *ELPLA-Graphik* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Graphik*.



Bild 13-49 Oberfläche des Unterprogramms ELPLA-Graphik

Um die Setzungsergebnisse für das erste Modell ohne Tunnelwirkung als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 13-50 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen für das erste Modell werden jetzt als Isoliniendarstellung angezeigt (Bild 13-51).

lsoliniendarstellung von	Ergebnissen 🔀
Was soll dargestellt werden?	
Setzungen	🔿 Sohldrücke q
C Momente mx	C Momente my
C Momente mxy	C Querkr?fte Qx
C Querkr?fte Qy	<u>O</u> K
🔿 Bettungsmoduli ks	0bbrochop
C Hauptmomente hm1	ADDrechen
C Hauptmomente hm2	Hilfe

Bild 13-50 Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen"



Bild 13-51 Setzungen als Isoliniendarstellung für das erste Modell

Um die Setzungsergebnisse für das zweite Modell mit Tunneleinwirkung als Isoliniendarstellung zu betrachten

- Wählen Sie die Datei "TU2" aus dem "Datei"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*
- Wählen Sie "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" aus dem "Graphik"-Menü des Programms *ELPLA-Graphik*. Das folgende Optionsfeld im Bild 13-50 erscheint
- Im Optionsfeld "Isoliniendarstellung von Ergebnissen" wählen Sie "Setzungen", um probeweise die Ergebnisse darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen werden jetzt als Isoliniendarstellung für das zweite Modell mit der Tunneleinwirkung auf das Fundament angezeigt (Bild 13-52).



Bild 13-52 Setzungen als Isoliniendarstellung für das zweite Modell

5.2 Zeichnen eines Diagramms von Ergebnissen

Um ein Diagramm von Ergebnissen zu zeichnen, überlassen Sie der Programm *ELPLA-Graphik* dem Programm *ELPLA-Schnitte* (durch Klicken auf "Schnitte" in der Menüleiste der Unterprogramme an der oberen rechten Ecke des *ELPLA-Graphik* Fensters). Die Oberfläche des Fensters *ELPLA-Schnitte* erscheint (Bild 13-53). *ELPLA-Schnitte* öffnet automatisch die Datendatei des gegenwärtigen Beispiels und zeigt den Datendateinamen an der Fenstertitelleiste des Programms *ELPLA-Schnitte*.



Bild 13-53 Oberfläche des Unterprogramms *ELPLA-Schnitte*

Um die Ergebnisse der zwei Modelle zusammen zu berücksichtigen

- Wählen Sie "Kombination von mehreren Projekten" aus dem "Datei"-Menü. Das folgende Listenfeld im Bild 13-54 erscheint. *ELPLA-Schnitte* berücksichtigt automatisch das Projekt "TU2" in der Liste der zu kombinierenden Projekte
- Klicken Sie auf "Projekt hinzufügen" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten". Dann öffnen Sie das Projekt "TU1"
- Klicken Sie auf "OK" im Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten"

K	Kombination von mehreren Projekten								
ſ	iste c	der zu kombinierenden Projekt	OK (
	Nr.	Dateiname des Projekts	Bezeichnung des Projekts						
	1	E:\Omar\K6\TU2	Mit dem Tunnel		Abbrechen				
	2	E:\Omar\Analysis of	Ohne dem Tunnel]					
					Projekt hinzufügen				
					Projekt ent <u>f</u> ernen				
					N <u>e</u> u				
					Hilfe				

Bild 13-54 Listenfeld "Kombination von mehreren Projekten"

Um ein Diagramm in *x*-Richtung zu zeichnen

- Wählen Sie "Schnitt in *x*-Richtung" aus dem Menü "Schnitte" des Programms *ELPLA-Schnitte*. Das folgende Optionsfeld im Bild 13-55 erscheint
- Im Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung" wählen Sie "Setzungen", um probeweise die Ergebnisse im Diagramm in *x*-Richtung darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Schnitt in x-Richtung						
Was soll dargestellt werden?						
Setzungen	🔿 Sohldrücke q					
C Momente mx	C Momente my					
C Momente mxy	🔿 Querkr?fte Qx					
C Querkr?fte Qy						
🔿 Bettungsmoduli ks	<u>O</u> K					
C Bodensenkungen Ss	Abbrachap					
C Hauptmomente hm1						
C Hauptmomente hm2	Hilfe					

Bild 13-55 Optionsfeld "Schnitt in *x*-Richtung"

Das folgende Dialogfeld im Bild 13-56 erscheint, um den Schnitt in *x*-Richtung zu definieren, der dargestellt werden soll.

In diesem Dialogfeld

- Schreiben Sie 7.5 in das Textfeld "Schnitt an y-Koordinate", um ein Diagramm an den horizontalen Achsen der Stützen darzustellen
- Klicken Sie auf "OK"

Die Setzungen werden in einem Diagramm dargestellt (Bild 13-57).

Der Benutzer kann die folgenden Schritte wiederholen, um die kritischen Ergebnisse von Sohldrücken darzustellen, wie in Bild 13-58 gezeigt, oder kritische Ergebnisse von Biegemomenten in x-Richtung (Bild 13-59). Die kritischen Ergebnisse, die gezeigt werden, lokalisierten bei y = 7.5 [m].

Schnitt in x-Richtung									
Eingabebereich in y-Richtung:									
Schnitt an y-Kool	Schnitt an y-Koordinate								
Eingabebereich in x-Richtung:									
von x-Koordinate	von x-Koordinate X1								
bis x-Koordinate	bis x-Koordinate X2								
<u>o</u> ĸ	OK <u>A</u> bbrechen <u>H</u> ilfe << <u>R</u> eduzieren								
	+++	-+++							
	····	-+++							
		-+++							
	····								

Bild 13-56 Dialogfeld "Schnitt in *x*-Richtung"



Bild 13-57 Diagramm der Setzungen in *x*-Richtung an den horizontalen Achsen der Stützen



Bild 13-58 Diagramm der Sohldrücke in x-Richtung bei y = 7.5 [m] (beide Modelle)



Bild 13-59 Diagramm der Biegemomente in x-Richtung bei y = 7.5 [m] (beide Modelle)

6 Stichwortverzeichnis

A

Achsen \cdot 46, 47

B

Benutzer · 6, 10, 21, 23, 26, 29, 33, 40, 46 Berechnung · 3, 6, 31, 37, 39, 40 Biegemomente · 46, 48

D

Datei \cdot 15, 19, 26, 29, 33, 37, 40, 43 definieren \cdot 6, 9, 15, 19, 20, 22, 26, 28, 30, 46 Diagramm \cdot 41, 44, 46, 47, 48 Dialogfeld \cdot 9, 11, 16, 20, 21, 23, 26, 33, 34, 46, 47

E

Elastizitätsmodul · 5, 19 *ELPLA-Berechnung* · 37, 39, 41 *ELPLA-Daten* · 6, 15, 19, 26, 29, 30, 33, 37 *ELPLA-Graphik* · 41, 42, 43, 44 *ELPLA-Schnitte* · 41, 44, 45 Ergebnisse · 41, 42, 44, 46

F

FE-Netzdaten · 11

H

Horizontale · 46, 47

I

Information \cdot 39 Isoliniendarstellung \cdot 42, 43, 44

K

Knoten \cdot 5, 13, 14, 30, 36 Kontrolle der Rechenergebnisse \cdot 40, 41

L

Lasten · 3, 30, 31, 33 Lösung · 39, 40

M

Menü · 6, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46 Modell · 5, 8, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 45, 48

0

Öffnen · 37, 40, 41, 45

P

*Poissonz*ahl · 5, 27 Programm · 12, 15, 19, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 39, 42 Projekt · 6, 9, 11, 33, 35, 45 Punktlasten · 29, 30

S

 $\begin{array}{l} Schnitt \cdot 44, 46, 47 \\ Setzungen \cdot 34, 38, 42, 43, 44, 46, 47 \\ Sohldrücke \cdot 38, 46, 48 \\ Speichern \cdot 9, 30, 33, 35 \\ Steifemodul für Erstbelastung \cdot 5 \\ Steifemodul für Wiederbelastung \cdot 5 \\ Stützen \cdot 31, 46, 47 \\ \end{array}$

T

Tabellen \cdot 41

U

Unterprogramm · 19, 26, 38, 44

V

Verfahren · 5, 8, 19, 24, 39

W

Wichte · 5, 19, 28 Wizard-Assistent · 6, 34