



4H- STATIKPROGRAMME
AUS HANNOVER

DTE Desktop[®]
Engineering



pcae GmbH Kopernikusstr. 4A 30167 Hannover Tel 0511/70083-0 Fax 0511/70080-99
Internet www.pcae.de Mail dte@pcae.de



4H-PFAHL

Räumliche Pfahlroste

4H-PFAHL

Räumliche Pfahlroste

Copyright 2003

pcae GmbH, Kopernikusstr. 4 A, 30167 Hannover

pcae versichert, dass Handbuch und Programm nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurden. Für absolute Fehlerfreiheit kann jedoch infolge der komplexen Materie keine Gewähr übernommen werden.

Änderungen an Programm und Beschreibung vorbehalten.

Korrekturen und Ergänzungen zum vorliegenden Handbuch sind ggf. auf der aktuellen Installations-CD enthalten. Ergeben sich Abweichungen zur Online-Hilfe, ist diese aktualisiert.

Teile dieses Handbuches dürfen unter Angabe der Quelle vervielfältigt werden.

##- PFAHL, Pfahlrost, ist ein Produkt der pcae GmbH, Hannover.

##- PFAHL berechnet und bemisst Bohrpfähle räumlicher Pfahlrostsysteme.

Die lastverteilende Kopfplatte mit beliebiger polygonaler Berandung wird als starr angenommen und wird nicht bemessen.

Bis zu neun Bodenschichten können erfasst werden. Die Bettungsmoduln werden in X- und Y-Richtung und für die Mantelreibung getrennt angegeben. Innerhalb jeder Schicht und für jeden Bettungswert sind die Veränderlichkeiten voneinander unabhängig. Bodenkennwerte zum Nachweis der Abstützung mit separater Faktorisierung für aktiven und passiven Erddruck sind anzugeben. Der Sicherheitsbeiwert für den passiven Erddruck ist vom Benutzer für Abschätzungen steuerbar. Bodenpressung und Erdwiderstand werden grafisch gegenübergestellt.

Das System kann aus einem Einzelpfahl oder einer Anzahl Pfähle (max 38) bestehen. Die Pfähle können geneigt sein (Trennung der Neigung in X- und Y-Richtung). Je Pfahl ist ein anderer Durchmesser möglich. Der Pfahlkopfanschluss kann gelenkig oder biegesteif sein. Die exzentrischen Anschlüsse der Pfahlköpfe werden automatisch ermittelt.

Durch Faktorisierung des Bettungsverlaufes für X- und Y-Bettung für jeden Pfahl sind beliebige Bettungskombinationen erfassbar. Die Pfahlfußlagerung ist starr oder elastisch in globaler oder pfahlparalleler Richtung mit beliebiger Kombination der sechs Freiheitsgrade möglich. Lagerung je Pfahl verschieden. Durch unterschiedliche Längen und Fußhorizonte der Pfähle kann die Einbindetiefe für jeden Pfahl optimal ermittelt werden. Änderungs-, Kopier- und Löschfunktionen und ein tabellarischer Gesamtüberblick der Parameter aller Pfähle mit Eingabemöglichkeit unterstützen die Systemeingabe. Die Pfahlgeometrie kann in 3D-Darstellung grafisch kontrolliert werden.

Die Bemessungsparameter sind für jeden Pfahl nach Beton- und Stahlgüte sowie Bewehrungsdurchmesser getrennt. Biege- und Schubbemessung sowie Rissnachweis sind enthalten. Druckgliedkennzeichnung für Mindestbewehrung aus Biegebemessung.

Die beliebig im Raum angreifende Belastung wird automatisch transformiert und extremiert. Die Belastungseingabe erfolgt nach Lastfällen getrennt mit Kennzeichnung zur automatischen Überlagerung und Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen. Verkehrslasten additiv und mit Ausschlussfunktion (z. B. Wind). Lastangriff wird im globalen Koordinatensystem festgelegt. Last- und Rostgeometrie sind voneinander unabhängig; damit ist keine Anpassung der Lastbeschreibung bei Änderung des statischen Systems erforderlich. Grafische Kontrolle der Belastung.

Die Ausgabe umfasst die grafische Darstellung und tabellarische Zusammenstellung der Schnittgrößen N, M und Q der Einzellastfälle und der extremierten Ergebnisse sowie der Bewehrung aus Biege- und Schubbemessung. Bodenpressung und Erdwiderstand werden zum Nachweis der Abstützung gegenübergestellt. Damit besteht eine schnelle Kontrolle, ob die Pressung aktivierbar ist.

Durch Optionen Tabellen/Grafiken ist eine differenzierte Ausgabe von Eingabe- und Ergebnisprotokoll möglich.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit ##- PFAHL.

Hannover, im Mai 2003

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Erläuterungen, Abkürzungen, Begriffe	2
Buttons	2
Programminstallation.....	3
DTE-Schreibtisch einrichten	3
Bauteil erzeugen	4
Berechnung von Räumlichen Pfahlrosten	5
Kopfplatte	5
Gründung	7
Pfähle	10
Pfahl erzeugen, ändern, kopieren.....	11
Pfähle tabellarisch bearbeiten	12
Pfähle grafisch darstellen.....	13
Belastung	14
Berechnung	16
Druckausgabe	18
Literaturverzeichnis	20
Index	20

Allgemeine Erläuterungen, Abkürzungen, Begriffe

Um die Texte zu straffen und unnötige Wiederholungen von Grafiken zu vermeiden, werden folgende **Abkürzungen** benutzt:

RMT	rechte Maustaste drücken	LMT	linke Maustaste drücken
LF	Lastfall (Teileinwirkung)	El.	Element



signalisiert Anmerkungen

blank Leerzeichen

Cursor Schreibmarke in Texten, Zeigesymbol bei Mausbedienung

icon oder Ikon, Piktogramm, Bildsymbol

Das Betätigen von Buttons wird durch Setzen des Buttoninhalts in **blaue Farbe** und die Auswahl eines Begriffs in einer Listbox durch die **Farbe türkis** symbolisiert.

Im Index enthaltene Stichworte werden zum schnelleren Auffinden **grün markiert**.

Beim Verweis auf Eigenschaftsblätter wird deren **Bezeichnung kursiv gedruckt**.

Buttons

Die in der Interaktion mit pcae-Programmen stehenden Button-Familien mit ihren Auswirkungen sind im DTE-Handbuch S. 35 ff. (Kapitel *Handbücher* auf CD) beschrieben.

Die folgenden **Buttons** sind teilweise durch die dortigen Erläuterungen nicht erfasst:



Bricht Eigenschaftsblätter ohne Änderung der Eingabewerte ab.



Lädt abgespeicherte Werte in das Eigenschaftsblatt bzw. speichert die aktuellen Werte zum späteren Abruf in anderen Eigenschaftsblättern.



Ruft das Online-Hilfesystem.



Bestätigt die Eingaben und schließt das Eigenschaftsblatt.



Löschen-Button vernichtet Eingaben mit Nachfrage.



Initialisiert die Datenzustandsüberprüfung (in ~~4H~~-PFAHL nicht vorhanden, Plausibilitätskontrolle läuft immer parallel mit).

Datenzustand
überprüfen

Wenn der Mauszeiger einen Moment auf einem Button verweilt, erscheint ein Fähnchen, das den zugehörigen Aufruf beschreibt.

Die Buttons zur Steuerung der Eingabe, Berechnung und Ausgabe werden durch die zugeordneten Fähnchen erläutert.

Programminstallation

Die **Installation** des DTE-Systems und des Programms 4H-PFAHL sind im Handbuch DTE x.x, Änderungen und Ergänzungen zum DTE-Handbuch, beschrieben.

Sofern Sie bereits im Besitz anderer 4H-Programme sind und diese auf Ihrem Rechner installiert sind, können Sie das folgende Kapitel überspringen.

DTE-Schreibtisch einrichten



Nach erfolgreicher Installation befindet sich das DTE-**Startsymbol** auf Ihrer Windows-oberfläche. Führen Sie bitte darauf den Doppelklick aus.

Daraufhin erscheint das Eigenschaftsblatt zur **Schreibtischauswahl**. Da noch kein Schreibtisch vorhanden ist, wollen wir einen neuen einrichten. Klicken Sie hierzu bitte auf den Button **neu**.



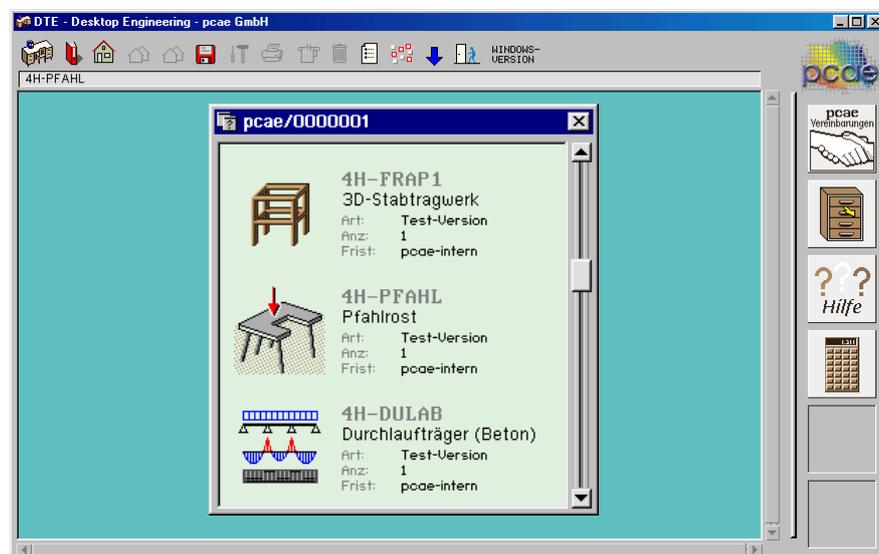
Dem neuen Schreibtisch kann ein beliebiger Name zur Identifikation zugewiesen werden. Dies kann z. B. der Name des Anwenders oder ein Projektname sein.

Hier ist 4H-PFAHL gewählt worden.

Nach Bestätigung über das **Hakensymbol** erscheint wieder die Schreibtischauswahl, in die der neue Name bereits eingetragen ist. Drücken Sie auf **Start**, bestätigen Sie die installierten Problemklassen über den **Kreuz**-Button und die DTE-Schreibtischoberfläche erscheint auf dem Bildschirm.



DTE-Schreibtisch



Bauteil erzeugen



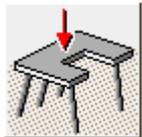
Zur Erzeugung eines neuen Bauteils wird das Schnellstartsymbol in der Kopfleiste des DTE-Schreibtisches angeklickt.



Klicken Sie mit der LMT auf den Schriftzug in der Auswahlliste, aktivieren Sie **Pfahlrost** und bestätigen Sie.

Der schwarze Rahmen der neuen Bauteilikone lässt sich mit der Maus über den Schreibtisch bewegen. Klicken Sie die LMT an der Stelle, wo das Bauteil auf dem Schreibtisch platziert werden soll.

Das nebenstehende Eigenschaftsblatt erscheint.

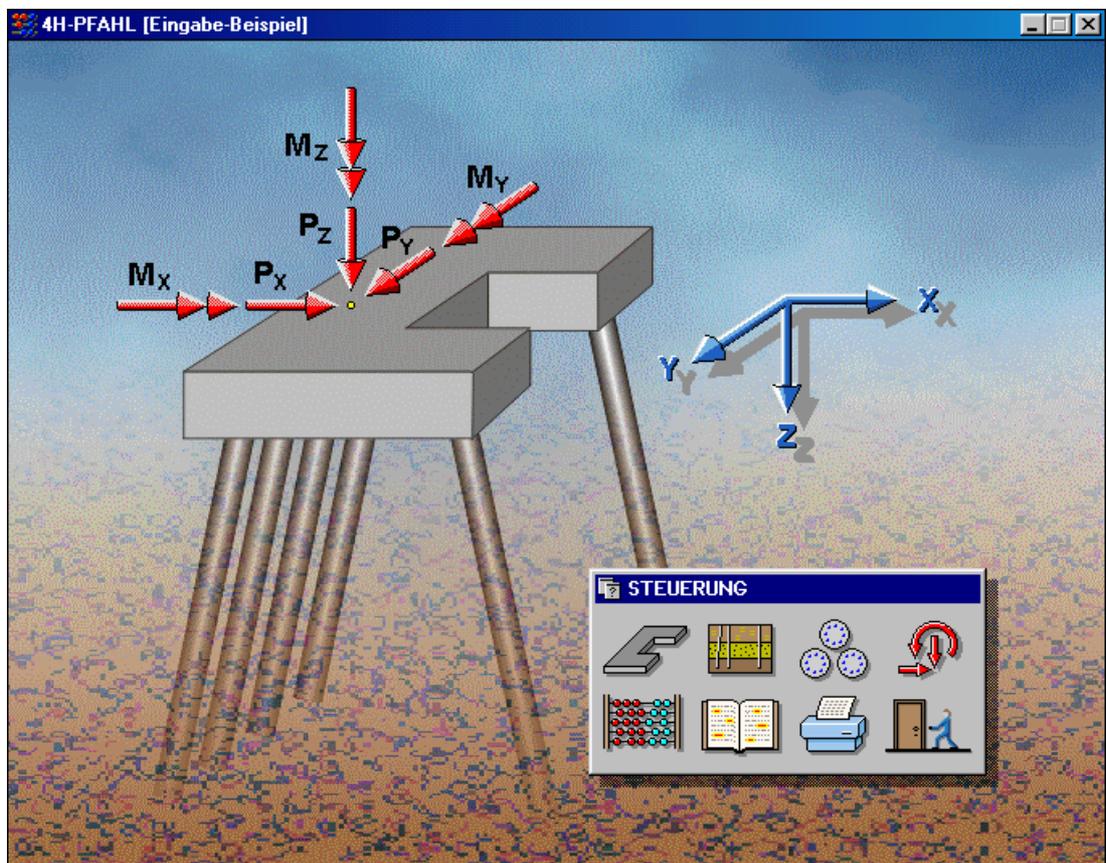


Überschreiben Sie den Text "Pfahlrost" durch einen sinnvollen Text zur Identifikation. Nach Bestätigen ist das Bauteil mit dem neuen Namen eingerichtet.



Klicken Sie das Bauteil nun mit der LMT doppelt an (Double-Click). Die Eingabeoberfläche und das Steuerungsmodul erscheinen auf dem Bildschirm.

Übersicht



Berechnung von Räumlichen Pfahlrosten

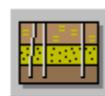
4#-PFAHL berechnet und bemisst Bohrpfähle räumlicher Pfahlrostsysteme. Die lastverteilende Kopfplatte wird als starr angenommen. Das System kann aus einem Einzelpfahl oder einer Anzahl Pfähle (max 38) bestehen. Die Pfähle können geneigt sein. Bis zu neun Bettungsschichten mit veränderlichem Bettungsmodulverlauf werden erfasst. Die beliebig im Raum angreifende Belastung wird automatisch transformiert und extremiert. Biege- und Schubmessung sowie Rissnachweis sind enthalten. Bodenpressung und Erdwiderstand werden grafisch gegenübergestellt.

Steuerungsmodul Der Aufruf der Eigenschaftsblätter zur Eingabe der Pfahlrostdaten erfolgt über ein **Steuerungsmodul**.

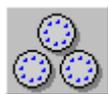
Die Steuerbuttons rufen die Eigenschaftsblätter zur Eingabe der



Kopfplatte (S. 5)



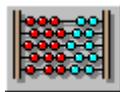
Gründung (S. 7)



Pfähle (S. 10)



Belastung (S. 14)



Berechnung (S. 16)



Hilfe



Druckausgabe (S. 18)



Beenden der Eingabe

Die Eingabereihenfolge ist beliebig. Es ist jedoch sinnvoll, die Buttons in der gezeigten Reihenfolge abzarbeiten.

Kopfplatte

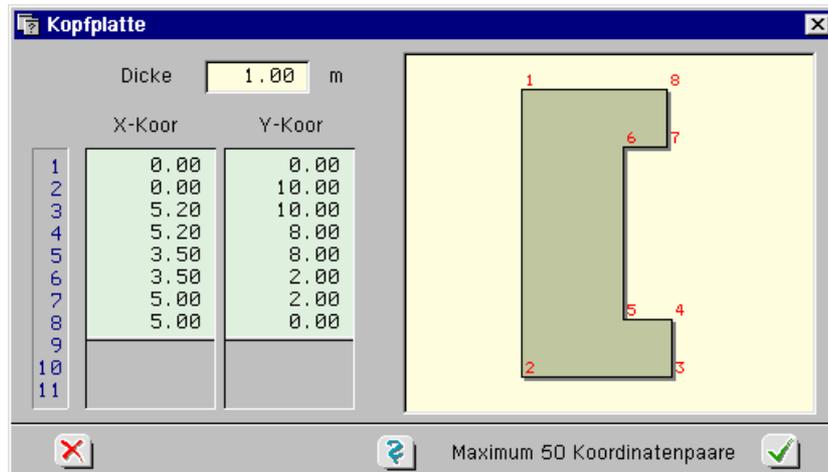


Die **Pfahlkopfplatte** wird als ideal starr angenommen und kann eine beliebige polygonale Berandung aufweisen. Die Geometrie wird im Darstellungsfenster des Eigenschaftsblattes sofort grafisch protokolliert und ermöglicht später eine Kontrolle der Pfahlanordnung im Gesamtsystem.

Die Pfahlkopfplatte dient nur zur Lastverteilung auf die Pfähle. Eine Bemessung der Kopfplatte findet im Rahmen der Pfahlrostberechnung nicht statt.

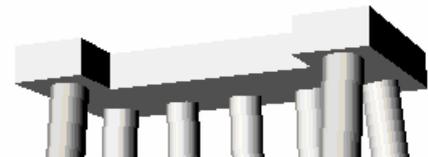
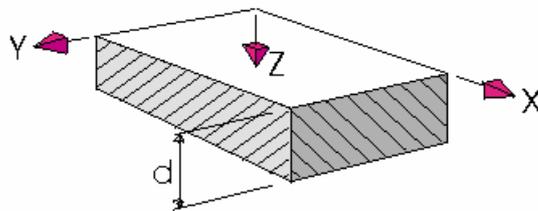
Die Oberkante der Kopfplatte wird durch ihre Eckpunktkoordinaten X,Y beschrieben.

Die Koordinatenpaare von maximal 50 Eckpunkten werden tabellarisch in m eingegeben. (Zu den Editorfunktionen s. S. 12).



Die Dicke der Kopfplatte legt die oberen Anschlusspunkte der Pfähle an die Kopfplatte fest. Zusammen mit den Abständen vom Gesamtschwerpunkt des Pfahlrostes ergeben sich damit die Einzelexzentrizitäten der Pfähle.

Die Pfahlköpfe liegen demnach UK Pfahlrostplatte.



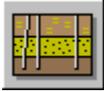
In der Systemdruckliste werden der Pfahlrostschwerpunkt und die resultierenden **Pfahlexzentrizitäten** protokolliert.

Pfahlkoordinaten

Pfahl	X-Kopf	Y-Kopf	Z-Kopf	X-Fuß	Y-Fuß	Z-Fuß	Pfahl	X-Kopf	Y-Kopf	Z-Kopf	X-Fuß	Y-Fuß	Z-Fuß	
-	m	m	m	m	m	m	-	m	m	m	m	m	m	
101	1.000	1.000	1.000	-0.400	-0.400	15.000	202	4.000	9.000	1.000	5.400	9.000	15.000	
102	1.000	3.000	1.000	-0.400	3.000	15.000	201	4.000	1.000	1.000	5.400	1.000	15.000	
103	1.000	5.000	1.000	-0.400	5.000	15.000	104	1.000	7.000	1.000	-0.400	7.000	15.000	
105	1.000	9.000	1.000	-0.400	10.400	15.000	Schwerpunkt Pfahlgruppe			1.933	5.000	0.000		

Pfahltable

Pfahl	Durchm.	Neig.	Neig.	e x	e y	e z	Kopf	Beton-	Stahl-	Ø	hs	Druck-	k0	α-x	α-y
-	cm	l:mx	l:my	m	m	m	anschluß	güte	güte	mm	cm	glied	-	-	-
101	100.0	-10.00	-10.00	-0.93	-4.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
102	90.0	-10.00	0.00	-0.93	-2.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
103	90.0	-10.00	0.00	-0.93	0.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
105	100.0	-10.00	10.00	-0.93	4.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
202	100.0	10.00	0.00	2.07	4.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
201	100.0	10.00	0.00	2.07	-4.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00
104	90.0	-10.00	0.00	-0.93	2.00	1.00	gelenkig	B35	BSt 500 S	20	5.00	ja	0.4	1.00	1.00



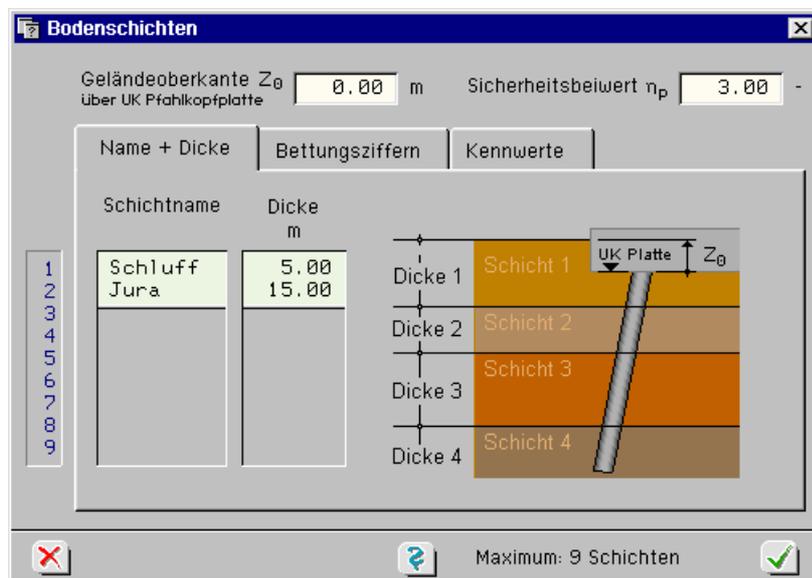
Bis zu neun Bodenschichten können erfasst werden. Die Bettungsmoduln werden in X- und Y-Richtung und für die Mantelreibung (als Linienfeder parallel zur Stabachse) getrennt angegeben. Innerhalb jeder Schicht und für jeden Bettungswert sind die Veränderlichkeiten voneinander unabhängig.

Die **Bodenkennwerte** werden zum Nachweis der Abstützung mit separater Faktorisierung für aktiven und passiven Erddruck vorgegeben. Der Sicherheitsbeiwert η_p für den passiven Erddruck ist vom Benutzer für Abschätzungen steuerbar.

Die Eingaben der Bodenschichtungen erfolgt in drei Registerblättern.

Name und Schichtdicke Im ersten Registerblatt werden bis zu neun Schichten mit ihrer Mächtigkeit eingetragen.

Durch Vorgabe des Wertes Z_0 kann die Oberkante der ersten Schicht bezogen auf die Kopfplattenunterkante nach oben und durch negative Werte nach unten verschoben werden, so dass ein oberer Pfahlbereich auch ungebettet sein kann.

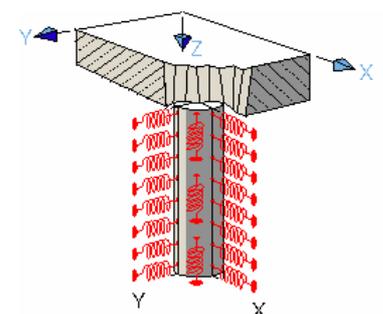


Bettungsziffern Im zweiten Registerblatt werden den vorher benannten und vermaßten Bodenschichten Bettungsziffern zugewiesen.

Name + Dicke		Bettungsziffern				Kennwerte	
		K_x in kN/m^3		K_y in kN/m^3		K_{Mantel} in kN/m^3	
		oben	unten	oben	unten	oben	unten
		0	0	0	0	0	0
		30000	50000	30000	50000	0	0

Die Gründung wird durch Bettungsmoduln K_s in kN/m^3 für die globalen Richtungen X und Y sowie die als **Mantelreibung** bezeichnete Linienbettung parallel zur Stabachse beschrieben.

Die Bettungen X und Y wirken senkrecht zur Stabachse.



Die Gründung wird über die Dicken der anstehenden Bodenschichten definiert. Die oberste Schicht beginnt für $Z = 0$ bei UK-Kopfplatte. Für jede Schichtung sind die zugehörigen K_s -Werte anzugeben. Die K_s -Werte können sich zwischen zwei benachbarten Schichten sprunghaft und innerhalb jeder Schicht linear verändern.

Die Bettungsmoduln können für alle drei Richtungen unterschiedlich sein.

Die hier vorgegebenen Bettungswerte sind quasi 100%-Werte für alle durch die jeweilige Schicht stoßenden Pfähle. Die für den einzelnen Pfahl letztendlich gültigen Federwerte ergeben sich in Verbindung mit seinen individuellen Parametern (Durchmesser, Umfang, Abschattungsbeiwert, s. S. 11).

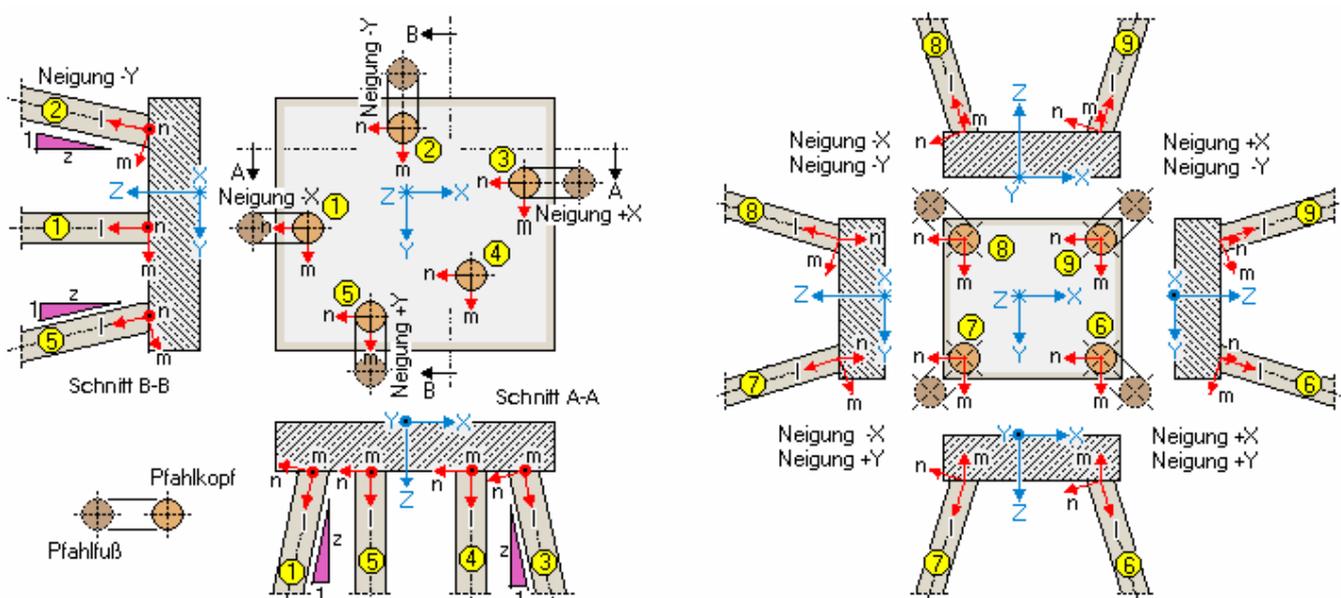
Die Bettungswerte senkrecht zur Stabachse werden vom Programm durch Multiplikation mit dem aktuellen Pfahldurchmesser gewonnen. Der entsprechende Federwert für die Bettung parallel zur Stabachse ergibt aus dem Produkt von Bettungsziffer und dem jeweiligen Pfahlumfang.

Eine von einem räumlichen Stabwerksprogramm zur Berechnung benötigte Bettungsziffer für die Bettung parallel zur Stabachse (*Mantelreibung* in kN/m^3) wird i. A. vom Bodengutachter nicht ermittelt. Andersherum lässt sich eine Federkonstante nicht aus einer zulässigen Schubspannung ableiten.

Eine iterative Berechnung zur Einhaltung zulässiger Spannungen wird vom Programm nicht geführt. Hierfür sind ggf. mehrere Berechnungen unter Ansatz von oberen und unteren Schranken für die entsprechenden Bettungswerte erforderlich.

Da von einer schwachen Neigung der Pfähle ausgegangen wird, können die Bettungsmoduln direkt den lokalen Pfahlkoordinaten m - n zugeordnet werden. Einen Sonderfall stellen hierbei die im folgenden Bild rechts dargestellten Pfähle mit Neigungsbeiwerten für beide Richtungen dar.

Lokale Stabkoordinatensysteme l - m - n



Bodenkennwerte Um die Tragfähigkeit der Pfähle beurteilen zu können, werden in der Berechnung die Bodenpressungen dem **Erdwiderstand**

$$e_{rh} = \frac{e_{ph}}{\eta_p} - e_{ah} \quad \text{als Nachweis der **Abstützung** gegenübergestellt.}$$

Name + Dicke		Bettungsziffern		Kennwerte	
γ kN/m ³	φ °	f_a $\delta a = f_a \cdot \varphi$	f_p $\delta p = f_p \cdot \varphi$	zum Nachweis der Abstützung	
10.0	20.0	0.000	0.000		
19.0	30.0	0.000	0.000		

Um den Erdwiderstand e_{rh} berechnen zu können, sind für die Schichten folgende Kennwerte vorzugeben:

- γ Wichte des Bodens
- γ' Wichte des Bodens unter Auftrieb
- φ innerer Reibungswinkel
- f_a Faktor für Wandreibungswinkel aktiver Erddruck (0 → glatt)
- f_p Faktor für Wandreibungswinkel passiver Erddruck (i.a. ≤ 0) (0 → glatt)
- η_p Sicherheitsbeiwert für e_{rh}

Mit diesen Werten und den Schichtdicken lassen sich aktiver und passiver Erddruck berechnen.

Aktiver Erddruck $e_{ah} = \gamma \cdot h \cdot k_{agh}$

- h Höhe unter Geländeoberkante
- k_{agh} Erddruckbeiwert (aktiv, infolge Bodengewicht, horizontal)

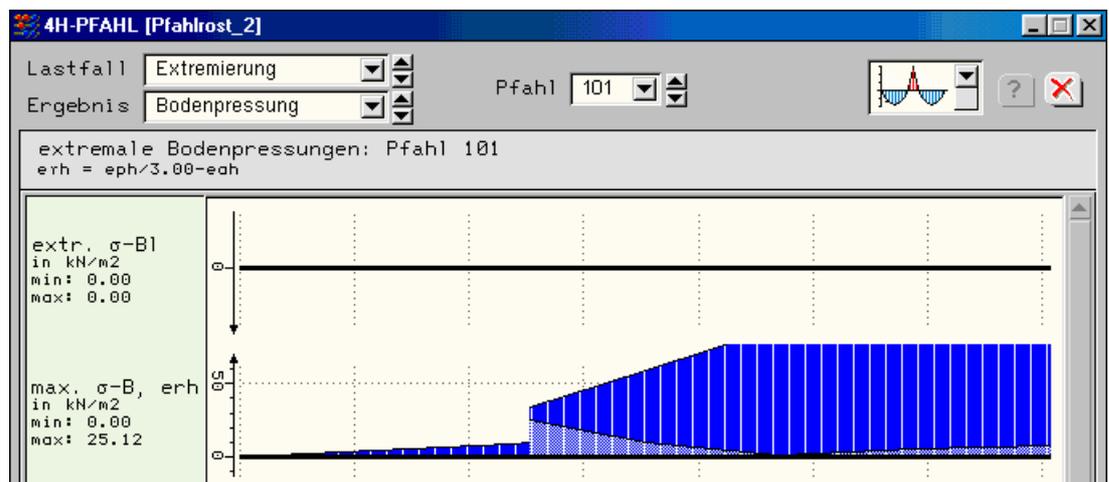
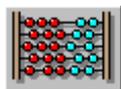
Passiver Erddruck bzw. Erdwiderstand (gem. DIN 4085, nur ebener Erddruck)

$$e_{ph} = \gamma \cdot h \cdot k_{pgh}$$

k_{pgh} Erddruckbeiwert (passiv, infolge Bodengewicht, horizontal)

Unterhalb des Grundwasserspiegels ist für γ der Wert γ' zu setzen. Diese Angabe ist vom Benutzer in der Spalte für γ vorzunehmen.

Grafische Darstellung Die Grenzlinien für **Bodenpressungen** und **Erdwiderstand** werden in den Pfahlgrafiken gemeinsam dargestellt.



In der dargestellten Grafik ist keine Bettung in Stablängsrichtung (Achse l) vorhanden, so dass auch keine extremale Bodenpressung $\text{extr. } \sigma_{Bl}$ auftritt.

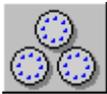
Der Sprung in der dunkelblauen Kurve von e_{th} zeigt einen Schichtwechsel (Änderung von φ) an. Weiterhin ist zu beachten, dass die Maximalwerte des Erdwiderstandes zwecks besserer Darstellbarkeit abgeschnitten wurden (rechter horizontaler Teil der Grafik).

Zum Nachweis der ausreichenden **Abstützung** der Pfähle muss die dunkelblaue Fläche des Erdwiderstandes e_{th} oberhalb der hellblauen Fläche der maximalen Bodenpressung $\text{max } \sigma_B$ bleiben.



Die Zulässigkeit der auftretenden Bodenpressungen, der Spitzendrücke und der Mantelreibung an den Pfählen muss vom Anwender durch Vergleich mit zulässigen Spannungswerten gemäß DIN 1054 oder mit Versuchswerten beurteilt werden.

Pfähle



Es können ein Einzelpfahl oder bis zu 38 Bohrpfähle mit Kreisquerschnitt berechnet werden. Der jeweilige auf den Pfahlrostschwerpunkt bezogene exzentrische Anschluss der Pfähle wird automatisch ermittelt.

Je Pfahl ist ein anderer Durchmesser möglich. Geneigte Pfähle können mit Trennung der Neigung in X- und Y-Richtung erzeugt werden.

Der **Pfahlkopfanschluss** an die Rostplatte ist gelenkig oder biegesteif. Der Bettungsverlauf kann für X- und Y-Bettung für jeden Pfahl faktorisiert werden. Somit sind beliebige Bettungskombinationen erfassbar.

Die **Pfahlfußlagerung** kann starr oder elastisch in globaler oder pfahlparalleler Richtung mit beliebiger Kombination der sechs Freiheitsgrade erfolgen. Die Lagerung kann je Pfahl unterschiedlich sein.

Durch unterschiedliche Längen und Fußhorizonte der Pfähle kann die **Einbindetiefe** für jeden Pfahl optimal ermittelt werden.

Die Eingabe bietet Änderungs-, Kopier- und Löschfunktionen sowie einen tabellari-schen Gesamtüberblick der Eingabeparameter aller Pfähle mit Eingabemöglichkeit der Pfahldaten. Eine 3D-Darstellung der Pfahlgeometrie dient der grafischen Kontrolle.

Die Bemessungsparameter sind für jeden Pfahl nach Beton- und Stahlgüte sowie Bewehrungsdurchmesser getrennt. Die Bemessung umfasst die Biege- und Schubbemessung sowie den Rissnachweis. Hierbei besteht eine Druckgliedkennzeichnung für die Mindestbewehrung aus Biegebemessung.

Steuerbuttons

Die Eingabe der Pfähle wird über Buttons mit folgenden Funktionalitäten gesteuert:



 neuen Pfahl erzeugen (S. 11)

AUSWAHL
101  aktuellen Pfahl auswählen

 aktuellen Pfahl ändern (S. 11)

 aktuellen Pfahl kopieren (S. 11)

 aktuellen Pfahl löschen

 tabellarische Bearbeitung (S. 12)



Pfähle grafisch darstellen (S. 13)



Hilfe aufrufen



Ende Pfahlbearbeitung

Pfahl erzeugen, ändern, kopieren



Die Steuerbuttons **neuen Pfahl erzeugen**, **ausgewählten Pfahl ändern** und **ausgewählten Pfahl kopieren** rufen die selben Eigenschaftsblattinhalte auf.

Pfahlkoordinaten Die XY-Ebene des globalen Koordinatensystems XYZ fällt mit der Oberseite der Pfahlrostplatte zusammen. Z weist nach unten. Der Pfahlkopf wird über seine X,Y-Koordinaten festgelegt. Die Pfahlkopfkoordinate Z ergibt sich auf Grund der Pfahlkopfplattendicke (S. 5).

Neigung Der Pfahl kann bzgl. der X- und Y-Achsen geneigt sein. Negative Werte für m_x bzw. m_y weisen entsprechend entgegen der zugehörigen Koordinatenrichtung. Zur Kontrolle der Eingaben dient die grafische Darstellung (S. 13) des Pfahlrostes.

Bettungsbeiwerte Mit den Bettungsbeiwerten α_x und α_y können die bei den Bodenschichten eingegebenen Bettungsziffern (S. 7) für den Pfahl individuell faktorisiert werden (z.B. als **Abschattung**).

Bemessungsangaben Unter den Bemessungsangaben werden neben dem Stahlrandabstand (Pfahlaußenrand zum Schwerpunkt der Stahleinlagen) der Beiwert k_0 und die Charakterisierung als **Druckglied** bestimmt. k_0 ist der Beiwert zur Beschränkung der Breite von Erstrissen. Bei Druckgliedern wird die **Mindestbewehrung** für den statisch erforderlichen Querschnitt beachtet.

Pfahlkopfanschluss Der Pfahlkopf kann gelenkig oder biegesteif an die Pfahlrostplatte angeschlossen werden.



Bei Berechnung von Einzelpfählen und gelenkigem Anschluss muss für den Pfahlfuß eine Verdrehungsbehinderung für Torsion bestehen, da das System formal verschieblich (verdrehbar) wird, auch wenn derartige Lasten nicht abgetragen zu werden brauchen.

Fußpunktlagerung Der Pfahlfuß kann für alle sechs möglichen Freiheitsgrade elastisch oder starr gefesselt werden. Eine mögliche Federkonstante für die Pfahlaufstandsfläche ergibt sich durch Multiplikation der Pfahlfläche mit dem Bettungswert am Pfahlfuß (vom Benutzer zu ermitteln und einzutragen).

Das *Fußpunktkoordinatensystem* kann aus dem globalen XYZ-System tangential zur Stabachse verdreht werden. t zeigt dann in Verlängerung der Stabachse l.

Pfähle tabellarisch bearbeiten



Die Funktionalität der Steuerbuttons *neuen Pfahl erzeugen*, *ausgewählten Pfahl ändern* und *ausgewählten Pfahl kopieren* umfasst die Einzelbearbeitung der Pfähle.



Die Tabelleneingabe fasst die Eingabeparameter aller Pfähle zusammen. Die Eingabekapitel werden über Register ausgewählt.

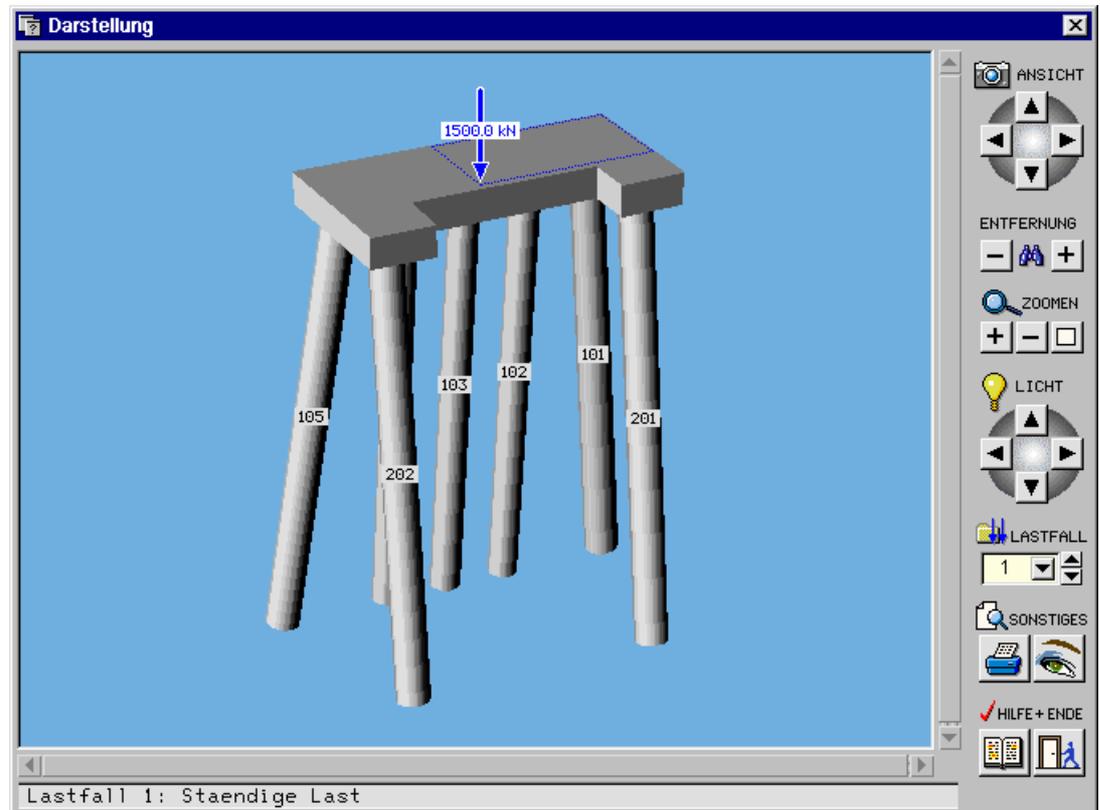
Pfaahl	Durchm.		Neigung		Kopfpunkt			Fuß
	Nr	\varnothing m	m_x -	m_y -	X-Koord. m	Y-Koord. m	Gel. -	Z-Koord. m
101	1.00	-10.0	-10.0	1.00	1.00	0	15.00	
102	0.90	-10.0	0.00	1.00	3.00	0	15.00	
103	0.90	-10.0	0.00	1.00	5.00	0	15.00	
105	1.00	-10.0	10.00	1.00	9.00	0	15.00	
202	1.00	10.00	0.00	4.00	9.00	0	15.00	
201	1.00	10.00	0.00	4.00	1.00	0	15.00	
104	0.90	-10.0	0.00	1.00	7.00	0	15.00	

Editorfunktionen Wenn ein Eingabefeld aktiviert ist und sich damit der Eingabecursor in diesem Feld befindet, kann durch Drücken der rechten Maustaste das Menü der Editorfunktionen mit den dort vermerkten Funktionstastenbelegungen aufgerufen werden.

Pfähle grafisch darstellen



Die grafische Darstellung des Pfahlrostsystems kann mittels der am rechten Rand befindlichen Buttons verändert werden.



Ansicht, Entfernung, zoomen, Licht Die Ansicht kann gedreht und gezoomt werden. Die Betätigung der Buttons unter *Entfernung* lässt die Fluchtpunktperspektive allmählich in die Parallelperspektive übergehen. Der Schattenwurf auf das System wird über die Steuermechanismen für das Licht verändert.

Belastung Über die Auswahlliste *Lastfall* werden die Belastungen in das System eingeblendet.

Drucken Über das Druckersymbol kann die Darstellung direkt auf den Drucker gegeben werden oder in die Druckliste "Details, Ansichten" gespeichert werden. Nach Bestätigen des Windows-Eigenschaftsblattes *Drucker einrichten* erscheint das Eigenschaftsblatt *Druckausgabe*, in dem festgelegt wird, ob in die Druckliste eingespeichert oder direkt auf den Drucker ausgegeben werden soll.



Bei direktem Druck erfolgt eine Differenzierung, ob als Druckliste oder Zeichnung ausgegeben werden soll. Bei der zweiten Alternative wird nur die nackte Darstellung ohne Kopf- und Fußzeilen ausgegeben.

Der Ausdruck erfolgt grundsätzlich auf DIN A4 im Hochformat.

Über den DTE-Viewer (S. 18) kann das Dokument wie üblich vor dem Ausdrucken eingesehen werden.



Darstellungseigenschaften Die Darstellungsoptionen können wie im gezeigten, selbsterläuternden Eigenschaftsblatt modifiziert werden.



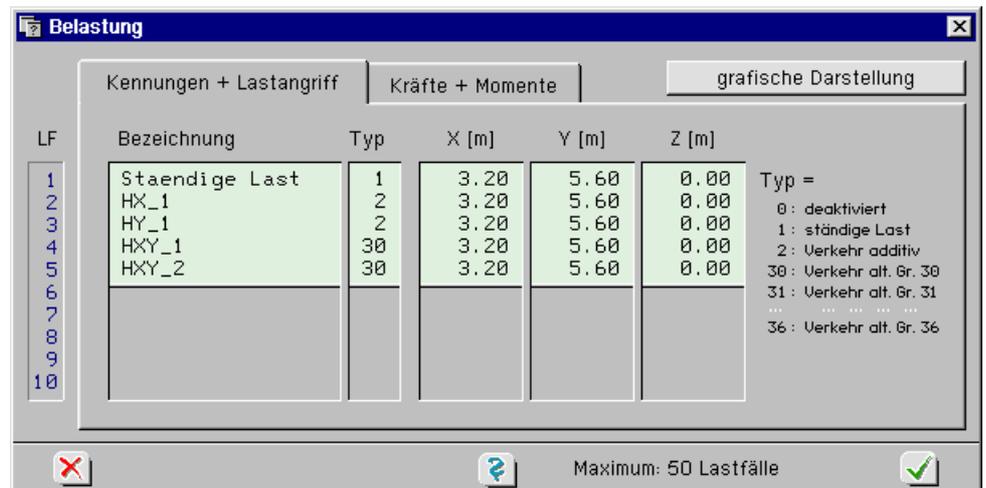
Belastung



Die Belastung in Form von Einzelkräften und Einzelmomenten wird nach Lastfällen getrennt vorgegeben. Die maximal 50 Lastfälle erhalten Kennungen zur automatischen Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen. Verkehrslasten können additiv und alternativ (mit Ausschlussfunktion, z. B. Wind) in die Überlagerung eingehen.

Die Lastangriffspunkte werden im globalen Koordinatensystem XYZ festgelegt. Die Last- und Rostgeometrien sind damit voneinander unabhängig. Eine Anpassung der Lastbeschreibung bei Änderung des statischen Systems ist deshalb nicht erforderlich. Die Belastung kann grafisch kontrolliert werden.

Kennungen und Lastangriff



Bezeichnung

Den Lastfällen kann ein kennzeichnender Text zugewiesen werden.

Typ

Jeder Lastfall erhält einen Typzuordnung für die **Überlagerung**.

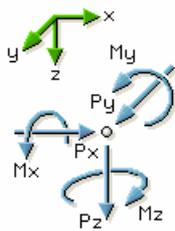
- 0:** Lastfall ist deaktiviert. Eine bestehende Eingabe muss daher nicht gelöscht werden.
- 1:** Lastfall wirkt ständig und geht immer in die Überlagerung ein.
- 2:** additiver Verkehrslastfall wird nur dann berücksichtigt, wenn er sich auf die betrachtete Schnittgröße ungünstig auswirkt (sie betragsmäßig vergrößert).
- 30:** alternative **Verkehrslastgruppe**. Aus allen Lastfällen mit der Kennung 30 wird der Lastfall ermittelt, der den ungünstigsten Einfluss auf die betrachtete Schnittgröße am aktuellen Ort hat. Alle anderen Lastfälle der Gruppe 30 bleiben für diese Schnittgröße und Ort unberücksichtigt. (Für die nächste betrachtete Schnittgröße am selben Ort kann ein anderer Lastfall der Gruppe 30 maßgebend werden).

31-36:Jede Gruppe verhält sich wie Gruppe 30.

Die ermittelten Lastfälle der Gruppen 30-36 mit jeweils maximaler Auswirkung treten gemeinsam auf. So können in der Gruppe 30 z.B. Verkehrslaststellungen und in der Gruppe 31 Windlastfälle zusammengefasst werden. Es wirkt dann die Verkehrslaststellung mit dem Windlastfall von jeweils größtem Einfluss zusammen.

Koordinaten XYZ legen den Lastangriffspunkt im globalen Koordinatensystem fest.

Kräfte und Momente Im zweiten Register werden die Lasten bestimmt.

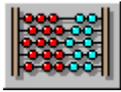


Kräfte + Momente					
Px [kN]	Py [kN]	Pz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
0.0	0.0	1500.0	0.0	0.0	0.0
60.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50.0	-50.0	100.0	0.0	0.0	0.0
-50.0	50.0	80.0	100.0	100.0	0.0

Positive Kräfte zeigen in positiver Koordinatenrichtung; positive Momente zeigen als Vektoren gleichfalls in positiver Koordinatenrichtung.

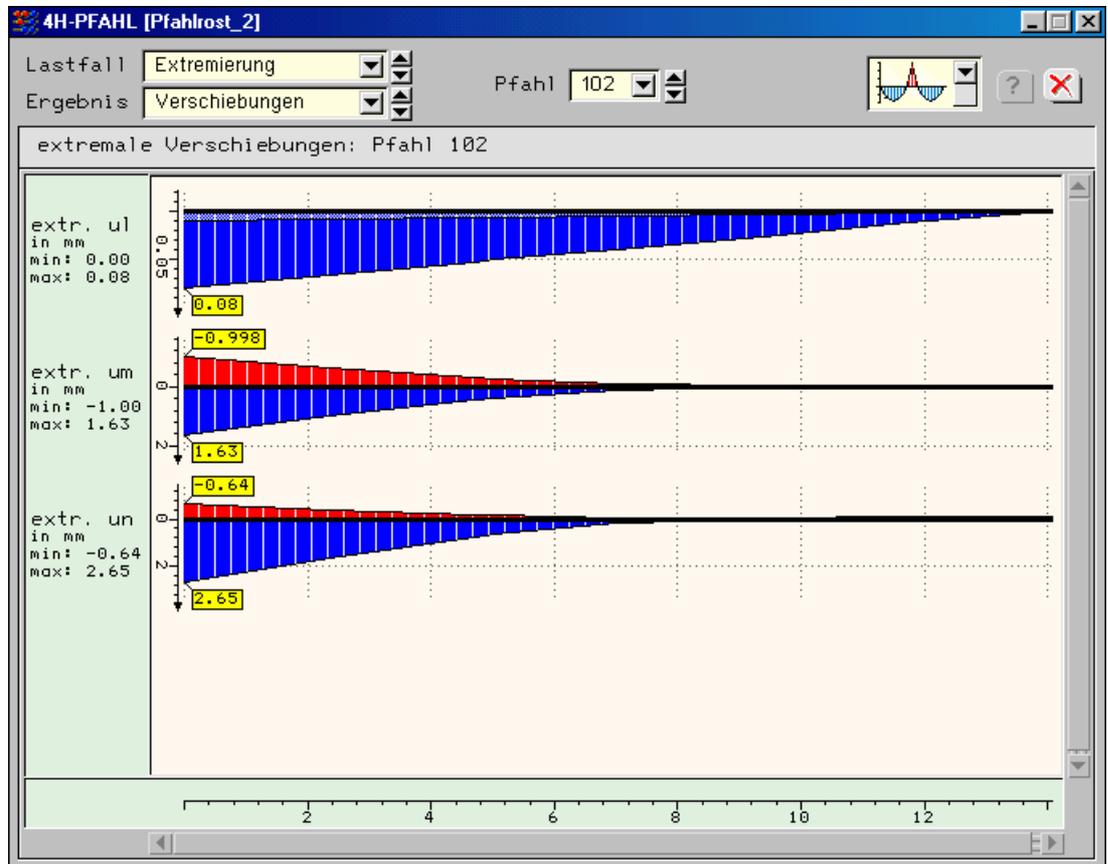
grafische Darstellung

Über den Button **grafische Darstellung** wird die unter den Pfahleingaben beschriebene Systemdarstellung (S. 13) aufgerufen, in die auch die Lasten eingeblendet werden können.



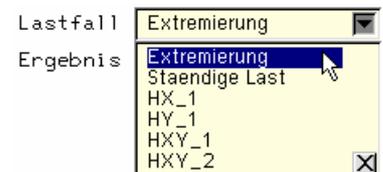
Während der Berechnung des räumlichen Stabwerkes erscheint ein Animationsfenster, in dem der gegenwärtige Berechnungszustand abgelesen werden kann.

Nach Abschluss der Bemessung werden die ermittelten Ergebnisse umgehend auf dem Bildschirm dargestellt.

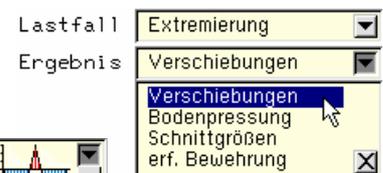


Die ermittelten Zustandsgrößen und Bewehrungseinlagen werden pfahlweise als Liniengrafiken dargestellt. Das Grafikenfenster besitzt im unteren Bereich ein Lineal, an dem die Pfahllaufkoordinaten abgelesen werden können. Der Pfahlkopf liegt demnach in der Grafik auf der linken Seite.

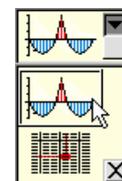
Lastfallauswahl In der Lastfallauswahlliste können die eingegebenen Lastfälle über ihre Bezeichnung abgerufen werden. Die ermittelten min/max Grenzl意思en befinden sich unter dem Begriff *Extremierung*.



Ergebnisauswahl Die Ergebnisauswahl ist in *Verschiebungen*, *Bodenpressungen*, *Schnittgrößen* und *Bemessung* differenziert.



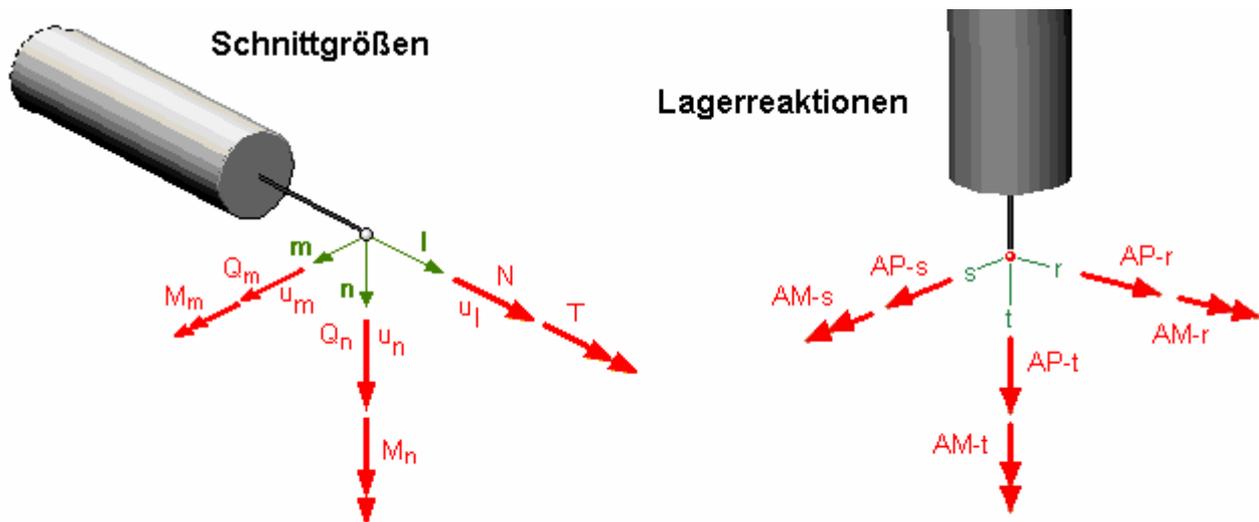
Darstellungsform Neben den Liniengrafiken können die genannten Größen auch tabellarisch angezeigt werden.



Bezeichnungen

extr	auf Grund der definierten Lastfallkennungen extremierte Grenzwerte
s	Laufkoordinate des Pfahles
u_l, u_m, u_n	Verschiebungen im Pfahlkoordinatensystem lmn. l ist die Längsachse
$\sigma_{Bl}, \sigma_{Bm}, \sigma_{Bn}$	Bodenpressungen. l parallel zur Längsachse
N, Q_m, Q_n	Schnittkräfte
Q_l	res. max. Querkraft
T, M_m, M_n	Schnittmomente
M_l	res. max. Biegemoment
$A_{P-r}, A_{P-s}, A_{P-t}$	Lagerkraftreaktionen im (gedrehten) Fußpunkt-KO-System (S. 11)
$A_{M-r}, A_{M-s}, A_{M-t}$	Lagermomentreaktionen im (gedrehten) Fußpunkt-KO-System (S. 11)
A_s	erf. Längsbewehrung
$a_{sbü}$	erf. Bügelbewehrung
σ_B	res. max. Bodenpressung
e_{ah}	aktiver Erddruck
e_{ph}	passiver Erddruck
e_{rh}	Erdwiderstand
η	Sicherheit Erdwiderstand/Bodenpressung

Vorzeichendefinitionen Für die Schnittgrößen und Lagerreaktionen gelten die dargestellten Vorzeichendefinitionen.





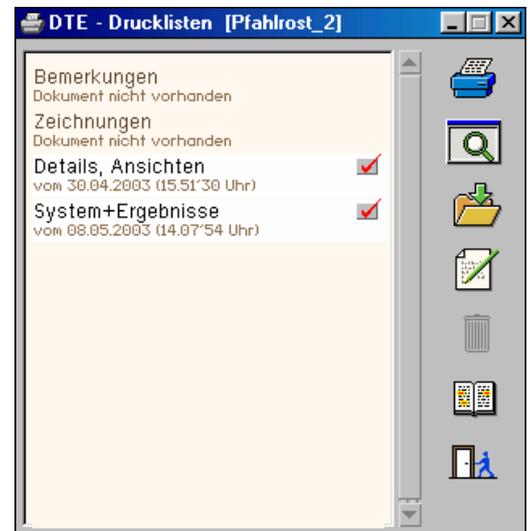
Der Umfang des Statikdokumentes kann nach bestimmten Kriterien selektiert werden. Die Ergebnisse werden pfahlweise ausgegeben. Nach Betätigen des Buttons **jetzt drucken** erscheint die Auswahl der vorhandenen ##-PFAHL-Drucklisten.



Das entsprechend den gewählten Einstellungen erzeugte Druckdokument kann vor dem Ausdruck über den DTE-Viewer eingesehen werden.

jetzt drucken

Nach Betätigung des Buttons **jetzt drucken** erscheint die Drucklistenauswahl, in der die einzelnen vorhandenen Datenkategorien ausgewählt werden.



Nach Aktivierung des Druckersymbols wählen Sie in der Win-Maske den gewünschten Drucker aus.

Viewer

Im darauffolgenden Eigenschaftsblatt *drucken* kann der DTE-Viewer aufgerufen werden.

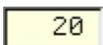
Der **Viewer** besitzt eine Reihe von Interaktionselementen, die wie folgt reagieren:



Sprung an die erste Seite des Dokumentes



Sprung an die vorangehende Seite



Eingabe der gewünschten Seitennummer



Sprung zur nächsten Seite



Sprung an die letzte Seite des Dokumentes



Suchen einer Seite, die eine bestimmte Tabelle oder Grafik enthält



Zoom-Ausschnitt manuell festlegen



zurück zum vorangegangenen Ausschnitt



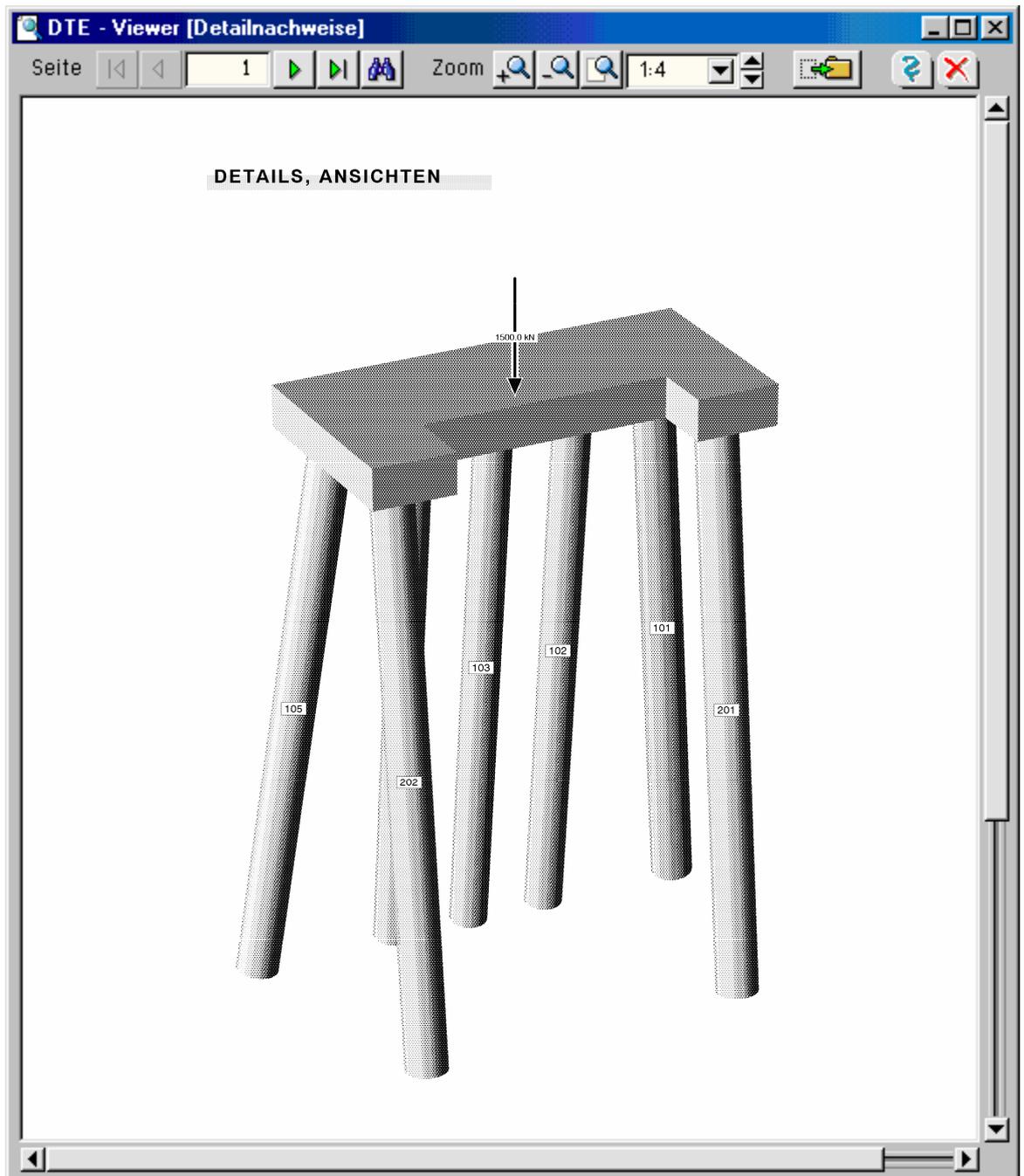
Dokumentenseite ins Fenster einpassen



manuelle Vorgabe des Zoom-Faktors (1:1 ... 1:10)



Mit Hilfe des nebenstehend dargestellten Buttons kann ein benutzerdefinierter Ausschnitt in eine Windows-*Bitmap-Datei* (BMP) gespeichert werden. Diese Datei kann in vielen Windows-Anwendungen (Windows-Paint, Word-für-Windows, Corel-Draw etc.) eingefügt werden.



Nach Verlassen des DTE-Viewers kann der Ausdruck fortgesetzt oder abgebrochen werden.

Literaturverzeichnis

- /1/ D. Bertram & N. Bunke: Erläuterungen zu DIN 1045 Beton und Stahlbeton, Ausgabe 07.88, Heft 400, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Beuth Verlag GmbH, 1989
- /2/ E. Grasser: Bemessung für Biegung mit Längskraft, Schub und Torsion, Betonkalender Teil I, Verlag Ernst und Sohn, 1985
- /3/ F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Dritter Teil: Grundlagen zum Bewehren im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1977
- /4/ F. Leonhardt & E. Mönning: Vorlesungen über Massivbau, Zweiter Teil: Sonderfälle der Bemessung im Stahlbetonbau, Springer-Verlag, 1986
- /5/ DIN 1045, 7.88
- /6/ K. Simmer: Grundbau 1 und 2, B.G. Teubner Stuttgart

Index

- Abkürzungen 2
- Abschattung 11
- Abstützung 9, 10
- Bauteil erzeugen 4
- Belastung 14
- Belastungstyp 14
- Bettungsbeiwert 11
- Bettungsziffer 7
- Bezeichnungen 17
- Bitmap-Datei 19
- blank 2
- Bodenkennwerte 7
- Bodenpressung 9
- Buttons 2
- Cursor 2
- Darstellung 13
- Druckdokument 18
- drucken 13
- Druckglied 11
- DTE-Viewer 18
- Editorfunktionen 12
- Einbindetiefe 10
- Erddruck
 - aktiver 9
 - passiver 9
- Erdwiderstand 9
- Ergebnisdarstellung 16
- Exzentrizitäten 6
- Gründung 7
- Installation 3
- Kennung 14
- Koordinaten 11
- Kopfplatte 5
- Lagerung 10
- Lastvorzeichen 15
- Mantelreibung 7, 8
- Mindestbewehrung 11
- Neigung 11
- Pfahlfußlagerung 10
- Pfahlkopfanschluss 10
- Schreibtischauswahl 3
- Stabkoordinatensysteme 8
- Startsymbol 3
- Steuerungsmodul 5
- Überlagerung 14
- Verkehrslast 14
- Viewer 18
- Vorzeichendefinitionen 17