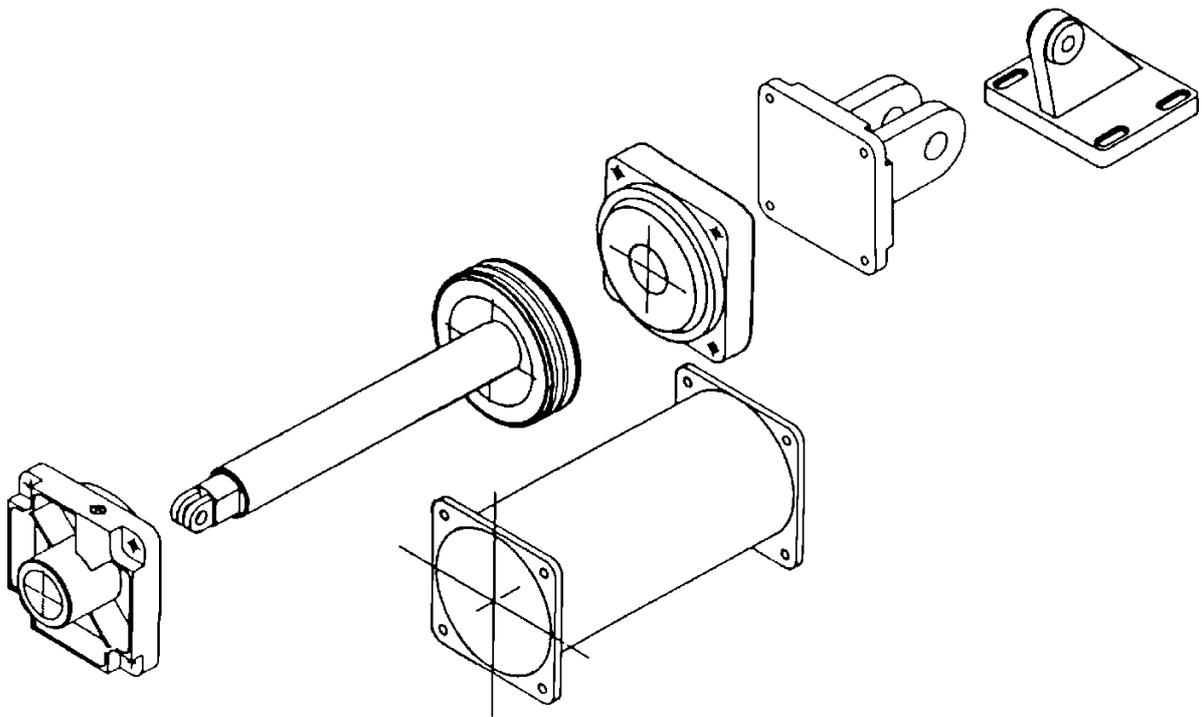


**Bedienungsanleitung für das
zweidimensionale CAD/CAM-System
Precision Engineering / ME10
der Firma Hewlett Packard**

von Herrn Josef Paul



Universität des Saarlandes
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD
Prof. Dr.-Ing. C. Weber

Vorwort

Diese wissenschaftliche Arbeit für die Erste Staatsprüfung entstand am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD von Prof. Dr.-Ing. Christian Weber an der Universität des Saarlandes. Das Ziel dieser Arbeit ist die Erstellung von Unterlagen für Studenten im Grundstudium „Grundlagen der Konstruktion II“ (Grundlagen und Anwendungen von CAD-Systemen) für das zweidimensionale CAD/CAM-System **HP Precision Engineering/ME10** der Firma Hewlett Packard. Besonderen Wert wird hierbei auf ein Referenzbeispiel mit ausreichender Komplexität unter Berücksichtigung pädagogischer Aspekte gelegt, wobei sich die Unterlagen zum Selbststudium eignen.

Herrn Prof. Dr.-Ing. Christian Weber, dem Inhaber des Lehrstuhls für Konstruktionstechnik/CAD, danke ich recht herzlich für den Einblick in dieses interessante Themengebiet.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich an dieser Stelle auch bei Herrn Dr.-Ing. Michael Muth und Frau Dr.-Ing. Susanna Labisch, die durch ihr besonderes Engagement und ihre herausragenden Fachkenntnisse wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Ebenso gilt mein Dank meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben und meiner Frau Birgit, die durch ihr Verständnis einen nicht unwesentlichen Beitrag zur Erstellung dieser Arbeit geleistet hat.

Dem interessierten Leser wünsche ich abschließend, daß die vorliegende Arbeit eine kleine Hilfe im Konstruieren mit dem 2D-CAD-System HP PE/ME10 darstellt.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Einstieg in ME10.....	3
2.1 Verwendete Nomenklatur.....	3
2.2 Zeigegeräte und Tastatur.....	3
2.3 Starten, Speichern und Beenden	3
3 Beginn einer Konstruktion mit ME10.....	7
3.1 Referenzbeispiel	7
3.2 Grundsätzliches	8
3.3 Fenstertechnik	8
3.4 Hilfsfunktionen.....	10
3.4.1 Hilfsgeometrie	10
3.4.2 Linienarten.....	12
3.4.3 Farbauswahl	12
3.4.4 Fangbereich	12
3.4.5 Lineale und Gitter.....	13
3.4.6 Attribute, Schichten und Numerierung.....	13
3.4.7 Toolbox.....	14
3.4.8 Zeigen.....	14
3.4.9 Messen	15
3.4.10 Auswahl.....	15
4 Anfertigen einer Zeichnung des vorderen Gehäusedeckels	17
4.1 Einführung.....	17
4.2 Erstellen der Seitenansicht von links.....	18
4.2.1 Vorbereitung.....	18
4.2.2 Zeichnen der Hilfsgeometrie.....	18
4.2.3 Erstellen der Geometrie	20
4.3 Erstellen der Seitenansicht von rechts.....	22
4.4 Erstellen der Vorderansicht	25
4.5 Draufsicht	30
4.6 Darstellung eines Details: X 2:1.....	34
4.7 Erstellen eines Schnittes A-A	35
4.8 Erstellen der Bemaßung für den vorderen Gehäusedeckel.....	37
5 Kompletterstellung der restlichen Bauteile des Pneumatik-Spanners.....	40
5.1 Erstellen des Zylindergehäuses.....	40
5.1.1 Vorderansicht	40
5.1.2 Erstellen des Zylinderflansches	41
5.2 Erstellen des hinteren Gehäusedeckels	42
5.2.1 Erstellen der Seitenansicht von links des hinteren Gehäusedeckels	43
5.2.2 Erstellen der Seitenansicht von rechts des hinteren Gehäusedeckels	44
5.2.3 Erstellen der Vorderansicht und Draufsicht des hinteren Gehäusedeckels	45
5.3 Zeichnen des Kolbens.....	46

5.4 Zeichnen der Kolbenstange	48
5.5 Erstellen eines Flansches	49
5.6 Erstellen der Anschlußbefestigung.....	49
6 Weitere Erstellungs- und Änderungsbefehle.....	50
6.1 Erstellungsbefehle unter dem 2. Menü	50
6.2 Spline	51
6.3 Weitere Änderungsbefehle	52
6.4 Befehle unter dem Änderungs Menü 2	53
7 Bemaßen	54
7.1 Bemaßung erstellen	54
7.1.1 Positionierung des Bemaßungstextes:	54
7.1.2 Die einfache Bemaßung.....	55
7.1.3 Kettenbemaßung.....	56
7.1.4 Bezugsbemaßung mit kurzer oder langer Maßlinie erstellen	57
7.1.5 Bezugspunkt bemaßung	59
7.1.6 Radienbemaßung	59
7.1.7 Durchmesser bemaßung	60
7.1.8 Bogenbemaßung	60
7.1.9 Winkelbemaßung	61
7.1.10 Weitere Bemaßungsbefehle unter [MENÜ 1]	63
7.2 Bemaßungsänderung im Menüpunkt 2.....	64
7.2.1 Bemaßungstextänderung	64
7.2.2 Linienänderung	65
7.3 Befehle zum Festlegen und Ändern von Maßlinien	66
7.3.1 Gemeinsame Befehle	67
7.3.2 Weitere Befehle zum Festlegen von Maßlinien.....	70
7.4 Bemaßungstext.....	73
7.4.1 Unterschiede im Bereich Bemaßungstext Setzen.....	73
7.4.2 Unterschiede im Bereich Bemaßungstext ändern	75
7.4.3 Erklärung der gemeinsamen Optionen von Setzen und Ändern.....	76
8 Weitere Bearbeitungsoperationen unter ME10.....	79
8.1 Datei.....	79
8.1.1 Löschen von Dateien	79
8.1.2 Kopieren einer Datei	79
8.1.3 Befehle zum Arbeiten mit Makros	80
8.1.4 Verzeichnisauswahl	80
8.1.5 Die weiteren Menüs unter [DATEI].....	80
8.2 Text	80
8.2.1 Texteingabe	80
8.2.2 Textänderungen.....	82
8.2.3 Textparameter festlegen.....	83
8.2.4 Drehen, Bewegen und Vervielfältigen von Texten	85
8.2.5 Hinweislinie	86
8.2.6 Restliche Befehle unter [TEXT 1]	86
8.2.7 Textänderungsbefehle unter [TEXT 2]	87

8.2.8 Schrifteditor.....	87
8.3 Plotten	88
8.4 Symbole	89
8.5 Schraffuren	90
8.6 Info-Menü.....	93
8.7 Standards	93
9 Teileliste und Baugruppen.....	95
9.1 Einführung.....	95
9.2 Vorgehensweisen	96
9.3 Weitere Befehle unter dem Menü [Teile].....	99
10 Verdeckte Linien.....	108
10.1 Einleitung.....	108
10.2 Einstiegsbeispiel.....	109
10.3 Erklärung der einzelnen Befehle.....	111
10.3.1 Positionierung eines Teiles in der Gesamtzeichnung.....	111
10.3.2 Flächen erstellen.....	111
10.3.3 Setzen Von Z-Werten	112
10.3.4 Aktuellen Z-Wert festlegen.....	112
10.3.5 Abfrage von Z-Werten	112
10.3.6 Ladeabstand für Z-Werte.....	113
10.3.7 Flächenfarbe.....	113
10.3.8 Sicherheitskopie	113
10.3.9 Möglichkeiten unter dem Befehl VERDCK EIN.....	114
10.3.10 Konfigurieren von Verdeckten Linien	114
11 Makroprogrammierung.....	117
12 Schlußwort	121
13 Literaturliste.....	123

1 Einleitung

Der Begriff **CAD** - **C**omputer **A**ided **D**esign - wurde gegen Ende der 50er Jahre im Massachusetts Institut of Technology (MIT), USA, geprägt und in den 70er Jahren als Bezeichnung für die Rechnerunterstützung in der Konstruktion international übernommen. CAD kann man als Schlüssel zur computergesteuerten Fertigung (CAM - Computer Aided Manufacturing) und zur automatisierten Produktion (CIM - Computer Integrated Manufacturing) ansehen, da in der Konstruktion die Produktdaten erzeugt und mit Hilfe von CAD den parallel- oder nachgeschalteten Bereichen bzw. rechnerunterstützten Systemen zur Verfügung gestellt werden.

Computer Integrated Manufacturing

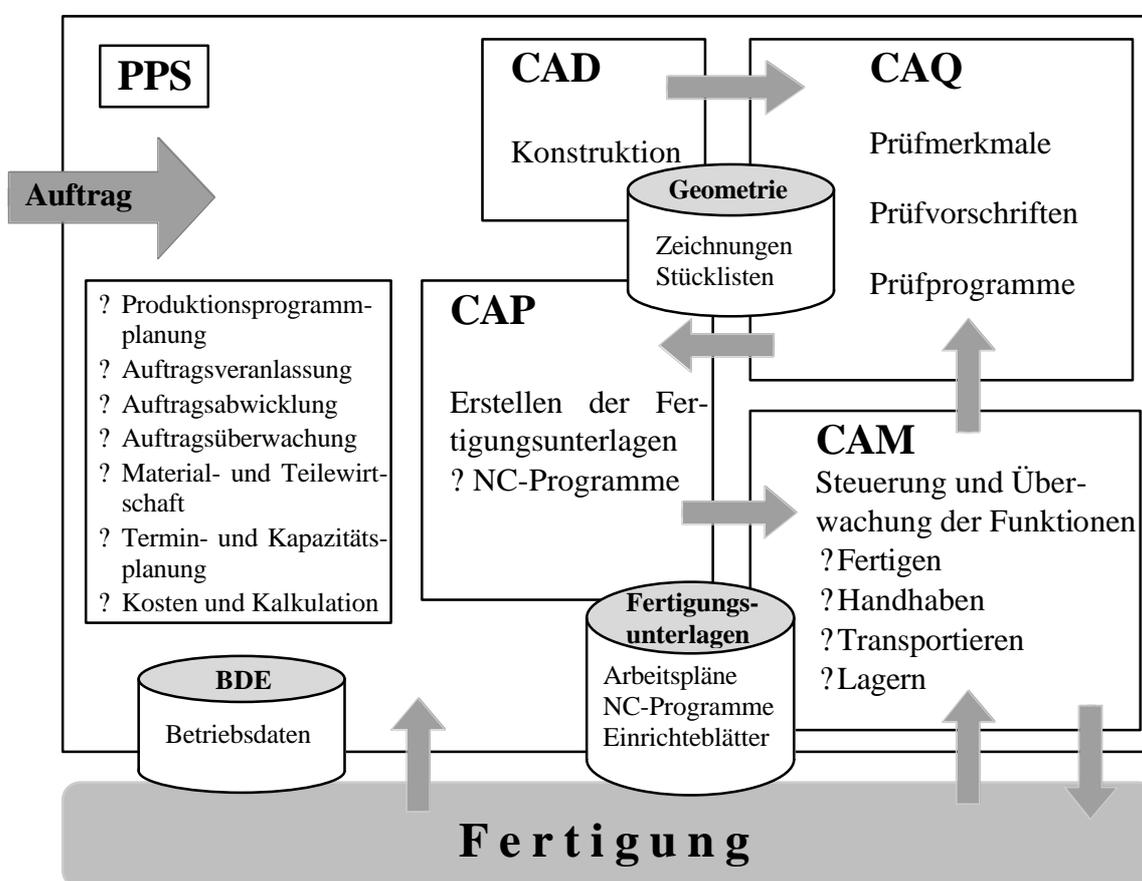


Abbildung 1.1: CIM in der Fertigung

Quelle: [17]

CAD bringt viele Verbesserungen bezüglich des Zugriffs auf gespeicherte Daten, Verändern von Zeichnungen, verkürzte Entwicklungszeiten, automatische Erstellung von Stücklisten und NC-Programmen, Geometrieerzeugung für Finite-Elemente-Berechnungen und Simulationen. Da CAD jedoch in der Industrie nicht immer in dem Maße genutzt wird, wie es technisch

möglich wäre, ist die generelle Wirtschaftlichkeit schlecht abzuschätzen. Die Ziele von CAD sind:

- ? Eine Steigerung der Produktivität der Produktionsfaktoren Mensch und Maschine.
- ? Eine größere Flexibilität bei plötzlich auftretenden Änderungen der Konstruktion durch den Auftraggeber.
- ? Eine größere Anpassungsfähigkeit in der Fertigung.
- ? Der Anfang einer rechnerunterstützten Produktionskette.
- ? Eine Steigerung der Produktqualität.

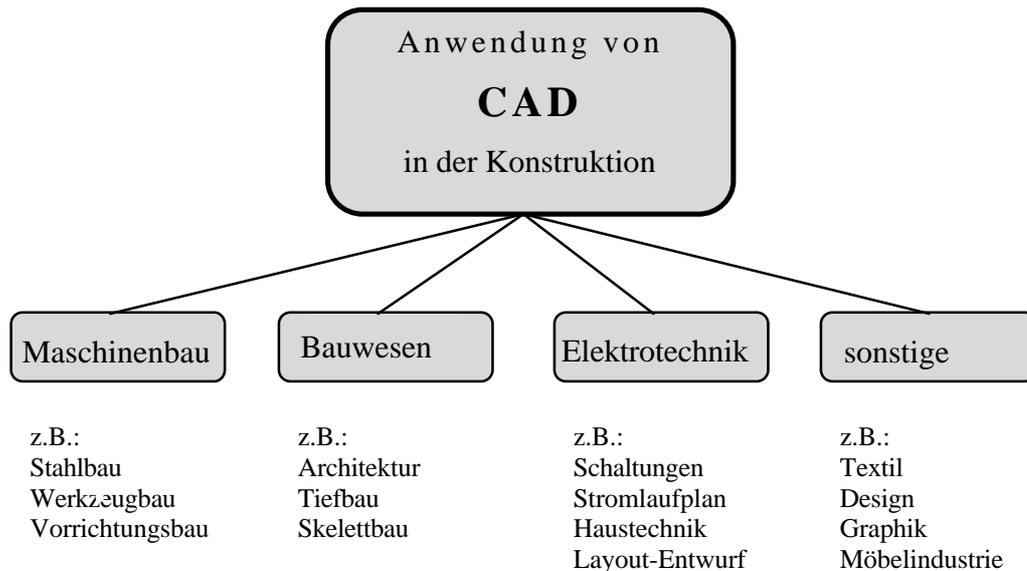


Abbildung 1.2: CAD-Anwendungsbereiche

Quelle: [15]

Trotz steigender Marktanteile von dreidimensionalen CAD Produkten liegt die Nachfrage nach zweidimensionalen CAD-Produkten mit etwa 70% immer noch weit über der von 3D. Gründe sind:

- ? Erst heute verfügt man über die richtige Hardware zum 3D-Konstruieren.
- ? Die Ausbildung der Konstrukteure erfolgt überwiegend auf 2D-Systemen.
- ? Die Software für 3D-Systeme ist heute erst allgemein gebrauchstüchtig.
- ? Oft reicht eine 2D-Zeichnung aus.

Daher hier die Beschreibung eines der am weitesten verbreiteten 2D-Systeme: **Hewlett Packard Precision Engineering/ME10** oder kurz **ME10** (hier in der Version 7.0). Am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD, an dem diese Arbeit angefertigt wurde, kommt auch die Hardware von der Firma HEWLETT-PACKARD GmbH, welche schon seit den 80er Jahren eine führende Position im Verkauf von CAD-Systemen weltweit einnimmt. Die Betriebssoftware der vernetzbaren Workstations ist HP-UX (ein UNIX-Derivat). Für die PC-Version wird das Microsoft Windows Betriebssystem benötigt.

2 Einstieg in ME10

2.1 Verwendete Nomenklatur

- ? Die Menüpunkte unter **ME10** werden fettgedruckt in Klammern dargestellt, wie zum Beispiel **[DATEI]**.
- ? Einzelne Befehle erscheinen im Text fettgedruckt, wie zum Beispiel **LINIE**.
- ? Einzugebende Namen, Texte und Tastenkombinationen sind kursiv geschrieben, wobei die Befehlstasten zusätzlich durch Metazeichen (< >) gekennzeichnet sind.
- ? Befehlsaufrufe werden mit einem Bindestrich aufgelistet, wie zum Beispiel **[TEILE]? EDITIEREN? Top**.
- ? Befehlsfolgen werden durch einen Pfeil (?) ersichtlich gemacht, wie zum Beispiel **[FARBE]? Gelb ? [LART]? Vollinie**.

2.2 Zeigergeräte und Tastatur

- ? **Die Maus:** Mit der Maus können Befehle auf dem Bildschirm angeklickt, Punkte in der Zeichnung festgelegt, vorhandene Geometrielemente gefangen und gezeichnet werden.
- ? **Der Bildschirm:** Er dient zur Darstellung der Zeichenfenster und enthält die Befehlsmenüs, siehe Abbildung 2.1.
- ? **Die Tastatur:** Die Tastatur dient zur Eingabe von Namen, Strings, Werten und anderen Optionen sowie zum Abbrechen von Befehlen.

2.3 Starten, Speichern und Beenden

Nach Anmeldung am System kann **ME10** über Terminalfenster durch Eingabe des entsprechenden Befehls oder graphisch über ein entsprechendes Menü oder Icon gestartet werden. Es erscheint das Bildschirmbild von **ME10**, siehe Abbildung 2.1.

Am rechten Rand sieht man Menübereiche, die links davon mit ihren einzelnen Befehlsfeldern abgebildet werden können. Am unteren Bildschirmrand befindet sich die Eingabezeile, deren Eingaben über die Tastatur erfolgen. Darüber liegt die Statuszeile, aus der die Informationen der Punkte 2-14 entnommen werden können. Die Nummern erklären die Bedeutung der einzelnen Zeichen und Angaben des Bildschirmbildes.

1. Eingabezeile
2. X-Koordinate des Cursors zum Nullpunkt.
3. Y-Koordinate des Cursors zum Nullpunkt.
4. Ein- und Ausblendung von **Bemaßung**, **Schraffur**, **Text** und **Hilfsgeometrie**.
5. Punktsymbol der eingestellten Linienart.
6. Linienart und Farbe.
7. „Trennen ein“ oder „aus“ mit der Nummer der aktuellen Schicht.
8. Fangmodus.
9. Maßstab.

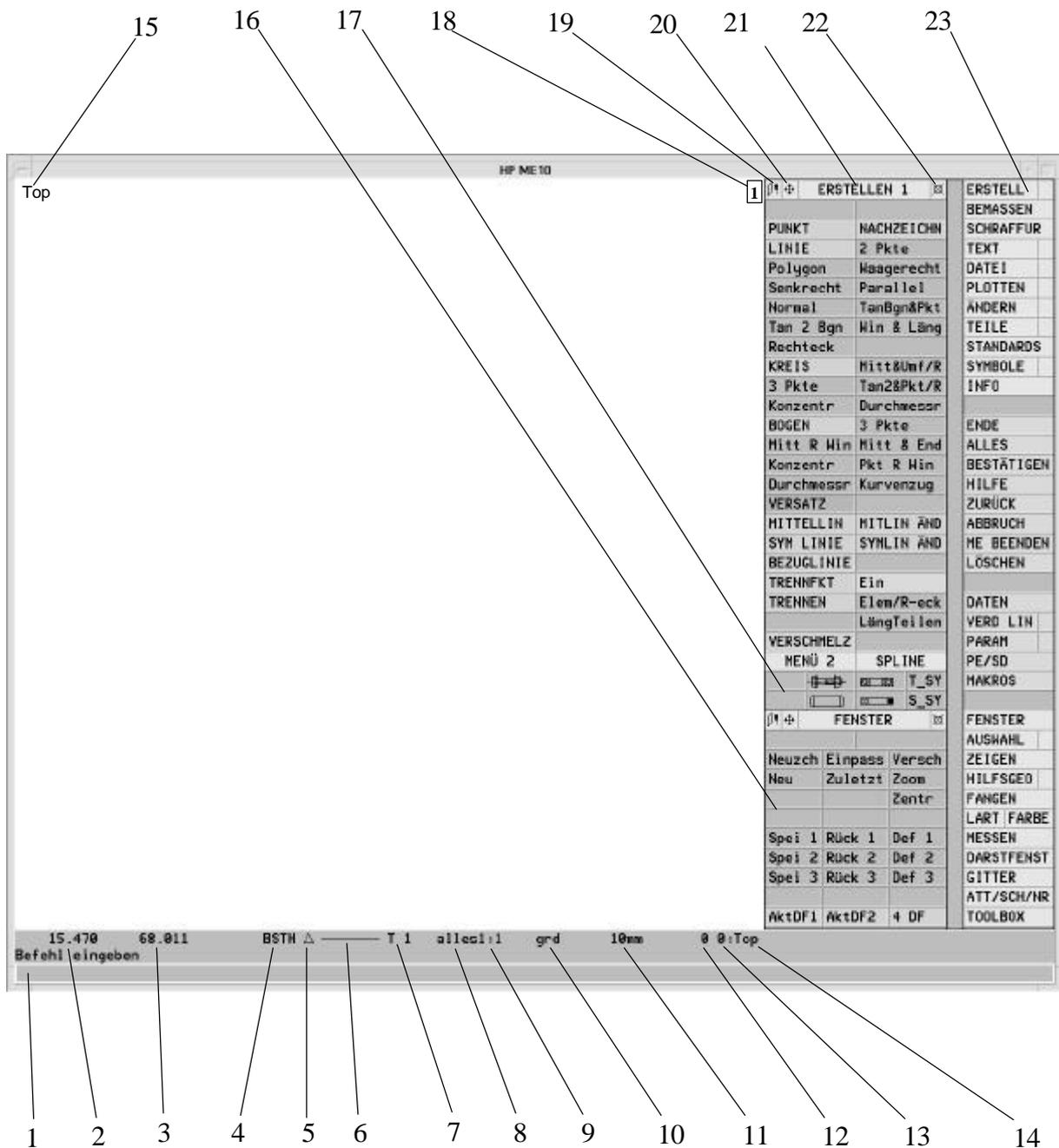


Abbildung 1.3: Bildschirmaufbau von ME10

10. Winkeleinheit.
11. Längeneinheit bezogen auf 1 cm.
12. Z-Wert.
13. Ebene in der Teilestruktur.
14. Name des Teiles.
15. Name des Tops.
16. Darstellungsposition der Menüs, die rechts davon stehen.
17. Normteilebibliotheken der Hochschulversion.

18. Fensternummer.
19. Fixieren eines Menüs.
20. Bewegen des Menüfensters.
21. Anzeigeposition der Menüs, die rechts davon stehen.
22. Schließen des Menüfensters.
23. Hauptmenüs, die durchgehend angezeigt werden.

Zum Laden einer Datei muß zuerst der Befehl **[DATEI]**, dann **Dateiliste** angeklickt werden. Es erscheinen die vorhandenen Dateien. Nun klickt man den Befehl **LADEN? Zchn/Teil** einfach und anschließend die zu ladende Datei doppelt an. Es erscheint die Zeichnung, die unter dem Dateinamen abgelegt wurde. Falls es sich um ein Einzelteil handelt, gibt es auch die Möglichkeit **LADEN? Einzelteil** anzuwählen und das geladene Einzelteil beispielsweise in einer Gesamtzeichnung zu positionieren.

Grundsätzlich sollte man in gewissen Zeitabständen eine Sicherungsspeicherung durchführen. Das Betriebssystem HP-UX besitzt ein Datei-Modul, mit Hilfe dessen ein bequemer Dateizugriff und eine einfache Dateiverwaltung ermöglicht wird. Dateinamen können sich aus beliebige Zeichenfolgen zusammensetzen, dürfen aber generell keine Metazeichen (* , . , ? , [,] , \$, < , > , @ , |) enthalten; auch Leerzeichen (Blanks) dürfen nicht verwendet werden. Zweckmäßig sind Dateinamen, die sich aus Buchstaben, Ziffern und Unterstreichungen zusammensetzen, deren Name auf den Inhalt schließen läßt¹. Zum Speichern einer Zeichnung wählt man unter dem Menüpunkt **[DATEI]** den Befehl **SPEICH? Alles** oder **SPEICH MI? Alles**². Dann erscheint in der Eingabezeile am unteren Bildrand die Aufforderung, den 'Name' einzugeben. Es ist wichtig, sowohl beim Laden, beim Speichern als auch bei der Eingabe von Texten immer Anführungsstriche³ voranzustellen; nur dann erkennt das System die Eingabe als Text. Abschließend ist die *< Eingabetaste >* zu drücken.

Nachdem die Zeichnung gespeichert wurde, kann man **ME10** verlassen. Dies geschieht über das Aufrufen des Befehls **[ME10 BEENDEN]** und anschließende Bestätigung.

¹ Das Betriebssystem HP-UX unterscheidet zwischen Groß- und Kleinschreibung. Bei der Länge der Zeichenfolge ist die Konvention des Betriebssystems zu berücksichtigen.

² Der Befehl **SPEICH MI** speichert die Zeichnung im MI-Format (Model Interface Standard). Dieses Format dient zur Übertragung an externe Systeme, andere Programme (Solid Designer) und eignet sich besonders für Langzeitspeicherungen. MI entspricht dem editierbaren ASCII-Format, wohingegen die einfache Speicherung ein internes Binärformat besitzt.

³ Bei der PC-Version werden vom Rechner nur die doppelten Anführungsstriche akzeptiert.

3 Beginn einer Konstruktion mit ME10

3.1 Referenzbeispiel

Das Ziel dieser Anleitung besteht darin, Grundkenntnisse im Umgang mit dem 2D-CAD-System **ME10** zu vermitteln. Dies erfolgt anhand eines Referenzbeispiels, das schrittweise aufgebaut wird.

Als Referenzbeispiel dieser Arbeit diene ein Pneumatikzylinder, der aus verschiedenen Bauteilen zusammengesetzt ist. Um ein besseres Verständnis für die einzelnen Bauteile beim Konstruieren zu erhalten, sei an dieser Stelle eine Explosionszeichnung (Abbildung 3.1) angeführt:

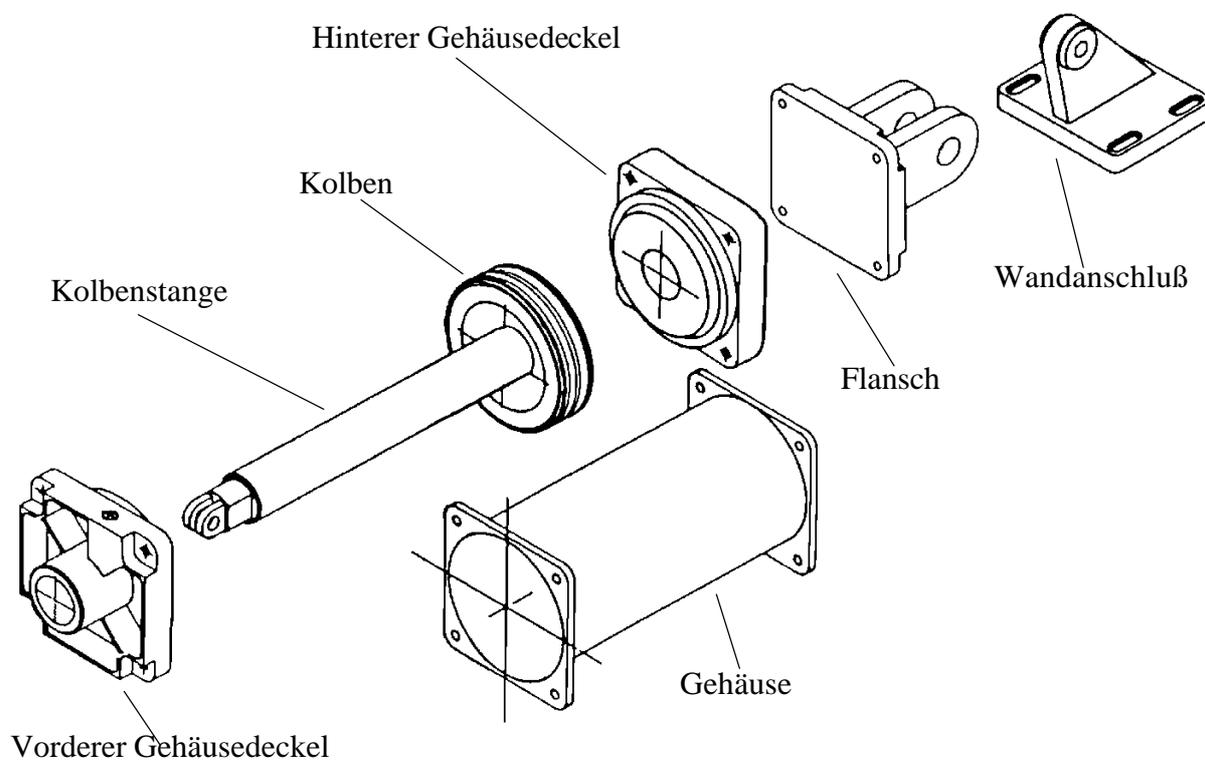


Abbildung 3.1: Referenzbeispiel

Quelle: [10]

3.2 Grundsätzliches

Jeder Befehl unter **ME10** sollte mit **[ENDE]** abgeschlossen werden. Bei Löschvorgängen sollte mit diesen Befehlen vorsichtig gearbeitet werden, weil durch die Bestätigung **[ENDE]** zu löschende Inhalte unweigerlich verloren sind. Der Befehl wird in den sich anschließenden Befehlsaufrufen nicht mehr zusätzlich aufgeführt.

Bei weiteren Fragen zu einzelnen Befehlen unter **ME10** sei auf die On-Line Hilfe verwiesen. Sie funktioniert wie folgt: Zuerst wählt man im Hauptmenü rechts den Befehl **[HILFE]** an, dann klickt man den gewünschten Befehl an und erhält auf dem Bildschirm Erläuterungen zum Inhalt und der Anwendung des Befehles. Durch Drücken der **< Esc >**-Taste wird die Hilfe verlassen.

Bei fehlerhaften Eingaben kann man den Befehl **[ABBRUCH]** wählen oder die **< Esc >**-Taste drücken, um die Eingabe zu löschen. Mit dem Befehl **[ZURÜCK]** besteht die Möglichkeit, ausgeführte Befehle, die noch nicht mit **[ENDE]** abgeschlossen wurden, wieder rückgängig zu machen.

An dieser Stelle sei noch darauf hingewiesen, daß unter **ME10** auch parametrisches Konstruieren möglich ist. Konstruktionsvorgänge werden über die Benutzung von Parametern schneller und einfacher. Der Aufruf erfolgt unter dem Menüpunkt **[PARAM]**, bildet jedoch eine gesonderte Anwendung, welche in dieser Bedienungsanleitung aufgrund des Umfangs nicht berücksichtigt werden kann.

3.3 Fenstertechnik

FENSTER		
Neuzch	Einpass	Versch
Neu	Zuletzt	Zoom
		Zentr
Spei 1	Rück 1	Def 1
Spei 2	Rück 2	Def 2
Spei 3	Rück 3	Def 3
AktDF1	AktDF2	4 DF

Abbildung 3.2: Fenstermenü

Es besteht unter **ME10** die Möglichkeit, mit mehreren Bildschirmfenstern zu arbeiten (Abb. 3.2). Dies bedeutet eine bessere Übersichtlichkeit. Es können unterschiedliche Ansichten gewählt oder verschiedene Bauteile gleichzeitig dargestellt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Einzelteile und Ausschnitte einer Zeichnung detailliert zu überprüfen, wobei die Gesamtzeichnung in einem Fenster stets erhalten bleibt. In der rechten oberen Ecke des Bildschirms befindet sich die Fensternummer, die beim aktiven Fenster weiß umrahmt wird (Abbildung. 2.1, Nr. 17). Der Befehl **[FENSTER]? AktDF2** öffnet ein weiteres Fenster. Über den Befehl **4 DF** können bis zu vier Darstellungsfenster gleichzeitig genutzt werden. Im Anschluß an den vorhergehenden Befehl wählt man den Befehl **Einpass** an, um wieder die Zeichnung im Fenster 1 erscheinen zu lassen. Es bestehen folgende Möglichkeiten, ein anderes Fenster zu aktivieren:

FENSTER			
FENSTER		Fenst Akt	
		Fenst Wähl	
Neuzeich		Einpassen	
Neu	Norm	Dyna	
Versch	Norm	Dyna	Knob
Zoom	Norm	Dyna	Box
Mitte	Norm	Dyna	
Speichern		Aufruf Neu	
		Letzter	
AnzeigList		Ja	
		Nein	
TABLETT STD-WERTE			
FENST WÄHL		Fenst Akt	
		Fenst Wähl	
DYNAMISCH		Nein	
		Cursor	
		Drehknöpfe	

Abbildung 3.3: Fenstermenü

und Vergrößerung gibt es unter dem Befehl **[FENSTER]** (Abb. 3.3) viele Möglichkeiten.

- ? **Neu:** Vergrößert einen gewünschten Ausschnitt über einen Rahmen auf Fenstergröße. Die Ausführung erfolgt durch Anklicken eines Eckstart- und eines Eckendpunktes.
- ? **Zuletzt:** Gibt die letzte Ansicht wieder.
- ? **Zoom:** Vergrößert oder verkleinert im Vergleich zu **Neu** nur einen zentralen Ausschnitt. Hierzu kann man auch Änderungswerte über Tastatur eingeben. Zum Erreichen einer verkleinerten Ansicht muß der Wert zwischen 0 und 1 liegen. Liegt er darüber, erhält man eine Vergrößerung.
- ? **Einpass:** Läßt die Gesamtzeichnung auf dem Bildschirm erscheinen.
- ? **Versch:** Verschiebt den Fensterrahmen auch über den Einpaß-Rahmen hinaus.
- ? **Neuzch:** Bewirkt einen neuen Bildschirmaufbau mit der aktuellen Geometrie.

Beim Arbeiten mit drei oder vier Fenstern durch Antippen der Fensternummer mit dem Cursor, beim Benutzen von zwei Fenstern zusätzlich noch durch Anwählen von **[FENSTER]?AktDF1** oder **AktDF2**. Mit **Zoom**, **Neu** oder **Versch** kann der Ausschnitt des aktiven Fensters ständig verändert werden.

Um die Anzahl der Arbeitsfenster wieder zu reduzieren, löscht man Darstellungsfenster. Dies geschieht über **[DARSTFENST]?LÖSCHEN** und Anklicken des zu entfernenden Fensters oder Eingeben der Nummer des zu löschenden Fensters über Tastatur.

Die ursprüngliche Größe des alten Darstellungsfensters kann man durch Anwählen von **[DARSTFENST]?ÄNDERN** und Anwählen der alten Fenstereckpunkte erreichen. Der schnellste Weg, um zu einem einzigen Darstellungsfenster zu gelangen, besteht im Löschen aller Fenster und Anwählen von **AktDF 1** und **Einpass**. Zur bestmöglichen Ansicht

DARST-FENSTER					
Aktuell		Auswählen			
Estellen		Setzen			
Ändern		Bewegen			
Neuzeich		Groß			
		Löschen			
1	2				
AktDF1		AktDF2		4 DF	

Durch Anklicken des Menüpunktes **[FENSTER]** im Auswahlfenster erscheint ein weiteres Menü zur Fensterbearbeitung (Abb.3.4).

Abbildung 3.4: Darstellungsfenstermenü

3.4 Hilfsfunktionen

Um effektiver mit dem CAD-System **ME10** konstruieren zu können, werden zahlreiche Hilfsfunktionen zur Verfügung gestellt.

3.4.1 Hilfsgeometrie

Zuerst wird die Hilfsgeometrie angesprochen, damit man später andere Funktionen verständlicher erklären kann. Die Hilfsgeometrie kann analog zum Vorgehen bei Handzeichnungen als unterstützende Zeichentechnik für das Zeichnen unter **ME10** verstanden werden. Man kann mit ihr annähernd alle Ausgangskonstruktionen zum späteren Erstellen einer Zeichnung herstellen. Diese können anschließend mit **[ERSTELL]** oder mit **[ÄNDERN]** entsprechend zur ausdrucksreifen Zeichnung nachgezeichnet oder abgeändert werden. Im ersten Schritt geht man am rechten Bildrand auf **[HILFSGEO]**. Es erscheint das Fenster **[HILFSLINIE]** (Abb.3.5). Zur Bedeutung der einzelnen dargestellten Symbole:

HILFSLINIE		
H KREIS		
2 Pkt 1.	Waagr 2.	Senk 3.
Lotr 4.	Parll 5.	Mitsnk 6.
Winkhl 7.	Pkt Win 8.	TnBgPt 9.
Tn2Bgn 10.		
VERSATZ		

Die erste Zeile von Befehlen erzeugt Hilfslinien, ohne daß vorher bereits erzeugte Linien vorausgesetzt werden.

1. Darstellung einer Hilfslinie durch zwei Punkte oder einem bestimmten Winkel. Der Winkel kann auch direkt über die Tastatur eingegeben werden.
2. Erstellen einer waagerechten Hilfslinie.
3. Zeichnen einer senkrechten Hilfslinie.

Abbildung 3.5: Hilfslinienmenü

Die folgenden Zeilen setzen das Vorhandensein einer Linie bereits voraus:

4. Fällen eines Lotes.

5. Darstellen einer Parallelen. Der Abstand wird über die Tastatur eingegeben⁴.
6. Hier wählt man eine Mittelsenkrechte zwischen zwei Punkten.
7. Erstellen von Winkelhalbierenden.
8. Erstellen eines Winkels zu einer Linie durch einen wählbaren Punkt.
9. Legen einer Tangente an einen Kreis.
10. Herstellen einer gemeinsamen Tangente für zwei Kreise.

Mit dem Befehl **Versatz** kann man zwei bestehende Linien parallel verschieben.

Durch das Anwählen von **H_KREIS** (Abbildung 3.6) kommt man in einen neuen Bereich der Hilfsliniendarstellung. Das Erstellen von Hilfskreisen:

HILFSKREIS		
H LINIE		
3 Pkt 1.	MiPtRd 2.	Konzen 3.
Durchm 4.	TnPtPt 5.	TanMit 6.
TnPtRd 7.	Tn3EI 8.	
VERSATZ		

Abbildung 3.6: Hilfskreismenü

1. Erstellen eines Hilfskreises über Umfangspunkte.
2. Erzeugen eines Hilfskreises mit Hilfe der Mitte und eines Durchmesserpunktes. Der Radius kann über die Tastatur eingegeben werden.
3. Erstellung eines Hilfskreises direkt um oder in einem bereits vorhandenen Hilfskreis.
4. Konstruieren eines Hilfskreises über zwei Durchmesserpunkte.
5. Zeichnen eines Hilfskreises über einen Tangentenpunkt und zwei Durchmesserpunkte.
6. Erstellen eines Hilfskreises, der eine andere Linie berührt und dessen Mittelpunkt von Bedeutung ist.
7. Erzeugen eines Hilfskreises über zwei Tangentenpunkte und den Radius, wobei die Radiuseingabe über die Tastatur möglich ist.
8. Erstellen eines Hilfskreises über drei Tangentenpunkte.

⁴ Beim Anwählen von **[HILFSGEO]** sollte man beachten, daß man bei der Eingabe für den Parallel-Befehl mehrere Zahlenwerte für entsprechende Linien in einem Vorgang eingeben kann. Gibt man also einen falschen Wert ein, muß man zuert auf **[ABBRUCH]** oder **[ENDE]** gehen und neu auswählen.

3.4.2 Linienarten

LINIENART		
Voll	Punkt	Strichk
StrichL	StrpktS	StrpktB
StrZwpk t	Strpktl	LA Änd
LinBr	0	LB Änd
StftDf	1	2
3	4	5
6	7	8
StftLd		StftSi

Mit dem Befehl [**LART**] (Abbildung 3.7) können sowohl die Linienarten als auch die Linienbreiten in der Zeichnung auf dem Bildschirm für die Geometriearstellung definiert werden. Diese Linienbreitendarstellung besitzt keinen Zusammenhang zur Linienbreite auf dem Ausdruck.

Abbildung 3.7: Linienartenmenü

FARBE		
SCHWRZ	WEISS	ROT
GELB	GRÜN	CYAN
MAGENT	BLAU	
FrbÄnd		
RGB	TSL	

Abbildung 3.8: Farbmenü

Grundfarben unter **ME10**. **RGT** und **TSL** stellen Farbmenüs mit verschiedenen Farbskalierungen dar.

3.4.4 Fangbereich

FANGEN	
Alles	Lin/Gitter
Schnittpkt	Scheitelpt
Element	Mitte
Aus	
Bereich	8

Abbildung 3.9: Fangmenü

3.4.3 Farbauswahl

Mit dem Befehl [**FARBE**] (Abbildung 3.8) erfolgt die Farbfestlegung der Linien beim Konstruieren. Des Weiteren wird über die Farbwahl die Linienbreite beim Ausdrucken definiert. Bereits farblich gekennzeichnete Linien können mit **FrbÄnd** und Eingabe der Farbe über Tastatur oder Anwählen der Farbe unter dem Menü abgewandelt werden. Abschließend muß die zu ändernde Linie angeklickt oder der ganze Änderungsbereich erfaßt werden. **GELB**, **GRÜN**, **CYAN**, **ROT**, **WEISS**, **SCHWRZ**, **MAGENT** und **BLAU** sind die

Unter dem Menüpunkt [**FANGEN**] (Abbildung 3.9) kann man den Fangmodus ändern. Dies ist wichtig für exakte Geometriearstellung.

Es stehen verschiedene Fangoperationen zur Verfügung. Unter dem Befehl **Bereich** kann der Fangbereich des Cursors eingestellt werden. Dieser steht für die Genauigkeit beim Fangen. Hier ist er exemplarisch mit 8 eingestellt.

3.4.5 Lineale und Gitter

LINEAL/GITTER	
Punktgitt	Liniengitt
Lineal	Aus
Folgen Ein	Folgen Aus
Abstand	Curs Gr/KI
Ursprung	Bewegen
Drehen Abs	Drehen Rel
Isom Oben	Isom Vorne
Isom Seite	
Rücksetzen	Setzen

Das Menü **[GITTER]** (Abbildung 3.10) beinhaltet verschiedene Hilfen zum Erstellen von Zeichnungen. So kann zur Unterstützung unter anderem ein Gitter oder ein Lineal in die Zeichnung gelegt werden.

Abbildung 3.10: Gittermenü

3.4.6 Attribute, Schichten und Numerierung

ATTRIBUTE			
Setzen		Merken	
SCHICHT			
Aktuell		Hinzufügen	
Ändern			
<=	Vorig	Leer	-
7	8	9	.
4	5	6	,
1	2	3	0

Abbildung 3.11: Attributen- und Schichtmenü

? Attribute:

Unter diesem Menüpunkt (Abbildung 3.11) können Attribute wie zum Beispiel die Farbe durch aktuelle ersetzt werden.

? Schichten:

Unter diesem Menüpunkt (Abbildung 3.11) besteht die Möglichkeit, über das Anlegen von Geometrien in Schichten (Layer) gewünschte Einzelheiten gesondert auf dem Bildschirm darzustellen, ein- oder

auszublenden. Dies geschieht im einzelnen über den Menüpunkt **[ZEIGEN]**, siehe Abschnitt 3.3.8.

Der Befehl **SCHICHT? Aktuell** unter **[ATT/SCH/NR]** aktiviert eine Schicht durch Eingabe der Schichtnummer⁵. Alle im Anschluß erstellten Geometrien werden dieser Schicht zugeordnet.

Der Befehl **Hinzu** unter **SCHICHT** vervielfältigt Elemente aus einer Schicht in eine andere, so daß sie beiden Schichten angehören. Hierzu muß man nach dem Anwählen des Befehls die Zielschichtnummer eingeben und anschließend die betreffenden Elemente auswählen.

⁵ Diese wird in der Statuszeile angezeigt (Abbildung 2.1 Nr.6).

Der Befehl **Ändern** unter **SCHICHT** überträgt ein Element von einer Schicht in eine andere. Nach Anklicken des Befehles gibt man die Zielschichtnummer ein und wählt die gewünschten Elemente aus.

Das Darstellen von Schichten funktioniert über das Menü **[ZEIGEN]**. Dies könnte folgendermaßen aussehen:

1. Anwählen von **Alles Aus**.
2. Anklicken von **Schicht** und Eingabe der Schichtnummer.
3. Antippen von **EIN**.

3.4.7 Toolbox

TOOLBOX		
HINZU	UMBENEN	LÖSCH
SICHRN	EDIT	LADEN

Über die **TOOLBOX** (Abbildung 3.12) können Makros in Toolboxfenster integriert und anschließend aufgerufen werden (siehe Kapitel 10 Makroprogrammierung).

Abbildung 3.12: Toolboxmenü

ZEIGEN	
Alles Ein	Alles Aus
Geometrie	HGeometrie
Bemaßung	Text
Scheitelpt	Schraffur
Info	Schicht
SchichtFrb	
EIN	AUS

Abbildung 3.13: Zeigenmenü

3.4.8 Zeigen

Unter dem Menü **[ZEIGEN]** (Abbildung 3.13) können die Bestandteile einer Zeichnung ausgewählt werden, die am Bildschirm gezeigt, hervorgehoben oder verdeckt werden sollen. Dieses Ausblenden hat keine Änderung in der Geometrie zur Folge, sondern betrifft ausschließlich die Darstellung auf dem Bildschirm. Mit den Befehlen kann man sich einen Überblick über die aktuell zu bearbeitenden Zeichnungsausschnitte verschaffen und erhält für bestimmte Bearbeitungsoperationen wichtige Vereinfachungen.

Mit ihnen kann man wahlweise unterschiedliche Zeichnungselemente ein- und ausblenden, um eine bessere Übersicht zu erreichen oder genauer zu arbeiten. Dies geschieht über An-

wählen einer der Optionen: **Geometrie**, **HGeometrie**, **Bemaßung**, **Text**, **Scheitelp**, **Schraffur**, **Info**, **Schicht** und **SchichtFrb** und Antippen von **EIN** oder **AUS** zur Darstellung.

3.4.9 Messen

MESSEN	
Abstand	Länge
Waagerecht	Senkrecht
Punkt	Winkel
Radius	
FlächAttr	
Rechner	

Unter dem Menüpunkt **[MESSEN]** (Abbildung 3.14) besteht die Möglichkeit, Geometrien durch Ausmessen auf Ihre Richtigkeit zu überprüfen. Um nach dem Messen wieder konstruieren zu können, muß man zuerst den allgemeinen Abbrechbefehl, die *< Esc >*-Taste, drücken, da **[MESSEN]** ein Wiederholungsbe- fehl ist. Die Optionen steuern die Art der Messung.

Abbildung 3.14: Messmenü

3.4.10 Auswahl

Der Menüpunkt **AUSWAHL** (Abbildung 3.15) bietet eine Vielzahl von Möglichkeiten, um für Bearbeitungsbefehle eine bestimmte Geometriekomponente festzulegen. Unter dem Menüo- berpunkt **Wählen** gibt es verschiedene Optionen:

AUSWAHL		
	AUSWAHL 2	
Wählen	Hinzu	Ohne
Und	Oder	Exor
Nicht		BESTÄT
Alles	Info	Shicht
Box	S-Punkt	Text
Bem	H-Geo	Geo
Teil	Global	
Poly	BemEdit	

AUSWAHL		
AUSWAHL 1		
Punkt	Linie	Bogen
Rundng	Kreis	Spline
H-Lin	H-Kreis	Vrweis
PolyEI	Schraff	
Farbe	LinArt	LBreit

Abbildung 3.15: Auswahlmenüs

- ? **Hinzu:** Kennzeichnet die Elemente, auf welche der vorangehende Befehl angewendet werden soll.
- ? **Ohne:** Nachdem zuerst **Alles** angetippt wurde, können nun beispielsweise verschiedene Elemente vom Befehl ausgeschlossen werden. Auch Elemente, die über **Hinzu** angewählt wurden, können über **Ohne** wieder der Auswahl entnommen werden.
- ? **Und:** Bildet eine Schnittmenge aus den bereits gewählten Elementen und den Elementen, die nach dem Anklicken von **Und** noch angetippt werden.

- ? **Oder:** Bildet im Vergleich zu **Und** die Summe der zuvor ausgewählten und der noch auszuwählenden Elemente.
- ? **Exor:** Kann zuvor gekennzeichnete Elemente wieder aus der Auswahlmenge entnehmen und andere hinzufügen.
- ? **Nicht:** Wandelt gekennzeichnete Elemente in nicht mehr gekennzeichnete um und umgekehrt. Des weiteren schließt der Befehl die zuvor gekennzeichneten Elemente vom Befehl aus.

Der Befehl **BESTÄT** unter **[AUSWAHL]** hat die gleiche Bedeutung wie der Befehl **[BESTÄTIGEN]**.

Diese oben genannten Optionen unterliegen weiteren Auswahlmöglichkeiten, wie beispielsweise **Alles** oder **Box**. Die Option **Info** spricht beispielsweise alle Elemente an, denen bestimmte Informationen zugeordnet wurden.

Die anwählbaren Begriffe erklären sich über ihren Wortlaut selbst. Das abschließende Beispiel zeigt, wie man über die Auswahl allen gelbfarbenen Geometrieelementen eine rote Farbe zuordnet:

1. Auswählen der gelben Farbe unter dem Menüpunkt **[FARBE]**.
2. Erstellen eines Rechteckes über **[ERSTELL]? LINIE? Rechteck**.
3. Antippen von **FrbÄnd** unter **[FARBE]**.
4. Anklicken der roten Farbe.
5. Anwählen von **Wählen? Hinzu** unter **[AUSWAHL]**.
6. Anklicken der gelben Farbe unter **[FARBE]**.
7. Antippen von **[BESTÄTIGEN]**.

4 Anfertigen einer Zeichnung des vorderen Gehäusedeckels

4.1 Einführung

An dieser Stelle folgt nun eine detaillierte Konstruktionsbeschreibung des vorderen Gehäusedeckels, (Abbildung 4.1) des in Abbildung 3.1 dargestellten Pneumatikzylinders.

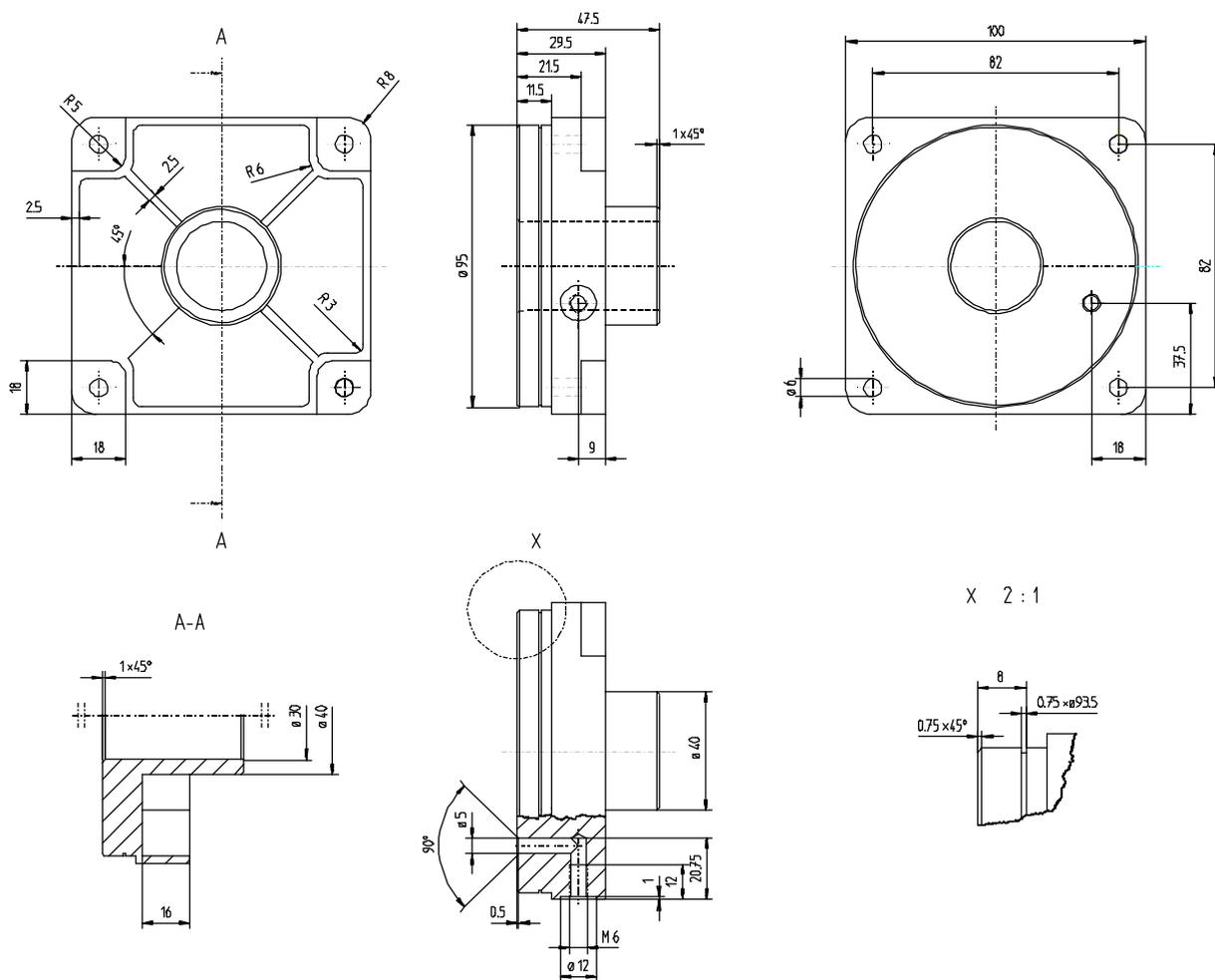


Abbildung 4.1: Vorderer Gehäusedeckel

Für das Zeichnen am Computer müssen sehr oft Zahlenwerte eingegeben werden. Diese Eingabe erfolgt generell ohne Einheiten. In den folgenden Beispielen sind die Längenmaße immer in Millimeter und die Winkelmaße immer in Grad angegeben.

4.2 Erstellen der Seitenansicht von links

4.2.1 Vorbereitung

1. Löschen des Bildschirminhaltes, falls dieser noch nicht leer ist, mit: **[TEILE]? EDITIEREN? Top ? [LÖSCHEN] ? [ALLES] ? [BESTÄTIGEN]**.
2. Umbenennen des Teiles von *Top* auf *Vorderer_Gehäusedeckel*. Dies geschieht über Anwählen von **[TEILE]? [MENÜ 2]? UMBENENNEN**, Eingabe des neuen Namens in Anführungsstrichen und die Bestätigung über die **< Eingabetaste >**. Dieser Vorgang legt die Grundlage für die spätere Bearbeitung unter Kapitel 9: Teilleiste und Baugruppen.

4.2.2 Zeichnen der Hilfsgeometrie

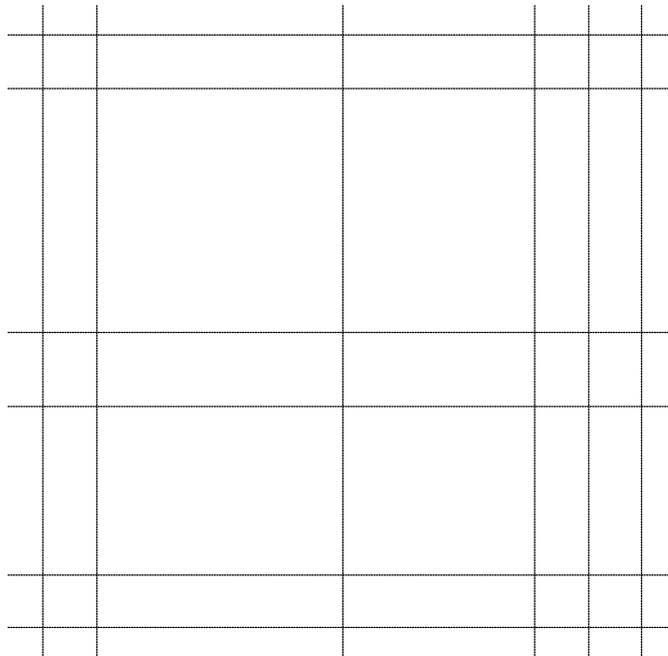


Abbildung 4.2: Hilfsgeometrie für die linke Seitenansicht

Das Erstellen der Hilfsgeometrie wie in Abbildung 4.2 erfolgt über:

1. Antippen von **[HILFSGEO]? Waagr.**
2. Positionieren einer horizontalen Hilfslinie in etwa der Mitte des Bildschirmfensters.
3. Anwählen von **[HILFSGEO]? Senk.**
4. Positionieren einer vertikalen Hilfslinie in etwa der Mitte des Bildschirmfensters.

5. Anklicken von **[HILFSGEO]? Parll**.
6. Eingabe des Abstandwertes 100.
7. Antippen der vertikalen Hilfslinie als Bezugslinie und anschließend Anklicken eines Punktes rechts von der vertikalen Hilfslinie. Dann klickt man die horizontale Hilfslinie an und anschließend einen Punkt oberhalb von ihr.
8. Anwählen von **[FENSTER]? Einpass**, um das gesamte Bild zu sehen.
9. Nun legt man parallele Hilfslinien fest. Dies geschieht über Antippen von **[HILFSGEO]? Parll**, Eingabe der einzelnen Werte in eine parallele Richtung und Bestätigen jedes einzelnen Wertes mit der **< Eingabetaste >**. Das Abschließen des Vorganges erfolgt über das Anklicken der jeweiligen Bezugslinie und einem Punkt in paralleler Richtung zu ihr.
 - ? Von der linken Hilfslinie aus nach rechts. Dies geschieht in folgenden Abständen: 9; 50; 82; 91.
 - ? Von der unteren Hilfslinie aus nach oben. Dies geschieht in den Abständen: 9; 37.5; 50; 91.
 - ? Dieser Vorgang wird wie alle folgenden mit dem Befehl **[ENDE]** abgeschlossen.

4.2.3 Erstellen der Geometrie

ERSTELLEN 1	
PUNKT	NACHZEICHN
LINIE	2 Pkte
Polygon	Waagerecht
Senkrecht	Parallel
Lotrecht	TanBgn&Pkt
Tan 2 Bgn	Win & Läng
Rechteck	
KREIS	Mitt&Umf/R
3 Pkte	Tan2&Pkt/R
Konzentr	Durchmesser
BOGEN	3 Pkte
Mitt R Win	Mitt & End
Konzentr	Pkt R Win
Durchmesser	Kurvenzug
VERSATZ	
MITTELLIN	MITLIN ÄND
SYM LINIE	SYMLIN ÄND
BEZUGLINIE	
TRENNFKT	Ein
TRENNEN	Elem/R-eck
	LängTeilen
VERSCHMELZ	
MENÜ 2	SPLINE

Abbildung 4.3: Erstellungsmenü 1

Zum Konstruieren der Geometrie verwendet man die angeführten Erstellungsbefehle aus Abbildung 4.3.

1. Einstellen der Linienfarbe mit **[FARBE]? Gelb** und der Linienart mit **[LART]? Vollinie**.
 2. Erstellen der Linien unter der Befehlsleiste **[ERSTELL]**.
 - ? Konstruieren der Außenkontur über: **[ERSTELL]? LINIE? Rechteck** und Antippen des Start- und Endpunktes.
 - ? Beendet wird die Rechteckerstellung mit dem Befehl **[ENDE]**.
 3. Anwählen von **KREIS? Mitt&Umf/R** zum Erstellen von Kreisen.
 - ? Anklicken der Kreismitte der vier äußeren Bohrungen (siehe Abbildung 4.4)
- und Eingabe von Radius 3 über die Tastatur.
- ? Abschließen des Vorgangs mit **[ENDE]**.
 - ? Wiederholen des gleichen Vorgangs mit den Radien 46 und 47.5 für die Innenrundung des Zylindergehäuses mit Fase, den Radien 15 und 16 für das Durchgangsloch mit Fase und den Radien 2.5 und 3 für das Austrittsloch, wie in Abbildung 4.4 dargestellt.
4. Das Erstellen der Rundungen erfolgt über: **[ERSTELLEN]? [MENÜ 2]? RUNDUNG**.
 - ? Eingabe von 8 als Rundungsradius.
 - ? Antippen der Scheitelpunkte der Außenkontur.

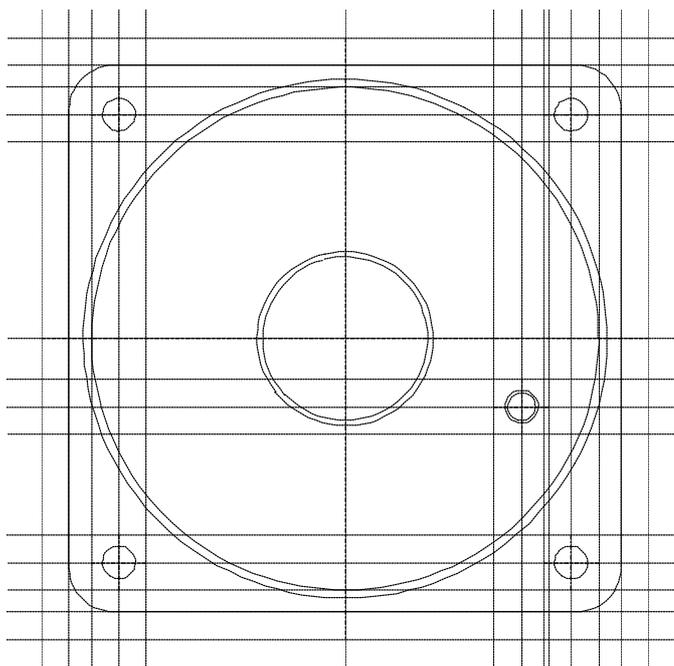


Abbildung 4.4: Seitenansicht von links mit Hilfsgeometrie

5. Das Zeichnen der Symmetrielinien erfolgt über⁶:
 - ? Erstellen paralleler Hilfslinien wie in Abbildung 4.4 mit **[HILFSGEO]? Parll** (als Anhaltspunkt für Anfang und Ende der Symmetrielinien). Der Abstand zu den Körperaußenkanten nach außen und zu den entsprechenden Bohrungsmit- ten beträgt 5. Der Vorgang erfolgt wie unter Abschnitt 4.2.2.6 bis 8⁷.
 - ? Anwählen von **[LART]** und Anklicken der **Strichpunktlinie**.
 - ? Antippen der Farbe **Grün** unter **[FARBE]**.
 - ? Anklicken von **Waagerecht** beziehungsweise **Senkrecht** unter **[ERSTELL]** und konstruieren der Linien über Anwählen der Start- und Zielpunkte.
 - ? Nachdem die Linien gezeichnet wurden, wählt man unter **[LART]** wieder die **Vollinie** und unter **[FARBE]** die Linienfarbe **Gelb**.
6. Speichern der Zeichnung über:
 - ? Anwählen von **[DATEI]? SPEICH MI? Alles**.
 - ? Eingeben des Dateinamen *'Vorderer_Gehäusedeckel'*.

⁶ Zuerst wird die Mittellinie für kreisförmige Elemente noch Schritt für Schritt erstellt. Für weitere Erstellungen führt der Befehl **MITTELLIN** diesen Vorgang aus. Entsprechend führt der Befehl **SYM LINIE** die Erstellung von Symmetrielinien durch.

⁷ Es ist hier wichtig, an den Befehl **[ENDE]** zu denken, da sich ansonsten die Linienart und -farbe der Hilfsgeometrie und nicht der Geometrie ändert.

4.3 Erstellen der Seitenansicht von rechts

1. Um die Seitenansicht von rechts des vorderen Gehäusedeckels zu erstellen, vergrößert man das Blickfeld. Man legt eine parallele Hilfsgerade über **[HILFSGEO]-?Parll** im Abstand 250 links neben die Zeichnung und wählt **[ENDE]** und **[FENSTER]? Einpass** an.
2. Nun kopiert man die bereits erstellte Zeichnung, um einige Arbeitsschritte zu sparen. Dies geschieht über:
 - ? Anwählen von **[ÄNDERN]? ÄNDERN? Ohne Lösch ? BEWEGEN? Waagerecht**.
 - ? Anklicken der gewünschten Bezugspunkte, die sich später überdecken sollen. Zuerst den Startpunkt (linke Außenkant), dann den Zielpunkt (parallele Hilfslinie im Abstand 250).
 - ? Auswählen des zu bewegenden Elements, indem man das Suchkreuz in eine imaginäre Ecke außerhalb des Elementes führt, die Maustaste drückt, das Element auswählt und ein zweites Mal drückt.
3. Anwählen von **[FENSTER]? Neu** (vgl. Abschnitt 3.2), um besser am vergrößerten Element arbeiten zu können.
4. Löschen der nicht mehr benötigten Linien, (siehe Abbildung 3.1 und 4.5) aus dem neuen Element über den Befehl **[LÖSCHEN]**.
5. Ausblenden der nicht benötigten Hilfslinien über: **[ZEIGEN]? HGeometrie? AUS**.
6. Anwählen von **[FENSTER]? Neuzch**.
7. Erstellen paralleler Hilfslinien zu der Außenkontur wie in Abbildung 4.5 im Abstand 2.5; 18 und 20.5 zu den Außenkanten. Diese dienen zum Zeichnen der Wandstärke von 2.5 in den Rundungen.

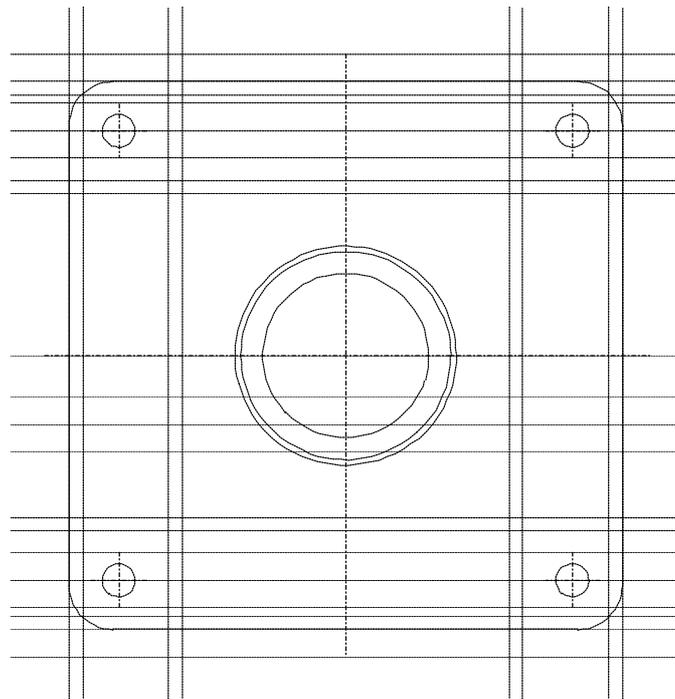


Abbildung 4.5: Hilfsgeometrie zur Vervollständigung der Seitenansicht von rechts

8. Erstellen weiterer Kreise über **[ERSTELL]? KREIS? Mitt&Umf/R** mit Radius 19 und 20 zur Darstellung des Durchgangsloches mit Führungshülse und Fase.
9. Konstruieren der Wandstärken:
 - ? Erstellen der äußeren Wandstärke von 2,5 für die gesamte Seitenansicht von rechts über die Befehle: **[ERSTELL]? Waagrecht** und **Senkrecht** (siehe Abbildung 4.6.a).
 - ? Konstruieren der Rundungen wie in der Gesamtzeichnung des vorderen Gehäusedeckel unter Abbildung 4.1 und unter Abbildung 4.6.b über **[MENÜ 2]? -RUNDUNG** mit dem Radius 5 für Außen und den Radien 3 und 6 für Innen.

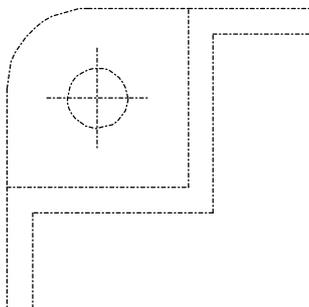


Abbildung 4.6.a: Wandstärke

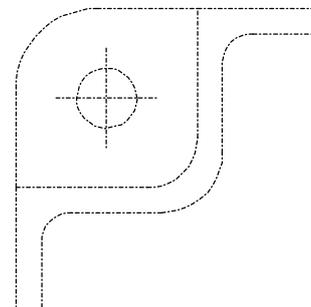


Abbildung 4.6.b: Rundungserstellung

- ? Erstellen der inneren Wandstärke von 2.5 über **[HILFSGEO]? Pkt Win** mit Anwählen des Geometriemittelpunktes und Eingabe bzw. Drehauswahl des Winkels 45° . Wiederholen des Vorganges für 135° . Anschließend erzeugt man

parallel dazu eine Hilfsgeometrie im Abstand 1.25. Nun zeichnet man mit **[ERSTELLEN]? LINIE? 2 Pkte** die Geometrie. Um genauer arbeiten zu können, kann man die Befehlskombination von **[FENSTER]? Neu** und **Zuletzt** verwenden.

10. Das Entfernen von überflüssigen Linienteilen erfolgt über: **[ZEIGEN]? Scheitelp? EIN**. Man kann Linien zwischen zwei Scheitelpunkten über den Befehl **[LÖSCHEN]** entfernen. Wiederum zeigt sich hier die Befehlskombination von **[FENSTER]? Neu** und **Zuletzt** als vorteilhaft, um wirklich nur die entscheidenden Linien zu entfernen. Um Linien nach einer beliebigen Länge zu löschen, muß man die Trennfunktion **TRENNEN? Elem/R-eck** unter **[ERSTELL]** aufrufen und das Element und den Trennpunkt anklicken. Der Befehl **VERSCHMELZ** bewirkt das Gegenteil. Die **TRENNFKT** kann **Ein-** oder **Aus-**geschaltet werden. Sie bewirkt, daß beim Erstellen eines neuen Elementes das bereits vorhandene von dem neuen automatisch getrennt wird. Das Ergebnis ist Abbildung 4.7.

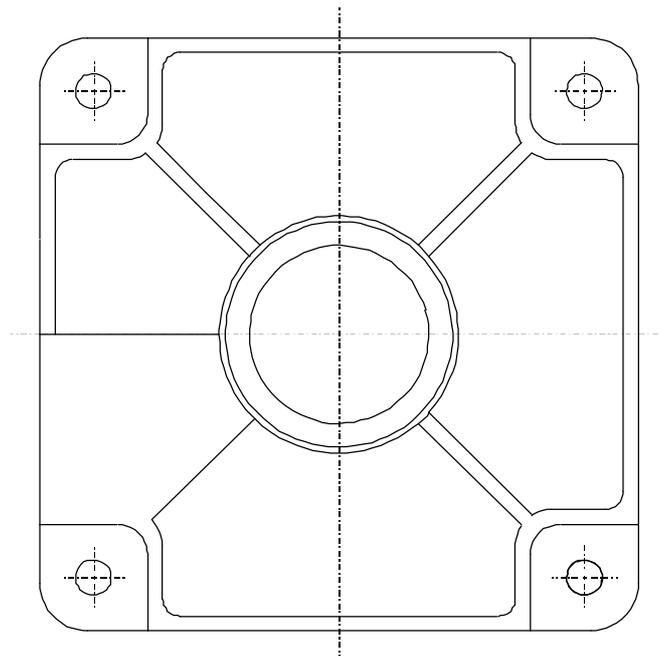


Abbildung 4.7: Seitenansicht von rechts

11. Speichern der Zeichnung über:
- ? Anwählen von **[DATEI]? SPEICH MI? Alles ? OPTIONEN? Lösch Alt**. Dieser Befehl überschreibt eine bereits vorhandene Datei.
 - ? Eingeben des Dateinamen '*Vorderer_Gehäusedeckel*'.

4.4 Erstellen der Vorderansicht

Zum Erstellen weiterer Ansichten kann man das Arbeiten mit mehreren Fenstern benutzen. Die Beschreibung befindet sich in Abschnitt 3.2 Fenstertechnik.

1. Anwählen von **[HILFSGEO]? Parll.**
2. Eingabe des Abstandes von 50.
3. Anklicken der rechten Körperkante der Seitenansicht rechts und Positionieren der Hilfslinie rechtsseitig von ihr. Dies stellt sich als zweckmäßig heraus, da bereits vorhandene Hilfslinien genutzt werden können.
4. Antippen von **[FENSTER]? Einpass.**
5. Um die ausgeblendeten Hilfslinien wiederum sichtbar zu machen, wählt man den Befehl **[ZEIGEN]? HGeometrie? EIN.**
6. Zu der zuvor gezeichneten vertikalen Hilfslinie erstellt man über **[HILFSGEO]? Parll** entsprechende Hilfslinien im Abstand: 0.75; 7.25; 8; 11.5; 21.5; 29.5; 46.5 und 47.5.
7. Nicht benötigte Hilfslinien entfernt man mit **[LÖSCHEN]**.
8. Zu der unteren Körperkante der Seitenansicht rechts zeichnet man nach oben eine parallele Hilfsgeometrie im Abstand: 3.25; 30; 70 und 96.75. Das Ergebnis ist die Hilfsgeometrie von Abbildung 4.8.

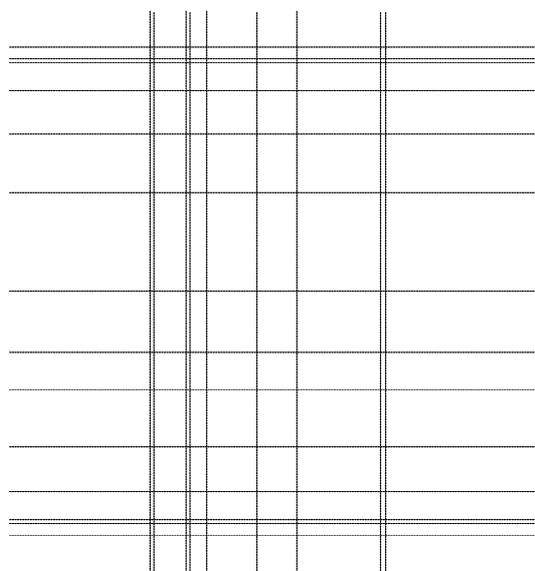


Abbildung 4.8: Hilfsgeometrie der Vorderansicht

9. Antippen von **[ERSTELL]?** **LINIE?** **Rechteck ?** **LINIE?** **Senkrecht ?** **LINIE?** **Waagrecht**, um nach und nach die Grundstruktur zu erstellen (siehe Abbildung 4.9).

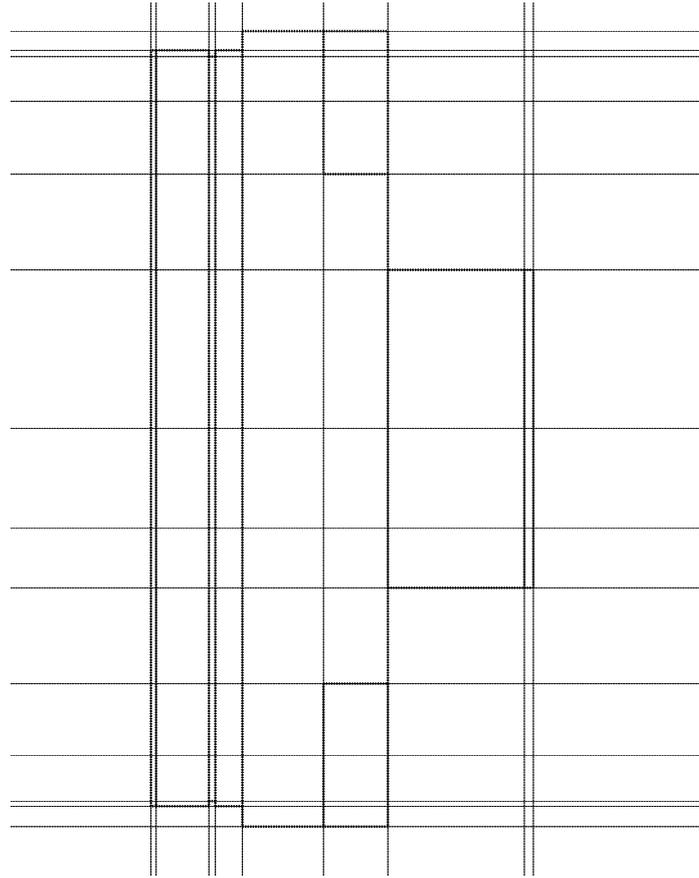


Abbildung 4.9: Geometrie der Vorderansicht mit weiterer Hilfsgeometrie

10. Löschen der nicht mehr benötigten Hilfslinien, (siehe Abbildung 4.10).
11. Erstellen einer parallelen Hilfsgeometrie wie in Abbildung 4.10:
- ? Zu der untersten Körperkante der Vorderansicht zeichnet man nach oben eine parallele Hilfsgeometrie im Abstand: 6; 12; 29.5; 35; 45.5; 65; 88 und 94.
 - ? Ebenso erstellt man von der linken Körperkante der Vorderansicht eine parallele Hilfsgeometrie im Abstand: 9; 12.5; 20.5; 24; 28.5 und 52.5 nach rechts und im Abstand 5 nach links.

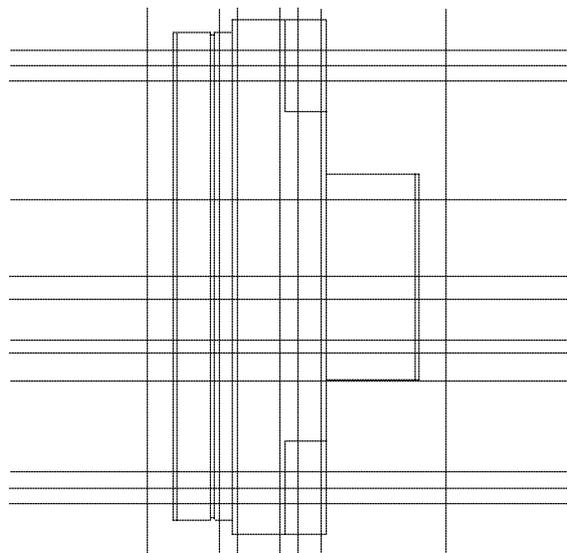


Abbildung 4.10: Hilfsgeometrie für Bohrung, Symmetrielinien und verdeckte Kanten

12. Erstellen des Gewindeloches mit den Radien 2.5; 3 und 6 über den Befehl **[ERSTELL]? KREIS? Mitt&Umf/R⁸**.
13. Um das Gewinde wie in Abbildung 4.11 zu konstruieren, geht man wie folgt vor:
 - ? Anklicken von **[ZEIGEN]? Scheitelpt? EIN**.
 - ? Anwählen von **[FENSTER]? Neu** für die passende Bearbeitungsansicht.
 - ? Über **[ERSTELL]? TRENNEN? Elem/R-eck** trennt man den Kreis mit dem Radius 3 auf und entfernt ein entsprechendes Kreiselement zur Gewindedarstellung.
 - ? Aufrufen des Befehles **[ZEIGEN]? Scheitelpt? AUS** und **[FENSTER]? Neuzh**.
 - ? Mit **[FARBE]? FrbÄnd? Grün** und Anklicken des Kreiselementes kennzeichnet man das Gewinde farblich.

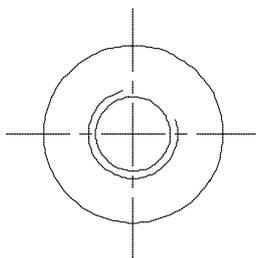


Abbildung 4.11: Gewindebohrung

⁸ Wenn man den Abstand der Hilfslinien nicht kennen sollte kann man diesen über **[MESSEN]**, (Abschnitt 3.4.9) in Erfahrung bringen.

14. Anwählen der Bearbeitungsansicht über **[FENSTER]**.
15. Anwählen von **[ERSTELL]?[MENÜ 2]?FASE**, um die Fasen zu konstruieren. Hierzu müssen die Linien zuvor durchgehend gezeichnet worden sein. Das Erstellen erfolgt über **Abst Winkel** und Eingabe von Abstand und Winkel der Fase, (Abbildung 4.1) mit abschließendem Anklicken der entsprechenden Linien. Der Vorgang funktioniert auch über **Abst Abst**, wobei die jeweiligen Abstände eingegeben und die Linien ebenso angewählt werden müssen.
16. Zeichnen der Symmetrielinie der Vorderansicht mit Hilfe des Befehles **SYM LINIE** unter **[MENÜ 1]**. Ändern der Symmetrielinienlänge über den Befehl **SYMLIN ÄND**. Erstellen der restlichen Symmetrielinien, wie unter Abschnitt 4.2.3.5 über **[FARBE]** und **[LART]**, wobei die entsprechenden Hilfslinien schon eingezeichnet sind.
17. Erstellen der verdeckten Kanten:
 - ? Anwählen der grünen Farbe unter **[FARBE]** und Auswählen der Strichlinie unter **[LART]**.
 - ? Zeichnen der verdeckten Linien über **[ERSTELL]?Waagrecht**, wobei die verdeckte Fase gesondert gezeichnet wird.

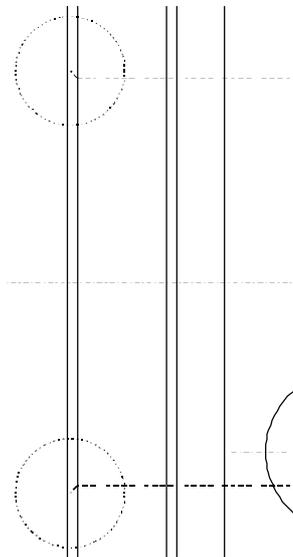


Abbildung 4.12: Verdeckte Fase

18. Konstruieren der verdeckten Fase wie in Abbildung 4.12:
 - ? Man wählt den Befehl **[ERSTELL]?LINIE?Win & Läng**. Nun klickt man den linken unteren Schnittpunkt der verdeckten Linie mit der Geometrielinie als Startpunkt für die Fasenerstellung an.

- ? Eingabe des Erstellungswinkels von 45.
- ? Fangen der äußeren Körperkante (durch Farbänderung der Linie erkennbar) und Abschließen des Erstellungsvorganges durch Anklicken derselben.
- ? Antippen des linken oberen Schnittpunktes zwischen verdeckter Linie und Geometrielinie als Startpunkt zur Fasenerstellung.
- ? Wiederholen des zuvor durchgeführten Vorganges für den oberen Schnittpunkt mit dem Winkel -45.
- ? Umstellen der Farbe und Linienart über **[FARBE]** und **[LART]** auf **Gelb** und **Volllinie**.

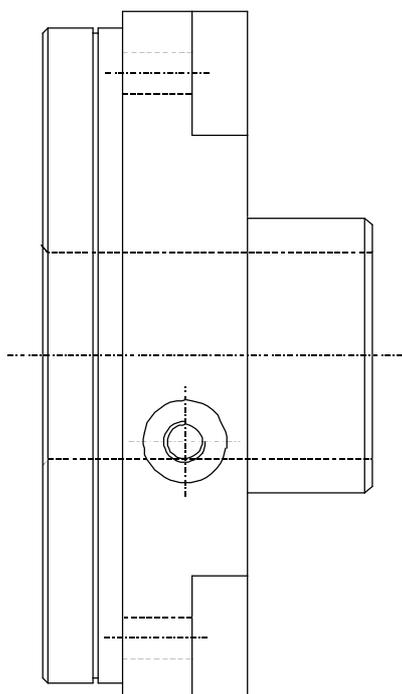


Abbildung 4.13: Vorderansicht

19. Das Entfernen aller Hilfslinien erfolgt über die Befehlsfolge: **[LÖSCHEN]** ? **[AUSWAHL]**? **H-Geo?** **Alles ?** **[ENDE]**.
20. Um das ganze Bild wieder vollständig (siehe Abbildung 4.13) zu sehen, wählt man wie bekannt **[FENSTER]**? **Einpass**.
21. Speichern der Zeichnung wie unter Abschnitt 4.3.11 als *'Vorderer_Gehäuse-deckel'*.

4.5 Draufsicht

Aus der Vorderansicht wird nun schrittweise die Draufsicht (Abbildung 4.14) auf den vorderen Gehäusedeckel erzeugt.

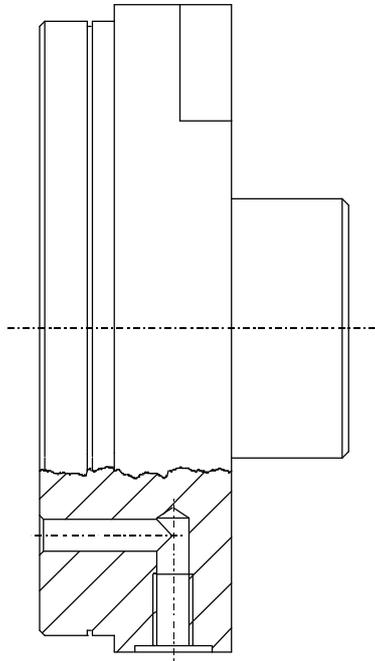


Abbildung 4.14: Draufsicht des vorderen Gehäusedeckels

1. Kopieren der Vorderansicht des vorderen Gehäusedeckels:
 - ? Erstellen einer parallelen Hilfslinie zur unteren Körperkante der Vorderansicht im Abstand 65.
 - ? Übertragen der Geometrie der Vorderansicht über **[ÄNDERN]? ÄNDERN? Ohne Lösch ? BEWEGEN Senkrecht**.
 - ? Anklicken der oberen Körperkante der Vorderansicht als Startpunkt und die parallele Hilfslinie im Abstand 165 senkrecht dazu als Zielpunkt.
 - ? Auswählen des zu bewegendes Elementes, indem man das Suchkreuz in eine Ecke außerhalb des Elementes führt, die Maustaste drückt, das Element auswählt und ein zweites Mal drückt.
2. Anwählen von **[FENSTER]? Einpass** und **Neu** zur besseren Bearbeitung.
3. Löschen der überzähligen Linien aus dem neuen Element, entsprechend den Abbildungen 4.14 und 4.15, über den Befehl **[LÖSCHEN]**⁹.

⁹ Falls die Symmetrielinie verloren geht muß sie, wie unter Abschnitt 4.2.3.5, wieder neu erstellt werden.

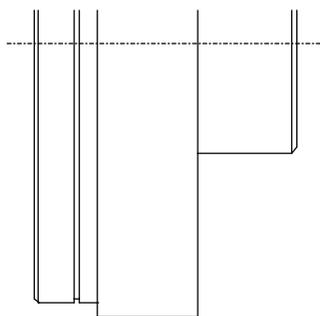


Abbildung 4.15: Ausgangsbild zum Erstellen der Draufsicht

4. Erstellen einer parallelen Hilfslinie im Abstand 28 zu der untersten Körperkante nach oben.
5. Zeichnen des Polygons:
 - ? Antippen von **[ERSTELL]? LINIE? Polygon ? [FARBE]? Grün**. Der Befehl ermöglicht das Zeichnen von beliebigen Linienfolgen. Zeichnen eines Ausbruches wie unter Abbildung 4.16 dargestellt. Als Erstellungsorientierung dient die zuletzt gezeichnete Hilfslinie. Der **Fangwinkel** kann unter dem Menüpunkt **[STANDARDS]** auf 0 gesetzt werden, sollte im Anschluß jedoch wieder auf 15 eingestellt werden.
 - ? Liegt bei der Erstellung der Endpunkt einer Linie auf einer bereits vorhandenen, entsteht ein Scheitelpunkt (vorausgesetzt, unter **[ERSTELL]? [MENÜ1]** ist die Trennfunktion **Ein-** geschaltet). Beim Herauslöschchen von überflüssigen Linien werden nur diese gelöscht; wenn sich jedoch Linien überkreuzen, muß vor dem Herauslöschchen wieder zuerst ein Abtrennen der Linien durchgeführt werden mit: **[ZEIGEN]? Scheitelpt? EIN ? [ERSTELLEN]? TRENNEN? Elem/R-eck**. Man wählt die Linie und den Trennpunkt durch Anklicken aus.
 - ? Entfernen der ausgewählten Linien mit dem Befehl **[LÖSCHEN]** und anschließendes Anklicken der Linien. Man schließt diesen Befehl mit **[ENDE]**.
 - ? Ausschalten der Scheitelpunkte über **[ZEIGEN]? Scheitelpt? AUS** und **[FENSTER]? Neuzch** und Umstellen der Linienfarbe auf gelb.

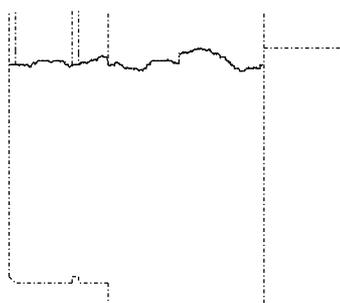


Abbildung 4.16: Ausbruch

6. Erstellen der Hilfsgeometrie (Abbildung 4.17) durch Antippen von **[HILFSGEO]? Parll.** Erstellen von Hilfslinien im Abstand: 1; 12; 15.5; 18; 20.5 und 20.75 von der unteren Körperkante nach oben und im Abstand: 14.5; 17.5; 18; 20.5; 23; 23.5 und 26.5 von der linken Körperkante nach rechts.

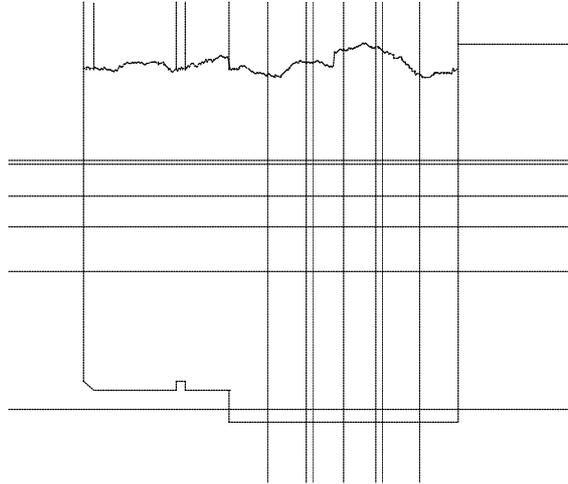


Abbildung 4.17: Hilfsgeometrie zur Erstellung der Draufsicht.

7. Nachzeichnen mit Geometrielinien über **[ERSTELLEN]? LINIE? Waagrecht, Senkrecht** und **2 Pkte**, (Abbildung 4.18).
8. Ändern der Farbe ausschließlich für die Gewindedarstellung mit dem Befehlsmenü **[FARBE]**.
9. Erstellen des Gewindeauslaufes über :
- ? Anwählen von **[FENSTER]? Neu**.
 - ? Antippen **[HILFSGEO]? Pkt Win**. Anklicken des Punktes, durch den der Winkel gelegt werden soll. Drehen der Linie auf 30 Grad bzw. 150 Grad. Positionieren der Hilfslinien durch abschließendes Anklicken. Die Eingabe der Winkel kann auch über Tastatur erfolgen.
 - ? Zeichnen des Gewindeauslaufes mit **[ERSTELLEN]? LINIE? 2Pkte** oder über **Win & Läng**.
10. Die Fasenerstellung erfolgt über:
- ? Anwählen von **[ERSTELLEN]? [MENÜ 2]? FASE? AbstWinkel**.
 - ? Eingabe vom Abstand: 0.5 und dem Grad des Winkels: 45.
 - ? Anklicken der entsprechenden Linien.
 - ? Vervollständigen der Körperkanten über **[ERSTELLEN]? LINIE? Senkrecht**.
11. Entfernen aller Hilfslinien (Abbildung 4.18) über die Befehlsfolge: **[LÖSCHEN] ? [AUSWAHL]? H-Geo? Alles ? [ENDE]** und **[FENSTER]? Neuzch**.

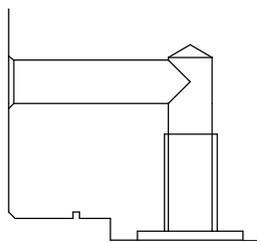


Abbildung 4.18: Bohrungen im Ausbruch

12. Erstellung der Schraffur (Abbildung 4.19):

- ? Auswählen von **SETZEN? Abstand** unter **[SCHRAFFUR]** zur Festlegung des Abstandes der Schraffurlinien und Eingeben des Wertes 2.5.
- ? Antippen von **START? Auto**.
- ? Anklicken der beiden zu schraffierenden Flächen. (Falls diese Befehlsfolge nicht funktioniert, liegt es möglicherweise daran, daß die zu schraffierende Fläche nicht geschlossen ist, siehe Abschnitt 8.5).

13. Mittellinienerstellung (Abbildung 4.19):

- ? Anwählen von **[HILFSGEO]? Parll** und Zeichnen einer Hilfsgeometrie parallel zur linken Körperkante im Abstand -2; 20.5 und 22.5 nach rechts. Des weiteren konstruiert man eine parallele Hilfsgeometrie zur Unterkante im Abstand -2; 18 und 24 nach oben.
- ? Erstellen der Symmetrielinie über **[LART]** und **[FARBE]** oder mit **SYM LINIE** unter **[ERSTELL]**, wobei die Längen der Symmetrielinien noch über **SYMLIN ÄND** zu verändern sind.
- ? Löschen der Hilfsgeometrie über **[LÖSCHEN] ? [AUSWAHL]? H-Geo? Alles** und **[Fenster]? Einpass**.

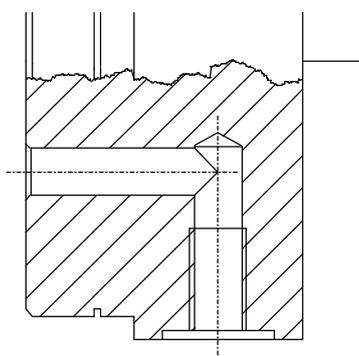


Abbildung 4.19: Endbild des Ausbruches

- 14. Speichern der Zeichnung wie unter Abschnitt 4.3.11 als *'Vorderer_Gehäuse-deckel'*.

4.6 Darstellung eines Details: X 2:1

Wie in Abbildung 4.1 dargestellt, muß noch ein Detail (Abbildung 4.20) in verändertem Maßstab aus der Zeichnung herausgezogen werden. Dazu kann man wie folgt vorgehen:

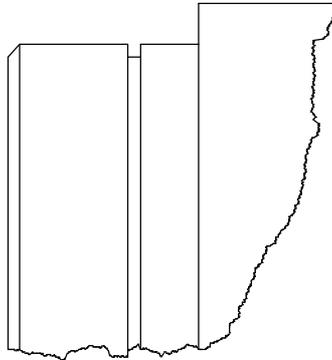


Abbildung 4.20: Detail der Draufsicht

1. Erstellen einer senkrechten Hilfslinie durch den Mittelpunkt der Seitenansicht links und einer waagerechten Hilfslinie durch die Mitte der zuletzt erstellten Draufsicht.
2. Erstellen des Details über:
 - ? Anwählen von **[TEILE]? ERSTELLEN? Detail**.
 - ? Eingeben des Vergrößerungsfaktors 2.
 - ? Sinnvollerweise geht man hier zum Ausschneiden und späteren Positionieren auf **[FENSTER]? Neu**, um besser daran arbeiten zu können.
 - ? Antippen eines Eckstart- und eines Eckendpunktes zur Erfassung, siehe Abbildung 4.20.
 - ? Anklicken der Mitte als Startpunkt für die Verschiebung.
 - ? Positionieren des Details an dem Schnittpunkt der Hilfslinien.
3. Integrieren des Details in die Zeichnung des vorderer Gehäusedeckels über:
 - ? Anwählen von **ET INTEGR** unter **[TEILE]**.
 - ? Erfassen des magentafarbenen Details mit einem Rahmen.
4. Löschen nicht benötigter Linien über **[LÖSCHEN]** falls vorhanden.
5. Zeichnen der Ausbruchlinie über **[ERSTELL]? LINIE? Polygon**, wie unter 4.5.5.
6. Speichern der Zeichnung wie unter 4.3.11 als *'Vorderer_Gehäusedeckel'*.

4.7 Erstellen eines Schnittes A-A

Der in Abbildung 4.21 gezeigte Schnitt wird mit den nachfolgenden Befehlen erzeugt:

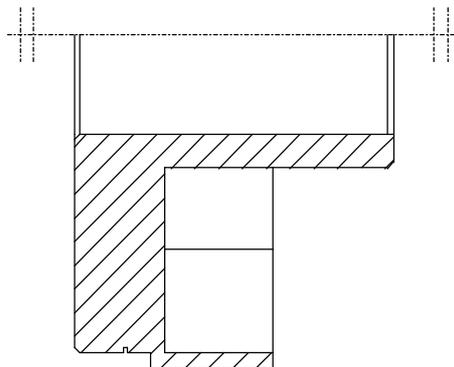


Abbildung 4.21: Schnitt A-A der Seitenansicht von rechts

1. Erstellen einer senkrechten Hilfslinie durch die linke Körperkante der Seitenansicht rechts.
2. Anwählen von **[TEILE]? ERSTELLEN? Detail**.
3. Eingabe des Vergrößerungsfaktors 1.
4. Auswählen eines entsprechenden Ausschnittes aus der Draufsicht über einen Rahmen.
5. Positionieren des Details.
6. Übernehmen in das aktuelle Teil mit **ET INTEGR**.
7. Festlegen einer neuen Position, ausgerichtet an der senkrechten Hilfslinie über das Menü **[ÄNDERN]** :
 - ? Anwählen von **ÄNDERN? Mit Lösch ? BEWEGEN? Waagrecht**.
 - ? Anklicken der gewünschten Bezugspunkte, die sich später überdecken sollen. Zuerst den Startpunkt, dann den Zielpunkt.
 - ? Auswählen des zu bewegendes Elementes über einen Rahmen.
8. Löschen der überzähligen Geometrie- und Hilfslinien aus dem neuen Element (Abbildung 4.22) über den Befehl **[LÖSCHEN]**. Hierzu kann der Befehl **[ERSTELL]? TRENNEN? Elem/R-eck** benutzt werden, um anschließend keine gelöschten Linien neu zeichnen zu müssen.

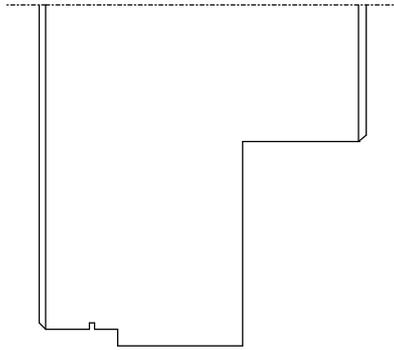


Abbildung 4.22: Ausgangsgeometriebild zur Erstellung von Schnitt A-A

9. Erstellen der Hilfsgeometrie (Abbildung 4.23) über **[HILFSGEO]? Parll:**
 - ? im Abstand: 13.5; 53.5; 55.5 und 57.5 von der linken Körperkante nach rechts und im Abstand: 6; 8 und 10 nach links.
 - ? im Abstand: 2.5; 18; 30; 35; 46; 50 und 54 von der untersten Körperkante nach oben.

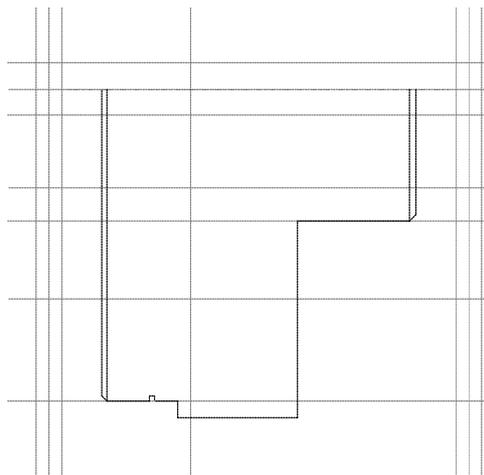


Abbildung 4.23: Hilfsgeometrie zum Schnitt A-A

10. Fehlende Linien können nun mit **[ERSTELLEN]? LINIE? Waagrecht** und **Senkrecht** verlängert oder neu erstellt werden.
11. Über **[LÖSCHEN]** können weitere überzählig gewordene Linien entfernt werden, wie beispielsweise die Fasenkante, eventuell Trennfunktion nochmals benutzen.
12. Wenn möglich, sollte man die vorhandenen Symmetrielinie über **SYMLIN ÄND** unter **[ERSTELL]** verlängern. Ansonsten muß man nach dem Löschen der Symmetrielinie eine neue, längere erstellen. Dies erfolgt über: **[LART]? Strichpunktlinie ? [FARBE]? Grün** und **[ERSTELLEN]? Waagrecht** erstellen.

13. Um die Querlinien zur Andeutung der Symmetrie zu konstruieren, wählt man **[LART]? Voll**. Anschließend stellt man wieder die gelbe Farbe über **[FARBE]? Gelb** ein.
14. Das Konstruieren der Fase an der linken Körperkante funktioniert wie unter Abschnitt 4.4.15 ausgeführt, lediglich mit dem Abstand 1.
15. Die Erstellung der Schraffur erfolgt wie unter Abschnitt 4.5.12.
16. Löschen der Hilfsgeometrie wie unter Abschnitt 4.5.11¹⁰.
17. Speichern der Zeichnung wie unter Abschnitt 4.3.11.

4.8 Erstellen der Bemaßung für den vorderen Gehäusedeckel

Die Bemaßung erfolgt über das Menü **[BEMASSE]**. Um Schnittpunkte besser fangen zu können, kann man unter **[ZEIGEN]? Scheitelpt? EIN** anwählen. Falls noch kein Scheitelpunkt vorhanden ist, kann man diesen über **TRENNEN? Elem/R-eck** unter **[ERSTELL]** erzeugen.

1. Zuerst wird die einfache waagerechte Bemaßung an allen Teilen erstellt:
 - ? Antippen von **[BEM ERSTEL]**.
 - ? Anwählen von **EINFACH** und **Waagerecht**.
 - ? Anklicken des Anfangs- und Endpunktes der Bemaßung.
 - ? Positionieren der Maßzahl.
2. Entsprechend führt man die einfache, senkrechte Bemaßung durch. Es wird nur **EINFACH** und **Senkrecht** für den vorstehenden Punkt 1 eingegeben.
3. Für parallele Bemaßungen wählt man für den Punkt 1: **EINFACH** und **Parallel**.
4. Die Radienbemaßung erfolgt über:
 - ? Antippen von **RADIUS**.
 - ? Anwählen des Kreises, Bogens oder der Rundung.
 - ? Positionieren des Bemaßungstextes.
5. Die Winkelbemaßung erfolgt über:
 - ? Antippen von **WINKEL? Direkt**.
 - ? Anwählen der Linien im Gegenuhrzeigersinn, siehe Abschnitt 7.1.8.

¹⁰ Wenn man die Hilfslinien nicht löschen möchte, besteht auch die Möglichkeit, diese über **[ZEIGEN] HGeometrie AUS** auszublenden; siehe Abschnitt 3.4.8.

- ? Positionierung der Maßzahl.
6. Die Faserbemaßung kann über den Befehl **FASE** geschehen, erfolgt jedoch meistens über:
- ? Antippen von **EINFACH? Waagerecht** oder **Senkrecht**.
 - ? Anwählen von **POSTFIX NEU**.
 - ? Eingabe von 'x45°'.
 - ? Erstes und zweites Element auswählen.
 - ? Bemaßungstext positionieren.
7. Erstellung einer Bezugsbemaßung am Beispiel des Details X:
- ? Antippen von **MASSL LANG? Waagerecht**.
 - ? Anwählen von **POSTFIX ALT**¹¹.
 - ? Anklicken der ersten und zweiten Linie, wobei man mit der linken Linie beginnt.
 - ? Antippen der Folgelines.
 - ? Beenden des Vorgangs durch **[ENDE]**.
8. Bemaßung des Ausschnittes:
- ? Anwählen von **MASSL KURZ? Senkrecht? PRÄFIX NEU**.
 - ? Eingeben von '< A/t > O'. Diese Tastenkombination erstellt das Durchmesserzeichen.
 - ? Anklicken der Mittellinie und der Ziellinie.
 - ? Positionieren der Maßzahl.
 - ? Anwählen von **TEXT EDIT** unter **TEXTE ÄND**.
 - ? Anklicken einer gewünschten Maßzahl.
 - ? Abändern der Maßzahl entsprechend der Zeichnung wie Abbildung 4.1.
9. Speichern der Zeichnung wie unter Abschnitt 4.3.11 als 'Vorderer_Gehäusedeckel'.

¹¹ Mit **POSTFIX ALT** kann auf den zuvor verwendeten Text zurückgegriffen werden.

5 Kompletterstellung der restlichen Bauteile des Pneumatik-Spanners

In diesem Kapitel soll der Pneumatik-Spanner unter Arbeitsanleitung vollständig gezeichnet werden. Hierzu werden jedoch nur bisher nicht behandelte Befehle ausführlicher angesprochen. Das Zeichnen erfolgt über Arbeitsanleitung, d.h. es werden Zeichnungen vorgegeben, die das Konstruieren unterstützen. Des weiteren werden die Erstellungsanweisungen erheblich gekürzt, da diese als bekannt vorausgesetzt werden. An dieser Stelle sei daran erinnert, daß alle Teile für das Erstellen einer Teileliste in Kapitel 9 umbenannt werden sollen. Das Umbenennen des Teiles von 'Top' auf den 'Teilenamen' geschieht über Anwählen von [TEILE]? [MENÜ 2]? UMBENENNEN und Eingabe des neuen Namens in Anführungsstrichen. Dieser Vorgang sollte beim Beginnen eines jeden Neuen Teiles als Erstes durchgeführt werden.

5.1 Erstellen des Zylindergehäuses

Als erstes wird das Zylindergehäuse wie in Abbildung 5.1 konstruiert.

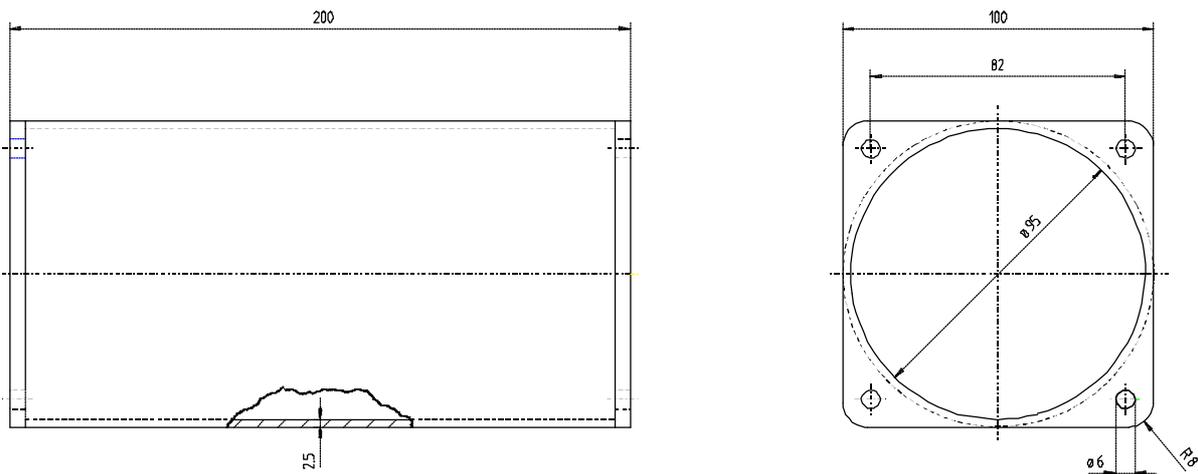


Abbildung 5.1: Vorderansicht und Seitenansicht von links des Zylindergehäuses

5.1.1 Vorderansicht

Der Aufruf für das Erstellen erfolgt über:

1. Zeichnen der Hilfsgeometrie für genau die Hälfte des Gehäuses über [HILFSGEO].
2. Nachzeichnen der Geometrie des Gehäuses und der Bohrungen über [ERSTELL] ? [LART]? [FARBE] (Abbildung 5.2).

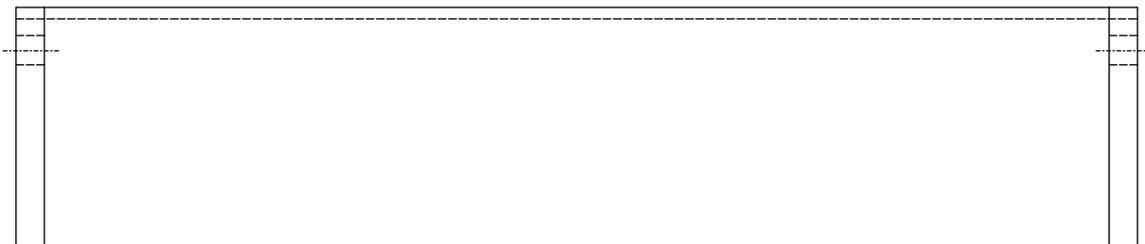


Abbildung 5.2: Draufsicht vor dem waagerechten Spiegeln

3. Spiegeln der Geometrie mit **[ÄNDERN]? Ohne Löschen ? SPIEGELN? Waagrecht.**
4. Antippen eines Punktes auf der Spiegelachse.
5. Auswählen des zu spiegelnden Elementes.

5.1.2 Erstellen des Zylinderflansches

An dieser Stelle soll das Erstellen einer der folgenden geometrischen Komponenten besprochen werden.

Der Befehl **BOGEN** besitzt mehrere Optionen:

- ? **3Pkte:** Anklicken der Punkte, zwischen denen die Bogenöffnung liegen soll; anschließend den Bogenumfangspunkt anwählen.
- ? **Mitt & End:** Anwählen des Mittelpunktes und Anklicken des Bogenöffnungspunktes, welcher der Startpunkt für das Bogenerstellen im Gegenuhrzeigersinn ist.
- ? **Mitt R Win:** Antippen des Bogenmittlepunktes. Anwählen eines Umfangpunktes. Anklicken des Startpunktes und des Endpunktes im Gegenuhrzeigersinn.

Der Aufruf für das Erstellen erfolgt über:

1. Zeichnen der Hilfsgeometrie für ein Viertel des Flansches, (siehe Abbildung 5.3) über **[HILFSGEO]**.
2. Nachzeichnen der Geometrie des Flansches. Erstellen der Rundung. Zeichnen des Bogens über **[ERSTELL]? LINIE ? BOGEN? 3Pkte** (Abbildung 5.3).

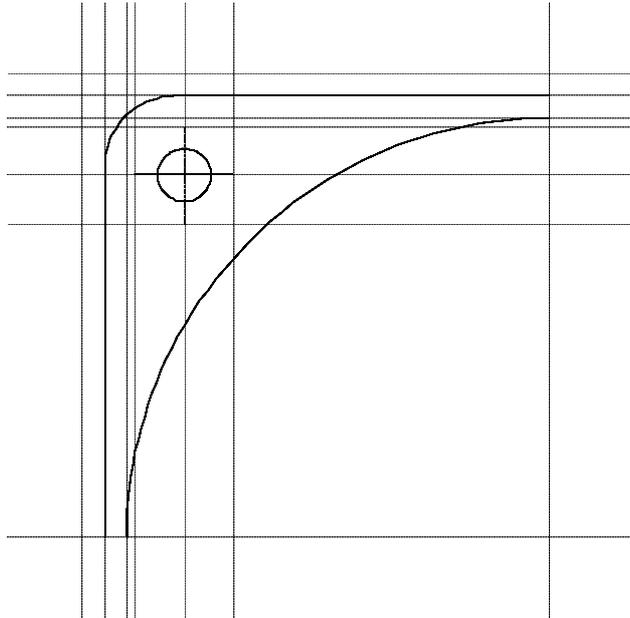


Abbildung 5.3: Seitenansicht von links vor dem Mehrfachspiegeln

3. Spiegeln der Geometrie mit **[ÄNDERN]? Ohne Löschen ? SPIEGELN? Waagrecht ? SPIEGELN? Senkrecht¹²**.
4. Antippen eines Punktes auf der Spiegelachse.
5. Auswählen des zu spiegelnden Elementes.
6. Erstellen der Mittellinie über **[FARBE] ? [LART] und [ERSTELL]**.
7. Speichern der Zeichnungsdaten als *'Zylindergehäuse'*.

5.2 Erstellen des hinteren Gehäusedeckels

Unter diesem Erstellungspunkt geht es darum, zu sehen, wie man mit bereits erstellten Teilen auf einfache Art und Weise ein Einzelteil konstruieren, dieses in eine andere Zeichnung einladen und dort gegebenenfalls verändern kann. Da die Rückansicht des hinteren Gehäusedeckels (Abbildung 5.4) genauso wie der vordere Gehäusedeckel (Abbildung 4.1) konstruiert wird, bietet es sich hier an, dieses Teil als Einzelteil aus einer bereits bestehenden Datei in die neue Zeichnung zu laden.

¹² Das selbe Ergebnis erreicht man auch über **[ÄNDERN] Ohne Löschen ? DREHEN Mitte**. Anklicken des Mittelpunktes. Eingabe des Winkels 90°. Auswählen des Elementes. Eingabe des Winkels von 90°. Der Vorteil hierbei: man kann die Mittellinie direkt miterstellen.

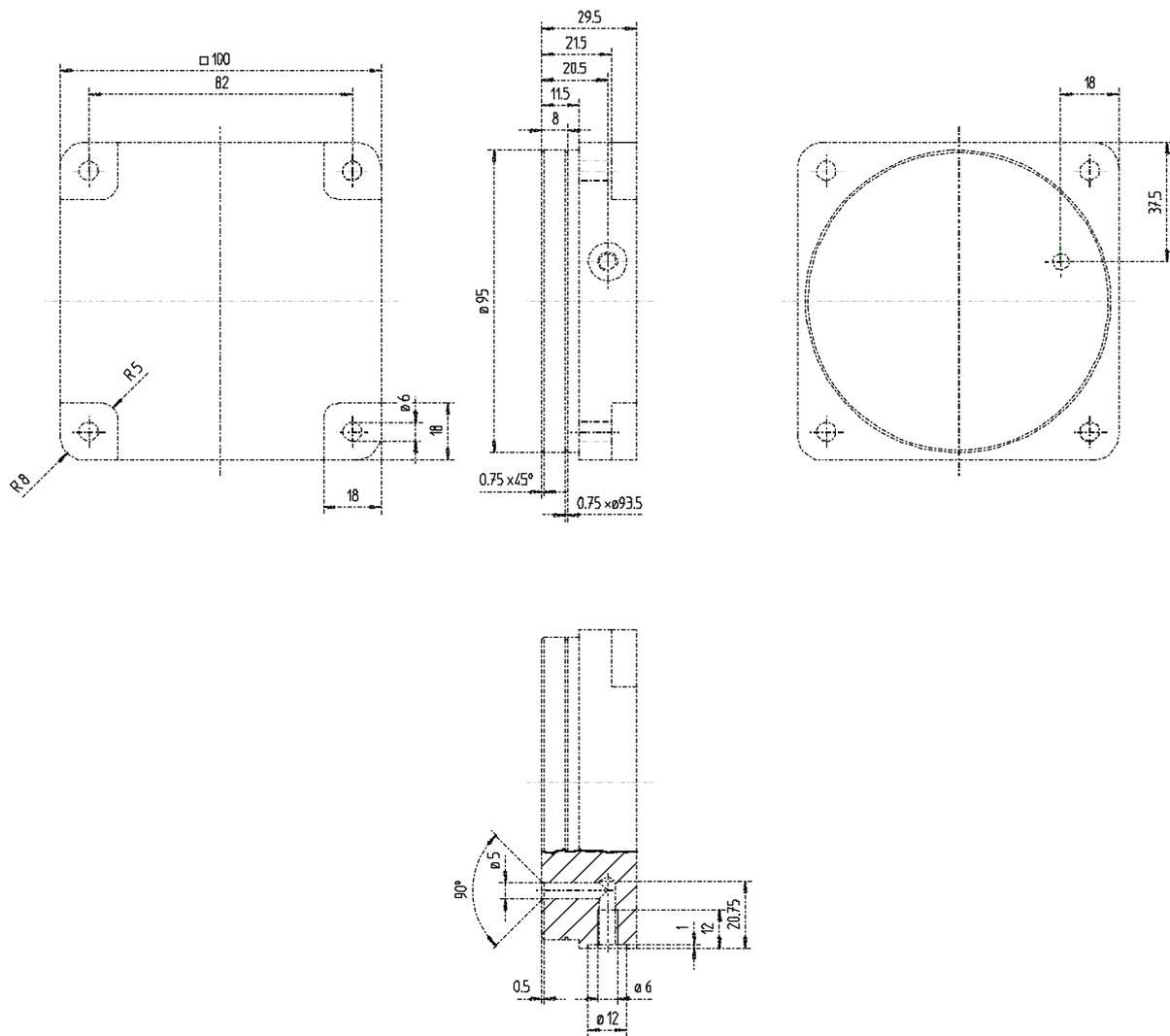


Abbildung 5.4: Hinterer Gehäusedeckel

5.2.1 Erstellen der Seitenansicht von links des hinteren Gehäusedeckels

1. Laden der Zeichnung des vorderen Gehäusedeckels.
2. Anwählen von [TEILE] für die Arbeitsschritte 3 und 4.
3. Aktivieren des zu kopierenden Teiles über **EDITIEREN? Teil** und Antippen eines Geometrieelementes des vorderen Gehäusedeckels.
4. Zur Einzelteilerzeugung:
 - ? Anwählen von **ERSTELLEN? Einzelteil**.
 - ? Eingabe des 'Teilenamens', 'Einzelteil_1'.
 - ? Auswählen des entsprechenden Einzelteiles.
 - ? Bestätigen mit [ENDE].

5. Abspeichern des Einzelteiles mit **[DATEI]?SPEICHERN? Teil**, Eingabe des *'Teilenamens'* (*'Einzeltei_1'*) der zu speichernden Datei und Eingabe des *'Sicherungsdateinamens'* z.B. *'Hinterer_Gehäusedeckel_Bild_1'*.
6. Löschen des Bildschirminhaltes mit: **[TEILE]? EDITIEREN? Top ? [LÖSCHEN] ? [ALLES]** und **[BESTÄTIGEN]**, um eine neue Zeichnung zu beginnen.
7. Antippen von **[TEILE]? TL EDITOR** und umbenennen der Teileliste über **[MENÜE 2]? UMBENENNEN**. Eingabe des Teilenamens z.B. *'Hinterer_Gehäusedeckel'*, zum Erstellen eines neuen Teiles.
8. Anwählen von **[DATEI]? LADEN? Zchn/Einzelteil**.
9. Eingabe des Sicherungsdateinamens (*'Hinterer_Gehäusedeckel_Bild_1'*), zum Einladen der bereits erstellten Einzelteilzeichnung.
10. Positionierung des Teiles und Anklicken des Befehls: **[FENSTER]? Einpass**, um das Teil auf dem Bildschirm richtig zu erfassen.
11. Aktivieren des Teiles über **[TEILE]? EDITIEREN? Teil** und Anwählen des Einzelteiles.
12. Verändern des Teiles entsprechend der Abbildung 5.4.

5.2.2 Erstellen der Seitenansicht von rechts des hinteren Gehäusedeckels

1. Antippen von **[HILFSGEO]? Parll** und Erstellen von zwei Hilfslinien im Abstand 50 und 250 von der linken Außenkante der bereits erstellten linken Seitenansicht nach links.
2. Anwählen von **[FENSTER]? Einpass**.
3. Anklicken von **[ÄNDERN]? Ohne Lösch** und **BEWEGEN? Waagrecht**.
4. Antippen der Verschiebung in Bewegungsrichtung und Auswählen des Elementes.
5. Löschen von überflüssigen Linien mit **[LÖSCHEN]**.
6. Anlegen der Neuen Hilfsgeometrie über **[HILFSGEO]**.
7. Zeichnen der Geometrie mit **[ERSTELLEN]**.

-
8. Sichern der bereits erstellten Geometrie mit **[SPEICHERN]? Alles** und Eingabe des *'Dateinamens'* (z.B. *'Hinterer_Gehäusedeckel'*).

5.2.3 Erstellen der Vorderansicht und Draufsicht des hinteren Gehäusedeckels

1. Löschen des Bildschirminhaltes mit **[TEILE]? EDITIEREN? Top ? [LÖSCHEN]? [ALLES]** und **[BESTÄTIGEN]**.
2. Einladen der Zeichnung *'Vorderer_Gehäusedeckel'*.
3. Erstellen eines Einzelteiles, wie unter Abschnitt 5.2.1. Erfassen von zwei Teilen bei der Rahmenauswahl (Einzelteilname: *'Einzelteil_2'*, Sicherungsdateinamen: *'Hinterer_Gehäusedeckel_Bild_2'*).
4. Nach dem Abspeichern der Datei des Einzelteiles, wie unter 5.2.1, erneutes Laden der Datei des hinteren Gehäusedeckels (*'Hinterer_Gehäusedeckel'*).
5. Aktivieren der Geometrie über **[TEILE]**.
6. Durchführung der Schritte 8. bis 10. wie unter Abschnitt 5.2.1¹³.
7. Anwählen von **[TEILE]? ET INTEGR.**
8. Erfassen des Einzelteiles mit einem Rahmen.
9. Positionieren des Einzelteiles in der Gesamtzeichnung.
10. Abändern der Zeichnung gemäß Abbildung 5.4.
11. Speichern der Zeichnung als *'Hinterer_Gehäusedeckel'*.

¹³ Um auf dem Bildschirm mehr Platz zur Positionierung zu erhalten, kann man unter **[FENSTER] Zoom** einen positiven Faktor kleiner als 1 eingeben.

5.3 Zeichnen des Kolbens

Die Kolbengeometrie (Abbildung 5.5) soll im folgenden durch Tastatureingabe erstellt werden.

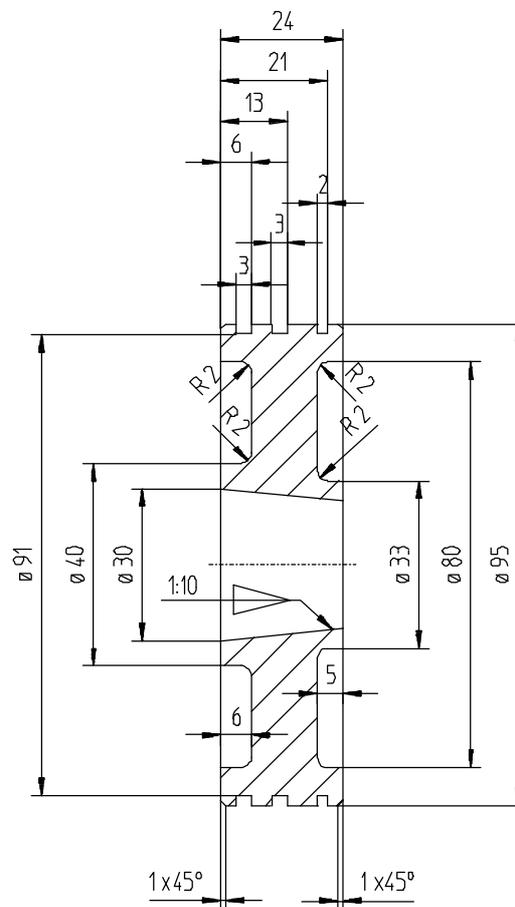


Abbildung 5.5: Kolben

Dazu geht man folgendermaßen vor:

1. Man legt eine senkrechte und eine waagerechte Hilfsgeometrielinie.
2. Unter dem Menü **[GITTER]** wählt man die Befehle **Ursprung** und **Bewegen** und klickt den Schnittpunkt der Hilfsgeometrielinie an.
3. Nun kann man den Befehl **Lineal** aufrufen und mit dem Konstruieren beginnen.

Bei der Eingabe der Werte über Tastatur ist vorab folgendes zu sagen: Die erste Zahl der Eingabe stellt, ausgehend von dem ersten Punkt, die Entfernung zum Endpunkt der zu erstellenden Linie in waagerechter Richtung dar (x-Wert). Die zweite einzugebende Zahl legt entsprechend die Entfernung vom Ausgangspunkt zum Endpunkt in senkrechter Richtung fest (y-Wert).

Der Konstruktionsaufruf erfolgt über:

1. Antippen von **[ERSTELL]? LINIE? Polygon**.
2. Anklicken des Linealmittelpunktes.
3. Eingabe der Werte aus Abbildung 5.6, wobei jeder Wert einzeln eingegeben werden muß.

Nr.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
X-Wert	0	6	0	-6	0	3	0	3	0	4	0	3
Y-Wert	20	0	20	0	7.5	0	-2	0	2	0	-2	0

Nr.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
X-Wert	0	6	0	2	0	3	0	-5	0	5	0
Y-Wert	2	0	-2	0	2	0	-7.5	0	-23.5	0	-16.5

Abbildung 5.6: Zahlenwerte für die Tastatureingabe

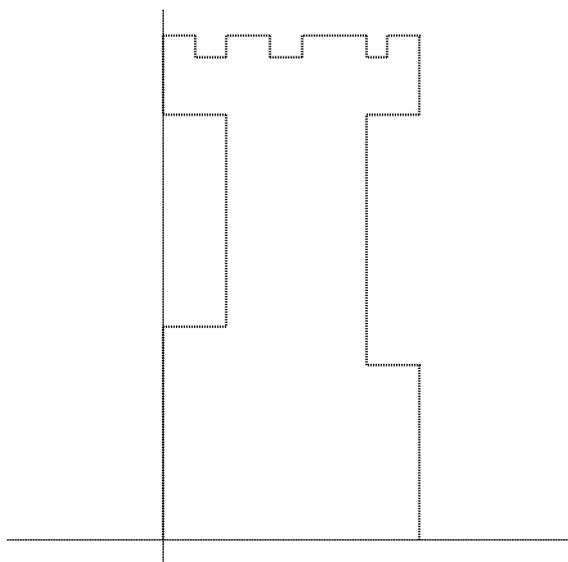


Abbildung 5.7: Ergebnis der Koordinatenerstellung

4. Erstellen der Rundungen und der Schraffur wie in Abbildung 5.8.

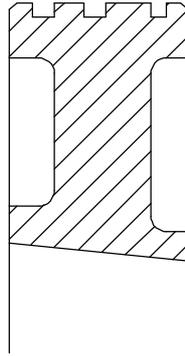


Abbildung 5.8: Geometrie vor dem waagerechten Spiegeln

5. Spiegeln des Bauteiles zur Vervollständigung.
6. Ergänzen der fehlenden Linien und Bemaßung.
7. Speichern der Zeichnung unter dem Namen 'Kolben'.

5.4 Zeichnen der Kolbenstange

Es soll eine Kolbenstange konstruiert werden (siehe Abbildung 5.9), wobei sich auch hier die Spiegelbefehle anbieten. Das Symbol für die Kegelverjüngung muß (nach [9]) unter **ME10** erstellt werden.

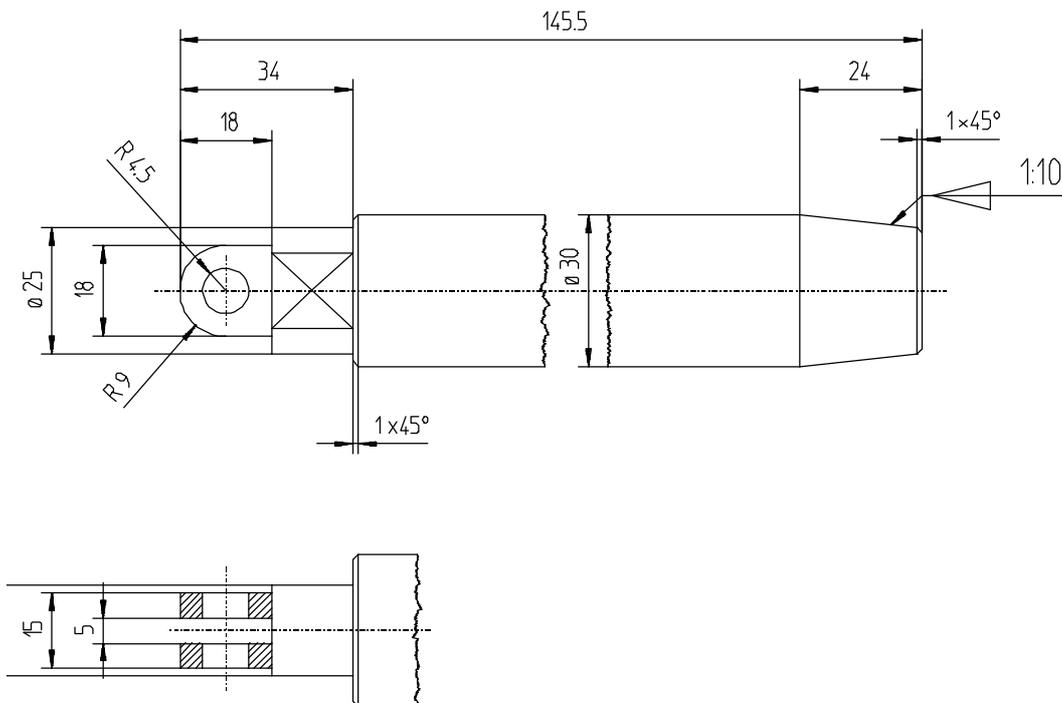


Abbildung 5.9: Kolbenstange

Speichern der Kolbenstange als 'Kolbenstange'.

5.5 Erstellen eines Flansches

Konstruieren eines Flansches gemäß der Abbildung 5.10.

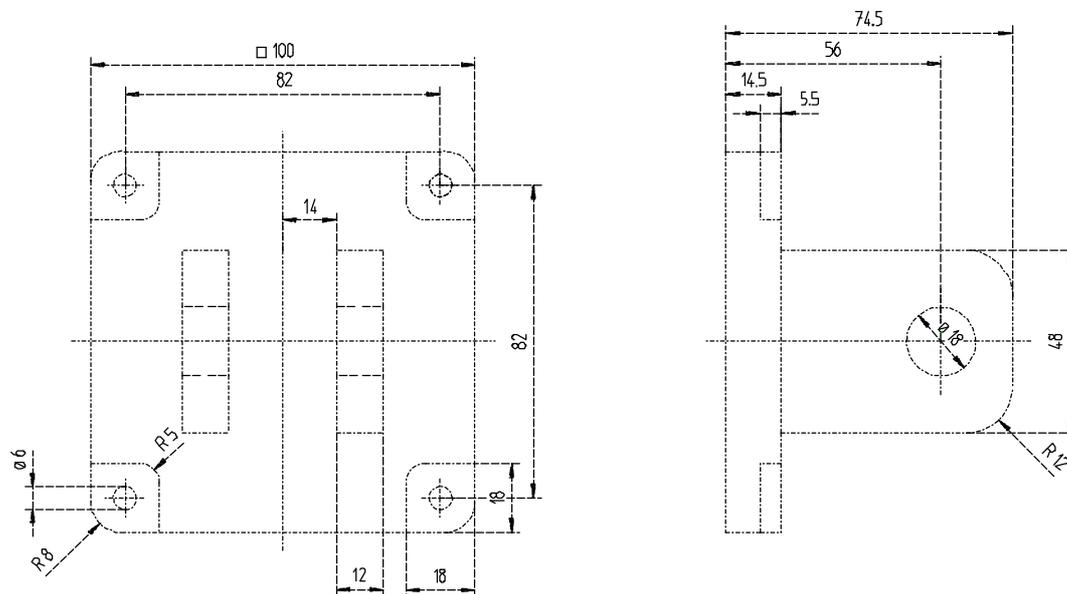


Abbildung 5.10: Flansch

Speichern des Flansches unter 'Flansch'.

5.6 Erstellen der Anschlußbefestigung

Konstruieren einer Anschlußbefestigung gemäß Abbildung 5.11.

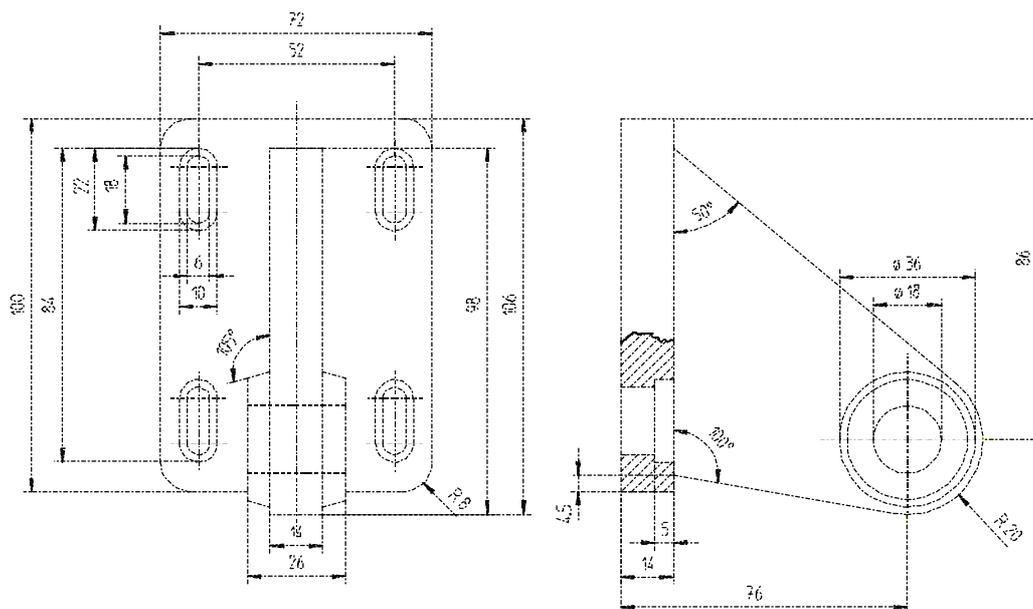


Abbildung 5.11: Anschlußbefestigung

Speichern der Zeichnung als 'Anschlußbefestigung'.

6 Weitere Erstellungs- und Änderungsbefehle

Unter den beiden weiteren Erstellungs-Menüs (Abbildung 6.1) befinden sich weitere Befehle zur Konstruktion von Geometrieelementen. Es folgt eine Auflistung der Befehlspunkte mit ihrer Bedeutung. Es wird jedoch nur auf häufig gebrauchte Befehle näher eingegangen, es sei denn, daß sie sich bereits über den Wortlaut erklären.

ERSTELLEN 2		SPLINE	
ÄQUIDIST		INTPOL SPL	
RUNDUNG		OPTIONEN	Grad
RUNDG ÄND		Offen	Geschloss
FASE	2 Pkte	Anfügen	Tangente
Abst Abst	AbstWinkel	STÜTZ SPL	
Eckpunkt		OPTIONEN	Grad
ECKE	Mit Lösch	Offen	Geschloss
	Ohne Lösch		
KONVERT	Bgn&Linien	PKT ÄND	
Linien		IPKT ÄND	
SPL TEILEN		OPTIONEN	Position
POLYELEM	Erstellen		Tangente
	Zerlegen	SPEKT ÄND	
ELLIPSE	2Spkte&Pkt		
Mitt Win R	Mitt &Pkte	IPKT LÖSCH	IPKT HINZU
2 Bren&Pkt	BrWinExAch	SPKT LÖSCH	SPKT HINZU
		TANG LÖSCH	TANG HINZU
HYPERBEL	MitBrenEnd		
MitTanBren		STÜTZPOLYG	Zeigen Ein
			Zeigen Aus
PARABEL	MitBrenpkt	STUTZEN	Ein
BrRichtEnd			Aus
MENÜ 1	SPLINE	MENÜ 1	MENÜ 2

Abbildung 6.1: Erstellungsmenüs 2 und 3

6.1 Erstellungsbefehle unter dem 2. Menü

? **ÄQUIDIST**: Erstellt eine äquivalente Geometrie in wählbarem Abstand parallel innerhalb oder außerhalb einer vorzugebenden Kontur (siehe Abbildung 6.2).

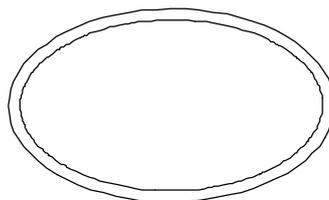


Abbildung 6.2: Äquidistante Geometrieerstellung

- ? **KONVERT**: Wandelt Splines in Bögen oder Linien um, wobei sich Anfangs- und Endpunkte verschieben können.
- ? **SPL TEILEN**: Teilt Splines in Elemente gleicher Länge auf.
- ? **POLYELEM**: Definiert eine bereits vorhandene Geometriestruktur in ein Vielelement um, das hierauf nur noch als ein einziges Element gilt.
- ? **ELLIPSE**: Generiert eine Ellipse.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Anklicken von **ELLIPSE**.
2. Anwählen von **Mitt &Pkte** als Standardellipse in der Konstruktion.
3. Antippen des Mittelpunktes und anschließend Auswählen von zwei Punkten für die Außenkontur.

- ? **HYPERBEL** und **PARABEL**: Konstruieren entsprechende Geometrien.

6.2 Spline

- ? **INTPOL SPL**: Konstruiert eine Spline Kurve, wobei diese durch Stützpunkte verläuft, die der Zeichner festlegt.
- ? **Grad**: Definiert den Rang eines Splines, wobei die Kurve durch steigende Werte geglättet wird (Standard: 4).
- ? **Offen**: Erstellt einen offenen Spline.
- ? **Geschloss**: Erzeugt entsprechend einen geschlossenen Spline.
- ? **Anfügen**: Legt Spline an bereits erstellte Geometrien.
- ? **Tangente**: Konstruiert einen Spline entlang bereits vorhandener Tangenten.
- ? **STÜTZ SPL**: Richtet die Splines nach Stützpunkten aus, geht aber nicht durch diese durch. Die einzelnen Befehle entsprechen denen unter **INTPOL SPL**.
- ? **PKT ÄND**: Ändert die Spline-Kurven.
- ? **IPKT ÄND**: Ändert den Interpolationspunkt einer Spline-Kurve.
- ? **SPKT ÄND**: Ändert den Stützpunkt einer Spline-Kurve.

? **STÜTZPOLYG**: Zeigt die direkte Verbindung zwischen den Stützpunkten des Splines.

? **STUTZEN**: Zeigt das Trennen von Splines, wichtig für Dehnfunktionen.

6.3 Weitere Änderungsbefehle

Weitere Befehle zur Geometrieänderung befinden sich unter Abbildung 6.3.

ÄNDERN 1		ÄNDERN 2	
ÄNDERN	Mit Lösch	BEREINIGEN	Stutz zwei
	Ohne Lösch	Stutz eins	Mitte raus
		OPTIONEN	Folge
BEWEGEN	2 Pkte	KONTUR	
Waagrecht	Senkrecht		
Mehrfach		ENTFERN	Punkte
DREHEN	Mitte	Doppelt	Überlagert
	2 Pkte		
SPIEGELN	2 Pkte		
Waagrecht	Senkrecht		
Mitte			
MASSTAB	Mitte		
	2 Pkte		
ÄHNLICH			
FORMÄNDERN			
DEHNEN	Mit Lösch		
	Ohne Lösch		
Waagrecht	Senkrecht		
ISOMETRIE			
	MENÜ 2		MENÜ 1

Abbildung 6.3: Änderungsmenüs 1 und 2

? **MASSTAB**: Verändert den Maßstab eines Bauteiles zu einem festen Punkt.

? **ÄHNLICH**: Produziert ein entsprechendes Bauteil zu einem Original. Beide differieren nur in Lage und Größe.

? **FORMÄNDERN**: Verändert über drei Punkte die Form von Elementen.

? **DEHNEN**: Verlängert oder schrumpft Bauelemente.

? **ISOMETRIE**: Unter diesem Befehl besteht die Möglichkeit, in beschränktem Maße eine 2D-Zeichnung mit Seitenansichten zu einem Körper zusammenzufügen, wobei dieser Vorgang unter **ME10** noch wenig ausgereift ist. Für die Vorgehensweise sei auf die On-Line-Hilfe verwiesen.

6.4 Befehle unter dem Änderungsmenü 2

- ? **BEREINIGEN:** Dieser Befehl entfernt Geometrien, welche zwischen zwei Elementen liegen. Sich schneidende Elemente können bis zum Schnittpunkt verlängert oder gekürzt werden.
- ? **KONTUR:** Stutzt über Rahmenauswahl Elemente so, daß nur geschlossene Konturen übrig bleiben.
- ? **ENTFERN:** Entfernt zum Beispiel überlagert gezeichnete Linien.

7 Bemaßen

BEMASSEN	
BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN
LINIEN ÄND	TEXTE ÄND
LINIEN SET	TEXTE SET
EINFACH	MASSL LANG
KETTENMASS	MASSL KURZ
	MASSL KOOR
MASSLRICHT	Parallel
Waagrecht	Senkrecht
Lotrecht	Parall Zu
BEM AUTO	BEM MANUEL
RADIUS	M MitLin
	O MittLin
DURCHMESSR	M DmessLin
	O DmessLin
BOGEN	
WINKEL	Direkt
	Entgegengs
Anliegend-	Anliegend+
FASE	
PRÄFIX NEU	PRÄFIX ALT
POSTFIX NEU	POSTFIX ALT
TOL NEU	Plus/Minus
Ober/Unter	Grenzwert
TOL ALT	

Abbildung 7.1: Menü für das Erstellen einer Bemaßung

tes:

Die Positionierung des Bemaßungstextes kann manuell oder automatisch erfolgen. Die Auswahlmöglichkeit zwischen **BEM AUTO** und **BEM MANUEL** besteht nur unter folgenden Optionen: **KETTENMASS**, **MASSL LANG**, **MASSL KURZ** und **MASSL KOOR**. Die Computereinstellung ist auf automatisch geschaltet, d.h., nach der ersten frei möglichen Positionierung erfolgt eine automatische Festlegung der Folgebemaßungen.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen einer der vier oben genannten Optionen.
2. Anwählen von **BEM MANUEL**.
3. Bemaßung erstellen.

Um von **ME10** beim Bemaßen Unterstützung zu erhalten, wählt man die On-Line Hilfe und gibt *'Dimension'* ein.

7.1 Bemaßung erstellen

Die Bemaßungserstellung erfolgt über die Befehle aus Abbildung 7.1.

7.1.1 Positionierung des Bemaßungstex-

7.1.2 Die einfache Bemaßung

An folgendem Beispiel (Abbildung 7.2) sollen die wichtigsten Bemaßungsbefehle illustriert werden.

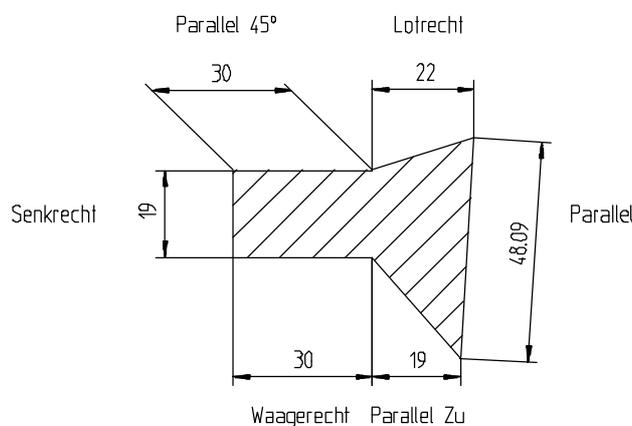


Abbildung 7.2: Einfache Bemaßungsarten

Der Befehl **EINFACH** erweist sich als die wichtigste Bemaßungsoperation. Sie besitzt fünf Optionen unter **MASSLRICHT**: **Parallel**, **Waagerecht**, **Senkrecht**, **Lotrecht**, **Parallel Zu**.

- ? **Parallel:** Erstellt eine Bemaßung parallel zu zwei gewählten Punkten. Hierbei kann auch der Winkel der Maßhilfslinien durch Eingabe (-60 bis 60) frei gewählt werden (Standardwert: 0).
- ? **Waagerecht:** Erstellt eine Bemaßung in horizontaler Richtung.
- ? **Senkrecht:** Erstellt eine Bemaßung in vertikaler Richtung.
- ? **Lotrecht:** Erstellt eine Bemaßung senkrecht zu einer vorher anzuwählenden Bezugslinie.
- ? **Parall Zu:** Erstellt eine Bemaßung parallel zu einer vorher anzuwählenden Bezugslinie.

Der Aufruf des Bemaßungsbefehls mit den Optionen **Parallel**, **Waagerecht** und **Senkrecht** erfolgt über:

1. Antippen von **MASSLRICHT? Parallel**.
2. Anklicken der Punkte, zu denen die Bemaßung ausgerichtet sein soll.
3. Positionierungspunkt für den Bemaßungstext anwählen.

Der Aufruf des Bemaßungsbefehls mit den Optionen **Lotrecht** und **Parall Zu** erfolgt über:

1. Antippen von **MASSLRICHT? Lotrecht** oder **Parall Zu**.

2. Auswählen der gewünschten Bezugslinie.
3. Anklicken der Punkte, zu denen die Bemaßung ausgerichtet werden soll.
4. Positionierungspunkt für Bemaßungstext anwählen.

7.1.3 Kettenbemaßung

Für den Befehl **KETTENMASS** gelten die gleichen fünf Optionen, wie zuvor: **Parallel**, **Waa-gerecht**, **Senkrecht**, **Lotrecht** und **Parall Zu** (Abbildung 7.3). Mit Ihnen wird die erste Bemaßungsposition durch den Anwender festgelegt. Die anschließend folgenden Bemaßungen befinden sich auf der gleichen Bemaßungslinie aneinandergereiht¹⁴.

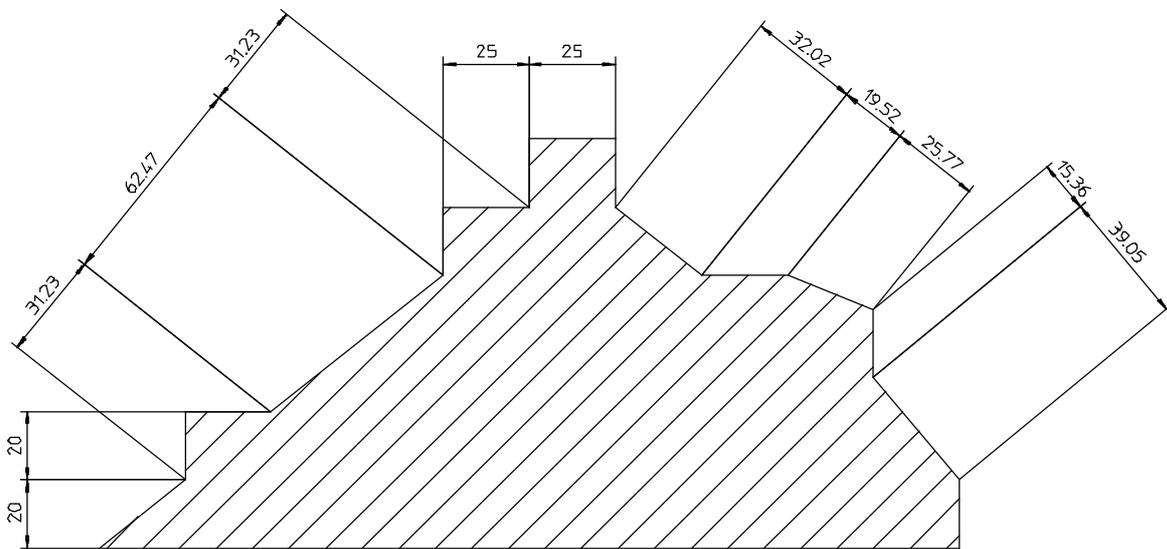


Abbildung 7.3: Kettenbemaßungsarten

Aufgerufen wird die Bemaßungserstellung über:

1. Antippen von **KETTENMASS? MASSLRICHT** und eine der fünf Optionen.
2. Antippen der vorgesehenen Bezugslinien.
3. Positionierung des Bemaßungstextes.
4. Fortführung der Kettenbemaßung durch Anwählen der Bezugslinie.

¹⁴ Mit **ZURÜCK** kann man falsche Mehrfachbemaßungen rückgängig machen.

7.1.4 Bezugsbemaßung mit kurzer oder langer Maßlinie erstellen

Der Vorteil der Bemaßung mit **MASS LANG** oder **MASSL KURZ** oder auch **MASSL KOOR** besteht darin, daß Elemente und Bohrungen über einen gemeinsamen Bezugspunkt bemaßt werden und somit innerhalb eines Teiles fest definiert sind. Dies erweist sich bei Fertigungsteilen, welche über CNC-Technologie erstellt werden, als praktische Bemaßungsmethode. Für die Bezugsbemaßung gelten wiederum die fünf Optionen unter **MASSLRICHT: Parallel, Waagrecht, Senkrecht, Lotrecht und Parall Zu**.

? **MASSL LANG**: Erstellt Bemaßungen mit langer Maßlinie (Abbildung 7.4).

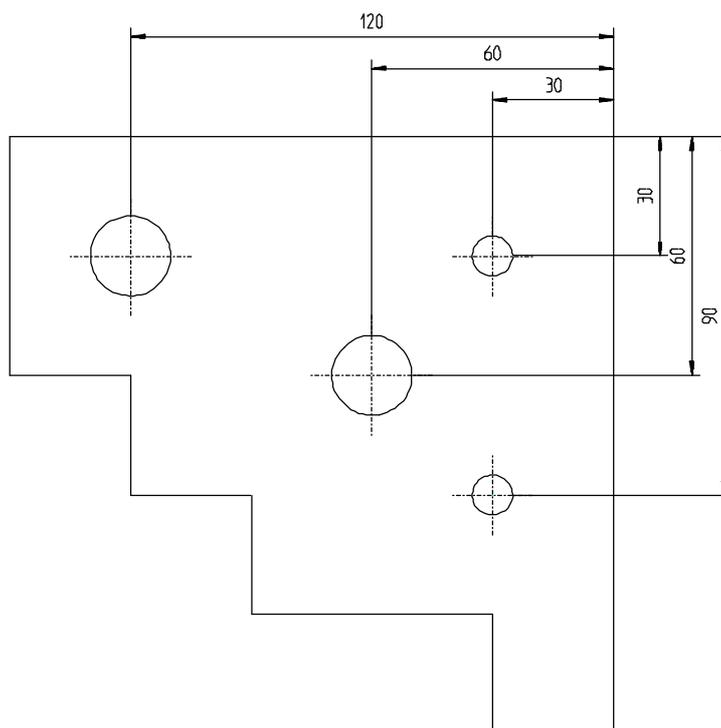


Abbildung 7.4: Lange Maßlinien

? **MASSL KURZ**: Erstellt Bemaßungen mit kurzer Maßlinie (Abbildung 7.5).

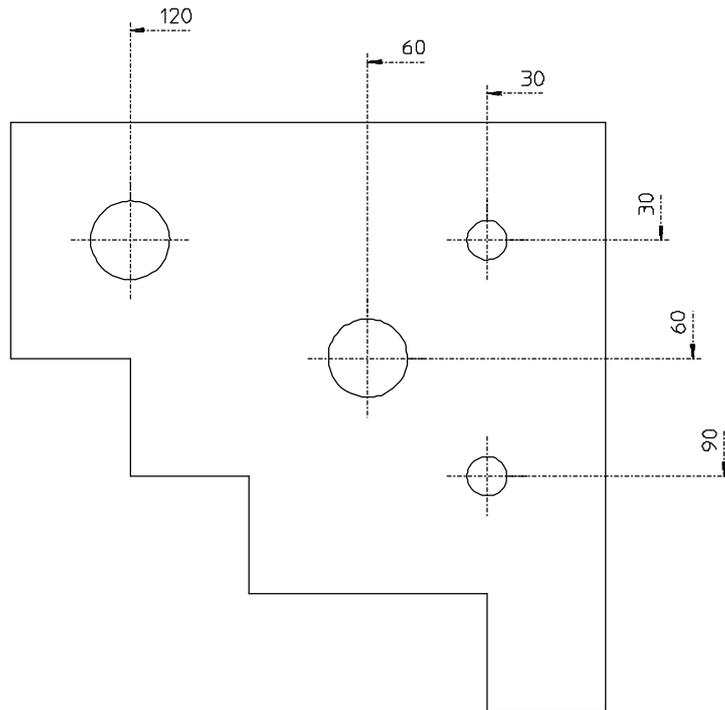


Abbildung 7.5: Kurze Maßlinien

? **MASSL KOOR:** Erstellt Maßlinien zu einem Ursprungspunkt (Wert 0; Abbildung 7.6).

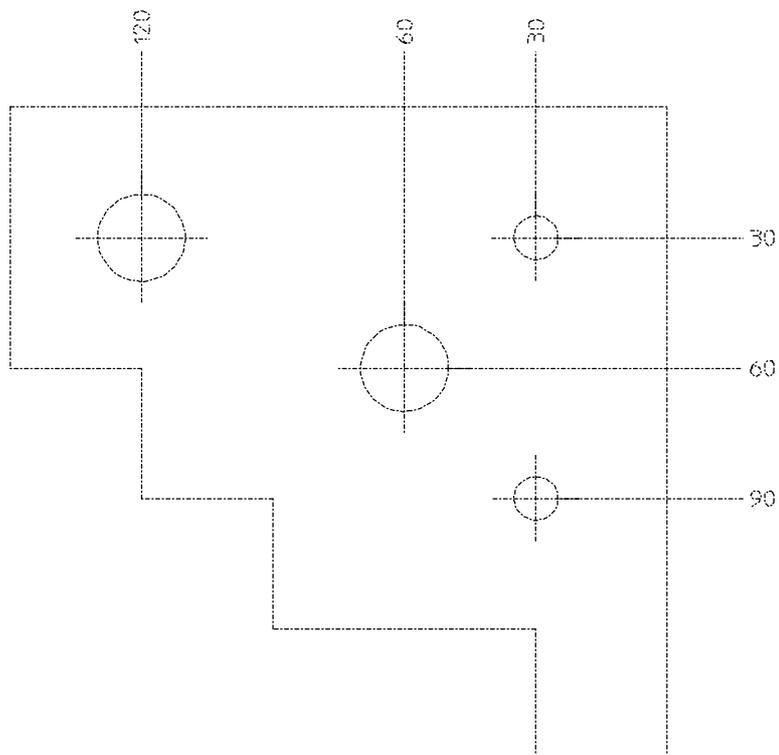


Abbildung 7.6: Ausgangsbild für die Koordinatenbemaßung.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **MASSL LANG** oder **MASSL KURZ** oder **MASSL KOOR**.
2. Auswählen einer der fünf genannten Optionen aus dem Bereich **MASSLRICHT**.
3. Anwählen der vorgesehenen Bezugslinien.
4. Positionierung des Bemaßungstextes.

7.1.5 Bezugspunktbeaßung

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **MASSL LANG** oder **MASSL KURZ** oder **MASSL KOOR**.
2. Auswählen einer der fünf genannten Optionen aus dem Bereich **MASSLRICHT**.
3. Anklicken von **[ZEIGEN]? Scheitelpt? EIN**.
4. Anwählen der vorgesehenen Bezugslinien und der Kreismitte.
5. Positionierung des Bemaßungstextes.

7.1.6 Radienbeaßung

Mit **RADIUS** kann man Kreisradien, Bögen oder Rundungen beaßen. Die Option **M MittLin** zeichnet die Maßlinie bis oder durch den Mittelpunkt. Mit der Option **O MittLin** wird die Maßlinie nur in Richtung des Mittelpunktes gezeichnet (Abbildung 7.7).

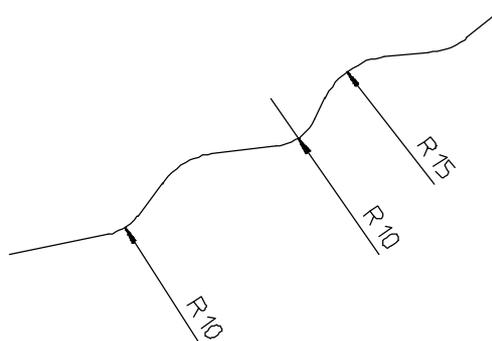


Abbildung 7.7: Radienbeaßung

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **[RADIUS]**.
2. Anwählen des Kreises, Bogens oder der Rundung.

3. Positionierung des Bemaßungstextes.

7.1.7 Durchmesserbemaßung

Mit **DURCHMESSER** kann man Kreise, Bögen oder Rundungen bemaßen (Abbildung 7.8). Die Option **M DmessLin** zeichnet die Maßlinie über den gesamten Durchmesser. Die Option **O DmessLin** führt dies nur teilweise aus und ist in Deutschland nicht normgerecht.

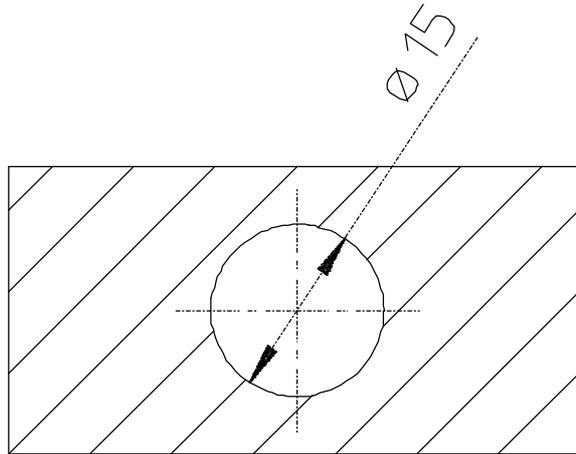


Abbildung 7.8: Durchmesserbemaßung

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **[DURCHMESSER]? M DmessLin**.
2. Anwählen des Kreises, Bogens oder der Rundung.
3. Positionierung des Bemaßungstextes.

7.1.8 Bogenbemaßung

Mit dem Befehl **[BOGEN]** besteht die Möglichkeit, Bögen und Rundungen zu bemaßen (Abbildung 7.9). Es ist darauf zu achten, daß dies im Gegenuhrzeigersinn geschieht.

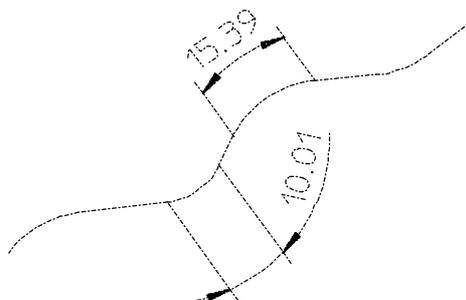


Abbildung 7.9: Bogenbemaßung

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen des Befehles **[BOGEN]**.
2. Anwählen von zwei Punkten auf dem Bogen.
3. Positionierung des Bemaßungstextes.

7.1.9 Winkelbemaßung

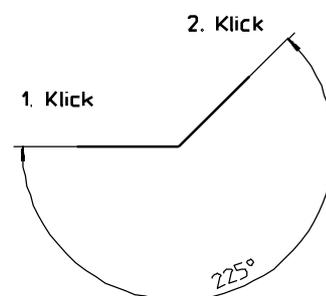
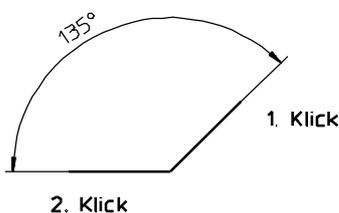
Da mehrere Möglichkeiten der Bemaßung unter dem Befehl **WINKEL** bestehen, diese aber aus der **[HILFE]** und den Anwählmöglichkeiten nicht ganz einfach zu erkennen sind, wird an dieser Stelle ausführlich mit Bildern darauf eingegangen. Die möglichen Optionen für die Winkelbemaßung sind: **Direkt**, **Entgens**, **Anliegend-** und **Anliegend+**. Man sollte besonders darauf achten, in welcher Reihenfolge man die einzelnen Schenkel antippt. In den folgenden Bemaßungsbeispielen ist die erste Linie mit **1.KLICK** und die zweite Linie mit **2.KLICK** gekennzeichnet. Die Anwahl der ersten und zweiten Linie sollte im Gegenuhrzeigersinn erfolgen, da dies die positive Drehrichtung unter **ME10** ist¹⁵.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von einer der vier Optionen des Befehls **[WINKEL]**.
2. Anwählen der gewünschten Schenkel in der gewünschten Reihenfolge, siehe Abbildung 7.10-13 der Winkelbemaßung.
3. Positionieren des Bemaßungstextes.

? **[Winkel]? Direkt:**

Es gibt folgende Möglichkeiten zur direkten Winkelbemaßung (Abbildung 7.10):



¹⁵ Hiermit erklärt sich auch das „+“ und „-“ bei der Option **Anliegend**.

Abbildung 7.10: Direkte Winkelbemaßung

? [WINKEL]? **Entgens:**

Es gibt folgende Möglichkeiten der entgegengesetzten Winkelbemaßung (Abbildung 7.11):

**Abbildung 7.11:** Entgegengesetzte Winkelbemaßung

? [WINKEL]? Anliegend -:

Es gibt folgende Möglichkeiten der anliegenden Winkelbemaßung zur negativen Seite (Abbildung 7.12):



Abbildung 7.12: Anliegende Winkelbemaßung in negativer Richtung

? [WINKEL]? Anliegend +:

Es gibt folgende Möglichkeiten der anliegenden Winkelbemaßung zur positiven Seite (Abbildung 7.13):

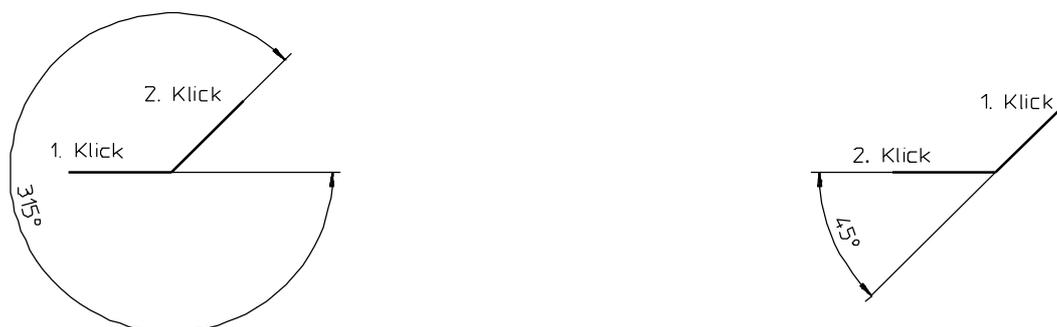


Abbildung 7.13: Anliegende Winkelbemaßung in positiver Richtung

7.1.10 Weitere Bemaßungsbefehle unter [MENÜ 1]

? Fasenbemaßung:

Über den Befehl **FASE** können Fasen, welche korrekt als solche erstellt wurden, bemaßt werden.

? Präfix und Postfix:

Über den Befehl **PRÄFIX NEU** und **POSTFIX NEU** können neue Prä- und Postfixe in die sofort im Anschluß zu erstellende Bemaßung eingebunden werden. Man kann jedoch auch zuerst den Befehl zur Bemaßungserstellung aufrufen und anschließend einen der beiden Befehle anwählen.

Die Befehle **PRÄFIX ALT** und **POSTFIX ALT** erlauben den Zugriff auf das letzte eingegebene Prä- und Postfix bei weiteren Bemaßungen. Hierzu wählt man am besten zuerst die Art der Bemaßungserstellung und im Anschluß daran einen der beiden Befehle. Die Bemaßung kann nun durchgeführt werden.

? Toleranzen:

Wie bei **PRÄFIX NEU** und **PRÄFIX ALT** gilt das entsprechende für **TOL NEU** und **TOL ALT**. Die Option **Plus / Minus** erstellt eine entsprechende Bemaßung: z.B.: 6 ? 0,05.

Die Befehle **Ober / Unter** und **Grenzwert** entsprechen nicht der deutschen DIN-Norm.

Um weitere Toleranzen und Toleranztypen einzugeben, verwendet man den Befehl **POSTFIX NEU** bzw. **POSTFIX ALT**. Eine weitere Möglichkeit besteht über den Menüpunkt **[BEMASS]? TEXTE? ÄND**. Hier tätigt man die Eingabe oder Änderung über den Befehl **TEXT EDIT**.

7.2 Bemaßungsänderung im Menüpunkt 2

BEMASSEN	
BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN
LINIEN ÄND	TEXTE ÄND
LINIEN SET	TEXTE SET
BEMTXT ÄND	Maß&LinBew
Maß Drehen	Maß Beweg
LINIEN ÄND	Unterbrech
Rücksetzen	Versetzen

Abbildung 7.14: Menü zur Änderung der Bemaßung

7.2.1 Bemaßungstextänderung

Unter dem Befehl **BEMTXT ÄND** (Abbildung 7.14) bestehen folgende Möglichkeiten:

Mit der Option **Maß&LinBew** kann die Maßlinie mitsamt dem Text neu positioniert werden. Mit der Option **Maß Drehen** ist es möglich, den Bemaßungstext unter Eingabe eines Winkels entsprechend zu drehen, wobei 0° dem Ausgangswinkel und die positive Winkeldrehung dem entgegengesetzten Uhrzeigersinn entspricht. Mit der Option **Maß Beweg** kann die Maßzahl unabhängig von den Bemaßungslinien neu positioniert werden.

Aufgerufen werden diese Optionen über

1. Antippen von **Maß&LinBew**, **Maß Drehen** oder **MaßBeweg**.
2. Falls erforderlich: Eingabe des Win-

kels.

3. Anklicken der Maßzahl und Verändern der Maßzahl wie gewünscht.

7.2.2 Linienänderung

Mit dem Befehl **LINIE ÄND** können die Maßlinien und die Maßhilfslinien wie folgt verändert werden:

- ? **Unterbrech**: Trennt Teile der Bemaßungslinien heraus (Abbildung 7.15), um beispielsweise bei größerer Anzahl von Bemaßungen Überlagerungen zu vermeiden.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **Unterbrech**.
2. Anwählen der Maßzahl, deren Maßhilfslinie unterbrochen werden soll.
3. Anklicken des Anfangs- und des Endpunktes der zu unterbrechenden Bemaßungslinie.

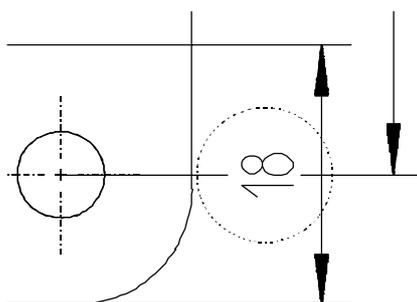


Abbildung 7.15: Maßlinienunterbrechung

- ? **Versetzen**: Versetzt die Maßhilfslinie beliebig (Abbildung 7.16).

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **Versetzen**.
2. Anwählen der Maßzahl, deren Maßhilfslinie versetzt werden soll.
3. Zwei Punkte anklicken und so den gewünschten Teil der Maßhilfslinie auswählen.
4. Einen beliebigen Punkt antippen, von dem man erwartet, daß die Maßhilfslinie durch ihn führt.

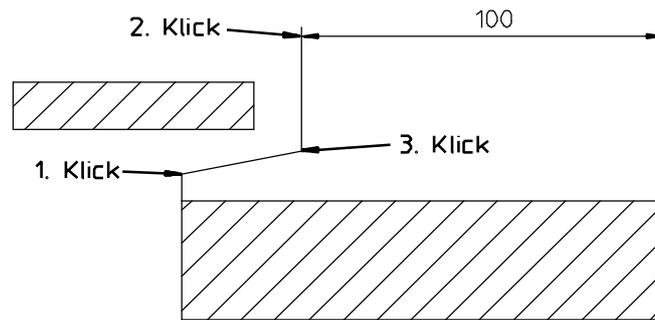


Abbildung 7.16: Maßlinienversetzung

? **Rücksetzen:** Bringt die zuvor mit **Unterbrech** oder **Versetzen** veränderten Bemaßungslinien in die Ausgangsform zurück.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **Rücksetzen**.
2. Anwählen der Maßzahl der zu ändernden Hilfslinien.

7.3 Befehle zum Festlegen und Ändern von Maßlinien

Die Befehle zum Festlegen und Ändern der Maßlinien kann man Abbildung 7.17 entnehmen.

BEMASSEN	
BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN
LINIEN ÄND	TEXTE ÄND
LINIEN SET	TEXTE SET
FORMAT ÄND	Bem Obere
	Bem Untere
EINHT ÄND	Bem Obere
	Bem Untere
OPTIONEN	mm
Inch	cm
In/Bru	m
Ft - in/Bru	km
Ft - in/BruZ	Grad
Ft - in/BruT	Radiant
Keine	Gd min sec
FARBE ÄND	BREITE ÄND
PFEIL ÄND	Beide
Erster	Zweiter
OPTIONEN	Füllen Ein
Größe Rel	Füllen Aus
Größe Abs	Ohne Pfeil
Mit Pfeil	Mit Punkt
Mit Strich	JIS Spitze

BEMASSEN	
BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN
LINIEN ÄND	TEXTE ÄND
LINIEN SET	TEXTE SET
PKT ABST	LIN ABST
MASSLSCHRT	MIN ABST
FARBE SET	BREITE SET
FORMAT SET	
EINHT SET	Bem Obere
	Bem Untere
OPTIONEN	mm
Inch	cm
In/Bru	m
Ft - in/Bru	km
Ft - in/BruZ	Grad
Ft - in/BruT	Radiant
Keine	Gd min sec
PFEIL SET	Beide
Erster	Zweiter
OPTIONEN	Füllen Ein
Größe Rel	Füllen Aus
Größe Abs	Ohne Pfeil
Mit Pfeil	Mit Punkt
Mit Strich	JIS Spitze
UNTRBR EIN	UNTRBR AUS

Abbildung 7.17: Menüs zum Festlegen und Ändern der Maßlinien.

Im den nun folgenden Abschnitten werden zuerst die gemeinsamen und anschließend die unterschiedlichen Optionen dieser beiden Menüs erklärt.

7.3.1 Gemeinsame Befehle

Unter dem Menü **LINIEN SET** befinden sich Optionen, die alle im Anschluß folgenden Bemaßungen berücksichtigen. Mit dem Menü **LINIE ÄND** werden nur bereits erstellte Bemaßungen abgeändert. Im folgenden werden die gemeinsamen Befehle durchgegangen, wobei nur die Funktion besprochen und nicht mehr getrennt auf **LINIEN SET** oder **LINIEN ÄND** eingegangen wird.

? Farbauswahl der Maßlinien

Die Optionen **FARBE SET** und **FARBE ÄND** ermöglichen die Auswahl der Farbe der Maßhilfslinie über Tastatureingabe oder Anklicken.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **FARBE SET** oder **FARBE ÄND**.
2. Eingabe der Farbe über die Tastatur oder Auswählen der Farbe unter **[FARBE]**.
3. Bemaßung erstellen oder Bemaßungstext der zu ändernden Bemaßung antippen.

? Maßlinienbreiten

Mit der Option **BREITE SET** wird die Linienbreite der Maßlinie auf dem Bildschirm festgelegt. Dies geschieht aufgrund der Übersichtlichkeit. Unter **ME10** beträgt die Standardbreite normalerweise 0 und wird über Farben für das Plotten festgelegt (Abschnitt 7.7.).

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **BREITE SET** oder **BREITE ÄND**.
2. Eingabe der neuen Linienbreite.
3. Bemaßung erstellen oder die Maßzahl der zu ändernden Maßlinie anklicken.

? Maßzahlformat

Mit **Format** kann das Aussehen der Maßzahl verändert werden. Dies sei an Eingabebeispielen aufgezeigt¹⁶:

- '1.' bedeutet keine Nachkommastelle.
- '0,1' bedeutet eine Nachkommastelle außer der Zahl Null.
- '1.1' bedeutet zum einen, daß die Null vor dem Komma eines Wertes < 1 entfällt, und eine Nachkommastelle außer der Zahl Null.
- '1,00' bedeutet die Null vor dem Komma eines Wertes < 1 entfällt; zwei beliebige Nachkommastellen werden zugelassen.
- '0.01' bedeutet beliebige Vorkommazahlen und zwei Nachkommastellen außer dem Zahlenwert 00.
- '0.001' bedeutet die Null vor dem Komma eines Wertes < 1 entfällt; es gibt drei Nachkommastellen außer dem Zahlenwert 000.

? Maßeinheiten

Mit der Option **EINHT SET** definiert man die Maßeinheit für die im Anschluß zu erstellende Bemaßung neu. Mit **EINHT ÄND** wird die Maßeinheit für die bereits vorhandene Bemaßung in eine andere Maßeinheit umgewandelt. Die beiden Optionen gelten für den oberen Bemaßungstext über den Befehl **BemObere**. Der Befehl **BemUntere** entspricht nicht der deutschen Norm. Nachfolgend wird eine Bedeutungsaufschlüsselung bestimmter Optionen aufgeführt; die Restlichen erklären sich selbst.

- ? **In/Bru**: Darstellung in Zollbrüchen.
- ? **Ft-in/Bru**: Darstellung in Fuß- und Zollbrüchen.
- ? **Ft-in/BruT**: Darstellung in Fuß- und Zollbrüchen mit Maßtext.
- ? **Gd min sec**: Darstellung auf Grad, Minute und Sekunde.
- ? **Keine**: Ändert die Doppelbemaßung in eine Einfache. Dies geschieht über **EINHT SET**, **BemUntere**, **Keine** und anschließendes Antippen einer der beiden Maßzahlen.

¹⁶ Bei der Eingabe der Zeichenfolge unter **Format** wird zwischen Punkt- und Kommaschreibweise unterschieden. Der Maßzahlenwert enthält anschließend auch einen Punkt oder ein Komma.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **EINHT SET** oder **EINHT ÄND**.
2. Anwählen der gewünschten Bemaßungseinheit.
3. Erstellen der Bemaßung oder Anklicken der zu ändernden Maßzahl.

? **Maßlinienbegrenzer**

Mit dem Befehl **PFEIL SET** kann man die Maßlinienbegrenzer für die folgende Bemaßung definieren und mit dem Befehl **PFEIL ÄND** bereits erstellte abändern.

- ? **Erster**: Legt den Maßlinienbegrenzer auf der Seite fest, welche beim Erstellen der Bemaßung zuerst angeklickt wird oder wurde.
- ? **Zweiter**: Legt die Maßlinienbegrenzer auf der Seite fest, die beim Erstellen der Bemaßung als zweites angeklickt wird oder wurde.
- ? **Beide**: Beinhaltet beide Maßlinienbegrenzer.
- ? **Ohne Pfeil, Mit Pfeil, Mit Punkt, Mit Strich** und **JIS-Spitze** sind die Maßlinienbegrenzer.
- ? **Füllen EIN/AUS**: Füllt den Pfeil und den Punkt aus oder entfernt das Füllelement.
- ? **Absolute Größe**: Definiert die absolute Größe der Maßlinienbegrenzer.
- ? **Relative Größe**: Legt die Größe der Maßlinienbegrenzer in Abhängigkeit zur momentanen Größe des Bemaßungstextes fest.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **PFEIL SET** oder **PFEIL ÄND**? **Erster, Zweiter** oder **Beide**.
2. Anwählen einer Anweisung unter **OPTIONEN**.
3. Eingabe eines Wertes, falls erforderlich.
4. Erstellen der Bemaßung oder Anklicken der Maßzahl zum Ändern der Maßlinienbegrenzer.

7.3.2 Weitere Befehle zum Festlegen von Maßlinien

Folgende Optionen im Menü [**LINIEN SET**] sind zusätzlich:

? **Pkt ABST** ist eine Anweisung, die für alle folgenden Bemaßungen den Abstand zwischen der Maßhilfslinie und der Geometrie festlegt (Standard: 0 mm).

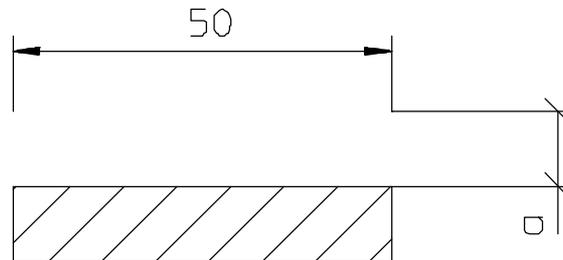


Abbildung 7.18: Abstand zwischen Maßhilfslinie und Geometrie

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **PktAbstand**.
2. Eingabe von Abstand a, siehe Abbildung 7.18.
3. Erstellen der Bemaßung über [**BEM ERSTEL**].

? **Abstand der Maßhilfslinien**

LIN ABST ist eine Anweisung, welche für alle folgenden Bemaßungen den Abstand zwischen dem Ende der Maßhilfslinie und der Maßlinie festlegt (Standard: 2 mm).

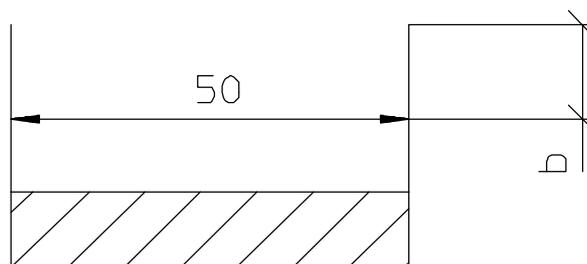


Abbildung 7.19: Abstand zwischen dem Ende der Maßhilfslinie und der Maßlinie

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **LIN ABST**.
2. Eingabe von Abstand b, siehe Abbildung 7.19.
3. Erstellen der Bemaßung über [**BEM ERSTEL**].

? Abstand des Folgebemaßungstextes

MASSLSCHRT ist eine Anweisung, mit welcher für alle folgenden Bemaßungen ein übersichtlicher, paralleler Abstand zwischen den einzelnen Maßlinien festgelegt werden kann. Die Option ist wichtig für die Befehle **MASSL LANG** und **MASSL KURZ** (Standard: 8 mm).

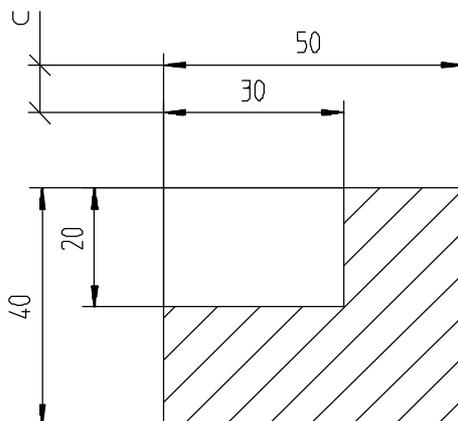


Abbildung 7.20: Paralleler Maßlinienabstand

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **MASSLSCHRT**.
2. Eingabe des parallelen Maßlinienabstandes c , siehe Abbildung 7.20.
3. Erstellen der Bemaßung über **[BEM ERSTEL]**.

? Maßlinienmindestabstand

MIN Abstand ist eine Anweisung, mit welcher alle folgenden Bemaßungen einen Mindestabstand zu den geometrischen Elementen erhalten und somit übersichtlicher werden. Nähert sich die Maßlinie dem geometrischen Element näher als der eingegebene Abstand, so springt dieser auf die Gegenseite des Geometrieelementes (Standard: 0 mm).

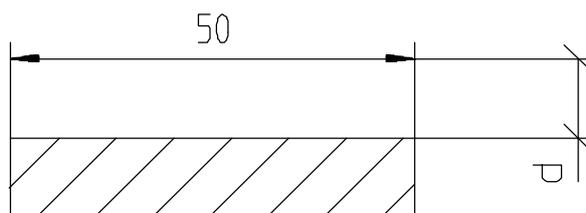


Abbildung 7.21: Mindestabstand der Maßlinie zur Geometrie

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **MIN ABST**.
2. Eingabe des Mindestabstandes d , siehe Abbildung 7.21.
3. Erstellen der Bemaßung über **BEM ERSTEL**.

? Unterbrechungsfunktion

Im unteren Bereich der Befehlsleiste des Menüs **LINIEN SET** stehen die Optionen **UNTRBR EIN** und **UNTRBR AUS**. Sie können nur benutzt werden, wenn sich die Maßzahl außerhalb der Maßhilfslinien befindet und bewirken folgendes:

- ? Mit **UNTRBR EIN** wird keine Maßlinie zwischen den Maßhilfslinien gezeichnet, was in Deutschland nicht normgerecht ist.
- ? Mit **UNTRBR AUS** wird eine Maßlinie zwischen den Maßhilfslinien gezeichnet (Abbildung 7.22), was in Deutschland die normgerechte Bemaßung ist.

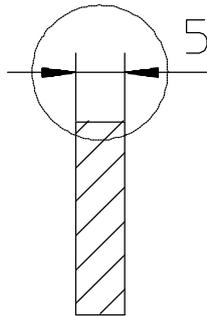


Abbildung 7.22: Durchgezogene Maßlinie

7.4 Bemaßungstext

Die Befehle zum Festlegen und Ändern des Bemaßungstextes kann man Abbildung 7.23 entnehmen.

BEMASSEN		BEMASSEN	
BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN	BEM ERSTEL	BEM ÄNDERN
LINIEN ÄND	TEXTE ÄND	LINIEN ÄND	TEXTE ÄND
LINIEN SET	TEXTE SET	LINIEN SET	TEXTE SET
BEMTXT ÄND	Alles	BEMTXT SET	Alles
Unterer	Oberer	Unterer	Oberer
Wert Unter	Wert Ober	Wert Unter	Wert Ober
Tol Untere	Tol Obere	Tol Untere	Tol Obere
Präfix	Postfix	Präfix	Postfix
OPTIONEN	Größe Abs	OPTIONEN	Größe Abs
Schriftart	Größe Rel	Schriftart	Größe Rel
Neigung	Verh Br/Hö	Neigung	Verh Br/Hö
TEXT EDIT	EDIT ABBR		
POSTFX ÄND	Editieren	BEMPOS SET	Auf Linie
Hinzufügen	Löschen	Über Linie	Untr Linie
PRÄFIX ÄND	Editieren		
Hinzufügen	Löschen	RICHTIG SET	Parallel
TOL ÄND	Editieren	Waagrecht	Senkrecht
Hinzufügen	Löschen	Lotrecht	
Konvert		TXTABST SET	
OPTIONEN	Grenzwert	MLABST SET	
Plus/Minus	Ober/Unter	RAHMEN SET	Aus
RAHMEN ÄND	Aus	Ballon	Kasten
Ballon	Kasten	FANGEN SET	

Abbildung 7.23: Menüs zur Festlegung und Änderung des Bemaßungstextes

Wie zuvor bei der Bemaßungslinienerstellung werden zuerst die unterschiedlichen Optionen von [TEXTE SET] und [TEXTE ÄND] beschrieben. Anschließend werden die vergleichbaren Optionen der beiden Menüs zusammenhängend erklärt.

7.4.1 Unterschiede im Bereich Bemaßungstext Setzen

? Textpositionierung

Unter [BEMTXT SET] gibt es die Option **BEMPOS SET**. Mit ihr besteht die Möglichkeit, den Bemaßungstext in Bezug zur Maßlinie zu positionieren. In der Deutschland entspricht nur der Befehl **Über Linie** der Norm.

? Bemaßungstextausrichtung

Mit der Option **RICHTG SET** kann die Position des Bemaßungstextes zu der Maßlinie definiert werden (Abbildung 7.24). Hierzu gelten die Befehle **Parallel**, **Waagrecht**, **Senkrecht** und **Lotrecht**. Lotrecht bedeutet entlang der Maßhilfslinie.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **RICHTIG SET? Parallel** (als Beispiel, da in der Deutschen Norm üblich).
2. Erstellen der Bemaßung.

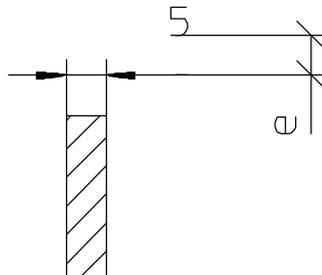


Abbildung 7.24: Ausrichten des Bemaßungstextes

? **Bemaßungstextabstand**

Mit der Option **TXTABST SET** wird der Abstand zwischen der Maßlinie und dem Bemaßungstext definiert. Der Befehl entspricht nicht der Deutschen Norm, da in der deutschen Norm der Bemaßungstext über die Linie geschrieben wird.

? **Maßlinienabstand**

Mit der Option **MLABST SET** legt man den Abstand zwischen dem Bemaßungstext und der Maßlinie fest. Da sich der Bemaßungstext gemäß der deutschen Norm über der Maßlinie befindet, benötigen wir diesen Befehl nicht.

? **Bemaßungsfangbereich**

Mit der Option **FANGEN SET** wird ein Bereich entlang der Maßlinie festgelegt, in welchem der Bemaßungstext zentriert wird (Abbildung 7.25). Verläßt das Suchkreuz diesen Bereich, so verläßt der Bemaßungstext das Zentrum (Standardwert: 0).

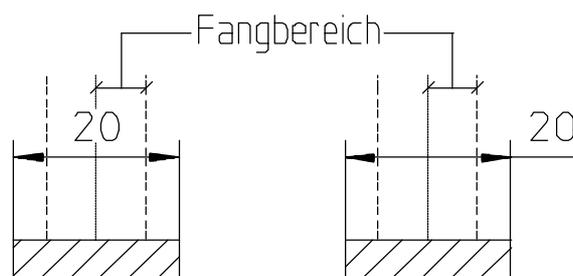


Abbildung 7.25: Bemaßungsfangbereich

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **FANGEN SET**.
2. Eingabe des Fangbereiches.
3. Bemaßung erstellen.

7.4.2 Unterschiede im Bereich Bemaßungstext ändern

? Bemaßungstextänderung

Mit der Option **TEXT EDIT** ist es möglich, den Bemaßungstext beliebig abzuändern.

Der Aufruf erfolgt mit:

1. Antippen von **TEXT EDIT**.
2. Anklicken des zu ändernden Bemaßungstextes.
3. In der Befehlszeile erscheint der alte Text, welcher beliebig abgeändert werden kann.

Mit der Option **EDIT ABBR** kann man die Änderung durch Anwählen des Bemaßungstextes in die ursprüngliche Form zurückversetzen.

? Präfix und Postfix abändern

Unter den Optionen **PRÄFIX ÄND** und **POSTFIX ÄND** gibt es sowohl die Möglichkeiten bereits vorhandene Prä- und Postfixe zu **Editieren** oder zu **Löschen**, als auch mit **Hinzufügen** zu ergänzen.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **POSTFIX ÄND** oder **PRÄFIX ÄND**? **Editieren**, **Hinzufügen** oder **Löschen**.

? Hinzufügen:

- ? Beim Hinzufügen muß zuerst das Prä- oder Postfix eingegeben werden.
- ? Anklicken des zu ergänzenden Bemaßungstextes.

? **Editieren:**

- ? Beim Editieren und Löschen muß zuerst der Bemaßungstext angeklickt werden. Dieser muß bereits ein Prä- oder Postfix enthalten. Entsprechendes wird dann gelöscht.
- ? Im Falle des Editierens erscheint der Text des Prä- oder Postfixes in der Befehlszeile und kann beliebig geändert werden.

? **Toleranzänderung**

Mit der Option **TOL ÄND** besteht die Möglichkeit, Toleranzen hinzuzufügen, zu ändern, zu löschen oder in andere Toleranztypen zu konvertieren. Hierzu stehen die Befehle **Editieren**, **Hinzufügen**, **Löschen** und **Konvert** zur Verfügung. Unter den Optionen entspricht nur noch der Befehl **Grenzwert** der unserer Norm. Daher benötigt man keine Konvertierung in einen anderen Toleranztyp. Toleranzänderungen tätigt man wie unter Abschnitt 7.1.10 vorgeschlagen am besten über **TEXT EDIT** unter dem Untermenü **TEXTE ÄND**.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen eines Befehls unter **TOL ÄND: Hinzufügen, Editieren, Konvertieren** oder **Löschen**.
2. Auswählen der Toleranz unter **OPTION: Plus/Minus**.
3. Eingabe der Toleranz.

7.4.3 Erklärung der gemeinsamen Optionen von Setzen und Ändern

7.4.3.1 Bemaßungstext festlegen und ändern

Unter dieser Menüleiste ist es möglich, die folgenden Anteile vor dem Bemaßen mit **BEMTEXT SET** fest zu definieren oder bereits erstellte mit **BEMTXX ÄND** abzuändern.

- ? **Alles:** Beinhaltet den gesamten Bemaßungstext einer Bemaßung.
- ? **Unterer** und **Oberer:** Beinhaltet den oberen und unteren Bemaßungstext einer Bemaßung, wobei nur der obere Bemaßungstext in Deutschland normgerecht ist.
- ? **Tol Untere** und **Tol Obere:** Beinhaltet die obere und untere Toleranz eines Bemaßungstextes, wobei in Deutschland nur noch die obere Toleranz der deutschen Industrienorm entspricht.
- ? **Präfix** und **Postfix:** Beinhaltet die Prä- und Postfixe eines Bemaßungstextes.

Unter **BEMTEXT? OPTIONEN** kann man oben genannte Auswahlmöglichkeiten festlegen oder verändern. Hierzu bestehen folgende Möglichkeiten:

- ? **Größe Abs**: Legt die absolute Größe des Bemaßungstextes fest.
- ? **Größe Rel**: Legt die Größe des Bemaßungstextelementes relativ zum Hauptbemaßungstext fest.
- ? **Schriftart**: Legt die Schrift des Bemaßungstextelementes über Eingabe fest.
- ? **Verh Br/Hö**: Legt das Verhältnis zwischen der Breite und der Höhe des Bemaßungstextelementes über Eingabe (beispielsweise: 0.8) fest.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Auswählen eines Befehles von: **Alles, Unterer, Oberer, Wert Unter, Wert Ober, Tol Untere, Tol Obere, Präfix** oder **Postfix** unter **BEMTXT SET** oder **BEMTXT ÄND**.
2. Anwählen einer oder mehrerer Optionen aus **Größe Abs, Größe Rel, Schriftart, Neigung** oder **Verh Br/Hö** unter dem Befehlpunkt **OPTIONEN**.
3. Eingabe eines entsprechenden Wertes.
4. Anklicken des gewünschten Bemaßungstextelementes.

7.4.3.2 Bemaßungsrahmen

Mit der Option **RAHMEN SET** kann man den Rahmen um den Bemaßungstext definieren und erstellen oder wieder löschen. Mit der Option **RAHMEN ÄND** besteht die Möglichkeit, den Rahmen des Bemaßungstextes zu ändern. Die Option **Ballon** erzeugt einen abgerundeten und die Option **Kasten** einen rechteckigen Rahmen. Mit der Option **Aus** entfernt man den Rahmen.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **RAHMEN SET** oder **RAHMEN ÄND? Ballon, Kasten** oder **Aus**.
2. Erstellen der Bemaßung oder Antippen der Bezugsbemaßung.

8 Weitere Bearbeitungsoperationen unter ME10

8.1 Datei

DATEI 1	
LADEN	Zchn/Teil
'ArbDatei '	Einzelteil
ABSOLUT	
SPEICHERN	Alles
'ArbDatei '	Teil
SPEICH MI	Alles
'ArbDatei '	Teil
DATEILISTE	Mit Lösch
	Ohne Lösch
VERZ AKT	
KOPIEREN	
LÖSCHEN	
DATEI EDIT	
EINGABE	
SICHERN	
OPTIONEN	Lösch Alt
Drucker	Anfügen
Rekursiv	
DATEI 2	ASSDOK
	ÄNDSTD

Abbildung 8.1: Dateimenü 1

Unter diesem Menü (Abbildung 8.1) können Geometriedaten gesichert, geladen und bearbeitet werden. Im Kapitel 2 wurden bereits grundlegende Bearbeitungsschritte zur Anwendung in diesem Menü angesprochen. Nun sollen weitere wichtige Befehle angesprochen werden. Grundsätzlich kann das Laden und das Speichern auch über Antippen des Namens in der **Dateiliste** geschehen.

8.1.1 Löschen von Dateien

Über den Befehl **LÖSCHEN** unter **[DATEI 1]** können Dateien gelöscht werden. Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von **DATEILISTE?Mit Lösch.**
2. Antippen des Befehles **LÖSCHEN** unter **[DATEI 1]**.
3. Doppelklick¹⁷.
4. Abschließen des Löschvorganges durch Antippen des Befehles **[BESTÄTIGEN]**.

8.1.2 Kopieren einer Datei

Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von **DATEILISTE**.
2. Antippen von **KOPIEREN**.
3. Eingabe des *'Quellnamens'* über Tastatur oder durch Anklicken in der **DATEILISTE**.

¹⁷ Der Löschvorgang kann mit dem Befehl **[ABBRECHEN]** unterbrochen werden.

4. Eingabe des 'Zielnamens' über Tastatur.

8.1.3 Befehle zum Arbeiten mit Makros

Die folgenden Befehle unterstützen die Makroprogrammierung unter **ME10**, siehe Kapitel 11. Mit dem Befehl **DATEI EDIT** können Makroprogramme geändert werden. Über den Befehl **SICHERN** besteht die Möglichkeit Makroprogramme zu speichern, die man zuvor über die < *Esc* >-Taste verlassen muß. Der Befehl **EINGABE** ruft die Makroprogramme auf.

8.1.4 Verzeichnisauswahl

Der Befehl **VERZ AKT** macht ein Verzeichnis zum aktuellen Verzeichnis. Hierbei kann das zu aktualisierende Verzeichnis durch Anklicken oder über Tastatureingabe bestimmt werden.

8.1.5 Die weiteren Menüs unter [DATEI]

- ? Mit dem Menü [DATEI 2] können Verzeichnisse katalogisiert und sowohl auf dem Bildschirm als auch auf dem Drucker ausgegeben werden.
- ? Das Menü [ASSOZ DOKUMENT] ermöglicht die Bearbeitung von 3D-Konstruktionen in 2D.
- ? Über [ÄNDSTDKONTROLLE] können sowohl Dateien und Zeichnungen miteinander verglichen als auch bearbeitet werden.

8.2 Text

In diesem Abschnitt wird auf die Eingabe, das Aussehen und die Änderung von Texten eingegangen. Die entsprechenden Befehle kann man Abbildung 8.2 entnehmen.

8.2.1 Texteingabe

? Zeileneingabe

Der Befehl **EINGEBEN? Zeile** ist der häufig angewandte Befehl zur Eingabe von Texten in eine Zeichnung.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **EINGEBEN? Zeile**.

2. Eingeben des Textes in Anführungszeichen¹⁸.

3. Positionieren des Textes.

¹⁸ Es können auch mehrere Zeilen eingegeben werden, wie beispielsweise über: *Hallo < Eingabetaste >*;
dies ist < Eingabetaste >; *ein Test < Eingabetaste >*.

? Bildschirmeingabe

Mit **EINGEBEN? Bildschirm** wird zur Eingabe von umfangreicheren Texten das gesamte Bearbeitungsfenster zur Verfügung gestellt.

TEXT 1		TEXT 2	
EINGEBEN	Zeile	ÄNDERN	Winkel
	Bildschirm	Zeilenabst	Größe
EDITIEREN	KONV EDIT	Verh Br/Hö	Neigung
SETZEN	Winkel	Füllen Ein	Füllen Aus
Zeilenabst	Größe	Ausrichten	
Verh Br/Hö	Neigung	RAHMEN ÄND	Aus
Ausrichten	Füllen Ein	Ballon	Kasten
	Füllen Aus	SCHRFT LST	
ÄNDERN	Mit Lösch	OPTIONEN	Bildschirm
	Ohne Lösch	Lösch Alt	Drucker
DREHEN	BEWEGEN	Anfügen	
		SCHRFT ÄND	ISO 3098
HINWEISLIN	Start	Block	DIN 17
Unterbrech	Abschluß		
BEGRENZUNG	Größe	SHRFT EDIT	
Dreieck	Pfeil		
Punkt	Strich(/)		
JIS	Keine		
SCHRIFTART	ISO 3098		
Block	DIN 17		
RAHMEN SET	Aus		
Ballon	Kasten		
	MENÜ 2	MENÜ 1	

Abbildung 8.2: Textmenü 1 und 2

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **EINGEBEN? Bildschirm**.
2. Eingeben des Textes.
3. Übertragen des Textes auf die Zeichnung mit der Tastenkombination < *Strg D* >.
4. Positionieren des Textes.

8.2.2 Textänderungen

Mit **EDITIEREN** kann der Wortlaut bereits eingegebener Texte abgeändert oder ergänzt werden.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **EDITIEREN**.

2. Anwählen des zu ändernden Textes.
3. Änderung durchführen.
4. Mit **RETURN** für Zeileneingabe oder mit der Tastenkombination **< Strg D >** für Bildschirmeingabe das Übertragen in die Zeichnung bestätigen.

Der Befehl **KONV EDIT** konvertiert Steuer- und Sonderzeichen.

8.2.3 Textparameter festlegen

Mit **SETZEN** können verschiedene Layoutparameter für den im Anschluß einzugebenden Text festgelegt werden. Beim Aufruf der einzelnen Optionen erscheint stets der alte Wert in der Statuszeile. Der Befehl beinhaltet folgende Optionen:

- ? **Winkel:** Legt den Positionierungswinkel des Textes fest.
- ? **Zeilenabst:** Legt den Abstand der Zeilen zueinander fest (Standardfaktor: 2.2). Der Faktor entsteht über folgende Formel: $\text{Zeilenabstand} = \text{Abstandsfaktor} \times \text{Schrifthöhe}$.
Beispiel: $7.7 = 2.2 \times 3.5$.
- ? **Größe:** Legt die Textgröße fest (Standardwert: 3.5).
- ? **Verh Br/Hö:** Legt das Verhältnis von Höhe und Breite zueinander fest.
- ? **Neigung:** Legt die Textneigung fest (Abbildung 8.3).

Textneigung

Abbildung 8.3: Textneigung

- ? **Ausrichten:** Orientiert den Text am Cursorzeichen, siehe Abbildung 8.4 für die einzelnen Eingabewerte.

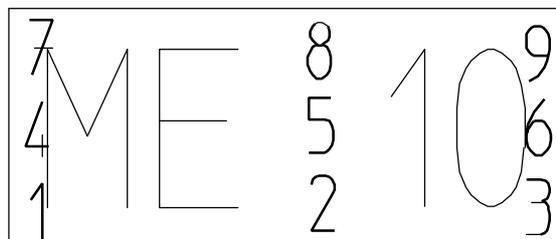


Abbildung 8.4: Cursorpositionen für die verschiedenen Eingabewerte

Wie man aus dem Bild erkennt, gibt es neun mögliche Cursor-Positionen. Man erhält sie durch Eingabe der Zahlenwerte von 1 - 9 beim Aufruf.

Der Aufruf für die voranstehenden Befehle erfolgt über:

1. Antippen einer der sechs Optionen unter **SETZEN**.
 2. Eingabe des neuen Wertes.
 3. Zum Festlegen weiterer Optionen: Wiederholen von Punkt eins und zwei.
 4. Eingabe des Textes über **EINGEBEN**.
- ? **Füllen Ein** und **Füllen Aus**: Ermöglicht das Füllen oder Entfernen der Füllung bei ausfüllbaren Schriftarten.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen einer der beiden Optionen unter **SETZEN**.
2. Eingabe des Textes über **EINGEBEN**.

8.2.4 Drehen, Bewegen und Vervielfältigen von Texten

Mit **ÄNDERN? Mit Lösch** und mit **ÄNDERN? Ohne Lösch** können unter den beiden Optionen **DREHEN** und **BEWEGEN** vorhandene Texte im Raum gedreht oder bewegt werden. Dies kann zum einen über **Ohne Lösch** ohne das Löschen des alten Textes geschehen. Es besteht somit die Möglichkeit, den vorhandenen Text beliebig oft zu kopieren. Dies kann zum anderen auch über **Mit Lösch** mit dem Löschen des alten Textes geschehen¹⁹.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **ÄNDERN? Mit Lösch** oder **ÄNDERN? Ohne Lösch**.
2. Auswählen des Textes.
3. Anklicken der Option **DREHEN** oder **BEWEGEN**.
4. Anwählen eines Bezugspunktes oder des Drehmittelpunktes.
5. Positionieren des gewählten Textes oder Eingeben des Drehwinkels.

¹⁹ Der Befehl **ÄNDERN? Mit Lösch** oder **ÄNDERN? Ohne Lösch** besitzt eine Grundeinstellung, bei der man zum Textbewegen diesen nur noch anklickt, einen Bezugspunkt anwählt und ihn abschließend neu positioniert.

8.2.5 Hinweislinie

Mit **HINWEISLIN** kann eine Verbindungslinie zwischen Text und Geometrie erstellt werden. Der Befehl besitzt drei Optionen:

- ? **Start**: Zum Beginnen der Hinweislinien.
- ? **Unterbrech**: Kann nach dem Anwählen von **Start** die Hinweislinie unterbrechen.
- ? **Abschluß**: Beendet das Erstellen der Hinweislinie mit dem Zeichnen des Hinweislinienbegrenzers.

Der Aufruf der Optionen erfolgt über:

1. Antippen von **HINWEISLINIE? Start**.
2. Anwählen des Startpunktes.
3. Anklicken gewünschter Knickpunkte.
4. Wenn keine Unterbrechung vorhanden: weiter mit Punkt 5. Zur Unterbrechung einer Hinweislinie:
 - ? Anwählen des Anfangspunktes der Unterbrechung.
 - ? Antippen von **HINWEISLIN? Unterbrech**.
 - ? Anklicken des Endpunktes der Unterbrechung (gleichzeitiger Startpunkt nach der Unterbrechung).
 - ? Weitererstellung wie unter Punkt 2.
5. Zur Festlegung des Zielpunktes:
 - ? Zuerst eine oder mehrere der Optionen des Befehls **BEGRENZUNG** auswählen (Abschnitt 7.3.2).
 - ? Anschließend den Zielpunkt antippen.
 - ? Mit **HINWEISLIN? Abschluß** den Vorgang beenden.

8.2.6 Restliche Befehle unter [TEXT 1]

Der Befehl **BEGRENZUNG** (siehe Abschnitt 7.3.2) steht in direktem Bezug zu dem Befehl **HINWEISLIN**. Der Befehl **SCHRIFTART** ruft verschiedene Schriftarten auf, wobei nur die Schriftarten **ISO 3098**, **DIN 17** und **Block** zur Auswahl stehen.

Der Befehl **RAHMEN SET** ermöglicht das Umrahmen von Texten.

8.2.7 Textänderungsbefehle unter [TEXT 2]

Unter dem Menüpunkt [MENÜ 2] am unteren Rand der Menüleiste [TEXT 1] befinden sich Anwendungen zur Textänderung. Alle Aussehensparameter, die zuvor unter [TEXT 1], **SETZEN** festgelegt wurden, können an dieser Stelle über **ÄNDERN** neu definiert werden. Die Optionen sind die gleichen:

Der Aufruf für das Abändern der ersten sechs Optionen in Abschnitt 7.2.3 erfolgt über:

1. Antippen einer der sechs Optionen unter **ÄNDERN**.
2. Eingabe des neuen Wertes.
3. Zum Ändern weiterer Optionen: Wiederholen von Punkt eins und zwei.
4. Anwählen des zu ändernden Textes.

Der Aufruf für das Abändern über die Fülloption in Abschnitt 7.2.3 erfolgt über:

1. Antippen der Option **Füllen Ein** oder **Füllen Aus**.
2. Anwählen des gewünschten Textes, wobei noch einmal erwähnt sei, daß nur für bestimmte Textarten die Füllmöglichkeit besteht.

Das Löschen von Texten aus einer Geometrie heraus, ohne diese zu beschädigen, erfolgt über:

1. Antippen von [**LÖSCHEN**].
2. Anklicken von [**AUSWAHL**]? **Text**.
3. Anwählen des zu löschenden Textes über ein Fenster oder durch Anklicken.
4. Beenden des Löschens mit [**ENDE**].

Die Befehle **SCHRFT ÄND** und **RAHMEN** ändern zuvor erstellte Rahmen und Schriftarten. Der Befehl **SCHRFT LST** listet die gewählte Schriftart entsprechend den Optionen auf.

8.2.8 Schriftditor

Über den Befehl **SCHRFT EDIT** wird ein Schriftditor aufgerufen unter dem Schriftarten erzeugt und geändert werden können.

8.3 Plotten

PLOTTEN	
POSITION	Mitte
	Links
MASSTAB	1
	Einpassen
AUSGABE	Alles
Kasten	DarstFenst
INHALT	Zeichnung
	Zeigen Akt
DREHWINKEL	0
LINARTLÄNG	
PAPIER FMT	Ben Format
A	A4
B	A3
C	A2
D	A1
E	A0
START PLOT	HP-Laser-
BILDS DUMP	Bildschirm
Kasten	Fenster
DUMP OPTN	
Farbe	Sch & Weiß
MitHinterg	OhneHinterg
	KONFIG

Abbildung 8.5: Plottmenü

Die meisten Befehle aus Abbildung 8.5 erklären sich über ihren Wortlaut. Für die restlichen sei hier auf die On-Line Hilfe verwiesen. In der PC-Version fehlt der Befehlspunkt **[KONFIG]**, da die unter Windows installierten Drucker und Plotter verwendet werden. In der UNIX-Version können hier mehrere unterschiedliche Plotter und Drucker definiert werden.

Die Linienstärke muß für das Ausdrucken noch festgelegt werden. Dies bewerkstelligt **ME10** über die verschiedenen Farben, denen jeweilige Linienstärken unter **[STANDARDS]? KONFIG EDI**, siehe Abschnitt 8.5, zugeordnet werden. Diese muß man unter **PLOT_TRANSFORMATION** entsprechend über den Befehl **PENWIDTH** festlegen.

8.4 Symbole

SYMBOLE 1	
ART	Einfach
	Zusamgesetzt
FORM	Gerade
Eben	Rund
Zylinder	
PROFIL	Zeile
	Fläch Form
ORT	Position
Symmstrie	Konzentr
RICHTUNG	Geneigt
Lotrecht	Parallel
LAUFTOL	Rund/Plan
	Summenlauf
ZS SYMBOLE	
TEXT ANFÜG	Zeile Neu
Rückschrit	' '
Rahmen End	
BEZUGSELE M	Symbol
	Punkt
ÄNDRGSTAND	Dreieck
KONV EDIT	
	MENÜ 2

Abbildung 8.6: Symbolemenü

Der Menüpunkt [SYMBOLE] (Abbildung 8.6) beinhaltet die Darstellung verschiedener Symbole, insbesondere für Form- und Lagetoleranzen. Nachfolgend sind die zu generierenden Symbole abgebildet. Der Befehl **ART** unterscheidet zwischen normalen und zusammengesetzten Toleranzen.

? FORM

Geradheit:



Ebenheit:



Rundheit:



Zylinderform:



Die nachfolgenden Befehle können über den Befehl **ART** vorab für die Darstellung festgelegt werden:

? PROFIL

Profil einer Linie/Zeile:



Profil einer Fläche:



? ORT

Position:



Symmetrie:



Konzentrität:



? RICHTUNG

Neigung:



Rechtwinkligkeit:



Parallelität:

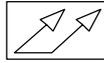


? LAUFTOL

Rund- / Planlauf:



Summenlauf:



Nachfolgende Befehle bleiben von dem Befehl **ART** unberücksichtigt.

? ZS SYMBOLE

Durchmesser:

Maximum-Material-Bedingung:

Projizierte (vorgelagerte) Toleranzzone:

? BEZUGSELEM

Symbol:

Punkt:

? RAHMEN

Bietet die Möglichkeit, unterschiedlich große Rahmen auszuwählen.

Die Symbolgröße kann über das Menü **[TEXT]** verändert werden.

8.5 Schraffuren

Mit dem Menü **[SCHRAFFUR]** (Abbildung 8.7) besteht die Möglichkeit des Schraffierens. Dies kann über zwei verschiedene Arten erfolgen: manuell oder automatisch.

Auto schraffiert nur Flächen, welche von einem geschlossenen Linienzug umgeben sind. Die Schraffur zu erstellen, erfolgt über **[SCHRAFFUR]?START?Auto** und Anwählen eines Punktes in der Fläche. Bei Lücken oder falsch getrennten Linien wird keine Schraffur ausgeführt und die fehlerhafte Ecke umrahmt.

SCHRAFFUR	
LÖSCHEN	
START	Auto Manuell
SETZEN	Winkel Abstand
MUSTER SET	Neu Abbrechen
ÄNDERN	Winkel Abstand
Muster	Farbe
Linienart	
BEM FREISP	
STANDARDS	Eisen Stahl
	Kupfer

Mit **START? Manuell** kann man Schraffuren erstellen, ohne hierbei das Aussehen der bereits erstellten Linien berücksichtigen zu müssen. Man wählt den Anfangspunkt des zu schraffierenden Polygons an und klickt dann die aufeinanderfolgenden Seitenelemente bis zum Startpunkt an. Dann wählt man den Startpunkt der inneren Kontur²⁰, womit die Bereiche gekennzeichnet werden können, welche nicht schraffiert werden sollen (Abbildung 8.8).

Die innere Linie muß ebenfalls mit dem Startpunkt beendet werden. Durch das Anwählen des Befehls **[ENDE]** wird das Erstellen der inneren Linie abgeschlossen und die Schraffur dargestellt.

Abbildung 8.7: Schraffurenmenü

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **START? Auto** oder **Manuell**.
2. Anwählen der Fläche.
3. Anklicken von **ÄNDERN? Farbe**.
4. Eingabe der Farbe über Tastatur (siehe Abschnitt 3.3.3) oder über Anwählen im Menüpunkt **[FARBE]**.
5. Eingabe des Abstandes (beispielsweise: 2.5).



²⁰ Wenn die Innenkontur im Gegenuhrzeigersinn gezeichnet wird, bewirkt der Befehl **[ENDE]** die Schraffur der Fläche außerhalb der Innenkontur.

Abbildung 8.8: Schraffuraussparung

Das Löschen einer Schraffur erfolgt am einfachsten über den Befehl **LÖSCHEN** unter dem Befehlsmenü [**SCHRAFFUR**]. Die Ausführung erfolgt einzeln oder für mehrere Schraffuren durch Rahmenauswahl.

Mit **SETZEN** legt man die Schraffurparameter fest. Es besteht die Möglichkeit, den **Winkel** der Schraffurlinie zu wählen und den **Abstand** zwischen ihnen festzulegen. Die Eingabe erfolgt über die Tastatur. Des Weiteren kann man auch noch einen **Bezugspunkt** für die Lage der Schraffurlinie festlegen (Abbildung 8.9).

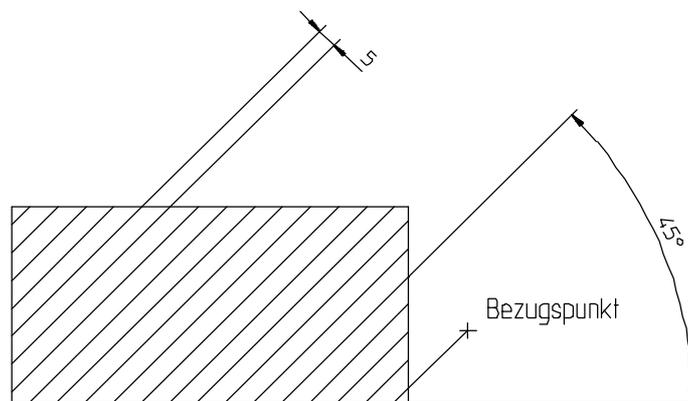


Abbildung 8.9: Möglichkeiten zum Festslegen einer Schraffur

Der Bezugspunkt kann innerhalb oder außerhalb der zu schraffierenden Fläche liegen und definiert den Verlauf der Schraffurlinie. Seine Eingabe erfolgt entweder durch Anklicken oder als Koordinate, zum Beispiel: (0,0) über die Tastatur. Mit der Option **ÄNDERN** werden folgende bereits bestehende Schraffuren editiert: **Winkel** ändert den Winkel über Eingabe und Anklicken. **Abstand** und **Bezugspkt** ändert man entsprechend. **Farbe** ändert die Farbe, wobei die Farben in englischer Sprache eingegeben werden müssen und nur die Auswahlmöglichkeiten wie unter Kapitel [**FARBE**] bestehen. **Linienart** ändert entsprechend, wobei es auch nur die Linienarten wie im Kapitel [**LART**] gibt. Mit **Muster** kann ein Muster geändert werden, das mit **MUSTER SET** erstellt wurde.

Mit dem Befehl **MUSTER SET** können selbstdefinierte Schraffurmuster, auch mehrlagig erstellt werden. Mit **Neu** beginnt man diesen Vorgang. Man definiert den Versatz (0 bis 1), den Abstand (beliebige Zahl), den Winkel (0 bis ? 360), die Farbe (siehe Abschnitt 3.4.3) und die Linienart (siehe Abschnitt 3.4.2). Mit **Abbrechen** wird das Muster aus dem Speicher gelöscht. Der Befehlspunkt **STANDARDS** beinhaltet Standardschraffuren für Eisen, Stahl und Kupfer.

8.6 Info-Menü

Unter dem Menüpunkt **[INFO]** ordnet man Zeichnungselementen Daten zu oder ändert bereits vorhandene. Die genauere Arbeitsweise unter dem Menüpunkt kann über den Befehl **[HILFE]** und Anwählen der entsprechenden Befehle erfolgen. Im weiteren sei hier nicht darauf eingegangen.

8.7 Standards

STANDARDS	
KONFIG EDI	KONFIG SP
EINHEITEN	Inch
Mikro-In	Fuß
Yards	Meilen
mil	mm
cm	m
Mikrometer	km
Grad	Neugrad
Radiant	Benutzer-
RAHMEN LAD	
A	A4
B	A3
C	A2
D	A1
E	A0
ZCHN MASST	
BEMADVISOR	Aus
PARAMETRIK	Aus
COPILOT	Ein
Fangabstnd	1
Fangwinkel	15

Abbildung 8.10: Standardmenü

Größe der Copilotschritte stellt man über **Fangabstnd** und **Fangwinkel** ein. Der Befehl **EINHEITEN** wird hierbei zusätzlich berücksichtigt. Bei bestimmten Anwendungen wird der Cursor „am Gummiband“ mitgeführt. Eine Unterstützung der Bemaßung findet sich unter dem Befehlspunkt **BEMADVISOR**. Er schaltet beim Bemaßen ein Zusatzfenster ein, auf welchem die angewählte Bemaßungsart dargestellt wird. Das Aussehen der Bemaßung und des Textes kann dabei über den Menüpunkt **FIRMA** geändert werden.

Unter dem Menü **[STANDARD]** (Abbildung 8.10) können Voreinstellungen festgelegt und aufgerufen werden. Mit **KONFIG EDI** besteht die Möglichkeit, Befehle zu editieren, durch welche die aktuelle Grundeinstellung festgelegt ist. Das Verlassen der Konfiguration erfolgt über Drücken der **< Esc >**-Taste oder der Tastenkombination **< Strg D >**.

Über den Befehl **RAHMEN LAD** können Rahmen in die Zeichenebene eingeladen werden.

Den Zeichenmaßstab für Geometrie ändert man über **ZCHN MASST**. Es können nur ganze Zahlen verwendet werden; der Standard ist 1.

Der **COPILOT** kann **Ein-** oder **Aus-** geschaltet werden. Er hat die Aufgabe, die Längen- und Winkelschritte beim Erstellungsvorgang für den Zeichner anzuzeigen und besitzt eine automatische Fangfunktion (intelligenter Cursor). Die

9 Teileliste und Baugruppen

Die Befehle der Teilemenüs sind der Abbildung 9.1 entnehmbar.

TEILE 1		TEILE 2	
EDITIEREN	Teil	ANZEIGEN	Teil
Top	Oberbaugrp	Top	Oberbaugrp
BEGINNEN	Teil	HERVORHEBG	Ein
	Einzelteil		Aus
ENDE		SYMBOL	Ein
ERSTELLEN	Einzelteil		Aus
	Detail	BZPKT SET	
ELEM BIND	Lösch Alt	UMBENENNEN	
	Kopieren		
TEIL BIND	Lösch Alt	SKAL TEIL	Teil+ETeil
	Kopieren		Nur Teil
ZEIGEN	Teil	SKAL BZPKT	Mitte
Alles	Teil []	Ursprung	Bezugpunkt
ET INTEGR			
OPTIONEN	DatenBehal	TEILELISTE	Aufzählen
	AnzeigBeha		Baum
MEHRF ABB	EIGENST TL	OPTIONEN	Bildschirm
		Lösch Alt	Drucker
TL EDITOR		Anfügen	
OPTIONEN	Drucker		
Lösch Alt	Anfügen		
	MENÜ 2		MENÜ 1

Abbildung 9.1: Teilemenüs 1 und 2

9.1 Einführung

Für Einsteiger in dieses CAD-System zeigt es sich als sinnvoll, zu Beginn auf das Teilekonzept zu verzichten. Daher erscheint erst an dieser Stelle der Benutzeranleitung ein tieferer Einblick in diesen Bereich.

Der Vorteil des Teilekonzeptes zeigt sich vor allem bei Zeichnungen mit vielen unterschiedlichen Einzelteilen. Durch eine logische Anordnung dieser Teile in einem Teilebaum kann der Konstrukteur die Konstruktion untergliedert darstellen und entsprechend in Dateien ablegen. Man kann auf jedes Einzelteil gesondert zugreifen und es einzeln bearbeiten, als Ganzes entfernen oder hinzuzufügen. Dies stellt einen großen Vorteil für spätere Änderungen dar. Teile können einzeln abgespeichert und in andere Zeichnungen beliebig oft integriert werden oder als Standardteile archiviert werden. Der Unterschied zum Schichtkonzept besteht darin, daß im Schichtkonzept Bauteile in beliebiger Reihenfolge schichtweise übereinander angeordnet werden, auch wenn diese völlig unabhängig voneinander sind. Bei der Teilestruktur besteht hingegen immer ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Elementen. Eine Teilestruktur kann man sich wie einen Verzweigungsbaum vorstellen, bei dem beliebig viele Teile den

Oberbaugruppen untergeordnet sind, die direkt oder indirekt mit dem Teil in Beziehung stehen. Wenn man Änderungen vornimmt, können diese auch auf die untergeordneten Teile übertragen werden, wohingegen Schichten meist nur als solche behandelt werden können. Die Teileliste stellt gleichzeitig auch die Stückliste dar. Die Anwendung von Schichten erfolgt zum Trennen von Geometrien, zum Bemaßen, Erstellen von Rahmen etc.

Das **Top** stellt das übergeordnete Teil für alle zu erstellenden Teile dar und kann durch den Zeichnungsnamen ersetzt werden. Ein **Teil** besteht aus einzelnen Zeichnungselementen, die für die Erstellung einer Geometrie benötigt werden. Bei Teilnamen ist zu beachten, daß sie dem Teil entsprechend sinnvoll sein sollten und analog zu den Dateinamen keine Metazeichen enthalten dürfen. Falls kein Teilname eingegeben wird, vergibt das System Nummern als Bezeichnung für die Teile.

Beim Erstellen einer Teilestruktur sollte grundsätzlich folgendes beachtet werden: Ein Teil im Sinne von **BEGINNEN? Teil** wird dem **Top** direkt untergeordnet. Teile im Sinne von **BEGINNEN? Einzelteil** können dem **Top**, den Teilen und den Einzelteilen untergeordnet werden. Wenn Teile wie vorgenannt erzeugt werden und ein Wechsel in ein anderes Teil erfolgt, ohne daß ein Zeichnungselement erstellt wurde, wird dieses Teil wieder aus der Teileliste entfernt. Man kann endlos viele Teile und Einzelteile in eine Ebene legen. Das Löschen einer Oberbaugruppe als Geometrie oder im Teileeditor löscht automatisch alle untergeordneten Teile.

9.2 Vorgehensweisen

Es folgen beispielbezogene Vorgehensweisen, um mit der Anwendung vertrauter zu werden:

1. Zuerst sollte man den Bildschirminhalt löschen, um eine neue Zeichnung zu beginnen. Dies geschieht über **[TEILE]? EDITIEREN? Top ? [LÖSCHEN] ? [ALLE] ? [BESTÄTIGEN]**.
2. Als nächstes gibt man der zu erstellenden Zeichnung einen anderen Namen als *'Top'*. Dies erfolgt über:
 - ? Anklicken von **[MENÜ 2]? UMBENENNEN**.
 - ? Eingabe des *'Zeichnungsnamens'*, zum Beispiel: *'Pneumatikzylinder'*, sichtbar in der Statuszeile und in der linken oberen Bildschirmcke.
3. Nun geht man auf **[MENÜ 1]? TL Editor** und kann sich die Teilestruktur von Beginn an für jeden weiteren Schritt durch diesen Aufruf ansehen. Hierbei wird das aktive Teil farblich gekennzeichnet dargestellt, hier also der Pneumatikzylinder.

4. Anwählen von **[DATEI]? LADEN? Einzelteil** und Eingeben des Teilennamens der *'Anschlußbefestigung'*.
5. Positionieren des Einzelteiles, eventuell über **[FENSTER]? Zoom** und Eingabe eines Wertes kleiner als 0.
6. Antippen des Befehles **EDITIEREN? Top** unter **[TEILE]**, falls das **Top** nicht schon aktiv ist.
7. Wiederholen der Schritte 4. bis 6. für: *'Flansch'*, *'Hinterer_Gehäusedeckel'*, *'Zylindergehäuse'*, *'Kolben'*, *'Kolbenstange'* und *'Vorderer_Gehäusedeckel'*.
8. Aktivieren des vorderen Gehäusedeckels über **EDITIEREN? Teil** und Anwählen des Teiles im Teilestruktureditor oder direkt.
9. Nachdem man über eine entsprechende Ansicht des Teiles verfügt, tippt man den Befehl **ERSTELLEN? Einzelteil** an.
10. Nun gibt man den Teilennamen für das neue Teil ein, hier: *'Seitenansicht_von_links'*.
11. Auswählen der *'Seitenansicht_von_links'* als Element für das neue Teil.
12. Bestätigen mit **[ENDE]**.
13. Nun wiederholt man die Punkte 10. bis 12. für: *'Seitenansicht_von_rechts'*, *'Vorderansicht'* und *'Draufsicht'*. Beim Auswählen der Draufsicht fängt man auch den Schnitt A-A und das Detail X.
14. Wiederholen der Schritte 8. bis 12. für: *'Anschlußbefestigung'*, *'Flansch'*, *'Hinterer_Gehäusedeckel'*, *'Zylindergehäuse'*, *'Kolbenstange'* für die jeweiligen Ansichten.
15. Aktivieren der Draufsicht des vorderen Gehäusedeckels über **EDITIEREN? Teil** und Anwählen des Teiles im Teilestruktureditor bzw. Anklicken des Teiles.
16. Wiederholen der Schritte 8. bis 12. für die Erstellung von : *'Detail_X'* und *'Schnitt_A-A'*.
17. Speichern der erstellten Geometrie mit Teilebaum unter **[DATEI]** mit dem Namen *'Pneumatikzylinder_Komplett'*.

Die Teilleiste sieht im Anschluß in etwa wie in Abbildung 9.2 aus. Die untergeordneten Teile sind dabei nach rechts eingerückt, was die Teileebene im Teilebaum von Abbildung 9.3 graphisch wiedergibt.

TEILESTRUKTUR-EDITOR					
HERVORHEBG	Detail	Symbol	Isometrie	Aus	
Muster				AUSGABE	
Teilenamen			Eind	GemTI	Maßst
Pneumatikzylinder					
Vorderer_Gehäusedeckel					
Draufsicht					
Detail_X					
Schnitt_A-A					
Vorderansicht					
Seitenansicht_von_rechts					
Seitenansicht_von_links					
Kolbenstange					
Vorderansicht					
Draufsicht					
Kolben					
Zylindergehäuse					
Vorderansicht					
Seitenansicht_von_links					
Hinterer_Gehäusedeckel					
Vorderansicht					
Draufsicht					
Seitenansicht_von_rechts					
Seitenansicht_von_links					
Flansch					
Vorderansicht					
Seitenansicht_von_rechts					
Anschlußbefestigung					
Vorderansicht					
Seitenansicht_von_rechts					

Abbildung 9.2: Teilestrukturliste

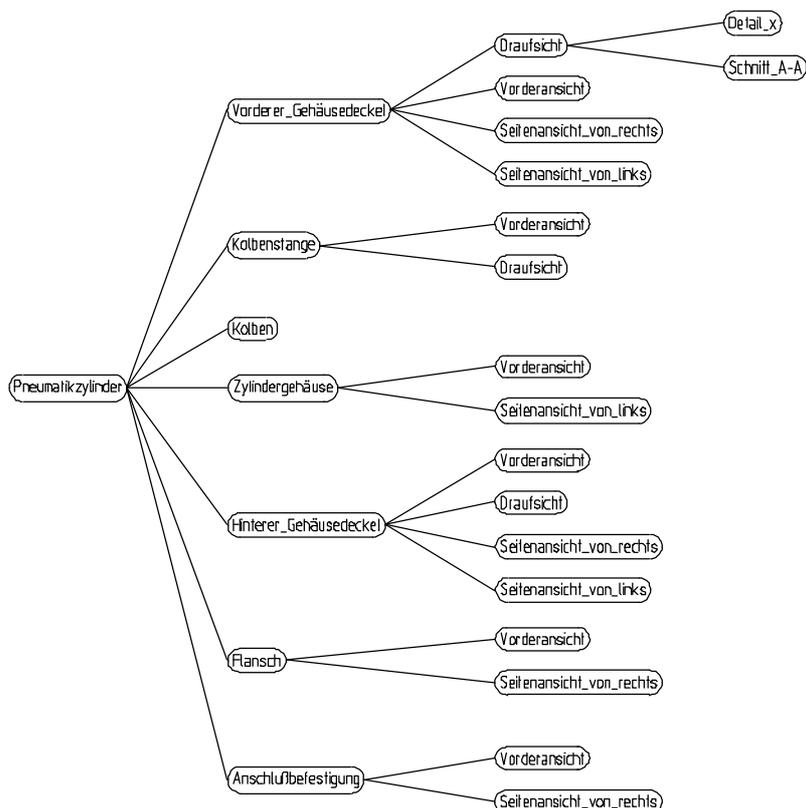


Abbildung 9.3: Teilebaum des Pneumatikzylinders

9.3 Weitere Befehle unter dem Menü [Teile]

An dieser Geometrie und dem zugehörigen Teilebaum werden nun einige Befehle aus dem Menü [TEILE] erklärt.

Über **EDITIEREN? Teil** kann man sich jedes Teil anzeigen lassen und gleichzeitig aktivieren. Über **EDITIEREN? Oberbaugrp** oder **Top** geschieht das Entsprechende für die Oberbaugruppe oder das **Top**, wobei aber das **Top**, das alles beinhaltet, aber farblich nicht aktiv gekennzeichnet bleibt. Um eine farbliche Unterscheidung zu erreichen, muß im [MENÜ 2] der Befehl **HERVORHEBG? Ein** gewählt sein. **Aus** bedeutet gleiche Farbe für alle Teile. Über den Befehl **ANZEIGEN** im [MENÜ 2] können sowohl Teile und Oberbaugruppen alleine als auch das **Top** auf der gesamten Fensterfläche dargestellt werden. Hierzu gelten die gleichnamigen Befehle.

Exemplarische Vorgehensweise:

1. Anwählen von **ANZEIGEN? Teil**.
2. Auswählen eines Einzelteiles wie zum Beispiel Detail X unter der Draufsicht des vorderen Gehäusedeckels im **TL EDITOR** oder an der Geometrie selbst. Das Bild erscheint in Fenstergröße.

3. Antippen von **ANZEIGEN? Oberbaugrp** zeigt dann das Teil der zugehörigen Oberbaugruppe.
4. Das Anklicken von **ANZEIGEN? Top** zeigt wieder die gesamte Zeichnung. Wenn dieser Befehl nicht angewählt wird, kann es passieren, daß die Befehle unter **[FENSTER]** scheinbar nicht mehr aufrufbar sind.

Über **[MENÜ 1]? ERSTELLEN** können neue Einzelteile, aber auch Details aus bereits vorhandenen aktiven Teilen erstellt werden²¹. Details werden stets unter das **Top** direkt untergeordnet.

Der Befehl **ENDE** unter **[TEILE]** aktiviert die Oberbaugruppe des zuvor aktiven Teils, genau wie der Befehl **EDITIEREN? Oberbaugrp**.

²¹ Details können nur unter dem **Top** direkt erstellt werden; des weiteren kann kein Detail aus einem Detail erstellt werden.

Der Aufruf zur Detailerstellung erfolgt über:

1. Anwählen von **ERSTELLEN? Detail**.
2. Eingabe des Vergrößerungsfaktors, z.B.: 5.
3. Auswählen des Details über Rahmen.
4. Antippen des Anfangs- und Endpunktes für die Bewegung. Anschließend wird unter dem **Top** automatisch ein Name vergeben, der für Einzelteile und Details aus einer Nummer besteht, die im Anschluß über **[MENÜ 2]? UMBENENNEN** abgeändert werden kann.

? Einbinden eines Elementes

Über den Befehl **ELEM BIND** kann ein Element, das nicht aktiv ist, in das aktive Element übernommen werden. Über **Kopieren** überträgt man beliebige Elemente aus dem nicht aktiven Bereich in das aktive Teil, ohne dieses zu löschen. Hierzu aktiviert man über **EDITIEREN? Teil** das Teil: *'Draufsicht'* des vorderen Gehäusedeckels.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **ELEM BIND? Kopieren**.
2. Auswählen eines Elementes aus dem nicht aktiven Bereich, wie beispielsweise *'Schnitt_A-A'*.
3. Anwählen des Anfangs- und Endpunktes für die Verschiebung.

Über **Lösch Alt** werden Elemente aus nicht aktiven Teilen in das aktive Teil übernommen, wobei die Elemente im nicht aktiven Bereich nicht mehr vorhanden sind²². Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **ELEM BIND? Lösch Alt**.
2. Auswählen der Elemente.

? Einbinden eines Teiles

Der Befehl **TEIL BIND** übernimmt ganze Teile mit untergeordneten Einzelteilen aus der nicht aktiven Ebene und ordnet sie dem aktiven Teil unter.

²² Stellt das Gegenstück zu **BEGINNEN? Einzelteil** und **ERSTELLEN? Einzelteil** dar.

Es gibt zwei Möglichkeiten: Zum einen kann man Teile übernehmen, ohne sie zu löschen. Dies geschieht mit dem Befehl **Kopieren**. Zum anderen kann man Teile übernehmen, wobei das alte Teil gelöscht wird. Bei **Lösch Alt** ist darauf zu achten, daß die richtigen Teile ausgewählt werden. Der Aufruf für das Übertragen mit gleichzeitigem Löschen des alten Teiles erfolgt über:

1. Anwählen von **EDITIEREN? Teil** und Auswählen des Kolbens.
2. Antippen des Befehls **TEIL BIND? Kopieren**.
3. Auswählen des zu kopierenden Teils, wie beispielsweise die Vorderansicht der Kolbenstange über Anklicken der Geometrie oder Antippen des Teiles im **TL EDITOR**.
4. Festlegen von Anfangs- und Endpunkt für die Bewegung.

? **Zeigen eines Teiles**

Über den Befehl **ZEIGEN** unter **[TEILE]** können gezielt Teile dargestellt und andere als Rahmen abgebildet werden. Sich überlappende Teile können so übersichtlicher auf dem Bildschirm erscheinen. Mit dem Befehl **Teil** können die Teileebenen zum einen über Tastatureingabe angezeigt werden (zum Beispiel: 2 für die 2. Teileebene), zum anderen können bereits als Box dargestellte Teile wieder durch Anwählen normal dargestellt werden. Das ganze dient somit der Einzeldarstellung. Mit dem Befehl **Teil []** können Teile als Box dargestellt werden, welche alle Elemente und Einzelteile enthält. Die Auswahl erfolgt sowohl über Anklicken der Elemente direkt oder im **TEILESTRUKTUR-EDITOR** als auch über Eingabe des als Box darzustellenden Teilennamens über Tastatur. Der Befehl **Alles** wandelt alle Boxen in die normale Ausgangsgeometrie um.

? **Einzelteil integrieren**

Mit dem Befehl **ET INTEGR** werden nicht aktive Einzelteile in ihre Oberbaugruppe als Ganzes übernommen, wobei diese aktiv sein muß. Das alte Element wird dabei gelöscht. Die beiden Optionen haben folgende Bedeutung:

- ? **DatenBehal**: Der Skalierungsfaktor bleibt unverändert.
- ? **AnzeigBehal**: Die Skalierung geht verloren, was zur Folge haben kann, daß auch die Bemaßungen verlorengehen.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **ET INTEGR**.
2. Anwählen einer der beiden Optionen.
3. Auswählen des nicht aktiven Elementes, das in die Oberbaugruppe übernommen werden soll.

? **Mehrfachabbildungen**

Der Befehl **MEHRF ABB** ermöglicht es, daß bereits vorhandene Teile, an mehreren Stellen gezeichnet, aber nur einmal abgespeichert werden; das benötigt weniger Speicherplatz und Arbeitsoperationen werden dadurch schneller. Desweiteren ermöglicht dieser Befehl, daß nachträgliche Änderungen im Originalteil automatisch auf die Abbildungen übertragen werden. Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von **MEHRF ABB**.
2. Gemeinsam zu nutzendes Teil²³, zum Beispiel die *'Vorderansicht'* des hinteren Gehäusedeckels, direkt oder im **TL EDITOR** anklicken.
3. Antippen von **TEIL BIND? Kopieren**.
4. Auswählen des Teiles durch Anklicken der Geometrie oder Auswählen in Teile-Editor.
5. Anfangs- und Endpunkt für die Verschiebung festlegen.
6. Antippen von **ET INTEGR**.
7. Anklicken des zu integrierenden Teiles.

Dieser Befehl funktioniert statt mit **TEIL BIND** auch über den Befehl **[ÄNDERN]? ÄNDERN? Ohne Löschen ? BEWEGEN** und dessen Optionen.

Der Befehl **EIGENST TL** bewirkt, daß Mehrfachabbildungen nicht mehr als solche erkannt werden und deren Eigenschaften bezüglich Speicherplatz und Veränderungen verlorengehen. Das Teil darf beim Anwählen nicht aktiv sein.

²³ Das mehrfach abzubildende Teil darf sich nicht im aktiven Teil befinden.

? **Symbol**

Über den Befehl **Symbol** kann ein ausgewähltes Teil in ein Symbol umgewandelt werden. Der Unterschied zwischen normalen Teilen und Symbolen besteht darin, daß Symbole durch den Befehl **ZCHN MASST** nicht in ihrer Größe relativ zum Zeichenpapier geändert werden können. Ein Beispiel für ein Symbol wäre ein Zeichnungsrahmen. Desweiteren gibt es viele Standardsymbole, welche über den Menüpunkt **SYMBOL** ausgewählt werden können. Beim Zeichnungsmaßstab 1:1 lassen sich Symbole am einfachsten erstellen. Man kann Symbole als Datei speichern und vom Zeichnungsmaßstab unabhängig über den Befehl **[Datei]?LADEN** in die gleiche oder eine andere Zeichnung einladen. Wird **SYMBOL Aus** angetippt und ein Symbol angeklickt, wird dieses wieder zu einem normalen Teil. Als Bezugspunkt eines Teiles wird der Punkt auf einem Symbol bezeichnet, welcher seine Lage relativ zu anderen Elementen beibehält.

? **Bezugspunkt**

Über den Befehl **BZPKT SET** kann man den Bezugspunkt in einem aktiven Teil setzen oder ändern. Außer für Symbole besteht auch die Möglichkeit, Teile zu positionieren die aus Dateien geladen werden. Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von **BZPKT SET** im **[MENÜ 2]**.

Der Cursor und der Bezugspunkt werden nun durch eine Linie verbunden. Der Standardbezugspunkt ist eine gedachte linke untere Ecke der jeweiligen Elemente des Teiles.

2. Anklicken des neuen Bezugspunktes.

? **Skalierung von Teilen**

Über den Befehl **SKAL TEIL** können Geometrien vergrößert oder verkleinert werden. Symbole, Texte und Bemaßungen bleiben von der Größe her unberücksichtigt.

? **Teil+ETeil**: Skaliert gesamte Baugruppen des gewählten Teiles.

? **Nur Teil**: Skaliert nur einzelne Teile.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen von **Teile+ETeil** oder **Nur Teil** unter **SKAL TEIL**.
2. Antippen des Teiles²⁴, das nicht aktiv sein muß.
3. Eingabe des Maßstabsfaktors, z.B.: 2 (Standard: 1).

? **Skalierungsbezugspunkt**

Über den Befehl **SKAL BZPKT** wird der Bezugspunkt für die Skalierung festgelegt. Dieser wird beim Skalieren durch ein Dreieck gekennzeichnet.

Als mögliche Bezugspunkte können die **Mitte**, der **Ursprung** oder ein **Bezugspunkt** benutzt werden. Letzter kann über **BZPKT SET** frei gewählt werden.

? **Teileliste**

Der Befehl **TEILELISTE** erstellt über die beiden Möglichkeiten **Aufzählen** und **Baum** Teilelisten.

- ? **Aufzählen**: Stellt eine Teileliste auf, welche außer den aktiven Teilen auch noch die zugehörigen Teile enthält, die sich genau eine Ebene darunter befinden.
- ? **Baum**: Stellt eine komplette Teileliste auf, wobei die Teile nach Ebenenwertigkeit seitlich eingerückt sind.

Ein vorgestelltes Sternchen markiert das aktive Teil. Es gibt vier verschiedene Optionen, diese ausgewählte Teileliste darzustellen oder zuzuordnen:

- ? **Bildschirm**: Stellt die Teileliste auf dem Bildschirm dar.
- ? **Drucker**: Druckt die Teileliste aus.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Auswählen von **Aufzählen** oder **Baum** unter **TEILELISTE**.
2. Anwählen von **Bildschirm** oder **Drucker**.
3. Zurückkehren zu Ausgangsbild über Drücken der < **Esc** >-Taste.

²⁴ Beim Skalieren sollte darauf geachtet werden, daß beim Ändern einzelner Teile und anschließender Änderung der Oberbaugruppe der letzte Maßstab der einzelnen Teile trotz Änderung als 1 angenommen wird.

- ? **Lösch Alt:** Überträgt die Teileliste in eine vorhandene Datei, wobei die alten Daten gelöscht werden.
- ? **Anfügen:** Überträgt die Teileliste in eine vorhandene Datei und schließt sie an deren Ende an.

Der Aufruf für diese beiden Befehle erfolgt über:

1. Auswählen von **Aufzählen** oder **Baum** unter **TEILELISTE**.
2. Anwählen von **Lösch Alt** oder **Anfügen**.
3. Eingabe des '*Dateinamens*'.

? **Beschreibung einiger Angaben unter den Teileeditor**

- ? **Eind:** Verarbeitung intern.
- ? **GemTI:** Zeigt gemeinsam genutzte Mehrfachabbildungen oder Details an.

10 Verdeckte Linien

10.1 Einleitung

Unter einem **Z-Wert** versteht man eine Zahl, die einer Zeichnungsebene entspricht, deren Position in Z-Richtung liegt, also aus der Bildebene heraus auf den Betrachter zu oder hinein, vom Betrachter weg. In diesen Zeichnungsebenen liegen Flächen mit senkrechter Draufsicht. Flächen überdecken weitere Flächen und Kanten. Diese verdeckten Kanten können als Strichlinie unter diesen Menüs (Abbildung 10.1) sichtbar gemacht werden.

VERDCK LINIEN 1		VERDCK LINIEN 2	
POSinTEIL	Elem&Fläch Mit Löcher	FLÄCHFARBE Setzen	Ändern Rücksetzen
FLÄCH ERST All in Teil Mit Löcher	EinfchAuto EinfchManl	FLÄCHLÖSCH	
Z-WERT SET	Elemente Mehrf Teil	EBENE ZEIG FlächInZch FlächInTI	ElemInZchn ElemInTeil
Z-WERT AKT	0	RÜCKS ZEIG	
Z-WET ABF Minimum	Absolut Maximum	OPTIONEN	Alles
MTeil Abst Z-Wert Akt	MTeil Elem z-Wert Lad	VERD ERST	Mit S-Kop Ohne S-Kop
Z-WERT LAD ABST AKT	Keine 1	S-KOP LAD	
OPTIONEN Gleich Keine	Darüber Darunter Zwischen	VERD LINIE	Zeigen Ein Zeigen Aus
VERDCK EIN	VERDCK AUS	Farbe Set Farbe Änd Farbe Rset	Art Setzen Art Ändern
	MENÜ 2	MENÜ 1	

Abbildung 10.1: Menü 1 und 2 der verdeckten Linien

Durch Darstellung der Geometrie in verschiedenen Ebenen ist es möglich, zusammengesetzte Bauteile in logisch sinnvoller Reihenfolge schichtweise zu erstellen und darzustellen. Verdeckte Linien können anders dargestellt oder ausgeblendet werden, wodurch eine bessere Übersicht und ein besseres Verständnis der Teile im Zusammenbau erreicht wird. Desweiteren können nicht benötigte Schichten ausgeblendet werden. Dadurch erhält man eine verbesserte Darstellung, die die Weiterbearbeitung erleichtert.

10.2 Einstiegsbeispiel

Einleitend wird ein einfaches Beispiel (Abbildung 10.2) zum Erstellen einer Geometrie unter Vergabe von Z-Werten vorgestellt, woran die generelle Vorgehensweise zum Erstellen verdeckter Linien verdeutlicht werden soll.

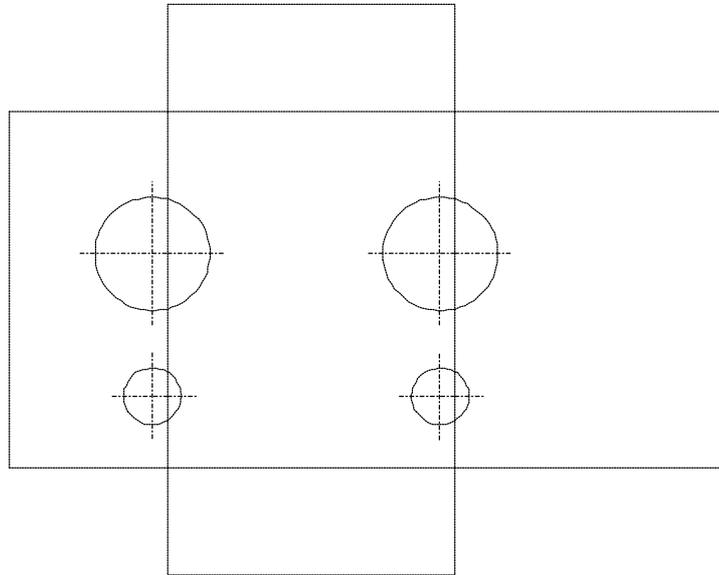


Abbildung 10.2: Einstiegsbeispiel für verdeckte Linien

Für das Beispiel gilt folgender Aufruf:

Löschen des Bildschirminhaltes, wie bereits bekannt.

Erstellen eines Lochbleches über:

1. Anwählen von **[VERD LIN]? Z-WERT AKT.**
2. Eingabe von Wert 1.
3. Antippen von **BEGINNEN? Teil** unter **[Teile]**.
4. Eingabe des 'Teilenamens', wie zum Beispiel: 'Lochblech_A'.
5. Zeichnen des Lochbleches, wie in Abbildung 10.2 über **[ERSTELL]**.
6. Anwählen von **[VERD LIN]**.
7. Antippen von **FLÄCHE ERST? Mit Löcher**.
8. Eingabe des Z-Wertes 1 für die Lochblechfläche eingeben.

Erstellen eines zweiten Bleches über:

1. Anwählen von **Z-WERT AKT** unter [**VERD LIN**].
2. Eingabe von Wert 2.
3. Antippen von **BEGINNEN? Teil** unter [**TEILE**].
4. Eingabe des 'Teilenamens', wie zum Beispiel: 'Blech_A'.
5. Zeichnen der Geometrie wie unter Abbildung 10.2 über [**ERSTELL**].
6. Anwählen von [**VERD LIN**].
7. Antippen von **FLÄCH ERST? EinfchAuto**.
8. Anklicken der Rechteckflächen und Bestätigen des Vorgangs mit [**ENDE**].

Wenn der Befehl zum Erstellen der verdeckten Linien einmal durchgeführt wurde, besteht keine Möglichkeit, ihn rückgängig zu machen. Die neu gezeichneten Elemente können anschließend nicht mehr einzeln verschoben werden. Um verdeckte Linien zu erzeugen, werden die beiden Teile zerlegt und zum Teil konvertiert. Dies erfordert, daß beide Teile nicht aktiv sein dürfen, sondern alles über die darüberliegende Ebene ausgeführt wird.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von [**TEILE**]? **EDITIEREN? Top**, damit die Teile nicht aktiv sind.
2. Auswählen von [**MENÜ 2**] unter [**VERD LIN**].
3. Antippen von **VERD ERST? Mit S-Kop**²⁵.
4. Ausführung erfolgt mit Anklicken von [**BESTÄTIGEN**].
5. Unter **VERD LINIE? Zeigen Ein** und **Zeigen Aus** können die verdeckten Linien sichtbar gemacht oder ausgeblendet werden.

²⁵ Dieser Befehl erstellt eine Sicherheitskopie vor dem Erstellen von verdeckten Linien und ist somit die einzige Möglichkeit, bei Fehlern zur Ausgangsgeometrie zurückzukehren.

10.3 Erklärung der einzelnen Befehle

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß man bei der Z-Werte-Verschiebung von Teilen darauf achten soll, daß eventuell der relative Z-Wert einzugeben ist. Dieser bezieht sich jedoch immer auf einen bestimmten Wert.

10.3.1 Positionierung eines Teiles in der Gesamtzeichnung

Der Befehl **POS in TEIL** dient im Gesamtbauteil dazu, Elementen, die bereits einen Z-Wert erhalten haben, einen anderen zuzuordnen. Dies kann zum einen für Flächen und Elemente, zum anderen für Flächen mit Löchern geschehen. Bei der Zuordnung der neuen Z-Werte können diese direkt eingegeben werden oder über folgende drei Optionen, an anderen Elementen orientiert, neu vergeben werden: **Darüber**, **Darunter** und **Gleich**. Bei der Ausführung muß darauf geachtet werden, daß nur inaktive Teile damit bearbeitet werden können. Der Befehlsaufruf erfolgt also am besten unter dem **Top**.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Anwählen von **Elem & Fläche** oder **Mit Löcher** unter **POS in TEIL**.
2. Anklicken des entsprechenden Teiles.
3. Zuordnen eines Z-Wertes über die drei oben genannten Optionen und Anwählen des Bezugselementes oder durch direkte Eingabe des gewünschten Z-Wertes über die Tastatur.
4. Bestätigung durch Antippen von **[ENDE]**.

In dem vorangegangenen Beispiel wurden wichtige Befehle zum Erstellen von verdeckten Linien bereits angesprochen. Es folgen nun die noch nicht behandelten Befehle:

10.3.2 Flächen erstellen

Flächen mit höherem Z-Wert überdecken in der Regel die Flächen mit niedrigerem Z-Wert (Abbildung 10.3).

Es gibt über den Befehl **FLÄCH ERST** vier Möglichkeiten Flächen zu erstellen, zwei wurden bereits im Einstiegsbeispiel angesprochen. Die beiden weiteren Optionen sind:

- ? **Einfch Manl**: Erstellt Flächen innerhalb manuell nachgezogener Außenkonturen.
- ? **All in Teil**: Automatisches Flächengenerieren in einem Teil.

Die Flächen können mit dem Befehl **FLÄCHLÖSCH** unter **[MENÜ 2]** und dem Befolgen der Anweisungen gelöscht werden.

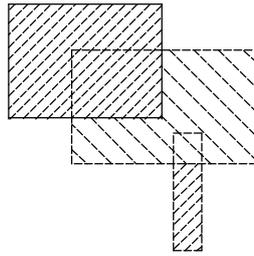


Abbildung 10.3: Überlappende Flächen

10.3.3 Setzen Von Z-Werten

Mit dem Befehl **Z-Wert SET** können Elementen und Elementgruppen neue Z-Werte zugeordnet werden (Abbildung 10.4). Mit dem Befehl **Element** geschieht dies für aktive Teile. Der Befehl **Mehrf Teil** führt die Z-Wertvergabe für Mehrfachteile aus, wobei hierbei auch nicht aktive Teile unter dem **Top** berücksichtigt werden. Die Festlegung der Zeichnungselemente geschieht am besten über **[AUSWAHL]? Wählen? Hinzu? Box**.

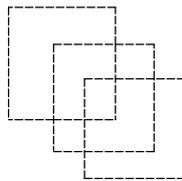


Abbildung 10.4: Setzen von Z-Werten

10.3.4 Aktuellen Z-Wert festlegen

Mit dem Befehl **Z-WERT AKT** kann der Z-Wert festgelegt werden, der für alle folgenden Geometrien gilt. Die Eingabe des Z-Wertes kann direkt über Tastatureingabe oder durch Anwählen einer der drei Optionen: **Darüber**, **Darunter** oder **Gleich** erfolgen.

10.3.5 Abfrage von Z-Werten

Der Befehl **Z-WERT ABF** eröffnet sieben Möglichkeiten zur Feststellung des Z-Wertes:

- ? **Absolut:** Zeigt den absoluten Z-Wert an.
- ? **Minimum:** Ermittelt den kleinsten Z-Wert einer Baugruppe.
- ? **Maximum:** Ermittelt den größten Z-Wert einer Baugruppe.
- ? **Mteil Abst:** Bestimmt den Z-Wert eines gemeinsam genutzten Teiles.
- ? **MTeilElem:** Bestimmt den Z-Wert eines Elementes in einem gemeinsamen Teil.
- ? **z-Wert Akt:** Stellt den aktuellen Z-Wert fest.

? **z-Wert Lad**: Bestimmt den aktuellen Ladeabstand für Z-Werte.

10.3.6 Ladeabstand für Z-Werte

Mit dem Befehl **Z-WERT LAD** kann der Ladeabstand von Z-Werten festgelegt werden. Dies geschieht über die Optionen: **Darüber**, **Darunter**, **Gleich**, **Keine** oder direkt über Tastatureingabe.

? **Aktuellen Abstand definieren**

Über den aktuellen Abstand werden die Z-Werte zwischen, ober- und unterhalb von Elementen festgelegt.

? **Darstellungsmodus**

Über die Befehle **VERDCK EIN** und **VERDCK AUS** können Zeichenelemente wahlweise in verdecktem Modus dargestellt werden; zuvor muß jedoch für dieses Teil eine Fläche erstellt werden.

10.3.7 Flächenfarbe

Unter dem Befehl **FLÄCHFARBE** kann man die Farbe der Flächen definieren:

- ? **Ändern**: Ersetzt eine aktuelle Farbe durch eine neue.
- ? **Setzen**: Definiert eine neue Farbe für alle weiteren Flächenerstellungen.
- ? **Rücksetzen**: Über Antippen von **Setzen** und anschließendes Anwählen von **Rücksetzen** wird die voreingestellte Flächenfarbe aufgerufen und gilt für alle weiteren Erstellungen.

10.3.8 Sicherheitskopie

Standardmäßig gibt es keine Sicherheitskopie, was einen Verlust der Teilestruktur bedeutet. Der Befehlspunkt **VERD ERST** beinhaltet die Befehle:

- ? **Mit S-Kop**: Erstellt eine Sicherheitskopie von der gesamten Zeichnung und speichert diese.
- ? **Ohne S-Kop**: Erstellt entsprechend keine Sicherheitskopie.

Mit dem Befehl **S-Kop LAD** kann die zuvor erstellte Sicherheitskopie wieder eingeladen werden.

10.3.9 Möglichkeiten unter dem Befehl VERDCK EIN

Für die nun folgenden Befehle muß zuvor **VERDCK EIN** voreingestellt sein, um die Flächenfarben und die Ebenen mit bestimmtem Z-Wert besser unterscheiden zu können.

Mit dem Befehl **EBENE ZEIG** können Elemente oder Flächen mit bestimmten Z-Werten einzeln oder in verschiedenen Ebenen gezeigt werden. Die Farbe der Fläche ist hierbei erneut wählbar. Der Befehl **ZEIG RÜSET** kehrt zum alten Darstellungsbild mit den alten Farben zurück. Der Z-Wert-Bereich der dargestellten Elemente wird durch Anklicken von Elementen oder über Tastatureingabe des unteren und oberen Z-Wertes festgelegt. Es bestehen folgende Auswahlmöglichkeiten:

- ? **Elem In Zch**: Ermöglicht die Ansicht eines bestimmten Z-Wert-Bereiches oder aller Elemente mit Z-Wert.
- ? **Elem In Teil**: Ermöglicht die Ansicht eines bestimmten Z-Wert-Bereiches oder aller Elemente mit Z-Wert im aktiven Teil.
- ? **Fläch In Zchn**: Ermöglicht die Flächenansicht eines bestimmten Z-Wert-Bereiches oder aller Teile mit Z-Wert.

Fläch In TI: Ermöglicht eine Flächenansicht eines bestimmten Z-Wert-Bereiches oder aller Flächen im aktiven Teil.

Der Aufruf erfolgt über:

1. Antippen eines der vier zuvor beschriebenen Befehle unter **EBENE ZEIG**.
2. Eingabe eines unteren Z-Wertes oder, je nach Befehl, Antippen des Elementes oder der Fläche mit dem unteren Z-Wert.
3. Eingabe eines oberen Z-Wertes oder, je nach Befehl, Antippen des Elementes oder der Fläche mit dem oberen Z-Wert.
4. Eingabe oder Auswählen der Flächenfarbe.

10.3.10 Konfigurieren von Verdeckten Linien

Unter dem Befehl **VERD LINIE** sind folgende Befehle möglich:

- ? **Zeigen Ein**: Zeigt die verdeckten Linien.
- ? **Zeigen Aus**: Blendet die verdeckten Linien aus.
- ? **Farbe Set**: Legt die Farbe für die zu erstellenden verdeckten Linien fest.
- ? **Farbe Änd**: Ersetzt die Farbe von verdeckten Linien durch eine andere.

- ? **Art Setzen:** Legt die Linienart für die zu erstellenden verdeckten Linien fest.
- ? **Art Ändern:** Ersetzt die Linienart von verdeckten Linien durch eine andere.
- ? **Farbe Rset:** Ruft die voreingestellte Farbe für das Erstellen von weiteren verdeckten Linien wieder auf.

11 Makroprogrammierung

Makros führen Befehlsfolgen selbständig aus. Über Makros werden häufig verwendete Befehlsreihen durch einen Aufruf durchgeführt. Der Vorteil dieser systemeigenen Programmiersprache liegt damit in der rationalisierten Erstellung von Zeichnungen. Unter dem Menüpunkt **[MAKROS]** findet man solche Befehlsreihen. [Die Version der LKT-Rechner der Saarbrücker Universität enthält viele Makros, bei denen durch wenige Eingaben viele geometrische Komponenten schnell und einfach erstellt werden, zum Beispiel Paßfedern.] Für jeden Befehl unter **ME10** gibt es ein englisches Gegenstück, dessen Wortlaut und Bedeutung man meist über Anwählen von **[HILFE]** und Anklicken des gewünschten Befehls finden kann. Die Makroprogrammiersprache setzt sich aus diesen englischen Befehlen und verschiedenen Funktionen zusammen, die aus der Basic-Programmiersprache bekannt sind.

Als Beispiel zur Makroprogrammierung folgt die Erstellung einer Welle mit Paßfedernut (Abbildung 11.1).

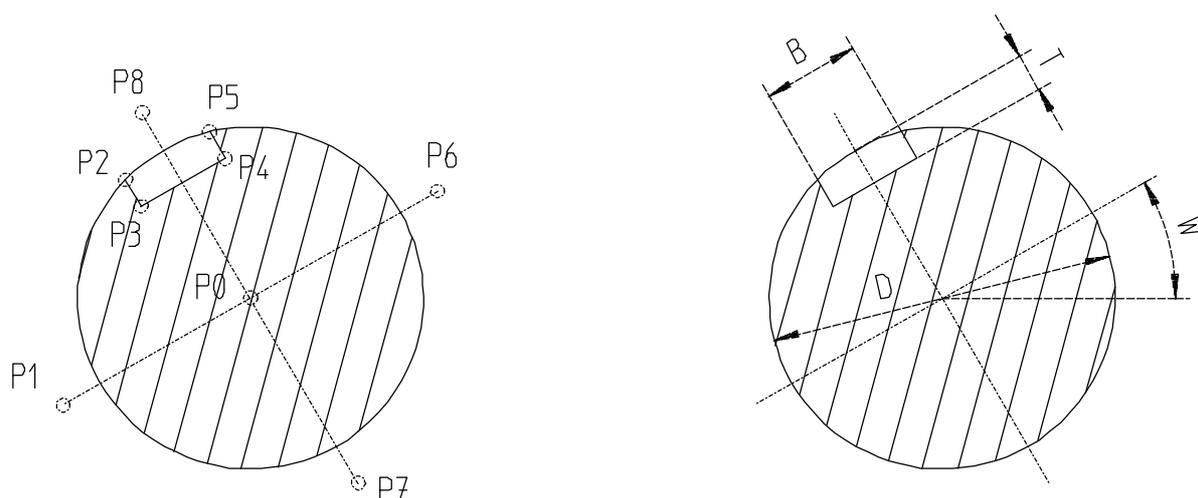


Abbildung 11.1: Ergebnis des folgenden Makroprogrammes

Das zugehörige Makroprogramm kann wie folgt aussehen²⁶:

```

DEFINE wellenausschnitt      {Makrobeginn}
{Definition der lokalen Variablen}
LOCAL D      {Durchmesser der Welle}
LOCAL P0     {Positionierungspunkt}
LOCAL P1     { Es folgen Konstruktionspunkte}
LOCAL P2
LOCAL P3
LOCAL P4
LOCAL P5
LOCAL P6
LOCAL P7
LOCAL P8
LOCAL W      {Winkel zur positiven x-Achse}
LOCAL T      {Nuttiefe}
LOCAL B      {Nutbreite}
{Koordinatensystem zurücksetzen}
CS_REF_PT 0,0
CS_AXIS ABSOLUTE 0 1 90 1
{Eingabebefehle}
READ PNT 'Positionierungspunkt!(Mausklick)' P0
READ NUMBER 'Durchmesser eingeben:' D
READ NUMBER 'Ausrichtung der Nut zur positiven x-Achse (Winkel):' W
READ NUMBER 'Nuttiefe eingeben:' T
READ NUMBER 'Nutbreite eingeben:' B

CS_REF_PT P0      {Koordinatensystem in P0 setzen}
CS_ROTATE W      {Koordinatensystem um Winkel W drehen}
{Punktzweisungen}
LET P1 (PNT_XY ((-D/2)-(D/8)) 0)
LET P8 (PNT_XY 0 ((D/2)+(D/8)))

```

²⁶ In den geschweiften Klammern stehen Erläuterungen zu den Befehlen.

```
LET P7 (PNT_XY 0 ((-D/2)-(D/8)))
LET P6 (PNT_XY ((D/2)+(D/8)) 0)
LET P3 (PNT_XY (-B/2) ((D/2)-T))
LET P4 (PNT_XY (B/2) ((D/2)-T))
LET P2 (PNT_XY (-B/2) (SQRT(SQR(D/2)-SQR(B/2))))
LET P5 (PNT_XY (B/2) (SQRT(SQR(D/2)-SQR(B/2))))
LET P0 (0,0)
```

```
LINETYPE SOLID      {Linienart auf Volllinie}
COLOR YELLOW        {Linienfarbe auf Gelb}
```

```
LINE POLYGON P2 P3 P4 P5 END {Polygon über die Punkte erzeugen}
ARC CEN_BEG_END P0 P2 P5     {Kreisbogen über die angegebenen Punkte}
ARC CEN_BEG_END P0 P5 P2
```

```
LINETYPE DASH_CENTER {Linienart auf Strichpunktirt}
COLOR GREEN           {Linienfarbe auf Grün}
{Linie zwischen den angegebenen Punkten}
LINE P1 P6
LINE P7 P8 END
```

```
HATCH_ANGLE 45      {Schraffurwinkel auf 45° gesetzt}
HATCH_DIST 5        {Schraffurabstand auf 5mm gesetzt}
{Schraffurmuster festlegen}
CURRENT_HATCH_PATTERN 0 1 0 RED SOLID CONFIRM
{Automische Schraffurerstellung über Punkt innerhalb der Kontur}
HATCH AUTO (PNT_XY (D/4) (D/4)) END
{Koordinatensystem zurücksetzen}
CS_REF_PT 0,0
CS_ROTATE ABSOLUTE 0
CS_AXIS ABSOLUTE 0 1 90 1
```

```
END_DEFINE          {Makroende}
```

Die Vorgehensweise zur Makroprogrammierung:

1. Eingabe des Makroprogrammes in einem ASCII-Texteditor unter dem jeweiligen Betriebssystem.
2. Abspeichern des Makroprogrammes unter dem Texteditor.
3. Anklicken von **[DATEI] EINGABE** und Eingeben des Namens durch Anwählen in der Dateiliste oder über die Tastatur.

Der Aufruf des Makroprogrammes erfolgt über die Eingabe des Makronamens (steht hinter dem Befehl **DEFINE**) in die Eingabezeile.

Weitere Bearbeitungsmöglichkeiten bestehen über die Befehle: **LOAD_MACRO**, **EDIT_MACRO** und **SAVE_MACRO**.

12 Schlußwort

An dieser Stelle dürfte der Benutzer ausreichende Kenntnisse vom CAD-2D-System **ME10** besitzen, um selbständig weitere Zeichnungen zu konstruieren. Der Einsatz von 3D-Systemen wird zwar immer stärker zunehmen, da die technischen Voraussetzungen (Hard- und Software) ständig besser werden; man wird jedoch nie auf 2D-Zeichnungen verzichten können, da diese für einfache Darstellungen schneller und somit kostengünstiger sind. Zu **ME10** möchte ich noch folgendes hinzufügen: Es gibt viele Möglichkeiten Geometrien auf unterschiedlichste Art und Weise zu konstruieren, jedoch durch das Schreiben von Makroprogrammen, das Konstruieren von Varianten und das parametrische Konstruieren besitzt dieses CAD-System eine große Anzahl von Vereinfachungs- und Erstellungsmöglichkeiten. Zuvor müssen jedoch erst Grundkenntnisse vorhanden sein, die, wie ich hoffe, bei den meisten Lesern dieses Benutzerhandbuches erlangt wurden. Zugleich liegt hierin auch ein Nachschlagewerk vor, das in der ersten Wochen für den CAD-Neuling von großem Nutzen sein dürfte.

13 Literaturliste

- [1] Brankamp, Klaus; Herold, Jörn: Optimale CAD - Lösung für den Werkzeugbau. Verlag TÜV Rheinland GmbH, Köln 1990.
- [2] Eigner, Martin; Maier, Helmut: Einführung und Anwendung von CAD - Systemen. 2., ergänzte Auflage. Carl Hanser Verlag, München-Wien 1986.
- [3] Grausemeier, Jürgen: CAD `94. Heinz Nixdorf Institut, Universität - GH Paderborn, 17./18.03.1994. Carl Hanser Verlag, München-Wien 1994.
- [4] Helmerich, Rolf; Schwindt, Peter: CAD - Grundlagen. 2. Auflage. Vogel Buchverlag, Würzburg 1986.
- [5] Hering, Ekbert; Fallscheer Ute: CAD mit Auto CAD. 2., überarbeitete und erweiterte Auflage. Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig 1990.
- [6] Hewlett-Packard GmbH; Shape Data Ltd: HP ME Serie 10. Benutzerhandbuch. 2. Ausgabe. Deutsches Software Zentrum, Böblingen August 1987.
- [7] Hewlett-Packard GmbH: 2D Konstruieren mit ME30. Ausgabe 1. Deutsches Software Zentrum, Böblingen 1990.
- [8] Hewlett-Packard GmbH: Konstruieren mit ME10. Ausgabe 1. Deutsches Software Zentrum, Böblingen November 1990.
- [9] Hoischen, Hans: Technisches Zeichnen. 25., überarbeitete Auflage. Cornelsen, Berlin 1994.
- [10] IFAO-Industrie_Consulting GmbH: CAD-3D. CAD-AUSBILDUNG für die Konstruktionspraxis. Carl Hanser Verlag, München?Wien 1988.
- [11] Kotsch, Günter; Staniczek, Martin: CAD-Grundkenntnisse. Verlag Handwerk und Technik G.m.b.H., Hamburg 1987.
- [12] Martin, Peter; Siodla, Thorsten; Widmer, Hans-Jürgen: Gestaltung zukünftiger computergestützter Konstruktionsarbeit. Institut für Arbeitswissenschaft, Bad Emstal bei Kassel 1994.
- [13] Otto, Paul; Labisch, Susanna; Weber, Christian: Technisches Zeichnen. Grundkurs. Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig (vorrausichtlich) 1996.

- [14] Paul, Gunnar: CAD-Ausbildung Teil 1. CAD2D. Institut Für Angewandte Organisationsforschung IFAO. Carl Hanser Verlag, München?Wien 1986.
- [15] Scheuermann-Staehler, Günter: CAD lernen mit AutoCAD. Einführung in das computerunterstützte Zeichnen und Konstruieren. 3., bearbeitete Auflage. Carl Hanser Verlag, München?Wien 1992.
- [16] Vajna, Sándor; Weber, Christian; Schlingensiepen, Jürgen; Schlottmann, Dietrich: CAD/CAM für Ingenieure. Hardware-Software-Strategien. Vieweg, Braunschweig?Wiesbaden 1994.
- [17] Verband Deutscher Maschinen- und Anlagebau e.V. (VDMA): Software. Für die rechnerunterstützte Fabrik. Maschinenbau-Verlag GmbH, Frankfurt/M. 1989.