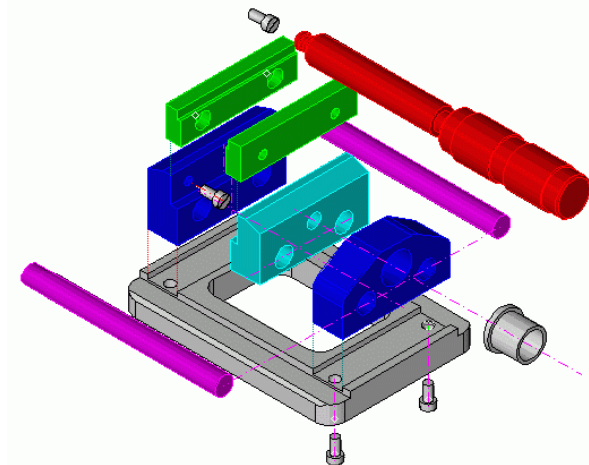


Einführung in CAD

Begriffe wie **CAD**, **CAE** (Computer Aided Engineering), **CAM** (Computer Aided Manufacturing), **CIM** (Computer Integrated Manufacturing) bestimmen immer mehr den Produktionsprozess im Maschinen- und Anlagenbau. Bei den Zeichengeräten dominiert zwar noch der Bleistift wegen seiner einfachen Handhabung beim Erstellen von Skizzen, bei Konstruktion und Herstellung jedoch verzichtet heute kaum noch ein Betrieb auf Computerhilfe. Unter „Computer Aided Design“ (erstmalig verwendet 1960 in einer Veröffentlichung von D. T. Ross vom MIT ¹) versteht man heute die Computerunterstützung beim Entwerfen, Gestalten, Berechnen, Erstellen von Stücklisten und Beschreiben der Werkstückgeometrien für den gesamten Bereich der Zeichnungserstellung. ²



Voraussetzungen

Hardware: Rechner (PC oder Mac) mit Speichermedium (Festplatte, Disketten oder CDs), hoch auflösender Bildschirm, Tastatur mit Ziffernblock, Maus und/oder Grafiktablett, Drucker oder Plotter

Software: grafikfähiges Betriebssystem (Linux, MacOS, TOS, Unix, Windows o.ä.), CAD-Software, die auf dem vorhandenen

Rechner lauffähig sein muss (Systemvoraussetzungen beachten!).

Empfehlenswert ist ein blendfreier, ruhiger Arbeitsplatz

Vorteile von CAD

- Reiche Auswahl an Konstruktionshilfen (Menüsteuerung)
- Zeichnungselemente können beliebig verschoben, skaliert (vergrößert/verkleinert) und kopiert werden
- Flexibilität der Variantenbildung in Form und Farbe. Teile der Zeichnung können beliebig aus-/eingebledet werden
- Räumliche Darstellung komplexer Gebilde in jeder beliebigen Lage „auf Knopfdruck“
- Bemaßung mit erheblich weniger Zeitaufwand, Maßstab veränderbar
- geringerer Arbeitsaufwand insbesondere gegenüber Tuschezeichnungen bei maximaler Genauigkeit (richtige Bedienung vorausgesetzt)
- EDV: Zeichnungen können jederzeit verändert, elektronisch archiviert und via Internet versandt werden

Nachteile von CAD

- Das Zeichnen ist an einen festen Arbeitsplatz (oder Laptop) gebunden
- Technische Probleme (Installation, Kompatibilität!) treten auch im 21. Jahrhundert immer wieder mal auf
- Hoher Kostenaufwand (Hard- und Software). Manche CAD-Programme überfordern ältere Rechner
- Die Software muss erst mal erlernt werden. Manche „CAD-Klassiker“ sind nicht allzu bedienerfreundlich
- Numerische Eingaben zum Zeichnen erfordern ein gewisses rechnerisches Verständnis

¹ Massachusetts Institute of Technology

² Weitere einschlägige Begriffe: CAP (Computer Aided Planning), CAI (Computer Aided Industry), CAL (Computer Aided Learning), CAO (Computer Aided Organization), CAQ (Computer Aided Quality Control), CAS (Computer Aided Sales)

- Das Arbeiten am Bildschirm ist sehr gewöhnungsbedürftig. In der Darstellung „total“ erscheint die Zeichnung stark verkleinert, beim häufig notwendigen „Zoomen“ sieht man nur einen Ausschnitt der Zeichnung.

Vorteile von Freihandzeichnungen

- Man braucht nur Bleistift & Papier (und eine ebene Unterlage)
- Schnelligkeit, spontane Ausführung (von der Idee ohne Umwege direkt aufs Papier)
- Steigerung der Klarheit und Übersichtlichkeit durch Weglassen von Details
- Der Betrachter wird zum aktiven Sehen und zu eigener gedanklicher Leistung gezwungen.
- Eine Skizze wirkt lebendig und sollte das Wesentliche unterstreichen.
- Persönliche Note bei gestalterischen Projekten

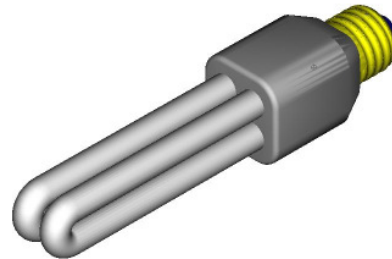
Nachteile von Freihandzeichnungen

- Skizzen von ungeübten Zeichnern können schon mal unbeholfen wirken. Freihandzeichnen ist nicht nur eine Sache der künstlerischen Begabung, sondern vor allem auch Übungssache!
- Änderungen (z. B. mit Radiergummi) sind nur begrenzt möglich
- Skizzen werden oft unterschätzt und landen unberechtigtweise im Altpapier

Datenformat

CAD-Programme unterscheiden sich von den dir vielleicht bekannten Grafik-Programmen prinzipiell dadurch, dass eine Zeichnung nicht Punkt für Punkt gespeichert wird, sondern lediglich die Koordinaten der darin vorkommenden Linien. Man spricht von Vektorgrafiken, im Gegensatz zu den bei Malprogrammen üblichen „Pixelgrafiken“. Dass letztere wesentlich mehr Speicherplatz erfordern, weil sie jeden einzelnen Bildpunkt (Pixel) speichern, dürfte einleuchten. Logisch auch, dass eine (im CAD-Programm gezeichnete) Freihandlinie wesentlich mehr Speicherplatz erfordert als beispielsweise eine Gerade oder ein Kreis. Im Vektor-orientierten CAD-

System kann jedes einzelne Zeichnungsobjekt für sich bearbeitet (geändert, kopiert, gelöscht usw.) werden. Versuche das mal bei einer Pixelgrafik, wenn z. B. aus einem Bündel von Linien eine einzelne gelöscht werden soll!



Das Zeichnen in CAD

Seit es Mäuse gibt ³, ist das Zeichnen „am Bildschirm“ für jeden Computerbenutzer eine alltägliche Angelegenheit. Beim Trackball wird eine stationäre Kugel mit den Fingern bewegt. Im professionellen CAD-Bereich gibt es spezielle Geräte (vergleichbar etwa mit einem Joystick), welche auch dreidimensionale Bewegungen der Hand (also auch Heben und Senken) umsetzen können.

Nicht weniger wichtig ist immer noch die Tastatur. Sie ermöglicht die Eingabe nicht nur von Text, sondern auch von Koordinaten und zeitsparenden Befehlskürzeln (Hotkeys). Ein Tastendruck geht eben wesentlich schneller als die Sucherei mit der Maus in verschachtelten Menüs.

Auch Grafiktablets sind wieder im Kommen, vor allem eben bei Grafikern und Designern. Vorteil: Natürlicher Bewegungsablauf beim Zeichnen mit einem (bei manchen Geräten sogar druckempfindlichen) Stift. Zeichnungsvorlagen können durchgepaust werden. Nachteil: Ständiger Blickwechsel zwischen Tablett und Bildschirm sowie mehr Platzbedarf. Noch sehr teuer sind Geräte, die beides zugleich sind: Monitor und Grafiktablett.

³ Doug Engelbart führte 1968 in San Francisco eine Holzbox mit Rädern vor, mit der er einen Punkt auf dem Bildschirm dirigieren konnte. Weil ein Kabel wie ein Mäuseschwanz an dem Klotz hing, nannte er ihn „Maus“. Erst 1984 traten die Mäuse mit Apple Macintosh Computern ihren Siegeszug an.

MegaCAD - Grundeinstellungen

Programm starten, Ziffern-Tastatur einschalten: [NUM]-Taste. Zahlen können hier wesentlich bequemer und sicherer eingegeben werden. Aufpassen: die Feststell-Taste (Caps-Lock) darf nicht gedrückt sein (sonst funktionieren keine Hotkeys mehr!)

MegaCAD wird beidhändig bedient: Linke Hand an der Tastatur, rechte Hand an der Maus. Objekte und Menü-Buttons werden immer mit der linken Maustaste „angeklickt“ (LK) ⁴. Die Maustaste muss (im Gegensatz zu manchen Malprogrammen) nicht festgehalten werden (Ausnahme: Drag & Drop)! RK unterbricht die jeweilige Funktion, **mit** (u. U. mehrmaligem) **Rechtsklick gelangt man zurück ins Grundmenü**. Beachte stets die **Statuszeile** am unteren Bildschirm-Rand! Sie informiert dich über den gerade aktiven Fang-Modus, über Koordinaten u. v. m.

Für 2D-Zeichnungen Zeichnungs-Rahmen (s. S. 7) laden. Menü „Datei“: -> „Laden“ -> umschalten auf Laufwerk V: (Vorlagen) -> Verzeichnisse durchwählen: -> Lehrkraft -> Klasse -> „A4_HOCH“, „A3_QUER“ oder „A4_QUER“, [ok]

Damit beim Speichern der Zeichnung der Leer-Rahmen nicht überschrieben wird, solltest du ihn gleich unter einem anderen Namen abspeichern: „Datei“ -> „Speichern als“ -> umschalten auf Laufwerk U: (User), Dateinamen eingeben ⁵, [ok]

Schriftfeld mit „Edit -> Text“ (Hotkey [x]) aktualisieren: Datum, Benennung, Platznummer, Zeichnungsnummer, Maßstab

<i>Nr./ Layer</i>	<i>Anwendung</i>	<i>Farbe</i>	<i>Stärke (mm)</i>	<i>Width</i>	<i>Style/Stil</i>
1	Hilfslinien	Cyan	0,1	1	11
2	Umrisslinien	Grün	0,2	1	6 — · — · ·
3	Mittellinien	Pink	0,3	2	4 — · — ·
4	sichtbare Kanten	Weiß	0,7	5	1 ———
5	verdeckte Kanten	Grau	0,3	2	14 -----
6	Konstruktion	Rot	0,2	1	8 ———
7	Text	Oliv	0,5	3	1 ———
8	Schraffur	Blau	0,2	1	1 ———
9	Bemaßung	gelb	0,3	2	1 ———

Zeichnen: Für die verschiedenen Zeichnungselemente sind spezielle Linienarten, -breiten, Farben und Ebenen („Layer“) vordefiniert, die nicht nur die Übersicht erleichtern, sondern auch das spätere Aus- und Einblenden der Hilfslinien oder der Bemaßung ermöglichen. Mit Hilfe der Zahlen von [1] bis [10] am oberen rechten Bildschirmrand werden die Linienarten ausgewählt (s. Tabelle!).

Es gibt zweierlei Raster, die getrennt und beliebig (sogar schräg oder strahlenförmig) eingestellt werden können:

Das Bildschirmraster bestimmt die Dichte der Rasterpunkte auf dem Monitor. Das Einrasten des „Zeichenstifts“ jedoch wird allein vom Fangraster bestimmt. ⁶

⁴ Abkürzungen: LK (bzw. „L“ in der Statuszeile, d.i. die untere Bildschirmzeile) = Linksklick (linke Maustaste), RK (bzw. „R“) = Rechtsklick; Anklicken immer mit LK! Eckige Klammern bezeichnen Tasten, z. B. [0], [F3] oder Knöpfe zum Anklicken, z. B. [ok]

⁵ Windows 3.11: Als einziges Trennzeichen ist der „Unterstrich“ (_) erlaubt: [Shift] und [-] gleichzeitig drücken. Dateinamen mit Leerschritten erzeugen leider unlöschbare Dateileichen

⁶ Empfohlene Voreinstellung: Bildschirmraster (augenfreundliche) 10 mm; Fangraster 5 mm

Funktionstasten/Hotkeys

Dieses Blatt ist stets mitzubringen (oder auswendig zu lernen!)

Hotkeys ersparen dir die zeitraubende Sucherei nach häufig gebrauchten Funktionen in verschachtelten Menüs. Wichtig: Beachte Groß- und Kleinschreibung: Für Großbuchstaben muss gleichzeitig die Shift-Taste gedrückt werden. Die Feststelltaste (Caps Lock) darf nicht gedrückt sein. Gewöhne dir an, Zahlen über die Zifferntastatur (auf der rechten Seite des Keyboards) einzugeben. Dazu muss der Ziffernblock mit der [NUM]-Taste aktiviert werden. Beachte vor jedem Mausklick die Hinweise am unteren Bildschirmrand („L“ = Linksklick, „R“ = Rechtsklick). Die Maustaste nicht festhalten! (**Fettdruck**: besonders häufig gebrauchte Tastenfunktionen, *kursiv*: selbst definierte Hotkeys)

Bearbeitungsfunktionen:

- [u]_____ **UNDO** = Rücknahme der letzten Aktion(en)
- [U]_____ **REDO** = Rücknahme von UNDO
- [c]_____ **Löschen von Zeichnungselementen** („Radiergummi“)
- [t]_____ **Trennen** (zuerst Linie, dann Trennpunkt anklicken!)
- [T]_____ **Trimmen 1** (eine Linie gegen eine andere trimmen)
- [Strg][t]_____ **Trimmen 2** (zwei Linien gegeneinander trimmen)
- [z]_____ *Trimmen 3 (mehrere Linien gegen eine andere trimmen)*
- [Z]_____ **Trimmen 4** (freies Verlängern/Verkürzen)⁷
- [N]_____ *Aufbrechen automatisch*⁷
- [n]_____ *Trimmen mit Wertangabe (verlängern: negative Werte)*⁷
- [R]_____ **Runden** (Ecken mit beliebigem Radius abrunden)
- [Y]_____ **Fasen** (Ecken abschrägen)⁷
- [o]_____ **Rotieren**⁷
- [V]_____ **Verschieben/Kopieren**⁷
- [M]_____ *Spiegeln*⁷
- [x]_____ **Text ändern**⁷
- [X]_____ **Textattribute ändern**⁷
- [C]_____ **Zeichnung säubern** („CLEAN“, ab V.15)⁷

⁷ *kursiv: selbst definierte Hotkeys: bei Fehlfunktion Menü Setup/Hotkey-Datei (Tastaturfile) laden „RSB.KEU“*

Bildschirmdarstellung:

- [r]_____ **Bildschirm neu zeichnen** (redraw)
- [0] (nicht O!) **Zoom 1 : 1** (Null-Taste)
- [w]_____ **Zoom direkt** (Fenster aufziehen)⁸
- [W]_____ *Zoom zurück (vorheriger Ausschnitt)*⁷
- [a]_____ **Autozoom** (Übersicht, zeigt alles)
- [A]_____ **Autozoom** in allen Fenstern
- [P]_____ **Pan-Zoom**: Ausschnitt verschieben
- [h]_____ **Zoom 0,5** (Ausschnitt vergrößern)
- [Strg][q]_____ **großes Fadenkreuz** (an/aus)

Modus-Funktionen (= Punktbestimmungsmethoden bzw. Fangen):

- [f]_____ **freies Plazieren** am Bildschirm
- [g]_____ **Raster** aktiv (englisch grid = Raster/Gitter)
- [p]_____ (vorhandenen!) **Punkt** fangen
- [s]_____ **Schnittpunkt** fangen
- [m]_____ **Mittelpunkt** fangen
- [e]_____ **Endpunkt** fangen
- [b]_____ **Berührungspunkt** fangen
- [k]_____ **Koordinateneingabe** mit der Tastatur (keyboard)
- [l]_____ **fängt freien Punkt** auf einem **Element**

Sonstige Funktionen:

- [L]_____ **Layer** (= Ebene) ein-/ausblenden
- [G]_____ **Gruppe** ein-/ausblenden
- [Esc]_____ **Wert-Eingabe** bei Kreisen, Bögen, Parallelen usw.
- [F1]_____ **Hilfe** zu den Menüpunkten (V. 15)

3D-Funktionen:

- [F2]_____ **Arbeitsebene** eingeben
- [F3]_____ **Setzen des Bezugspunktes der Arbeitsebene**
- [F4]_____ **freie Einstellung** der Projektion
- [F5]_____ **Shading**
- [F6]_____ **bei mehreren Fenstern: Vollbild** (und zurück)
- [F8]_____ **Ansicht drehen** in Echtzeit (V.15)

⁸ Bis zu fünf Zoom-Ausschnitte können mit [!] ... [%] gespeichert werden. Abruf mit [1] ... [5]

Erst fangen, dann zeichnen

Dein Bildschirm zeigt am linken Rand einen „Werkzeugkasten“, der wichtige Hilfsmittel zum Zeichnen enthält. Diese Ansammlung von „Knöpfen“ (Buttons oder „Schaltflächen“) nennt sich das **Grundmenü**, das auch anders aussehen kann als auf der nebenstehenden Abb. 1. Wichtig: Mit Rechtsklick (manchmal auch deren mehrere) kommst du immer ins Grundmenü zurück.

Merke:

LK = „Vorwärtsgang“

RK = „Rückwärtsgang“

1. Um herauszufinden, was sich hinter jedem dieser Symbole verbirgt, drücken wir noch keine Taste, sondern fahren (mit der Maus) alle Knöpfe der Reihe nach ab und lesen dabei die Hinweistexte, auch die Infozeile am unteren Bildschirmrand. Diese solltest du überhaupt vor jeder Aktion lesen!
2. Oben im **Grundmenü** findest du einen Knopf mit drei gekreuzten Linien. Beim Anklicken mit der linken Maustaste verschwindet das Grundmenü und macht einem Untermenü Platz.
3. Dieses Untermenü ist in diesem Falle das **Linienmenü** (Abb. 2). Wir erkunden dieses nun auf die gleiche Weise wie das Grundmenü.
4. Beim Berühren eines der Knöpfe oben im Linienmenü ist zu lesen: „Konstruieren einer Linie mit Modusfunktion“.

Unter einem **Modus** versteht man die Methode, wie Punkte (z. B. der Anfangs- und Endpunkt einer Linie oder deren Mittelpunkt) bestimmt bzw. **gefangen** werden (Fang-Funktion).

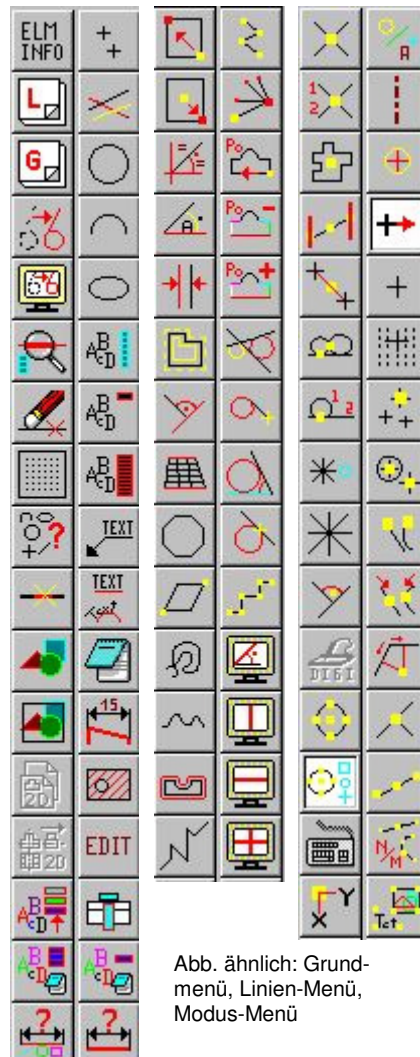


Abb. ähnlich: Grundmenü, Linien-Menü, Modus-Menü

5. Beim Anklicken dieses Knopfes verschwindet nun auch das Linienmenü; stattdessen erscheint das **Modus-Menü** (Abb. 3). Außerdem ist unten in der Infozeile zu lesen, welcher Modus gerade eingestellt (aktiv) ist.⁹
6. Statt nun jedes Mal den gewünschten Modus mit der Maus zu wählen, ist es zweckmäßiger, die auf Seite 3 unter „Punktbestimmungsmethoden“ beschriebenen Tastaturkürzel zu verwenden. Für freies Zeichnen drücken wir die Taste [f]. Infozeile: „Modus: frei“.¹⁰
7. Wir bewegen die Maus auf die Zeichenfläche, der Mauszeiger verwandelt sich in einen kreuzförmigen, farbigen Cursor bzw. **Fadenkreuz**. Mit der linken Maustaste klicken wir einen beliebigen Punkt auf der Zeichenfläche an. Wir beobachten, dass beim Bewegen der Maus eine Linie (ein sog. Gummiband) am Cursor „hängt“. Mit weiteren Linksklicks zeichnen wir nun Linien; mit einem Rechtsklick wird eine Linie abgebrochen, mit Linksklick neu begonnen usw.
8. Nachdem du ca. ein halbes Dutzend Linien über den Bildschirm verteilt hast, verbinde deren Endpunkte durch andersfarbige Linien [e]! Anschließend verbinde einige Mittelpunkte [m] und auch Schnittpunkte [s].

⁹ Manchmal gibt es Fehlermeldungen wie z. B. „Kein Element im Cursorbereich!“. Ursache: Falscher Modus, denn wie soll das Programm, beispielsweise im Endpunkt-Modus, einen Endpunkt finden, wenn keiner in der Nähe ist?

¹⁰ Im Modus „frei“ können nur Bildschirmpunkte gefangen werden, was zum genauen Konstruieren nicht ausreicht. Die Voreinstellung ist meistens der Rastermodus. Die Wahl des richtigen Modus ist mit das Wichtigste beim Konstruieren. Deshalb solltest du dir die auf Seite 4 beschriebenen Funktionstasten [g], [s], [m], [e], [p] und [k] gut merken!