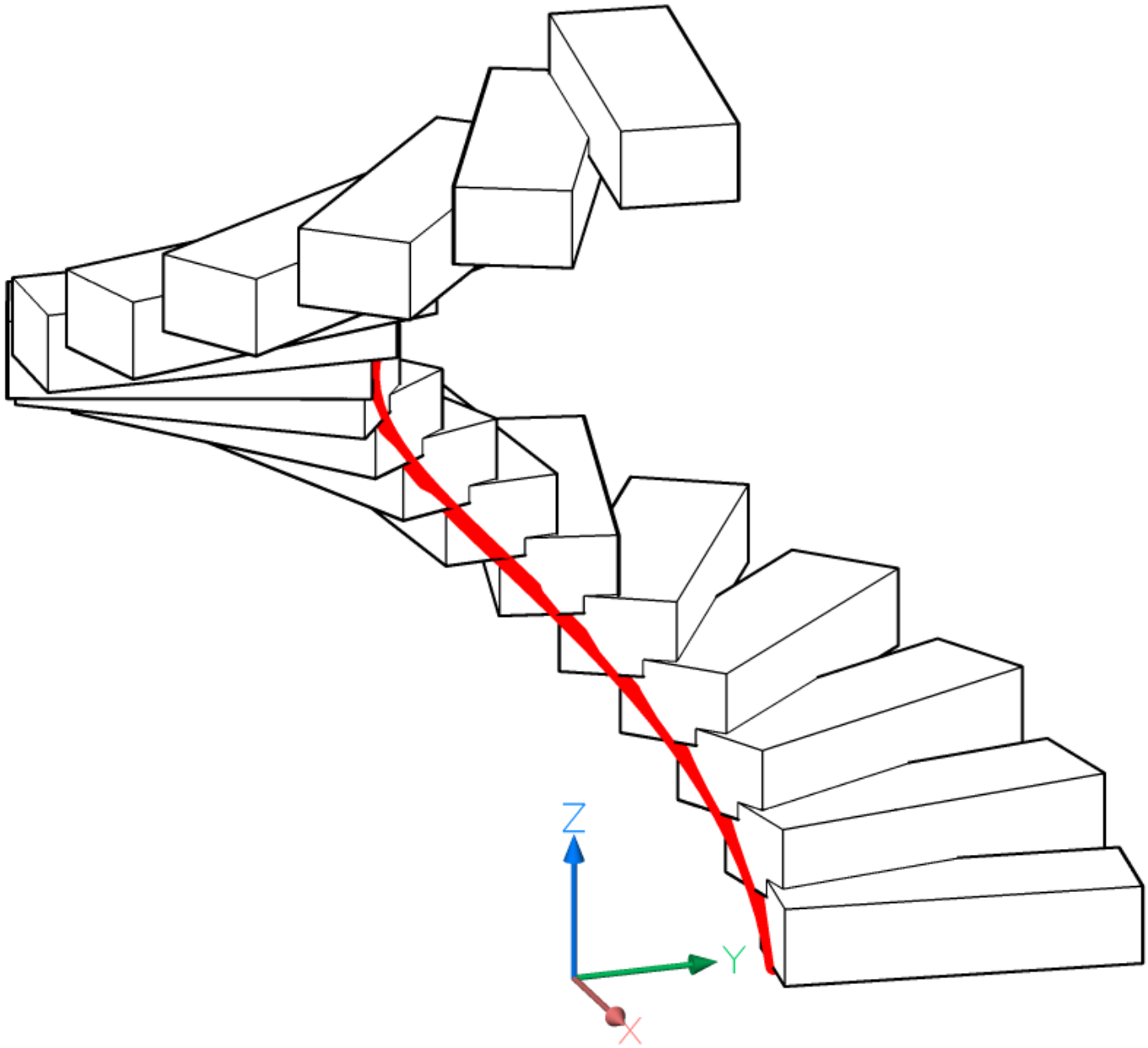
Hochschule Bochum
Sommersemester 2026

CAD

Dipl.-Ing. Martin Vogel



Version vom 08.10.26
Auf martinvogel.de/cad erhalten Sie stets die aktuellste Ausgabe.

CC BY NC SA

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 5

1.1 Lerntipps 7

1.2 PC-Ausstattung 8

1.2.1 Hardware 8

1.2.2 Software 8

2 CAD mit BricsCAD 10

2.1 Download und Installation 11

2.2 Die Programmoberfläche (GUI) 12

2.2.1 Die dunkle Seite 19

2.2.2 Befehlseingaben 22

2.2.3 Der Layoutbereich 27

2.2.4 Zoom und Pan 29

2.2.5 Absolute und relative Koordinaten 30

2.2.6 Polarfang 32

2.2.7 Objektfang 33

2.2.8 Objektfangspur 38

2.2.9 Benutzungsprofile 39

2.3 Zeichnen und Bearbeiten im Modellbereich 41

2.3.1 2D-Linien 43

2.3.2 Das Befehlszeilenmenü 43

2.3.3 Linientypen und andere Eigenschaften 44

2.3.4 Ausklappmenüs und Flyouts 46

2.3.5 Multilinien 48

2.3.6 Polylinien 49

2.3.7 Bögen 50

2.3.8 Kreise 51

2.3.9 Rechtecke, Polygone, Umgrenzungen 52

2.3.10 Griffe 53

2.3.11 Schieben 56

2.3.12 Kopieren 57

2.3.13 Antialiasing 57
2.4 Das Fenster zum Modellraum 59
2.4.1 Ansichtsfenster 59
2.4.2 Der verschiebliche Modellbereich 62
2.4.3 Maßstab 62
2.5 Die Übersicht behalten 67
2.5.1 Blick aufs Wesentliche 67
2.5.2 Auswahlrechtecke und Auswahl-Lassos 68
2.5.3 Gruppen 69
2.5.4 Layer 70
2.5.5 Benannte Ansichten 77
2.6 Beschriftung mit Stil 79
2.6.1 Einzeiliger Text: TEXT 79
2.6.2 Textstile 82
2.6.3 Mehrzeiliger Text: MTEXT 86
2.7 3D-Grundlagen 90
2.7.1 Primitive 91
2.7.2 Benutzerkoordinatensysteme (BKS) 97
2.7.3 Grundlagen der Bemaßung 99
2.8 Grundlagen der 3D-Modellierung 104
2.8.1 Auswahlmodi 105
2.8.2 Volumen, Schwerpunkt, Trägheitswerte 106
2.8.3 Visuelle Stile 107
2.8.4 ACIS-Objekte 108
2.8.5 Boolesche Operationen 109
2.8.6 Extrudieren und Sweepen 112
2.8.7 3D-Objektfang 115
2.9 2D-Bearbeitung für Fortgeschrittene 116
2.9.1 Spiegeln 116
2.9.2 Drehen 118
2.9.3 Verbinden 119
2.9.4 Versetzen 121

2.9.5 Anpassen (Eigenschaftenpinsel) 122
2.9.6 Ausgewählte hinzufügen 123
2.9.7 Skalieren / Varia 124
2.9.8 Dehnen 125
2.9.9 Stutzen 126
2.9.10 Strecken 126
2.9.11 Ausrichten 128
2.9.12 Anordnen 129
2.9.13 Bruch 130
2.9.14 Länge bearbeiten 131
2.9.15 Abfasen und Abrunden 131
2.10 Regelmäßiges Anordnen 132
2.10.1 Blöcke 134
2.10.2 Reihe 140
2.10.3 3D-Reihe 145
2.10.4 Messen, Teilen und Punktgrößen 145
2.10.5 Befehlsskripte 147
2.11 Schraffuren, Farbverläufe und Umgrenzungen 156
2.11.1 Umgrenzungen 156
2.11.2 Schraffuren 159
2.11.3 Farbverläufe (Gradienten) 164
2.11.4 Zeichenreihenfolge 164
2.12 3D-Modellierung und BIM 168
2.12.1 BIM-Quickdraw 169
2.12.2 BIM-Fenster und -Öffnungen 171
2.12.3 BIM-Schnittebenen 173
2.12.4 BIM-Komponenten 175
2.12.5 Direktmodellierung 177
2.13 Schnittzeichnungen; Material und Gelände 182
2.13.1 Grundansichten 182
2.13.2 BIM-Schnitte und Plansätze 185
2.13.3 Schnittebenen und 2D-Blöcke 187

2.13.4 Mehrschalige Wände 192
2.13.5 Rendermaterialien 195
2.13.6 Digitale Geländemodelle 198
2.13.7 Planieren und Abböschen 201
2.14 Tipps, Tricks und lose Enden 206
2.14.1 Entfernen aus einer Auswahl 206
2.14.2 Dynamisches BKS fixieren 206
2.14.3 BIM-Treppen 206
2.14.4 Mit dem Buttermesser durchs Modell 207
2.14.5 Überlappende Bemaßung 209
2.14.6 Türanschlag austauschen 210
2.14.7 Visueller Stil und PDF-Qualität 211
2.14.8 Konstruktion einer Parabel 212

3 Anhang 218

3.1 Häufige Fehler 218
3.2 Schneller mit der Tastatur 223
3.2.1 Abkürzungstasten (Hotkeys) 223
3.2.2 Kurzbefehle 227
3.3 Bewegung im Raum 231
3.4 Indexfarben 234
3.5 Zeichnungs- und Programmvariablen 237
3.6 Schraffurmusterdateien 246
3.7 Videoverzeichnis 248
3.8 Links und Literaturhinweise 249
3.9 Making-of 250
3.10 Lizenz 251
3.11 Download und Feedback 252

1 Einleitung

Dieses Skript entstand in seiner ersten Fassung im Sommersemester 2020 parallel zu den Veranstaltungen des laufenden Semesters, als wegen der Covid-19-Pandemie ein schneller Ersatz für Hörsaalvorlesungen geschaffen werden musste.



Video 1: Grußwort zum Online-Kurs 2021 (4:24)

Das CAD-Skript ist nur eine Komponente des didaktischen Konzepts in diesem Semester. Es soll vor allem dem Überblick dienen und zum schnellen Nachschlagen verfügbar sein. Für Inhalte, die sinnvoller mit Videos demonstriert als in einem Text beschrieben werden können, wurden einige kurze Themenvideos gedreht, die direkt aus dieser PDF-Datei oder aus dem Moodle-Kursbereich[1] heraus aufrufbar sind. Dort finden Kursteilnehmende auch weitere E-Learning-Elemente, die nach und nach ergänzt werden.

Seit dem Sommersemester 2023, dem ersten vollständigen Präsenzsemester nach Beginn der Covid-19-Pandemie, finden wieder klassische Hörsaal- und PC-Saal-Veranstaltungen statt.

Die Vertiefung des Stoffs erfolgt in Form von Übungsaufgaben, die über unsere E-Learning-Plattform Moodle ausgewertet werden. Wöchentlich erscheinen neue Aufgaben, die relativ zügig zu bearbeiten sind, damit ich Ihnen in der jeweils nächsten Woche Rückmeldungen dazu geben kann.

Der Moodle-Kursbereich bietet Teilnehmenden ein Forum, in dem Fragen zu den Themen des Kurses gestellt und beantwortet werden können.

Zum Betrachten dieser PDF-Datei sollten Sie vorzugsweise einen aktuellen Webbrowser verwenden. Durch Antippen der Seitenzahlen im Inhaltsverzeichnis können Sie so beispielsweise direkt zum jeweiligen Kapitel springen. Auch externe Links auf Webseiten und Videos funktionie-

1 https://moodle.hs-bochum.de/course/view.php?id=14

ren dann nahtlos. So können Sie die Videos des CAD-Kanals direkt aus dieser PDF-Datei heraus aufrufen. Am Anfang einiger Kapitel finden Sie ein Vorschaubild des jeweiligen Themenvideos. Sie starten das Video durch einen Klick auf das Vorschaubild.

Die Videos befanden sich ursprünglich auf YouTube. Da dort aber mittlerweile selbst vor Lehrvideos aufdringliche Werbung geschaltet wird, werden die Dateien nun auf der nichtkommerziellen PeerTube-Instanz tube.tchncs.de bereitgestellt. Ein weiterer Vorteil dieser Plattform ist, dass Sie die Videos von dort auch ohne Abschluss eines teuren Premiumabos herunterladen dürfen.

Das Skript und die Videos werden bei Bedarf aktualisiert. Hinweise auf veraltete, inkorrekte oder unverständliche Informationen darin sind jederzeit willkommen.

1.1 Lerntipps

1. Seien Sie ehrlich zu sich selbst!
2. Fragen Sie, wenn Sie etwas nicht verstanden haben!
3. Helfen Sie anderen!
4. Verständnis kann man nicht kaufen.

1.2 PC-Ausstattung

1.2.1 Hardware

Sie benötigen in diesem Semester einen internetfähigen Computer mit einer Dreitastenmaus, mindestens 8 GB RAM und einem Bildschirm, der mindestens 1000 Pixel vertikal auflöst. Bei einer geringeren Bildschirmauflösung werden manche Dialoge und Werkzeugkästen des CAD-Programms nicht mehr vollständig angezeigt.

Wenn Sie mehrere Monitore oder einen hochauflösenden 4K-Monitor an Ihrem PC verwenden, sollte die Grafikkarte des verwendeten PCs über mehr als 4 GB eigenen Speicher verfügen.

1.2.2 Software

Das Betriebssystem des verwendeten PCs spielt keine große Rolle; die Software, die wir verwenden, läuft im Rahmen der Funktionen, die wir in diesem Semester nutzen werden, unter Linux, macOS und Microsoft Windows gleichermaßen.

Wir verwenden im CAD-Kurs das Programm BricsCAD V26. Dieses unterstützt das Standard-Zeichnungsdateiformat DWG[1], ist recht genügsam in den Geräteanforderungen und wird im Moment sehr intensiv im Bereich BIM weiterentwickelt.

Das Programm läuft direkt nach der Installation 30 Tage lang als Vollversion ohne Einschränkungen. Sie erhalten während Ihres Studiums kostenlos eine Lizenznummer, mit der Sie das Programm jeweils ein Jahr lang für die höchste Funktionsstufe „Ultimate“ freischalten können. Dazu ist lediglich der Upload eines Studiennachweises erforderlich.

Auch nach Ablauf der Lizenz darf der 3D-Modellierungsteil des Programms (BricsCAD Shape) weiterhin unbegrenzt genutzt werden. Leider wird Shape in BricsCAD V26 nicht mehr enthalten sein.

Außer dem CAD-Programm benötigen Sie noch ein Office-Paket zur Bearbeitung der Fragen zu den Übungsaufgaben. Aus Effizienzgründen installieren Sie bitte das freie Office-Paket LibreOffice. Sie erhalten es kosten-

1 Das DWG-Format wurde ursprünglich von der Firma Autodesk für das Programm AutoCAD entwickelt und kann dank der Arbeit der Open Design Alliance heute von vielen anderen CAD-Programmen verwendet werden.

los auf https://de.libreoffice.org/download/download/. Bitte beachten Sie, dass die deutschen Fassungen der Hilfedateien und der Benutzungsoberfläche je nach Betriebssystem separate Downloads sind.

Softwareprodukte wie „Microsoft 365“ sind für uns weniger geeignet, da ihr Funktionsumfang gegenüber LibreOffice zu eingeschränkt ist. Insbesondere der für die Bearbeitung der Semesteraufgaben notwendige PDF-Import und -Export ist in Microsoft-Produkten nur begrenzt nützlich.

Eine zusätzliche Python-Installation auf dem Rechner ist ebenfalls hilfreich, wenn wir später im Semester einige Möglichkeiten kennenlernen werden, parametrisierte Konstruktionen ohne viel Handarbeit zu realisieren.

2 CAD mit BricsCAD

Kapitel 2 des CAD-Skriptes gliedert sich in Unterkapitel, die weitgehend den einzelnen Vorlesungswochen dieses Semesters entsprechen. In jedem Unterkapitel lernen wir einige neue Möglichkeiten des CAD-Programms kennen, vertiefen gelegentlich auch bereits behandelten Stoff und üben die Anwendung des Gelernten.

Über eine Videoreihe, die im Rahmen dieses Kurses für Sie angefertigt wurde, erhalten Sie zu jedem Wochenthema eine kurze Einführung. Sie finden die Kursvideos im Fediverse[1].

Vom Hersteller der Software wird eine Anzahl kostenloser Videokurse angeboten[2]. Diese Kurse sind englischsprachig und enthalten viel mehr Informationen als ich guten Gewissens in diesem Semester unterbringen möchte.

Zahlreiche deutschsprachige Videos rund um BricsCAD finden Sie auf dem Youtube-Kanal von CAD-Deutschland[3].

1 https://tube.tchncs.de/c/cad

2 https://lessons.bricsys.com

3 https://www.youtube.com/channel/UC2t1g51y5PkL48H_hl7x0nw

2.1 Download und Installation

Bitte registrieren Sie sich mit Ihrer Hochschulmailadresse und einem selbstgewählten Passwort auf https://www.bricsys.com/de-de/students/.

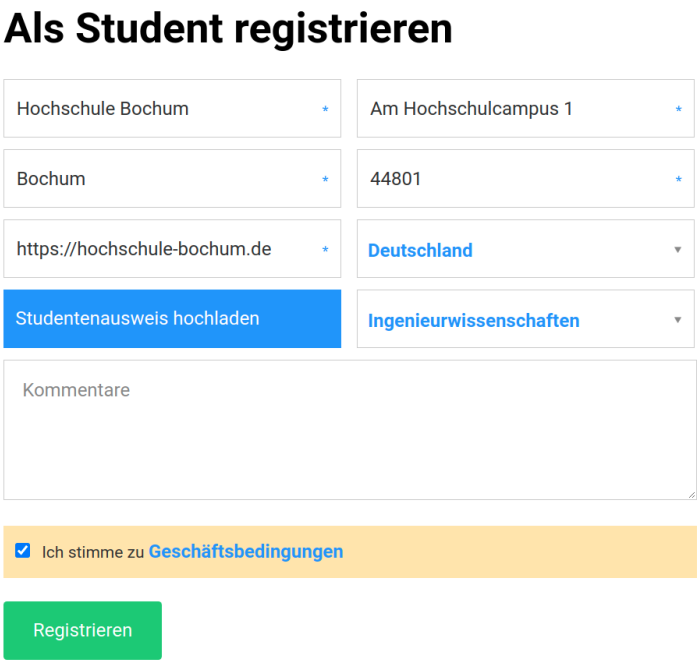
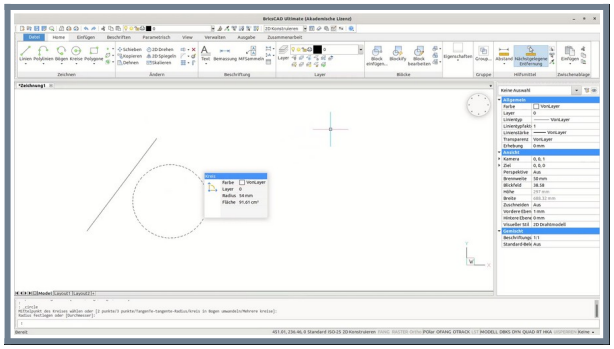


Abb. 1: Registrierung als Studentin oder Student

Nach der Anmeldung auf der Website können Sie das Programm für Ihr Betriebssystem herunterladen und erhalten innerhalb einer Woche eine für ein Jahr gültige Lizenz. Sie müssen jedoch nicht erst auf die Lizenz warten, sondern können direkt nach Download und Installation mit dem Programm arbeiten. 30 Tage lang läuft es auch ohne Eingabe einer Lizenznummer.

Für die Dauer Ihres Studiums dürfen Sie diese Anmeldung jährlich wiederholen, sodass Sie das Programm während Ihres gesamten Studiums legal nutzen können.

2.2 Die Programmoberfläche (GUI)



Video 2: Kurzer Blick auf BricsCAD V19 (2:06)

Beim ersten Start von BricsCAD erscheint ein Dialog zur Wahl eines Arbeitsbereichs. Dort wählen wir aus, wozu wir das Programm verwenden wollen. Entsprechend dieser Auswahl wird die Benutzungsoberfläche des Programms voreingestellt. Diese Wahl lässt sich später, sogar während der Arbeit mit dem Programm, ändern.

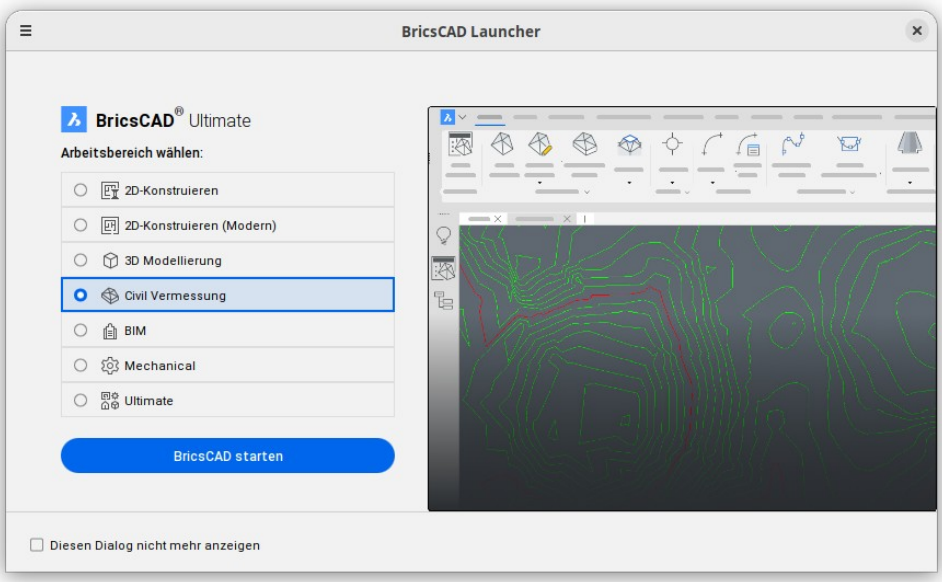


Abb. 2: Startbild zur Wahl des Arbeitsbereichs in BricsCAD V26

Der Startbildschirm hat entweder einen schwarzen oder einen hellgrauen Hintergrund, abhängig vom zuletzt eingestellten Farbschema.

Wir wählen den Arbeitsbereich „2D-Konstruieren“ und achten im nächsten Dialog darauf, dass die Einheit [mm] ausgewählt ist, wenn wir eine neue Zeichnung beginnen (Abb. 3).

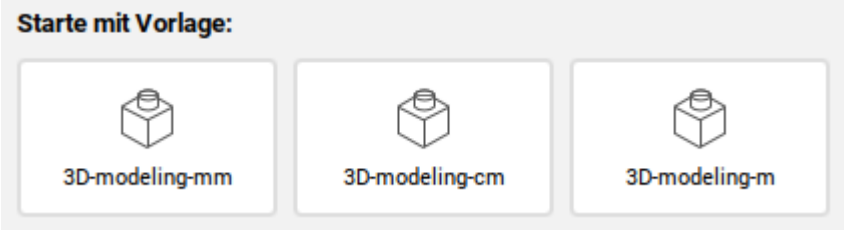


Abb. 3: Anlegen einer neuen Zeichnung in BricsCAD V25

Werfen wir einen Blick auf die einzelnen Elemente der Benutzungsoberfläche von BricsCAD:

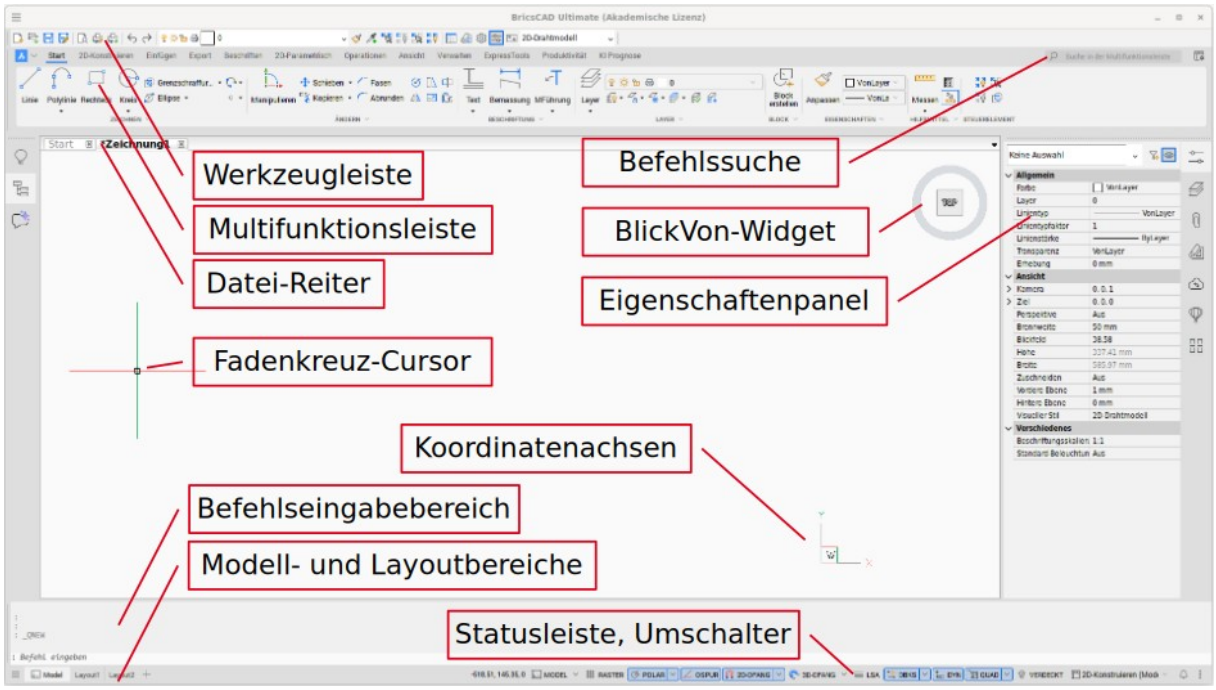


Abb. 4: BricsCAD V26 im hellen Farbschema

Die Benutzungsoberfläche des Programms ist außerordentlich individuell konfigurierbar. Einigen Elementen darin begegnen wir jedoch immer wieder. Wir schauen uns diese Bestandteile der Oberfläche nun an.

In der großen weißen[1] Zeichenfläche gibt es anfangs nur drei sichtbare Elemente.

1 … oder schwarzen, wenn Sie Dark-Mode-Fan sind …



Abb. 5: Das BlickVon-Widget

Oben rechts sehen wir ein rundes Element, welches als „BlickVon-Widget“ bezeichnet wird. Durch Anklicken der Ecken und Seitenflächen des transparenten Würfels lassen sich schnell verschiedene 3D-Ansichten auswählen. Durch Ziehen am breiten grauen Rand lässt sich die Bildschirmdarstellung drehen. Ein Klick in die Mitte des Widgets zeigt die Ansicht genau von oben.

Bei jeder Änderung der Ansichtsrichtung wird automatisch auf die Grenzen unserer Zeichnung oder 3D-Konstruktion gezoomt.

Durch Rechtsklick auf das Widget erhalten wir ein kleines Menü, in dem wir unter anderem die räumliche Ansicht schnell zwischen Parallelprojektion und perspektivischer Darstellung umschalten oder einen visuellen Stil wie beispielsweise „Drahtmodell“ oder „Realistisch“ wählen können.

Wenn Sie versehentlich den Punkt „Schließen“ wählen, wird das BlickVon-Widget vom Bildschirm entfernt und kann mit dem Befehl **`BLICKVON EIN`** wiederhergestellt werden.

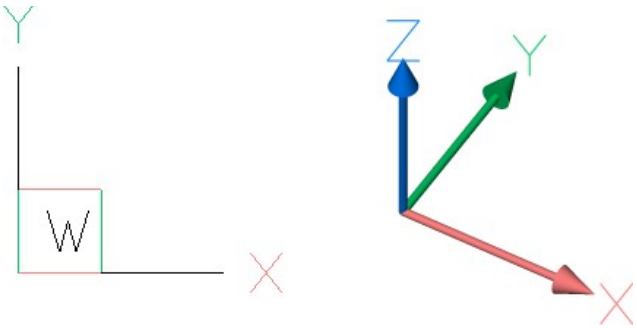


Abb. 6: Das Koordinatenachsensymbol in 2D- und 3D-Darstellung

Den drei Raumachsen sind Farben zugeordnet: Rot für x, Grün für y und Blau für z.

Ein „W“ im Koordinatenursprung zeigt an, dass wir uns gerade im „Weltkoordinatensystem“ (WKS) befinden und nicht in einem frei definierten Benutzerkoordinatensystem (BKS).

Das Koordinatenachsensymbol ist üblicherweise direkt im Koordinatenursprung (0, 0, 0) angeordnet. Falls der Koordinatenursprung sich einmal außerhalb der Bildschirmfläche befinden sollte, wird das Koordinatenachsensymbol unten links angezeigt.

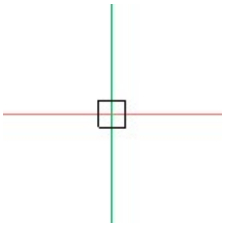


Abb. 7: Das Fadenkreuz mit der Pickbox

Der Mauszeiger schließlich verwandelt sich auf der Zeichenfläche in ein Fadenkreuz. In seiner Mitte befindet sich die „Pickbox“. Ihre Größe zeigt an, wie genau wir die Maus positionieren müssen, um ein Objekt auszuwählen.



Abb. 8: Registerkartenreiter

Am oberen Rand der Zeichenfläche finden wir auf der linken Seite Registerkartenreiter. Sie informieren uns darüber, in welcher Zeichnungsdatei wir gerade arbeiten. Solange eine Zeichnung noch nicht gespeichert wurde, steht hier nur „Zeichnung1“ oder „Zeichnung2“. Grundsätzlich sollten wir jede Zeichnung so schnell wie möglich in einer Datei speichern, damit sie automatisch alle paar Minuten gesichert wird und nicht verlorengehen kann. Dass eine Zeichnung ungesicherte Änderung enthält, kann man an einem dem Namen vorangestellten Sternchen erkennen.



Abb. 9: Die Statusleiste am unteren Rand des Programmfensters von BricsCAD V25

Am unteren Rand des BricsCAD-Anwendungsfensters sehen wir die Statusleiste. Diese zeigt die Mauskoordinaten, den eingestellten Text- und Bemaßungsstil, den aktuellen Arbeitsbereich und einige Schalter an, mit denen sich das Verhalten des Programms beeinflussen lässt. Falls die Statusleiste einmal nicht angezeigt wird, können Sie sie mit dem Befehl **`STATUSBAR EIN`** wieder einschalten.

Seit BricsCAD V25 enthält die Statusleiste je nach Bildschirmauflösung anstelle der Textkürzel der verschiedenen Umschalter oder zusätzlich zu ihnen kleine Icons. Hinter einigen Schaltern ist durch Rechtsklick ein Optionsmenü erreichbar. Auf sehr hoch auflösenden Monitoren ist rechts neben manchen Schaltfeldern ein von Ausklappmenüs bekannter V-förmiger Winkel zu sehen, der nach einem Linksklick das Optionsmenü öffnet. Leider entsteht dadurch auch in V26 eine Inkonsistenz in der Bedienbarkeit, weil der gewohnte Rechtsklick dann nicht mehr funktioniert. Falls Sie das verwirrend finden, können Sie mit dem Befehl **`USENEWSTATUSBAR 0`** auch die alte, rein textuelle Statusleiste wieder aktivieren. Wenn im folgenden Text von einem Rechtsklick auf eine Schaltfläche in der Statusleiste die Rede ist, ist der Linksklick auf den „V-Winkel“ jeweils mitgemeint.

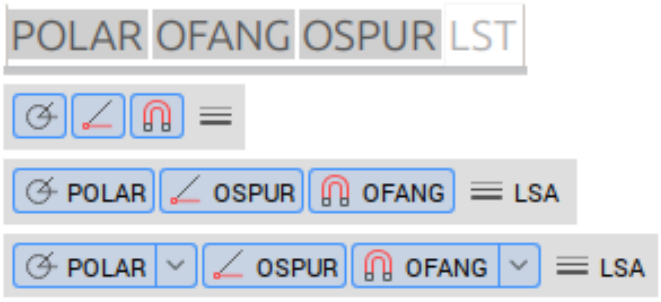


Abb. 10: Schaltflächen der alten und der neuen Statusleiste bei verschiedenen Bildschirmauflösungen

Ganz links in der Statusleiste sehen wir in BricsCAD V26 mit „Modell“, „Layout1“ und „Layout2“ beschriftete Umschalter. Mit ihnen können wir innerhalb einer Zeichnung jederzeit zwischen dem Modellbereich, das ist unser fast unendlich großer Konstruktionsraum, oder einem der Layoutbereiche wechseln. Layoutbereiche sind jeweils an eine feste Papiergröße gebunden und werden deshalb gelegentlich auch „Papierbereiche“ genannt[1]. Sie können je nach Bedarf weitere Layoutbereiche hinzufügen und diesen individuelle Namen geben.



Abb. 11: Die Umschalter für den Modellbereich und die Layoutbereiche in BricsCAD V25

1 Tatsächlich bestehen Layoutbereiche aus dem Papierbereich und einem oder mehreren Ansichtsfenstern auf den Modellbereich, aber das führt an dieser Stelle zu weit.

Das Wort „Zeichnung“ wird im CAD-Bereich oft anders als gewohnt verwendet. Es bezieht sich hier nicht nur auf eine einzelne Abbildung, sondern in der Regel auf die gesamte Datei mit allen 2D- und 3D-Elementen im Modellbereich sowie allen daraus abgeleiteten Zeichnungsblättern in den Layoutbereichen.

Das Eigenschaftenpanel am rechten Bildschirmrand zeigt in einer Tabelle die wichtigsten Eigenschaften ausgewählter Objekte an. Diese Eigenschaften können wir in der Regel direkt in der angezeigten Liste ändern. Wenn gerade kein Objekt ausgewählt ist, können wir dort Einstellungen für neu zu zeichnende Objekte vornehmen, zum Beispiel Farbe, Linienstärke oder Transparenz, sowie den „visuellen Stil“ umschalten, der die Darstellung von 3D-Körpern beeinflusst.

Im Befehlseingabebereich können wir Zeichenbefehle, Koordinaten oder Befehlsoptionen komplexerer Befehle eingeben. Standardmäßig werden dort angezeigte Texte transparent über die Zeichenfläche gelegt und nach kurzer Zeit ausgeblendet. Anfangs ist es vielleicht keine schlechte Idee, den Eingabebereich stattdessen permanent außerhalb der Zeichenfläche anzudocken. Dazu verfügt er links über eine dünne gepunktete Linie, die beim Anklicken und Ziehen mit der Maus als „Griff“ verwendet werden kann. Wenn wir den Eingabereich ganz nach unten in die Statusleiste ziehen, erhält er eine ausreichend große Fläche unterhalb des Zeichenbereichs.

Mit der Tastenkombination Strg 9 (⌘ 9 auf Apple-PCs) lässt sich der Eingabebereich an- und ausschalten.

Ein wenig radikal ist die Tastenkombination Strg 0 (⌘ 0 auf Apple-PCs). Hinter ihr verbirgt sich die Funktion „Bildschirm bereinigen“ (**BILDSCHBEREIN**), die nahezu sämtliche GUI-Elemente vom Bildschirm entfernt. Ein erneutes Drücken von Strg 0 ruft das Gegenstück **BILDSCHBERAUS** auf und stellt die Oberfläche wieder her.

Seit BricsCAD 25 gibt es oben rechts im Programmfenster noch eine Suchbox, um das Auffinden von Icons in der Multifunktionsleiste zu erleichtern. Icons, die der Eingabe nicht zugeordnet werden können, werden ausgeblendet[1].

1 Ein beliebter Anfängerfehler besteht darin, irgendetwas in die Suchbox zu tippen und sich dann zu fragen, warum sich die meisten Icons plötzlich nicht mehr anklicken lassen.

Rechts neben der Suchbox schließlich finden wir ein Icon zur Anpassung der Benutzungsoberfläche. Probieren Sie einmal einige der Einstellungen aus. Auf kleinen Bildschirmen ist vielleicht sinnvoll, auf die Beschriftung in der Multifunktionsleiste zu verzichten, auf großen Bildschirmen dagegen sorgt das Einschalten der Menüleiste dafür, viele Befehle schneller zu finden.

Da es nicht ganz unwahrscheinlich ist, dass die Benutzungsoberfläche unseres CAD-Programms nach mehreren freiwilligen oder unfreiwilligen Layoutexperimenten nicht mehr so wirklich benutzbar wirkt (Abb. 12), können wir sie komplett zurücksetzen. Dazu geben wir den Befehl **ANPASSEN** ein und drücken die Buttons „Verwalten Sie Ihre Anpassungen…“ und „Vorgaben wiederherstellen“. Nach Anklicken der vorhandenen OK-Buttons wird die Oberfläche in den Auslieferungszustand zurückversetzt. Ein Neustart des Programms kann an dieser Stelle eine gute Idee sein.

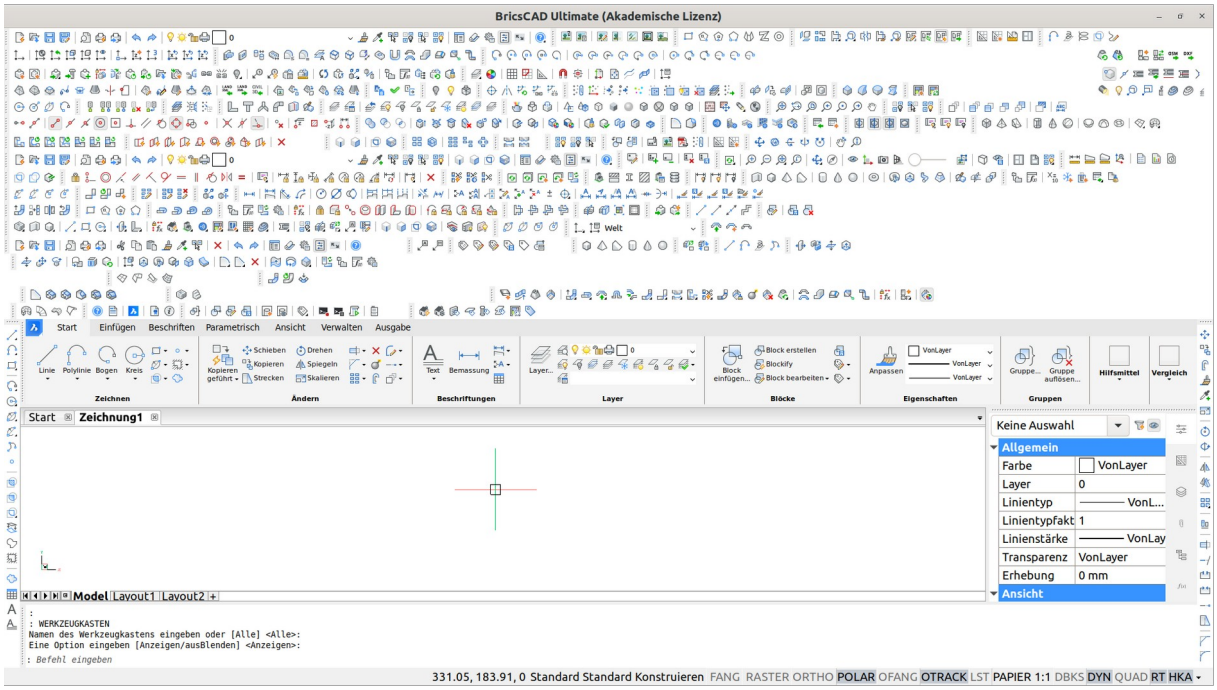


Abb. 12: Werkzeugkästen sollten sparsam eingesetzt werden. Wenn Sie mehr Zeit zum Suchen des richtigen Icons als zum Eintippen des Befehlsnamens benötigen, haben Sie zu viele Werkzeugkästen geöffnet.

Falls Sie sich gefragt haben, warum die Benutzungsoberfläche auch als GUI bezeichnet wird: Das steht für „graphical user interface“, auf Deutsch „grafische Benutzungsoberfläche“.

2.2.1 Die dunkle Seite

Mit der BricsCAD-Version V20 wurde ein dunkles Farbschema als sogenannter „Dark Mode“ neu eingeführt. Es ist besonders für Anwenderinnen und Anwender geeignet, die ihren Monitor viel zu hell eingestellt haben und gleichzeitig in einem abgedunkelten Raum sitzen.

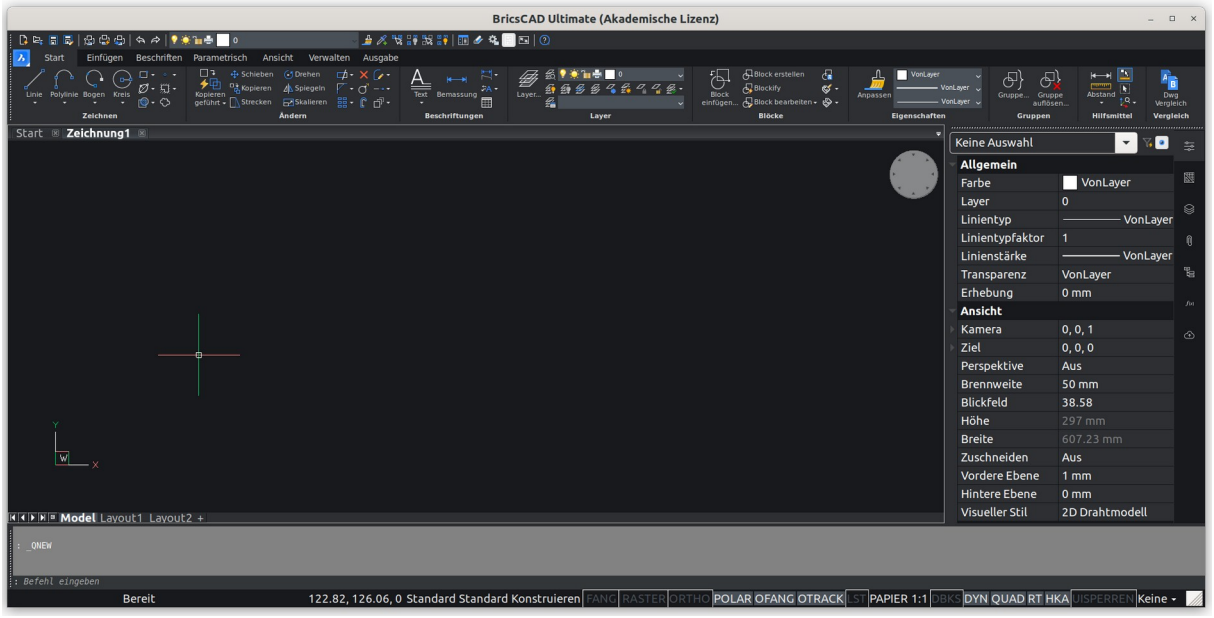


Abb. 13: Die Standardoberfläche von BricsCAD V21

Im vorigen Jahrhundert gab es tatsächlich gute Gründe, mit hellen Linien auf dunklem Hintergrund zu zeichnen. Die damals üblichen Röhrenmonitore konnten Bilder nicht im Ganzen darstellen, sondern lenkten einen Elektronenstrahl im Zickzack über eine Leuchtschicht, wodurch jedes Bildschirmpixel etliche Male in der Sekunde kurz aufblitzte. Durch die Trägheit des Auges und die Nachleuchtdauer der Leuchtschicht ergab sich bei geringer Gesamthelligkeit die Illusion eines flächigen Bildes. Bei hoher Helligkeit saß man, insbesondere bei hohen Bildschirmauflösungen und damit verbundener niedriger Bildwiederholfrequenz, vor einem Stroboskoplicht. Daher war es sinnvoll, so wenig flimmernde Bildschirmfläche wie möglich zum Leuchten zu bringen.

Viel ergonomischer und augenschonender ist es, die Bildschirmhelligkeit an die Raumhelligkeit anzupassen. Besonders ältere Monitore wurden ab Werk viel zu hell ausgeliefert. Tatsächlich sollten hellgraue Flächen auf dem Bildschirm nicht heller strahlen als eine weiße Wandfläche in einem gut beleuchteten Raum.

Wer in der Lage ist, den Helligkeits- und Kontrastregler des eigenen Monitors zu finden, hat daher mutmaßlich eher Freude am hellen Farbschema, wie es bis BricsCAD 19 Standard war. Es lässt sich mit dem Befehl „**COLORTHEME 1**“ aktivieren.

Spätestens seit Inkrafttreten der zweiten Stufe der EU-Verordnung zum Ökodesign für elektronische Displays[1] am 1. März 2023 sind Monitore ab Werk immer viel zu dunkel eingestellt, um damit vernünftig arbeiten zu können. Das macht den Dark Mode noch unsinniger. Professionelle CAD-Monitore sind von der Verordnung zwar ausgenommen, diese Lücke scheinen viele Hersteller jedoch nicht entdeckt zu haben.

Entgegen anderslautender Behauptungen spart der Dark Mode auf gewöhnlichen LCD-Bildschirm auch keinen Strom, weil die Flächenbeleuchtung (das sogenannte Backlight) immer an ist und im Dark Mode sogar heller eingestellt werden muss als im hellen Farbschema. Die teuren aber mitunter verschleißanfälligen OLED-Monitore dagegen benötigen tatsächlich weniger Energie, weil deren Bildschirmpixel einzeln mit Strom versorgt werden.

Die Farbe der Zeichenfläche kann unabhängig vom restlichen Farbschema eingestellt werden. Wenn Sie die Farbnummer kennen, tippen Sie einfach **BKGCOLOR** gefolgt von der Farbnummer oder den englischen Farbnamen ein oder Sie gehen über den Befehl **OPTIONEN** und tragen die Farbe im Abschnitt „Programmoptionen – Anzeigen“ ein. Eine Übersicht über die verwendbaren Farbnummern befindet sich im Anhang, Kapitel 3.4.

Auch dem Befehlseingabebereich können Sie beliebige Farben zuordnen. Klicken Sie ihn dazu mit der rechten Maustaste an und wählen Sie den Kontextmenüpunkt „Optionen“. In der sich öffnenden Tabelle können Sie Vordergrund (Schriftfarbe) und Hintergrund der unteren Eingabezeile und des darüber liegenden Eingabeprotokolls getrennt einstellen.

Wenn Sie die folgenden Befehle aus dieser PDF-Datei (einschließlich der Leerzeile am Ende) in den Befehlseingabebereich kopieren, werden einige Farben der Benutzungsoberfläche passend zum hellen oder dunklen Farbschema eingestellt.

1 https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R2021

Helles Farbschema:

```
ColorTheme 1
BkgColor RGB:250,250,250
CmdLineListBgColor RGB:250,250,250
CmdLineListFgColor RGB:0,0,0
CmdLineEditBgColor RGB:250,250,250
CmdLineEditFgColor RGB:0,0,0
CmdLineOptionBgColor RGB:240,240,240
CmdLineOptionShortcutColor RGB:200,50,0
CmdLineFadingLogBgColor RGB:240,240,240
CmdLineFadingLogFgColor RGB:40,40,40
SnapMarkerColor 20
AutoSnap 127
```

Dunkles Farbschema:

```
ColorTheme 0
BkgColor RGB:24,25,28
CmdLineListBgColor RGB:130,130,130
CmdLineListFgColor RGB:255,255,255
CmdLineEditBgColor RGB:50,54,56
CmdLineEditFgColor RGB:255,255,255
CmdLineOptionBgColor RGB:121,132,142
CmdLineOptionShortcutColor RGB:255,187,0
CmdLineFadingLogBgColor RGB:50,54,56
CmdLineFadingLogFgColor RGB:255,255,255
SnapMarkerColor 122
AutoSnap 127
```

Die vorletzte Einstellung **SnapMarkerColor** setzt die Farbe für die Fangpunktmarkierungen im hellen Farbschema auf 20 (orangerot) und im dunklen Farbschema auf 122 (blaugrün).

Der Wert 127 der Variable **AutoSnap** sorgt dafür, dass diese Markierung auch angezeigt wird.

Während die Menüs und der Zeichenflächenhintergrund sofort ihre neuen Farben erhalten, ist für die Übernahme der Änderungen im Befehlseingabebereich ein Neustart des Programms notwendig.

Tipp: Wenn Sie häufiger zwischen hellem und dunklem Farbschema wechseln möchten, legen Sie zwei Textdateien an. Sie können diese beispielsweise BricsCAD_hell.scr und BricsCAD_dunkel.scr nennen[1]. In die Dateien fügen Sie jeweils den Inhalt einer der beiden vorstehenden Textkästen ein. Denken Sie auch hier daran, dass die letzte Zeile leer sein muss. Mit dem Befehl **SCRIPT** können Sie die Befehle in diesen Dateien durch BricsCAD ausführen lassen.

2.2.2 Befehlseingaben

Zum Aufrufen der Konstruktionsbefehle des Programms stehen uns vier unterschiedliche Methoden zur Verfügung. Jede dieser Methoden hat ihre Daseinsberechtigung und eignet sich je nach Einsatzbereich, Erfahrung und persönlicher Vorlieben mal mehr und mal weniger gut für bestimmte Aufgaben.

Werkzeugleisten und Multifunktionsleiste

Wer Icons bevorzugt, erreicht fast alle Befehle über die vielen Werkzeugleisten oder die breite Multifunktionsleiste.

1 Falls Sie mit Windows arbeiten, ist das Umbenennen einer Dateiendung von .txt nach .scr eine kleine Herausforderung. Eine Anleitung dazu (und wie man Windows den gefährlichen Unfug abgewöhnt, Dateiendungen zu verstecken) finden Sie in Kapitel 2.3.2 des Informatik-Skriptes: https://martinvogel.de/python

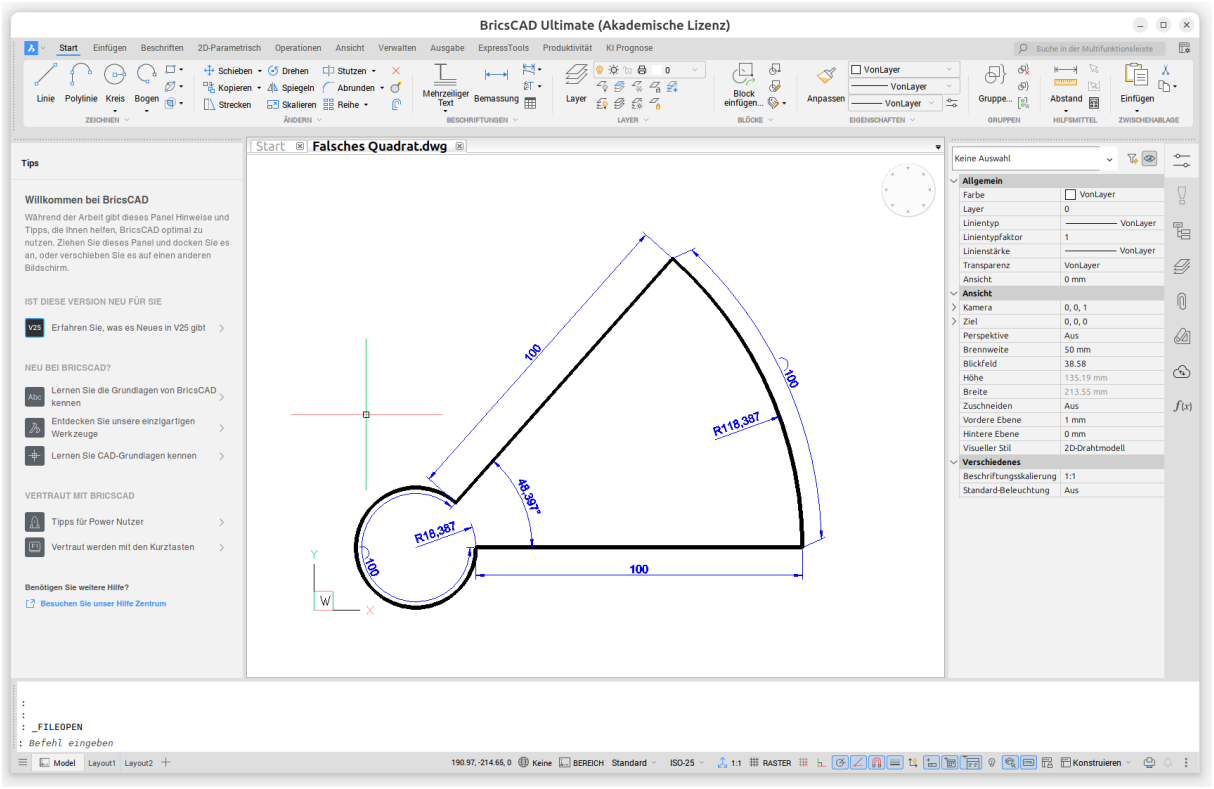


Abb. 14: BricsCAD V25 mit der Multifunktionsleiste „Konstruieren“

Zusätzlich lassen sich für häufig benötigte Befehle sogenannte „Werkzeugkästen“ hinzuschalten, die nach Themen geordnet sind und jeweils einige Befehls-Icons enthalten. Es gibt dutzende von Werkzeugleisten für verschiedene Arbeitsschritte, die sich einzeln hinzu- und wegschalten lassen und die beliebig auf dem Bildschirm positioniert werden können. Dazu rechtsklicken Sie in einen vorhandenen Werkzeugkasten und setzen im Untermenü „Werkzeugkästen ▸ BRICSCAD ▸“ Häkchen vor die Namen der anzuzeigenden Werkzeugkästen. Die Werkzeugkästen können Sie frei auf dem Bildschirm verschieben oder am linken, oberen oder rechten Fensterrand andocken.



Abb. 15: Der Werkzeugkasten „Kreise“

Die Größe der Werkzeugkasten-Icons lässt sich mit Rechtsklick auf einen vorhandenen Werkzeugkasten zwischen „klein“, „groß“ und „extra groß“ umschalten. Die letzte Einstellung ist für kleine Bildschirme mit zu hoher Auflösung geeignet, zum Beispiel 4K-Monitore[1] mit weniger als einem Dreiviertelmeter Bilddiagonale oder Apples Retina-Displays.

Die Multifunktionsleiste bleibt von dieser Größeneinstellung leider völlig unbeeindruckt.

Quad

Die zweite Möglichkeit der Befehlseingabe wird durch das mächtige „Quad“ zur Verfügung gestellt. Dies ist ein grafisches Menü direkt am Mauszeiger, welches immer die gerade wahrscheinlichsten (und meistens auch die gerade sinnvollsten) Funktionen anbietet und sich durch Zeigen mit der Maus dynamisch erweitert. Bei den ersten Gehversuchen ist das Quad vielleicht noch ein wenig verwirrend. Es lässt sich mit dem Schalter Quad in der Statusleiste ein- und ausschalten. Mein Tipp: lassen Sie es eingeschaltet. Man gewöhnt sich schnell an die kleine Box und sie ist meistens ziemlich hilfreich.

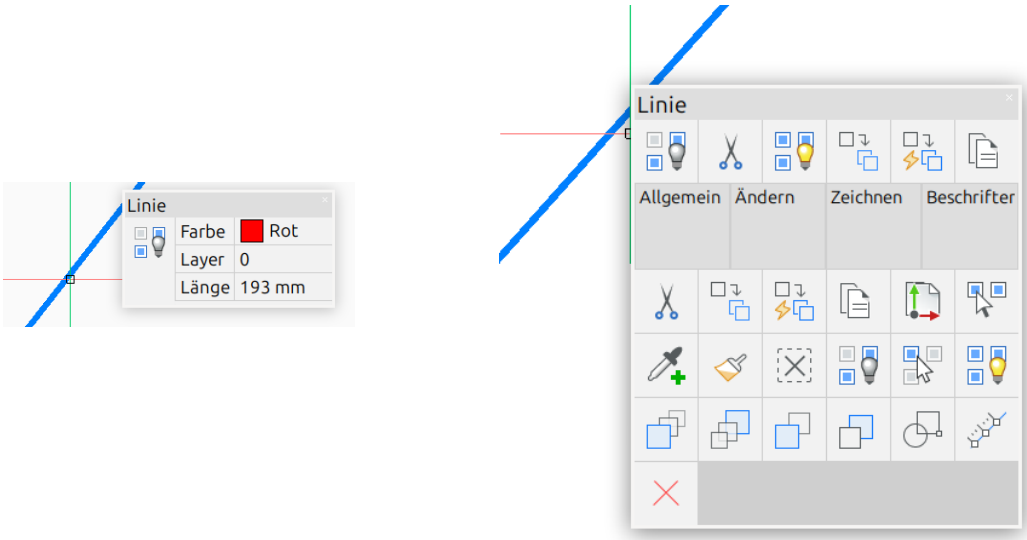


Abb. 16: Das Quad in Standardgröße und nach der Suche nach einem Befehl

Wenn Ihnen die Icons im Quad zu groß oder zu klein erscheinen, können Sie deren Größe mit der Eingabe von **`QuadiconSize`** gefolgt von der Ziffer **`0`**, **`1`** oder **`2`** auf einen passenden Wert einstellen.

---

1 4K-Monitore haben bei gleicher Pixelgröße die vierfache Fläche eines Full-HD-Monitors, da sie anstelle von 1920 × 1080 Bildpunkten gleich 3840 × 2160 Bildpunkte darstellen.

Klassische Menüleiste

Als dritte Möglichkeit, alle Befehle in übersichtlicher Form zu finden, bietet sich die klassische Menüleiste an. Diese ist besonders bei textuell orientierten Anwenderinnen und Anwendern beliebt, die ungern die Bedeutung hunderter winziger Icons lernen möchten. Für Anfängerinnen und Anfänger ist sie oft die schnellste Methode, um einen selten genutzten Befehl zu finden. Die Menüleiste ist die vollständigste Sammlung von Programmbefehlen. Wir schalten sie mit dem Befehl **`MENUBAR EIN`** ein oder rechtsklicken in einen vorhandenen Werkzeugkasten und setzen das Häkchen vor „Menüleiste“.

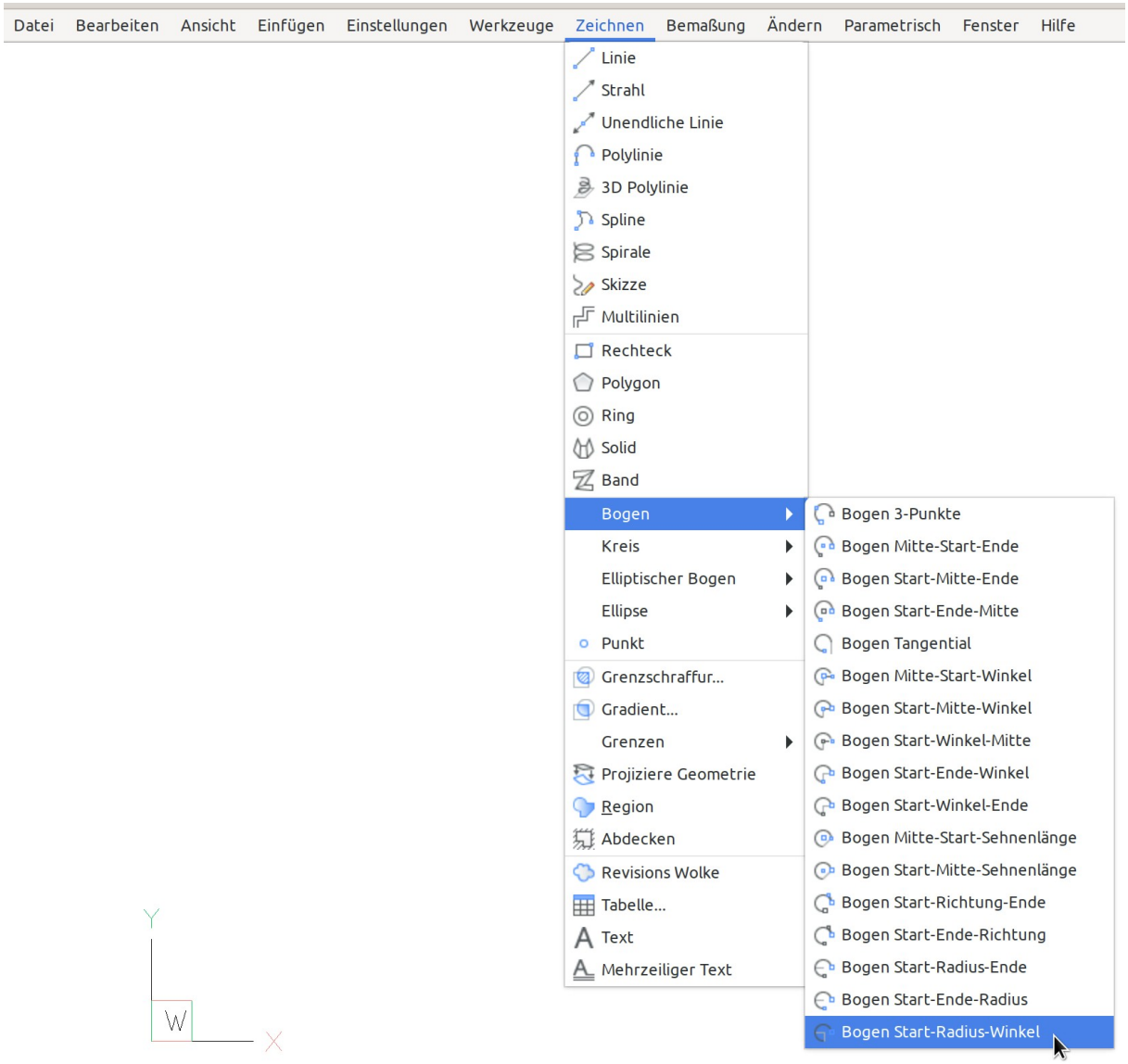


Abb. 17: Nur in der Menüleiste finden wir diese Auswahl.

Befehlseingabebereich

Die vierte und älteste Art und Weise, dem CAD-Programm mitzuteilen, was es als nächstes tun soll, ist der Befehlseingabebereich in der unteren Bildschirmhälfte. Hier können Befehle unmittelbar eingetippt und mit der Eingabetaste oder der Leertaste ausgeführt werden. In diesem Kurs wird recht häufig auf den Befehlseingabebereich zurückgegriffen, da dieser auch dann noch nachvollziehbar verwendbar ist, wenn der Rest der Benutzungsoberfläche nach persönlichen Vorlieben umgestaltet wurde.

Der Befehlseingabebereich ist auch der schnellste Weg, um Programmeinstellungen zu ändern. Alle Einstellungen des Programms und der aktuellen Zeichnung sind in Variablen abgelegt. Um eine Variable zu ändern, tippen wir einfach ihren Namen ein, als sei sie ein Befehl. Es werden dann in spitzen Klammern der aktuelle Wert und gegebenenfalls auch die erlaubten Werte angezeigt.

```
: COLORTHEME
Neuer aktueller Wert für  COLORTHEME (0 bis 1) <0>:1
```

Abb. 18: Änderung einer Programmvariable

Eine Liste mit einigen wichtigen, in diesem Skript verwendetem Variablen finden Sie im Kapitel 3.5 des Anhangs.

Falls der Befehlseingabebereich einmal von Ihrem Bildschirm verschwinden sollte, können Sie ihn mit der Tastenkombination Strg 9 wieder zurückholen (⌘ 9 auf Apple-PCs). Sie können die Befehle aber auch einfach in die leere Zeichenfläche tippen. Mit der Taste F2 weisen Sie dem Befehlseingabereich ein ganz eigenes Bildschirmfenster außerhalb des BricsCAD-Programmfensters zu. Das kann recht hilfreich sein, um längere Textausgaben lesen zu können. Ein erneuter Druck auf F2 schließt dieses Fenster wieder.

Der Befehlseingabebereich kann auch vorbereitete Befehlsfolgen „abspielen“. Dazu kopieren Sie einen Satz Befehle exakt so, wie Sie sie nacheinander eintippen würden, in den Befehlseingabebereich. Sie können die Befehle auch in einem Texteditor verfassen und als Datei speichern. Es ist sogar denkbar, eine Skriptdatei von einem selbst geschriebenen Programm erzeugen zu lassen. Das fertige Befehlsskript[1] lässt sich schließlich mit dem Befehl **SCRIPT** laden und ausführen. Denken Sie beim Zu-

1 Ein Beispiel zum Ausprobieren finden Sie auf https://bauforum.wirklichewelt.de/index.php?id=11644.

sammenstellen der Skriptbefehle daran, dass Leerzeichen nicht beliebig zur Erhöhung der Lesbarkeit eingestreut werden können, sondern fast immer einem Drücken der Eingabetaste gleichgestellt sind.

2.2.3 Der Layoutbereich

Eine neue Zeichnung enthält standardmäßig zwei Layoutbereiche, die sich über die Registerkartenreiter am unteren Rand der Zeichenfläche auswählen lassen.

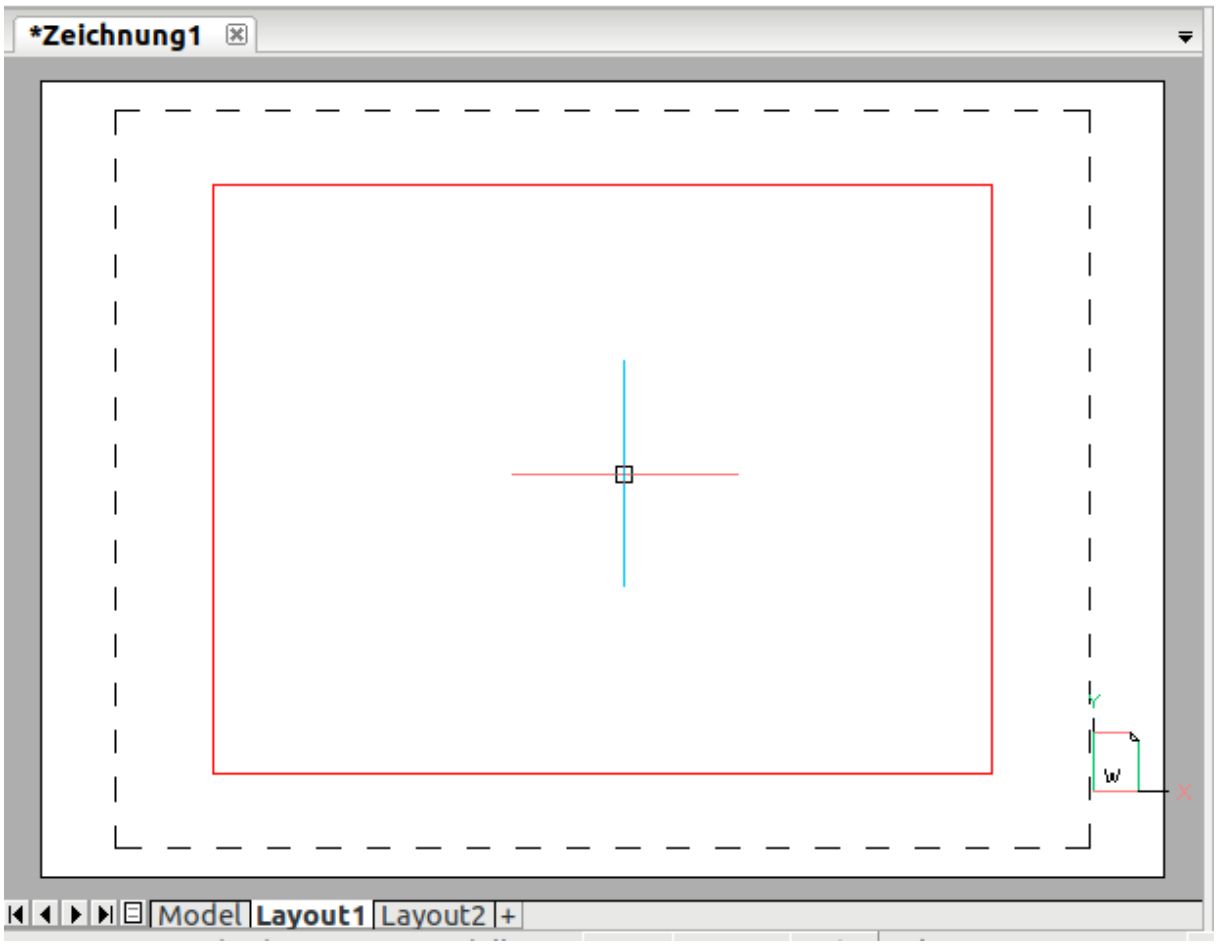


Abb. 19: Leerer Layoutbereich

Ein Layoutbereich ist immer an eine bestimmte Papiergröße und sogar an ein bestimmtes Druckermodell gebunden. Besonders die Wahl des Druckers beeinflusst den nicht nutzbaren Papierrand, der in Abb. 19 durch ein gestricheltes Rechteck markiert wird. Außerhalb dieses Rechtecks werden keine Zeichnungselemente ausgegeben, selbst wenn sie in der Vorschau sichtbar sind. Mein Tipp ist, keinen mechanischen Drucker auszuwählen, sondern stattdessen ausschließlich den PDF-Exportfilter des Programms zu nutzen. Hiermit lassen sich geräteunabhängige randlose PDF-Dateien erzeugen. Die Einrichtung des Layoutbereichs nehmen wir

vor, indem wir seinen Registerkartenreiter, z. B. „Layout1“, rechtsklicken und im sich öffnenden Kontextmenü den Punkt „Seite einrichten…“ auswählen. Als Drucker wählen wir das Modell „Print As PDF.pc3“ und als Seitenformat beispielsweise „A4“ (ohne irgendwelche zusätzlichen Bezeichnungen). Nach Auswahl der Seitenausrichtung (Hochformat/Querformat) können wir den Dialog wieder schließen.

Das gestrichelte Rechteck sollte anschließend verschwunden sein, da beim Seitenformat „A4“ alle nicht bedruckbaren Seitenränder auf null gesetzt sind. Was bleibt, ist ein etwas kleineres zweites Rechteck mit durchgezogener Randlinie. Dieses ist ein Ansichtsfenster auf den im Moment noch leeren Modellbereich und wird für unsere ersten Experimente nicht benötigt. Wir klicken das Rechteck an seinem Rand mit der Maus an und löschen es durch Drücken der Taste Entf oder durch Anklicken des Icons, das wie ein rotes X aussieht. Der Layoutbereich sollte nun nur noch aus einer leeren weißen Fläche bestehen.

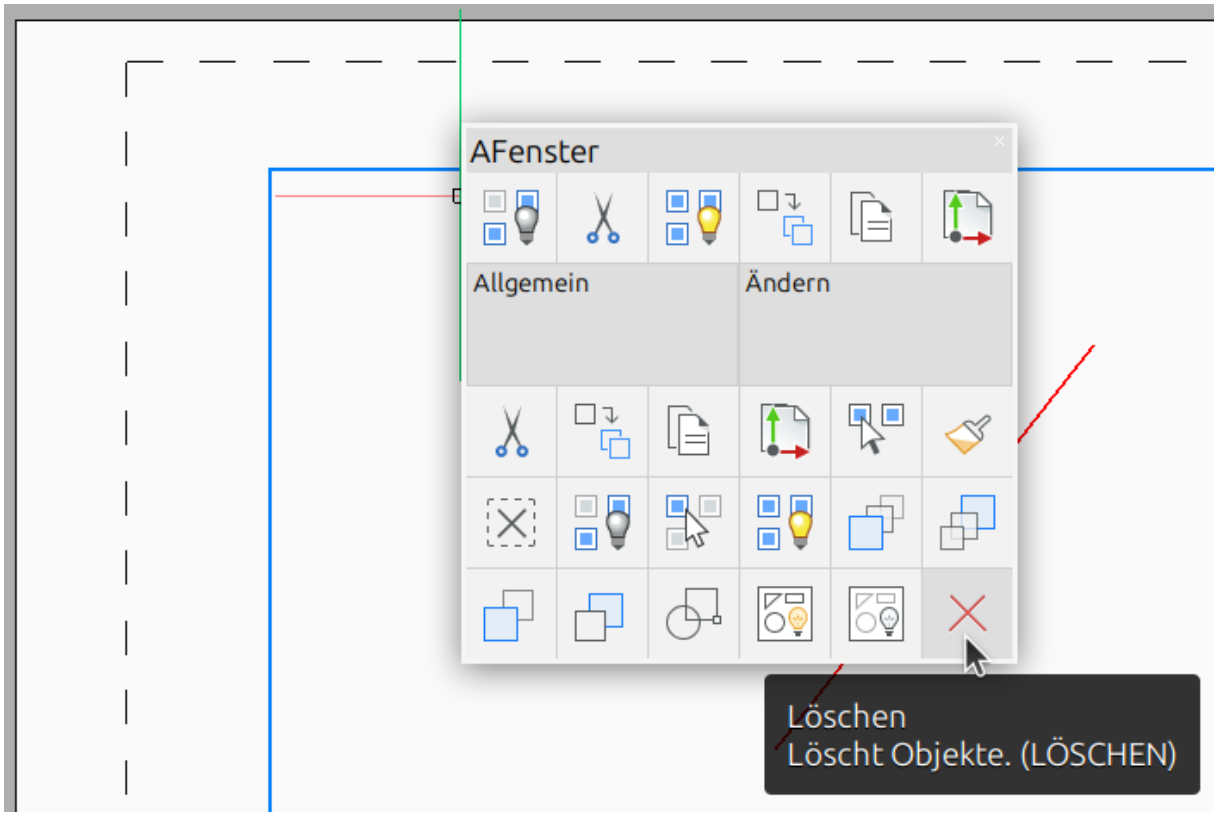


Abb. 20: Das Icon „Löschen“ im Quad von BricsCAD V25

Um maßstabsgetreue PDF-Dateien zu erzeugen, muss in BricsCAD noch eine für uns unsinnige Programmvoreinstellung korrigiert werden. Dazu setzen Sie entweder die Variable **PDFZOOMTOEXTENTSMODE** auf null oder Sie entfernen das Häkchen vor „Zoom zu Grenzen“ in den PDF-Exportoptionen (**PDFOPTIONS**).

2.2.4 Zoom und Pan

Um bei umfangreichen Zeichnungen nur den gerade interessanten Teil auf dem Bildschirm anzuzeigen, gibt es die beiden Funktionen Zoom und Pan. Zoom vergrößert oder verkleinert den aktuellen Bildausschnitt und Pan verschiebt die Ansicht unter Beibehaltung des aktuellen Abbildungsmaßstabes. Beide Funktionen erreichen Sie über das Mausrad, das bei den meisten Mäusen auch als mittlere Maustaste dient. Durch Drehen des Mausrades verändern Sie die Größe der Darstellung, durch Gedrückthalten und Ziehen verschieben Sie die Darstellung.

Wenn Ihre Dreitastenmaus gerade nicht zur Hand ist, können Sie notfalls auch mit einem Touchpad arbeiten. In dem Fall ist es sinnvoll, den Werkzeugkasten „Zoom“ zu aktivieren. Sie rechtsklicken dazu einen beliebigen Werkzeugkasten und setzen im sich öffnenden Menü unter dem Menüpunkt „Werkzeugkästen ▸ BRICSCAD ▸“ ein Häkchen vor dem Eintrag „Zoom“. Die Auswahlliste ist länger als sie auf den meisten Bildschirmen dargestellt werden kann. Sie wird jeweils hinter dem Menüeintrag „Mehr ▸“ fortgesetzt.

Falls die Icons auf Ihrem Bildschirm zu klein dargestellt werden, können Sie nach erneutem Rechtsklick auf einen Werkzeugkasten im Untermenü „Werkzeugkastengröße“ auch große oder extra große Symbole auswählen.



Abb. 21: Der Werkzeugkasten „Zoom“

Die Lupensymbole stehen für die verschiedenen Zoom-Funktionen „Zoom Grenzen“ (alle Zeichnungsobjekte werden auf dem Bildschirm dargestellt), „Zoom Fenster“ (mit der Maus wird anschließend ein rechteckiger Bereich gewählt, der auf volle Zeichenflächengröße aufgezogen wird, „Zoom Alles“ (zeigt im Layoutbereich auch die leere Papierfläche an) sowie ein paar eher selten verwendete Zoom-Optionen.

Die Hand steht für den Pan-Befehl. Solange der Mauszeiger als Hand dargestellt wird, können Sie die Anzeige mit gedrückter linker Maustaste verschieben. Auch „Nachgreifen“ ist möglich, um längere Wege zurückzulegen. Sobald der gewünschte Ausschnitt gefunden ist, bestätigen Sie ihn mit der Eingabetaste.

Sie können die Zoom-Befehle sogar als Textbefehle eintippen. Besonders „**ZO G**“ (Zoom auf Zeichnungsgrenzen) und „**ZO V**“ (vorherige Zoomansicht) sind möglicherweise schneller getippt, als Sie das entsprechende Icon gesucht und getroffen haben.

Vielleicht schließen Sie jetzt aber doch besser Ihre Dreitastenmaus an. Dann genügt ein Doppelklicken der mittleren Maustaste für den schnellen Zoom auf die Zeichnungsgrenzen.

Im Anhang dieses Buchs finden Sie eine Tabelle mit allen wichtigen Tastatur- und Mauskombinationen zur Navigation in Ihrer Zeichnung (Kapitel 3.3).

2.2.5 Absolute und relative Koordinaten

Im Layoutbereich befindet sich der Koordinatenursprung (0,0) in der unteren linken Ecke der bedruckbaren Papierfläche. Um eine Linie mit exakter Lage und Länge zu zeichnen, können wir die Koordinaten ihrer Endpunkte einfach eintippen. Dabei achten wir darauf, dass – wie wir es vielleicht schon von Python[1] her kennen – „Kommazahlen“ als Dezimaltrennzeichen den Punkt verwenden. Das eigentliche Komma dagegen trennt den x- und y-Wert unserer Koordinate.

Um ein rechtwinkliges Dreieck zu zeichnen, das durch die Punkte (10, 10), (20, 10) und (20, 30) aufgespannt wird, klicken wir das Icon „Linie“ an oder geben den Buchstaben **L** für den Befehl **LINIE** ein.

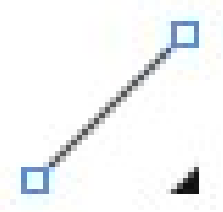


Abb. 22: Icon LINIE

1 Falls Sie noch nie im Leben mit einer Programmiersprache zu tun hatten: holen Sie es nach. Programmieren macht Spaß und erleichtert das Leben ungemein. Schauen Sie sich einmal die Beispiele in Kapitel 2.10.5 an.

Das weitere Vorgehen hängt von einem der Schalter in der Statusleiste ab.

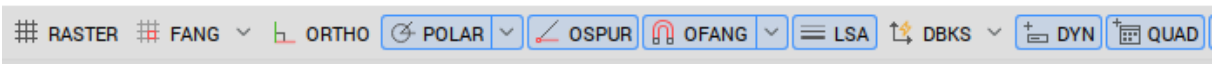


Abb. 23: Schalter in der Statusleiste

Wenn der Schalter DYN inaktiv ist, beziehen sich alle Koordinatenangaben auf den Koordinatennullpunkt. Die Befehlsfolge „**`Linie 10,10 20,10 20,30 10,10`**“ erzeugt dann den gewünschten geschlossenen Linienzug.

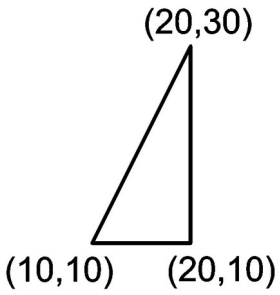


Abb. 24: Dreieck mit absoluten Koordinaten

Ist der Schalter DYN jedoch aktiv, so werden alle Koordinateneingaben als relativ zum letzten Punkt interpretiert. BricsCAD kennzeichnet solche relativen Koordinaten im Befehlseingabebereich mit einem vorangestellten `@`.

Die Eingabe „**`LINIE 10,10 @20,10 @20,30 @10,10`**“ ergibt dann anstelle eines Dreiecks einen Linienzug, der immer weiter nach oben rechts wächst.

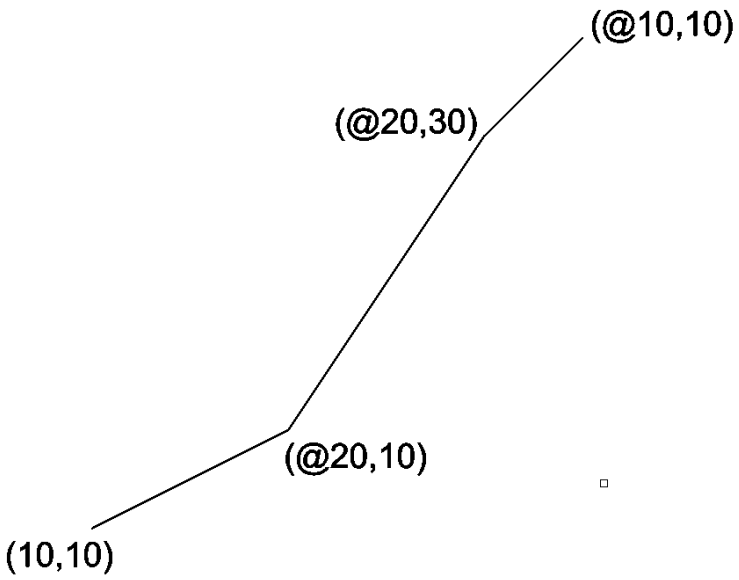


Abb. 25: Linienzug mit relativen Koordinaten

Wenn wir anstelle des Kommas ein hier als Winkelsymbol zu verstehendes kleiner-als-Zeichen **<** verwenden, so können wir auch Polarkoordinaten verwenden. Die Angabe **@10<30** steht dann beispielsweise für einen Punkt, der 10 Einheiten von der letzten Koordinate entfernt ist und unter einem Winkel von 30° zur positiven x-Achse angepeilt wird.

Beim Zeichnen mit der Maus (und aktivem Button DYN) werden diese Angaben kontinuierlich auf dem Bildschirm mitgeführt.

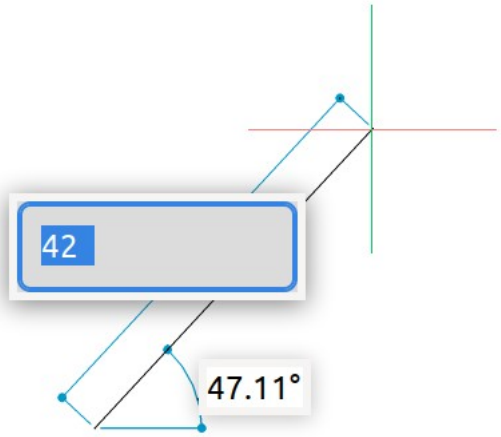


Abb. 26: Dynamische Eingabe

Mit der Tabulatortaste ⇆ wechseln wir zwischen den beiden Eingabefeldern. Sobald wir in einem der Eingabefelder eine Zahl eingeben, wird dieser Wert beim Wechsel fixiert und Mausbewegungen können nur noch den jeweils anderen Wert beeinflussen. Um relative x-y-Koordinaten einzugeben, tippen wir den Delta-x-Wert ein, danach ein Komma und schließlich den Delta-y-Wert. Die Eingabe wechselt dabei von der Zeichenfläche in den Befehlseingabebereich.

2.2.6 Polarfang

Beim Zeichnen unserer Linie stellen wir fest, dass auf dem Bildschirm etwas Besonderes geschieht, wenn der Schalter POLAR in der Statusleiste aktiv ist und die zu zeichnende Linie fast genau waagerecht oder senkrecht steht. Es erscheint dann eine zusätzliche, leicht magnetisch wirkende Linie in der Farbe der x- oder y-Achse und vereinfacht das Zeichnen exakt horizontaler oder vertikaler Linien.

Standardmäßig rastet dieser Polarfang in 90°-Schritten ein. Wenn wir andere regelmäßige Einrastwinkel wünschen, klicken wir den Schalter POLAR rechts an und wählen den gewünschten Wert. Für nicht aufgeführte Winkel erreichen wir über den Menüpunkt „Einstellungen“ eine

Tabelle, in der wir den Wert der Zeichnungsvariable **POLARANG** auf beliebige Werte ändern können. Sinnvollerweise wählen wir diese Einrastwinkel so, dass sie ganzzahlige Teiler von 360 sind.

Weitere, sich nicht wiederholende, Einrastwinkel können wir als semikolongetrennte Liste der Variable **POLARADDANG** zuweisen. Damit diese Winkel verwendet werden, muss das Häkchen vor dem Polarmodus 4 („Benutze zusätzliche Polarspurwinkel“) gesetzt werden.

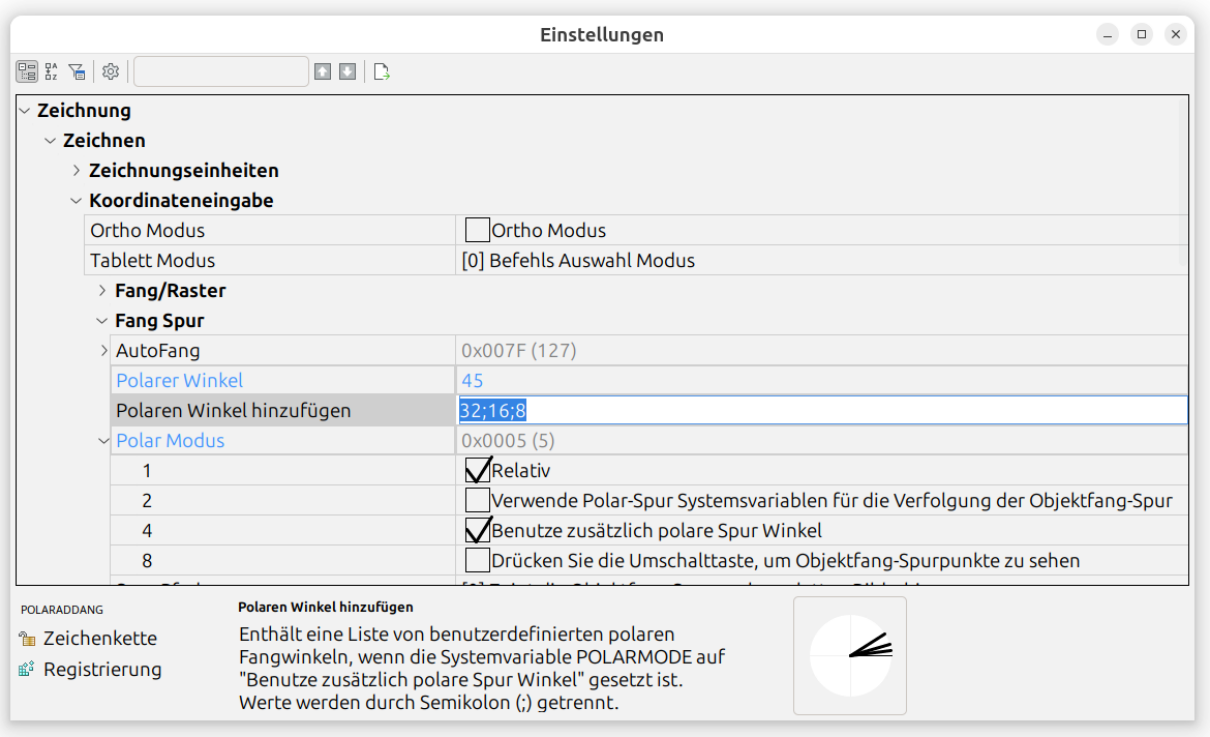


Abb. 27: Einstellungen des Polarfangs

Dadurch, dass allen Einstellungen des Programms ein Variablenname zugewiesen ist, lassen sich diese Werte auch über den Befehlseingabebereich ändern. Tippen Sie dort einmal **POLARANG** ein und schauen Sie, was dann passiert.

2.2.7 Objektfang

Sobald wir die erste Linie gezeichnet haben, können wir uns beim Zeichnen neuer Objekte darauf beziehen. So gelingt es uns beispielsweise, ganz exakt die Endpunkte oder den Mittelpunkt dieser Linie zu treffen. Dazu muss der Schalter OFANG in der Statusleiste aktiv sein. Ein Klick auf das Erweitern-Feld rechts am Schalter zeigt alle aktuell eingestellten Objektfänge an und erlaubt es, einzelne Optionen umzuschalten.

Standardmäßig hebt die Funktion End- und Mittelpunkte von Linien, Schnittpunkte von sich kreuzenden Objekten und Zentrumspunkte von Kreisen durch farbige (orangerote oder blaugrüne) Markierungen hervor. Sobald eine Fangpunktmarkierung auf dem Bildschirm erscheint, wählt ein Mausklick nicht die aktuelle Fadenkreuzposition aus, sondern den jeweiligen Fangpunkt.

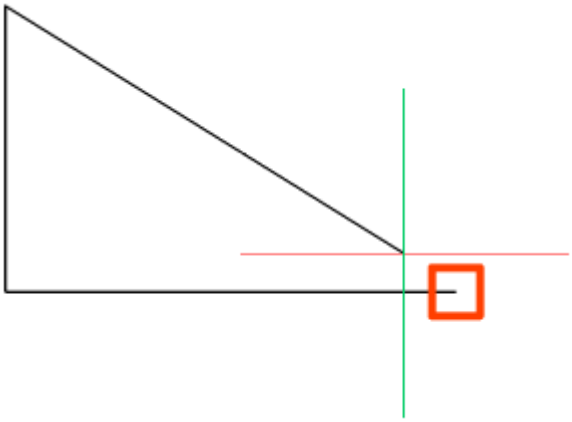


Abb. 28: Objektfang „Endpunkt“

BricsCAD kennt eine ganze Palette von Objektfängen. Im Werkzeugkasten „Objektfänge“ behalten Sie sie stets im Blick.



Abb. 29: Der Werkzeugkasten „Objektfänge“

Um während des Zeichnens schnell mal für eine einzelne Aktion einen bestimmten Objektfang zu aktivieren oder alle abzuwählen, drücken Sie die Umschalttaste ⇧ zusammen mit der rechten Maustaste und wählen die entsprechende Objektfangoption im Objektfang-Schnellmenü aus.

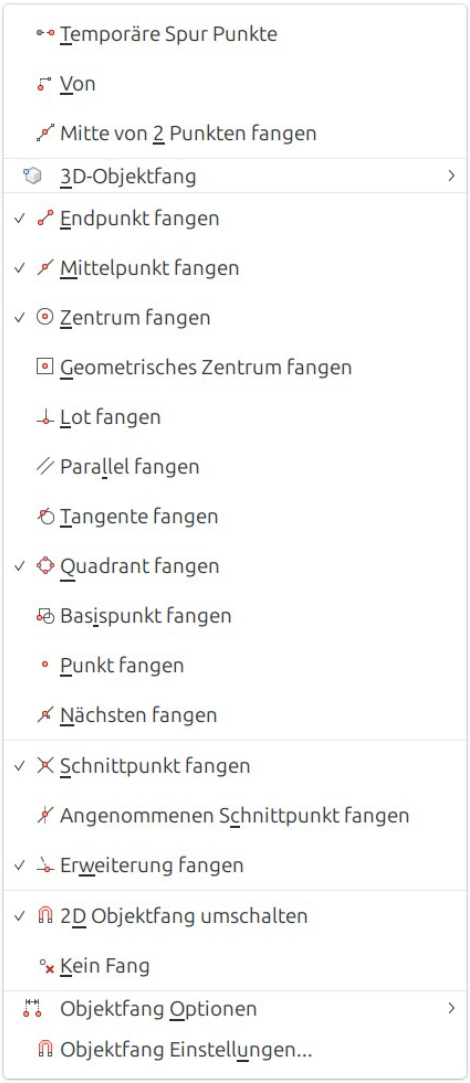
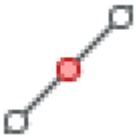
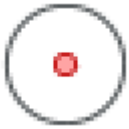
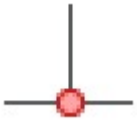
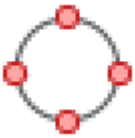
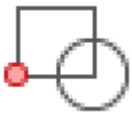
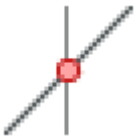
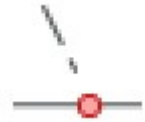
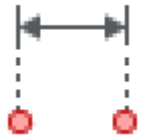


Abb. 30: Objektfang-Schnellmenü

Zu jeder dieser Objektfangoptionen gehört ein eigenes Symbol, welches signalisiert, dass gerade ein Objektfangpunkt in der Zeichnung aktiviert wurde. Die folgende Tabelle zeigt, welches dieser Symbole zu welchem Icon gehört und gibt eine kurze Beschreibung der jeweiligen Objektfangoption.

Icon	Markie-rung	Beschreibung
		Temporäre Spurpunkte werden benötigt, wenn ein Punkt nur indirekt über mehrere geometrische Abhängigkeiten erreicht werden kann. Wenn nur ein einfacher Versatz zum Zielpunkt getroffen werden muss, kann auch die Funktion **`VON`** verwendet werden.
	keine	Fängt den Punkt, der auf der Mitte zwischen den nächsten beiden angeklickten Punkten liegt.
		Fängt den nächstliegenden Endpunkt eines linearen Elementes.
		Fängt den Mittelpunkt eines Objektes oder eines Polyliniensegmentes.
		Fängt den nächstliegenden Punkt eines linearen Elementes oder einer Objektkante. Verwenden Sie diese Objektfangoption niemals gemeinsam mit anderen!
		Fängt den Zentrumspunkt eines Kreises, einer Ellipse oder eines entsprechenden Bogens.
		Fängt den Schwerpunkt einer ebenen Fläche oder einer geschlossenen Polylinie.
		Fällt das Lot auf das nächstliegende lineare Element oder die nächstliegende Objektkante.
		Erzeugt Objektfangspuren parallel zu während des Zeichnens berührten Linien oder geradlinigen Objektkanten.

Icon	Markierung	Beschreibung
		Fängt einen Tangentenpunkt auf einem gebogenen Element.
		Fängt den nächstliegenden Viertelspunkt eines Kreises, einer Ellipse oder eines entsprechenden Bogens.
		Fängt den Einfügepunkt (Basispunkt) eines Blocks oder eines Textes.
		Fängt das nächstliegende Punktobjekt.
		Fängt den Schnittpunkt zweier Elemente in derselben Ebene.
		Fängt den scheinbaren Schnittpunkt zweier Objekte in der aktuellen Ansicht, selbst wenn diese senkrecht zur Ansichtsebene einen Abstand voneinander aufweisen.
		Erzeugt eine Objektfangspur als Erweiterung eines linearen Objektes. Siehe Kapitel 2.2.8.
	keine	Deaktiviert alle Objektfänge, um Punkte völlig freihändig bestimmen zu können.
	keine	Projiziert gefangene Raumpunkte auf die aktuelle x-y-Ebene. Üblicherweise wird dabei die z-Koordinate auf null gesetzt.
	keine	Sucht sogar in Schraffuren nach Fangpunkten. Normalerweise stören diese hier nur.
	keine	Fängt auch Punkte hinter den sichtbaren Oberflächen bei aktivem DBKS. Diese hätten im DBKS negative z-Koordinaten.

Icon	Markie-rung	Beschreibung
	keine	Fängt auch die Hilfslinien von Bemaßungen. Das kann schlimmstenfalls dazu führen, dass neue Bemaßungen nicht zum eigentlich gewünschten Objekt assoziativ werden, sondern sich stattdessen auf die Punkte einer vorhandenen Bemaßung beziehen.

Für räumliche Konstruktionen verfügt BricsCAD über weitere, sogenannte 3D-Objektfänge. Diese werden in Kapitel 2.8.7 behandelt.

Ein Tipp zur Darstellung der Objektfangmarkierung: Auf hochauflösenden Bildschirmen sind die Symbole mitunter recht klein. Mit den Variablen **SNAPMARKERSIZE** und **SNAPMARKERTHICKNESS** lassen sich ihre Größe und Linienstärke einstellen.

Die Symbolfarbe ist seit BricsCAD V24 ein etwas unscheinbares Blaugrün (Indexfarbe 122). Um stattdessen ein kräftiges Orangerot (Indexfarbe 20) zu verwenden, können wir die Variable **SNAPMARKERCOLOR** auf den Wert 20 setzen.

Falls während des Zeichnens trotz eingeschalteten Objektfangs keine Objektfangmarkierungen angezeigt werden, setzen Sie bitte die Zeichnungsvariable **AUTOSNAP** wieder auf den Vorgabewert 127.

2.2.8 Objektfangspur

Hinter dem etwas sperrigen Namen verbirgt sich eine interessante Funktion. Von jedem Objektfangpunkt aus können wir während des Zeichnens temporär eine unsichtbare Linie in Verlängerung eines existierenden Objektes erzeugen, wenn der Objektfangmodus „Erweiterung fangen“ bzw. „erweiterter Schnittpunktfang“ aktiv ist. Diese unsichtbare Objektfangspur verhält sich für den Objektfang wie ein reales Objekt, sodass beispielsweise Schnittpunkte mit anderen Objekten oder weiteren Objektfangspuren gebildet werden können. Dadurch ersparen wir uns das Zeichnen von so mancher Hilfskonstruktion.

Ein Beispiel zeigt Abb. 31. Die beiden dicken schwarzen Linien schneiden sich nicht, wir möchten aber genau im gedachten Schnittpunkt beider Linien weiterzeichnen. Dazu bewegen wir die Maus zuerst auf den End-

punkt einer der beiden Linien (ohne zu klicken!) und bewegen die Maus dann vorsichtig genau in der gewünschten Richtung weiter. Es wird nun eine Objektfangspur angezeigt. Das wiederholen wir für die zweite Linie (immer noch nicht klicken!) und führen die Maus schließlich zum Schnittpunkt beider Objektfangspuren (da diese die meiste Zeit unsichtbar sind, müssen wir mitunter etwas suchen). Sobald der Schnittpunkt markiert wird, können wir ihn anklicken und unsere Konstruktion dort fortsetzen.

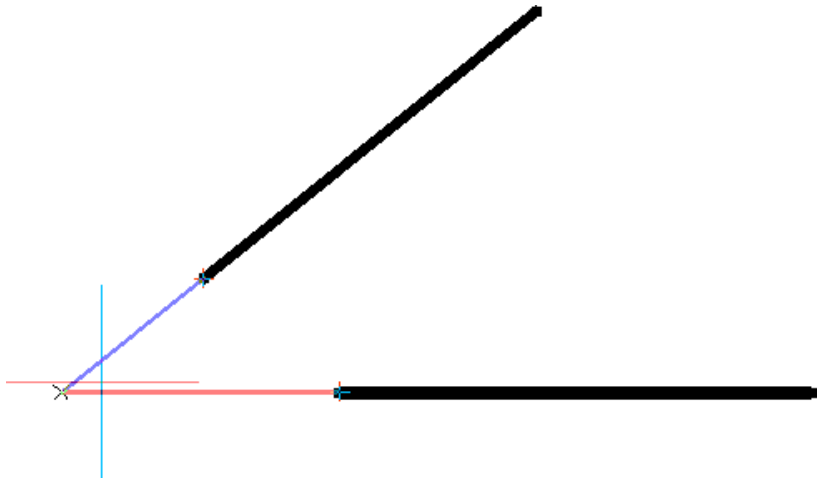


Abb. 31: Objektfangspuren

Der Schalter OSPUR erweitert diese Funktionalität noch, indem auch Objektfangspuren entlang der Koordinatenachsen angezeigt werden. Falls der Schalter keine Wirkung zu haben scheint, hilft es, die Variable **AUTOSNAP** wieder auf ihren Vorgabewert 127 zu setzen, dadurch werden die benötigte „Objektfangspurverfolgung“ und auch alle anderen versehentlich ausgeschalteten Objektfangspuroptionen wieder aktiviert. Es muss auch mindestens eine andere Objektfangoption aktiv sein, damit überhaupt Fangpunkte gefunden werden, zu denen Objektfangspuren angezeigt werden können.

2.2.9 Benutzungsprofile

Schon in diesem ersten Kapitel haben wir mehrere Systemvariablen kennengelernt, mit denen sich das Verhalten und Aussehen des Programms verändern lässt. Um alle Einstellungen, die nicht in Zeichnungsdateien abgelegt werden, sichern und wiederherstellen zu können, verwenden wir den **PROFILEMANAGER**.

Standardmäßig gibt es dort nur genau ein aktives Profil mit dem Namen „Default“. Dieses aktive Profil können wir nicht löschen, aber auf die Vorgabewerte einer frischen Installation zurücksetzen.

Legen wir ein neues Profil an und setzen dieses als aktives Profil, so werden alle danach erfolgenden Änderungen an BricsCADs Systemvariablen in diesem Profil gespeichert. Mit dem Button „Exportieren“ können wir die geänderten Variablen in eine Datei schreiben. Es handelt sich dabei um eine Datei im Windows-Registry-Format, deren Name jedoch nicht auf „.reg“, sondern auf „.arg“ endet. Diese Profildatei lässt sich sogar auf anderen Rechnern wieder importieren, sodass Sie auch an wechselnden Arbeitsplätzen immer mit Ihrer gewohnten Umgebung arbeiten können.

Um ein neues Profil mit allen vorhandenen Einstellungen eines existierenden Profils zu erzeugen, verwenden Sie anstelle des Buttons „Erstellen“ den Button „Kopieren“. Hier müssen Sie allerdings beachten, dass auch absolute Pfade auf bestimmte Dateien und Verzeichnisse übernommen werden, was Probleme bereiten kann, wenn Sie das Betriebssystem wechseln oder sich unter einem anderen Benutzendenkonto anmelden.

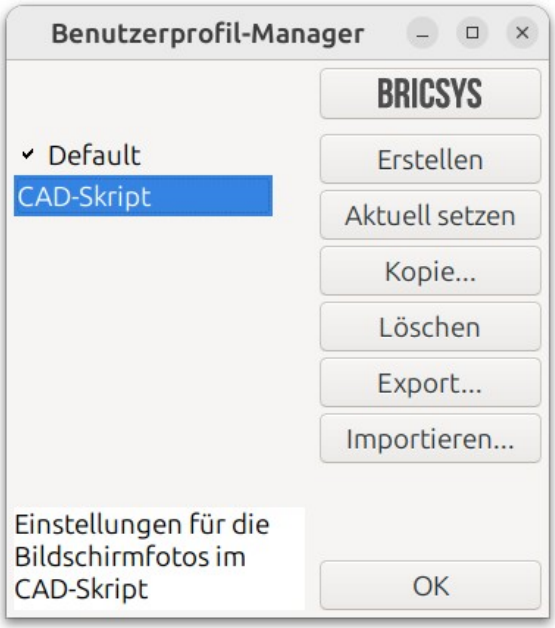
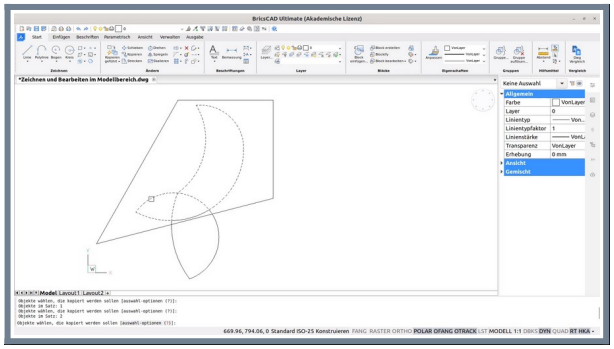


Abb. 32: Der Benutzendenprofilmanager von BricsCAD

2.3 Zeichnen und Bearbeiten im Modellbereich



Video 3: Zeichnen und Bearbeiten im Modellbereich (22:12)

Im Modellbereich müssen wir uns noch keine Gedanken darüber machen, wie wir unsere Konstruktion später auf dem Papier anordnen werden. Vor allem müssen wir uns noch nicht überlegen, in welchem Maßstab wir zeichnen müssen, damit überhaupt alles auf ein Blatt passt. Wir zeichnen einfach im Maßstab 1:1.

Ursprünglich war das DWG-Zeichnungsformat vollständig einheitenlos. Es gab nur die Zeichnungskoordinaten, von denen auch nur die Zeichnenden selbst wussten, welche Längeneinheit diese repräsentieren sollten. Eine Linie der Länge 40 Zeichnungseinheiten konnte ebenso gut für eine 40 Millimeter lange Strecke stehen wie für eine 40 Zoll lange Strecke.

Da sich das als recht unpraktisch zur weltweiten Zusammenarbeit herausgestellt hat, kann man dem Programm mitteilen, welche Längeneinheit man eigentlich im Sinn hat, wenn man etwas mit einer Länge von „40“ zeichnet. Geben Sie dazu den Befehl **`EINHEIT`** ein und wählen Sie im sich öffnenden Dialog die gewünschte Einheit aus.

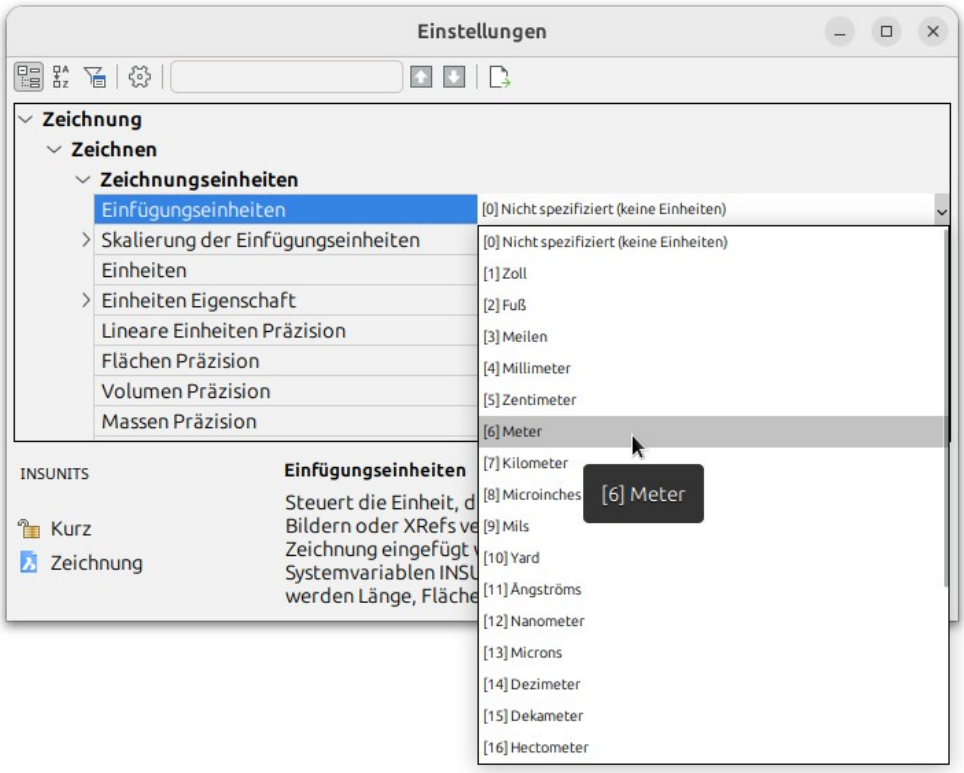


Abb. 33: Gewünschte Interpretation einer Zeichnungseinheit

Leider ignoriert BricsCAD genau wie sein Vorbild AutoCAD die von uns gewählte Einheit bei der Maßstabswahl im Layout, sodass hier traditionell ein unerwarteter Kopfrechenschritt notwendig ist. Siehe Kapitel 2.4.3.

Der praktische Zweck der Einheiten liegt in der korrekten Dimensionsumrechnung beim Einfügen fremder Zeichnungen in die eigene. Wenn sowohl Sie als auch Ihre Detailquelle die korrekte Einfügungseinheit angegeben haben, werden alle Maße bei der Ausführung des Befehle **EINFÜGE** korrekt umgerechnet.

Falls die Umrechnung nicht stattfindet, überprüfen Sie bitte den Wert der Variable **INSUNITSSCALING** und setzen Sie sie gegebenenfalls wieder auf den Wert 3. Ein Wert von 1 ist auch möglich, aber dann werden die im Modellbereich gewählten Zeicheneinheiten auch im Layoutbereich angezeigt, obwohl dieser immer mit Millimetern arbeitet, was ziemlich verwirrend sein kann.

2.3.1 2D-Linien

Um eine Linie zu zeichnen, klicken wir das Icon „Linie“ und danach den Anfangs- und Endpunkt der Linie auf der Zeichenfläche an.

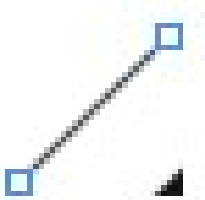


Abb. 34: Icon LINIE

Anstatt eine Koordinate mit der Maus anzuklicken, können wir sie auch über die Tastatur eingeben. Siehe Kapitel 2.2.5.

Vom Endpunkt der zuletzt gezeichneten Linie können wir nun immer weiter Linien zeichnen oder wir beenden das Zeichnen unseres Linienzuges mit der rechten Maustaste, der Esc-Taste, der Leertaste oder der Eingabetaste.

Wenn wir das Zeichnen eines Linienzuges durch Eingabe des Buchstabens **S** abschließen, so wird noch eine letzte Linie zum Anfangspunkt der ersten Linie gezogen. Der Linienzug sieht dann geschlossen aus.

2.3.2 Das Befehlszeilenmenü

Dass der Buchstabe **S** hier überhaupt eine besondere Bedeutung hat, verrät uns das Befehlszeilenmenü. Während des Zeichnens wird hier kontinuierlich in eckigen Klammern eine Liste mit möglichen Unterbefehlen angezeigt, die nur in der jeweiligen Situation sinnvoll sind. Die groß geschriebenen Buchstaben jedes Wortes sind die Buchstaben, mit denen die Unterbefehle aufgerufen werden. Meistens sind das die Anfangsbuchstaben.

Beim Zeichnen einer Linie steht hier beispielsweise:

```
Endpunkt festlegen oder
[Winkel/Länge/Folgen/Schließen/Zurück]:
```

W Es wird nach dem linksdrehend positiven Winkel zur x-Achse gefragt, mit dem die nächste Linie gezeichnet werden soll.

Danach lässt sich mit der Maus nur noch die Länge frei wählen, nicht mehr die Richtung.

L Es wird nach der Länge der nächsten Linie gefragt.

Danach lässt sich mit der Maus nur noch die Richtung frei wählen, nicht mehr die Länge.

F Die neue Linie folgt der Richtung der letzten Linie.

Nur noch die Länge kann anschließend beeinflusst werden.

S Der Linienzug wird mit einer Linie zum Anfangspunkt der ersten Linie geschlossen und der Befehl beendet.

Z Die zuletzt gezeichnete Linie wird wieder entfernt.

Wenn mehrere Unterbefehle denselben Anfangsbuchstaben aufweisen, sind gelegentlich auch mehrere Buchstaben großgeschrieben und müssen zum Aufrufen des Unterbefehls eingegeben werden. Manchmal stehen die großgeschriebenen Buchstaben auch mitten im Wort. In seltenen Fällen hat der so hervorgehobene Buchstabe scheinbar gar keinen Bezug zum daneben stehenden Menüpunkt. Dann stammt er meistens aus einer älteren Bezeichnung des Unterbefehls, zum Beispiel **K** zum Zeichnen von Bögen (früher: Kreisbögen) in Polylinien.

2.3.3 Linientypen und andere Eigenschaften

Standardmäßig sind Linien durchgezogen. Wenn wir gestrichelte, gepunktete, geschlängelte oder noch exotischere Linien sehen möchten, weisen wir den Linien einen entsprechenden Linientyp zu.

Linientypen müssen vor der Verwendung geladen werden. Der entsprechende Befehl lautet **LTYP**.

Den Typ einer Linie können wir nachträglich über das Eigenschaftenpanel ändern. Dort stellen wir auch Farbe, Transparenz, Strichstärke und den sogenannten Linientypfaktor ein, der die Strichlänge gestrichelter Linien oder die Breite geschlängelter Linien beeinflusst.

Vorsicht: Die in BricsCAD V26 angezeigte Eigenschaft „Stärke“ im Eigenschaftenpanel gibt nicht die Linienstärke an, sondern die Ausdehnung einer Linie senkrecht zur Zeichenfläche[1]. Lassen Sie diesen Wert am besten immer auf 0 eingestellt.

Wenn gerade kein Zeichnungsobjekt markiert ist, können wir im Eigenschaftenpanel den Linientypfaktor für alle zukünftig zu zeichnenden Objekte setzen. Er wird in der Variable **CELTSCALE** gespeichert.

Zusätzlich zum Linientypfaktor jeder einzelnen Linie gibt es auch eine globale Einstellung über den Befehl **LTFAKTOR** alias **LTSCALE**, der unmittelbar auf die gesamte Zeichnung wirkt. Besonders bei kleinen Blattgrößen können gestrichelte oder strichpunktierte Linien kurzer Objekte besser aussehen, wenn dieser Wert etwas kleiner als 1 ist. Für Zeichnungen im A4-Format ist 0.2 oft eine gute Wahl.

In den Layoutbereichen orientiert sich der Linientypmaßstab üblicherweise an den Papiereinheiten, sodass Ansichtsfenster unterschiedlicher Darstellungsmaßstäbe auf dem Papier dieselben Strichlängen verwenden. Wenn Sie jedoch möchten, dass im Layoutbereich dieselben relativen Strichlängen wie im Modellbereich verwendet werden, weil Sie beispielsweise Dämmschichten in Form geschlängelter Linien eingezeichnet haben, können Sie für den betroffenen Layoutbereich die Variable **PSLTSCALE** vom Standardwert **1** auf **0** setzen. Der Effekt ist erst nach einem Neuaufbau („Regenerieren“) der Bildschirmdarstellung durch **REGEN** sichtbar.

Die Strichelung wird an den Enden von Linien so angepasst, dass diese niemals mit einem Leerraum beginnen oder enden. Bei Polylinien, die aus vielen kurzen Linienstücken zusammengesetzt sind, kann das unerwünscht sein. Durch Ändern der Variable **PLINEGEN** von **0** auf **1** wird die Anpassung nur noch am Anfangs- und Endpunkt der gesamten Polylinie vorgenommen, nicht mehr in den einzelnen Knotenpunkten.

---

1 Einer Linie eine Ausdehnung senkrecht zur Zeichenfläche zu geben, ist eine Altlast aus ganz frühen AutoCAD-Zeiten, als es noch keine frei im Raum darstellbaren 3D-Objekte gab. Stattdessen konnte man hilfsweise in einer Art 2½-D-Darstellung den stets parallel zur x-y-Ebene liegenden 2D-Objekten einen „Erhebung“ genannten Abstand zur x-y-Ebene (in BricsCAD V25: „Ansicht“) und eine Objekthöhe (in BricsCAD V25: „Stärke“) zuweisen.

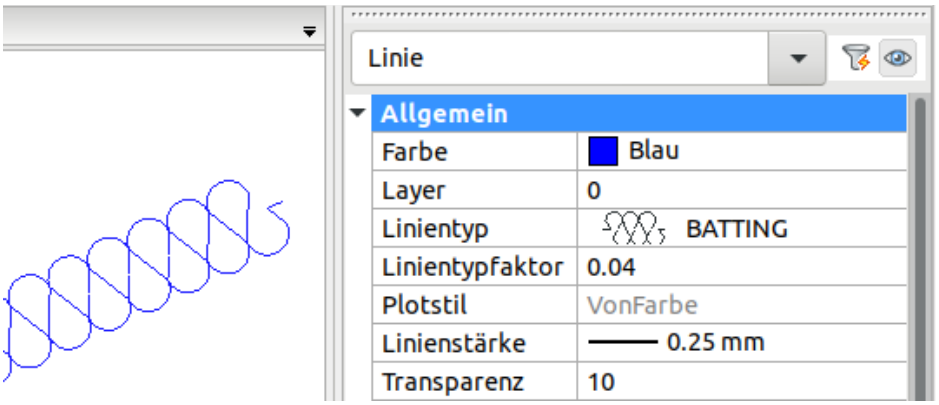


Abb. 35: Linieneigenschaften

Linienstärken werden auf dem Bildschirm aus praktischen Gründen nur symbolisch dargestellt, und auch nur, wenn der Schalter LSA in der Statusleiste aktiv ist. Die tatsächlichen Linienstärken sehen wir nur in der Druckvorschau – und natürlich in der fertigen Zeichnung auf Papier oder als PDF-Datei.

2.3.4 Ausklappmenüs und Flyouts

Zwischendurch möchte ich auf ein kleines Detail der Benutzungsoberfläche hinweisen, das leicht übersehen werden kann. Bei vielen Icons der Werkzeugkästen und der Multifunktionsleiste befindet sich ein kleines schwarzes Dreieck auf der Schaltfläche. Damit lässt sich ein Ausklappmenü öffnen, das verwandte Befehle anzeigt.

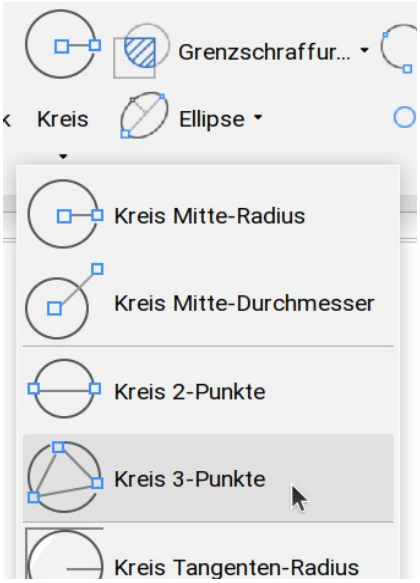


Abb. 36: Ausklappmenü „Kreis“ in der Multifunktionsleiste

Das Flyout eines Werkzeugkastens verhält sich etwas anders als die Ausklappmenüs der Multifunktionsleiste. Es öffnet sich, wenn Sie die Maus niederdrücken und die Auswahl des gewünschten Icons erfolgt durch Loslassen der Maustaste.

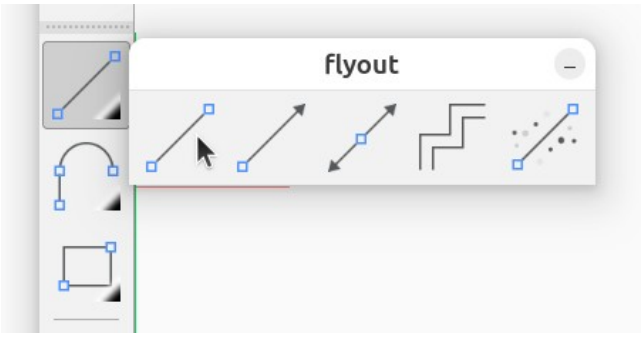


Abb. 37: Flyout des Werkzeugkastens „Zeichnen“

Hinter dem Linien-Icon im Werkzeugkasten „Zeichnen“ verstecken sich beispielsweise die Befehle Multilinie, Strahl und Hilfslinie. Strahlen und Hilfslinien sind Linien mit unendlicher Länge, die gelegentlich für Hilfskonstruktionen sinnvoll sein können.

Mit dem Befehl **ANPASSENLINIE** lässt sich eine Linie berechnen, die so dicht wie möglich an einer Gruppe zuvor ausgewählter Elemente, zum Beispiel einer Anzahl zuvor aufgemessener Geländepunkte, entlang läuft. Der zugrundeliegende Algorithmus beruht auf der Minimierung der Summe der lotrechten Abstände.

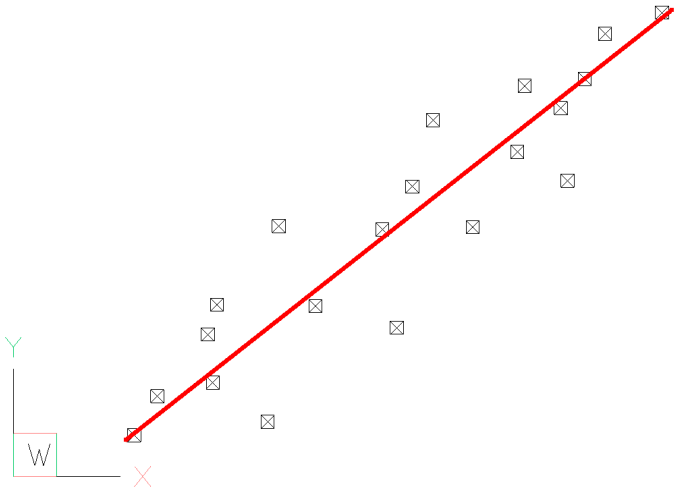


Abb. 38: Angepasste Linie

2.3.5 Multilinien

Multilinien sind aus mehreren parallelen Linien zusammengesetzte Elemente, die in ihren Anfangs-, End- und Eckpunkten automatisch angepasst werden. Damit lassen sich beispielsweise recht schnell mehrschichtige Standardwände in 2D zeichnen.

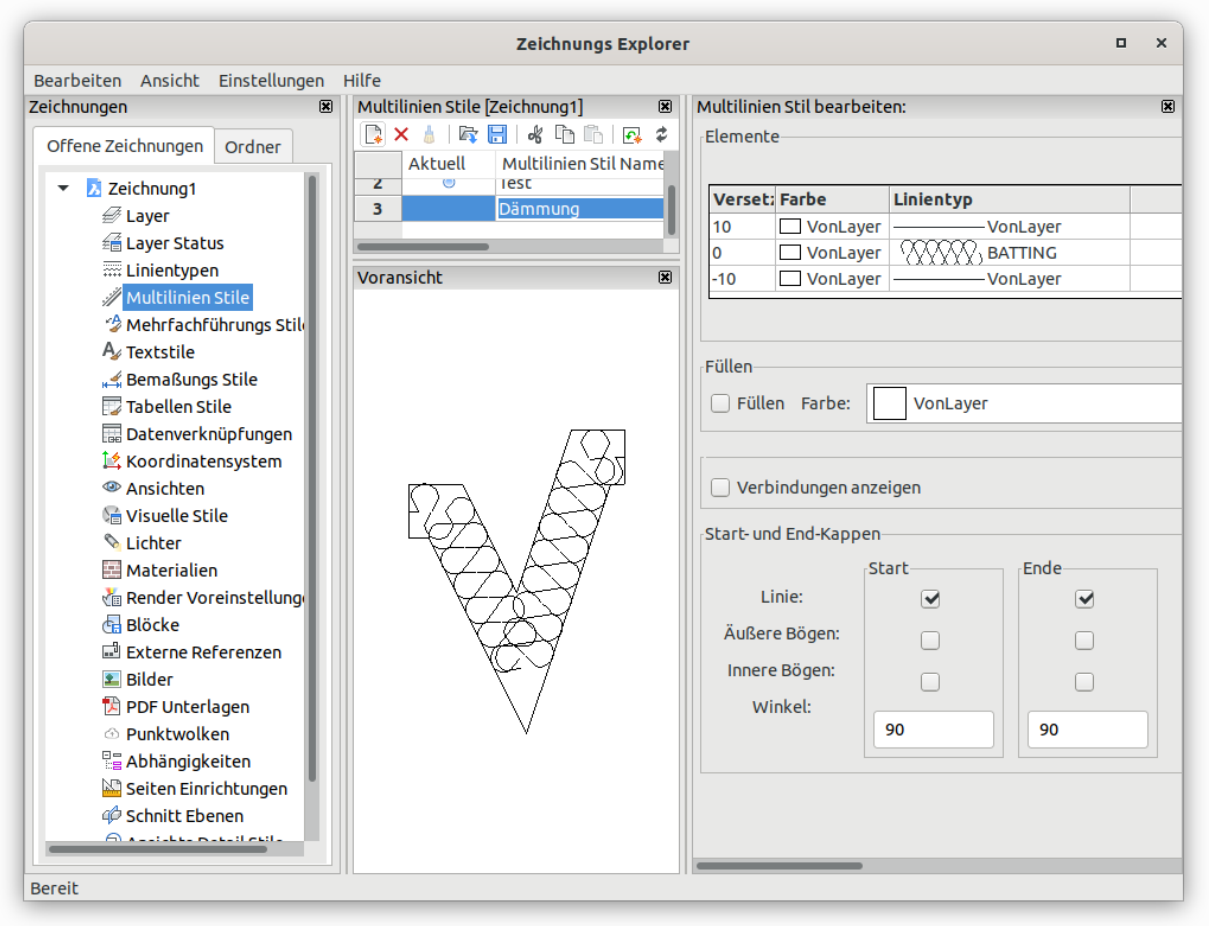


Abb. 39: Definition eines Multilinienstils mit MLSTIL

Der Abstand der Linien wird mit der Skalierung beim Aufruf des Befehls festgelegt. Eine Multilinie kann in Zeichenrichtung rechts, mittig oder links vom Cursor angeordnet werden. Die drei Optionen des Unterbefehls „Ausrichten“ heißen allerdings „oben“, „null“ und „unten“, was zumindest für Linien in positiver x-Richtung dem tatsächlichen Ergebnis entspricht.

Mit dem Befehl **`MLSTIL`** können wir eigene Multilinienstile zusammenstellen. In Abb. 39 beispielsweise eine Multilinie für eine 20 Einheiten dicke Dämmschicht.

In der Praxis sind Multilinien weniger vielseitig als es hier den Anschein hat. Die Dämmung aus Abb. 39 sieht beispielsweise nur bei einer Skalierung von 1 so aus wie auf dem Vorschaubild. Für andere Schichtdicken

als 20 müssen sowohl die Skalierung der Multilinie als auch ihr Linientypfaktor proportional angepasst werden, was auf Dauer ein wenig lästig sein kann.

2.3.6 Polylinien

Polylinien sind Zeichnungselemente, die zwar aus beliebig vielen Linien- und Kreisbogenelementen zusammengesetzt sind, jedoch als ein einzelnes Objekt bearbeitet werden.

Jedes einzelne Polylinienelement kann zwischen seinen beiden „Scheitelpunkten“ eine unterschiedliche Startbreite und Endbreite erhalten. Dieses Feature wird vor allem unabsichtlich verwendet. Falls Sie beim Zeichnen einer Polylinie plötzlich auf Ihrem Bildschirm riesige schwarze oder weiße Flächen sehen, haben Sie versehentlich die gewünschte Breite Ihrer zu zeichnenden Figur als Polylinienbreite eingetragen.

Wenn eine Polylinie die Eigenschaft „geschlossen“ besitzt, bedeutet das, dass ihr Anfangs- und Endpunkt derselbe Scheitelpunkt ist. Geschlossene Polylinien können wir zu massiven 3D-Profilen extrudieren.

Gruppen von Linien und Bögen, die sich an ihren Endpunkten berühren, können wir mit dem Befehl **`VERBINDEN`** zu einer Polylinie zusammensetzen.

Mit dem Befehl **`URSPRUNG`** lassen sich umgekehrt Polylinien und zahlreiche andere zusammengesetzte Zeichnungsobjekte in ihre Ursprungselemente aufsprengen.



Abb. 40: Der Befehl URSPRUNG heißt im Original EXPLODE

2.3.7 Bögen

Bögen können wir durch eine Auswahl aus drei dieser acht Parameter definieren: Zentrumspunkt, Radius, Startpunkt, Endpunkt, Bogenlänge, Überstreichungswinkel, Startrichtung sowie die Angabe eines beliebigen Punktes auf dem Bogen. Welche Angaben Sie vornehmen möchten, können Sie aus dem Ausklappmenü beim Aufruf des Bogen-Befehls auswählen.

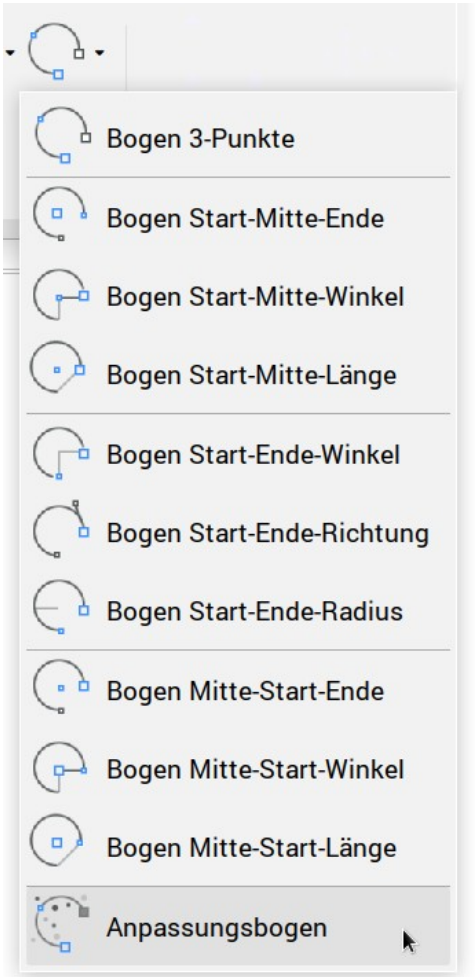


Abb. 41: Das Ausklappmenü zeigt 10 der 17 Arten, einen Bogen exakt zu zeichnen

Bögen werden standardmäßig im Gegenuhrzeigersinn gezeichnet. Durch Gedrückthalten der Taste Strg lässt sich die Richtung umkehren.

In Zeichnungen mit importierten Geometriedaten sind Bögen möglicherweise durch zahlreiche einzelne Linienstücke angenähert. Mit der Option „Anpassungsbogen“ (der Befehl dazu lautet **ANPASSENBOGEN**) lassen sich diese Linienstücke durch einen einzigen sauberen Bogen ersetzen. BricsCAD versucht dabei, die Summe der lotrechten Abstände zwischen dem neuen Bogen und den vorhandenen Linienstücken zu minimieren.

2.3.8 Kreise

Kreise werden durch Angabe ihres Mittelpunktes und ihres Radius oder Durchmessers erzeugt. Wir können auch zwei gegenüberliegende Punkte oder drei beliebige Punkte des zu zeichnenden Kreises wählen oder den Kreis über zwei Tangenten und seinen Radius definieren.

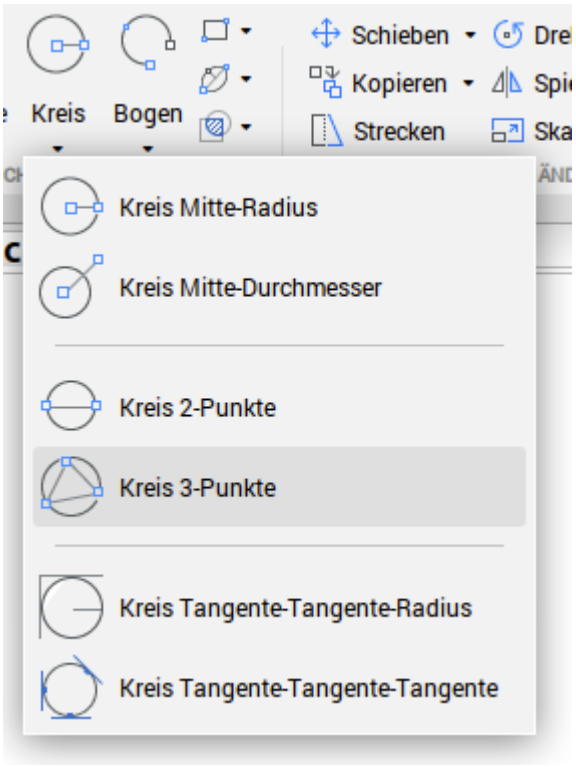


Abb. 42: Kreise zeichnen

Wir können sogar einen Kreis über drei Tangenten konstruieren, um beispielsweise den Inkreis eines beliebigen Dreiecks zu erhalten.

2.3.9 Rechtecke, Polygone, Umgrenzungen

Im Ausklappmenü „Zeichnen“ der Multifunktionsleiste finden wir auch Polygone und Umgrenzungs-Polylinien.

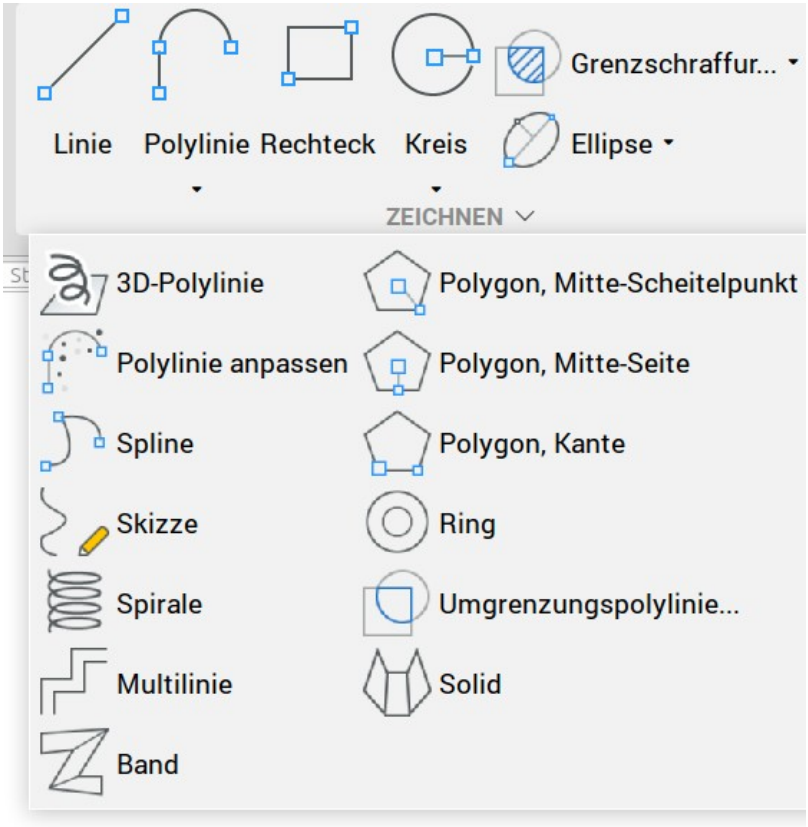


Abb. 43: Das Rechteck- und Polygone-Menü (Ausschnitt)

Als „Polygone“ bezeichnen wir hier regelmäßige n-Ecke. Sie lassen sich mit dem Befehl **`POLYGON`** als geschlossene Polylinien erzeugen. Sie werden entweder über den Mittelpunkt und den Radius des Umkreises beziehungsweise Inkreises definiert oder über die Länge einer Polygonseite.

Umgrenzungs-Polylinien sind automatisch erzeugte Grenzlinien entlang der Kanten einer von mehreren anderen Objekten gebildeten Fläche.

Mit dem Menüpunkt „Polylinie anpassen“ aus dem in Abb. 43 angezeigten Ausklappmenü wird der Befehl **`ANPASSENPOLYLINIE`** aufgerufen, mit dem wir Polylinien aus Linien- und Kreisbogenelementen entlang einer Gruppe von statistisch verteilten Elementen abschnittsweise annähern lassen. Wir können für jeden Abschnitt festlegen, ob BricsCAD dort ein Linien- oder ein Kreisbogenelement anpasst oder selbst entscheidet, was gerade am besten passt.

Den 3D-Befehlen „3D-Polylinie“, „Spline“ und „Spirale“ werden wir in späteren Kapiteln noch begegnen. „Solid“, „Band“ und „Ring“ dagegen sind Flächenfüllungsbefehle aus dem vergangenen Jahrhundert, über die wir hier nicht weiter sprechen werden.

2.3.10 Griffe

Zeichnungselemente können mithilfe von Griffen in ihrer Größe und Lage verändert werden. Wenn Sie ein Zeichnungselement anklicken, werden dessen Griffe sichtbar.

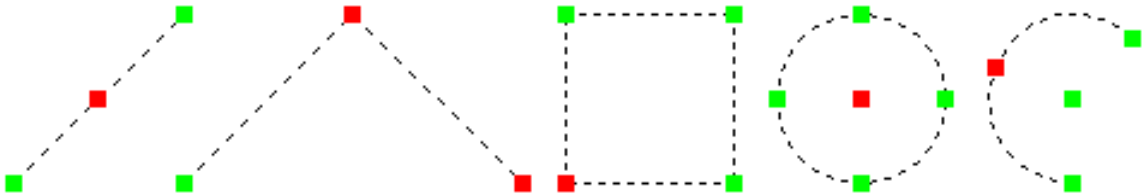


Abb. 44: Griffe

Welchen Parameter eines Elementes Sie beeinflussen, hängt vom jeweiligen Griff ab. Ein Kreisbogen beispielsweise hat separate Griffe für Zentrumspunkt, Radius, Start- und Endwinkel.

Sie können mehrere Griffe gleichzeitig beeinflussen, wenn Sie sie zuvor bei gedrückter ⇧-Taste anklicken.

Das Rechtsklicken eines gerade aktivierten (roten) Griffs ruft ein Aktionsmenü für das gesamte Objekt auf.

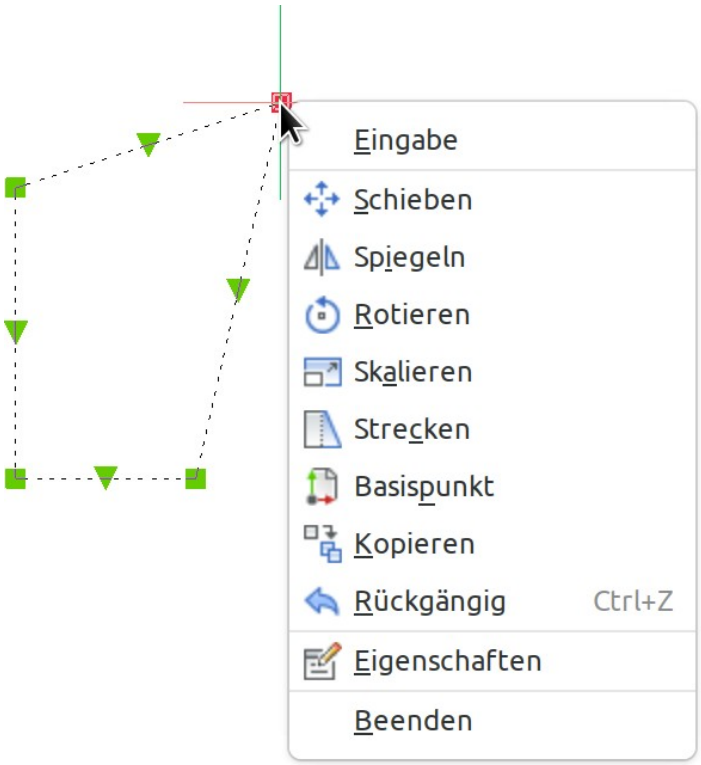


Abb. 45: Aktionsmenü eines aktiven Griffs

Das Rechtsklicken eines nicht aktiven (grünen) Griffs oder eines zuvor gewählten (und daher hervorgehoben dargestellten) Objekts außerhalb der Griffe ruft je nach Objekttyp ein noch umfangreicheres Schnellmenü auf (Abb. 46).

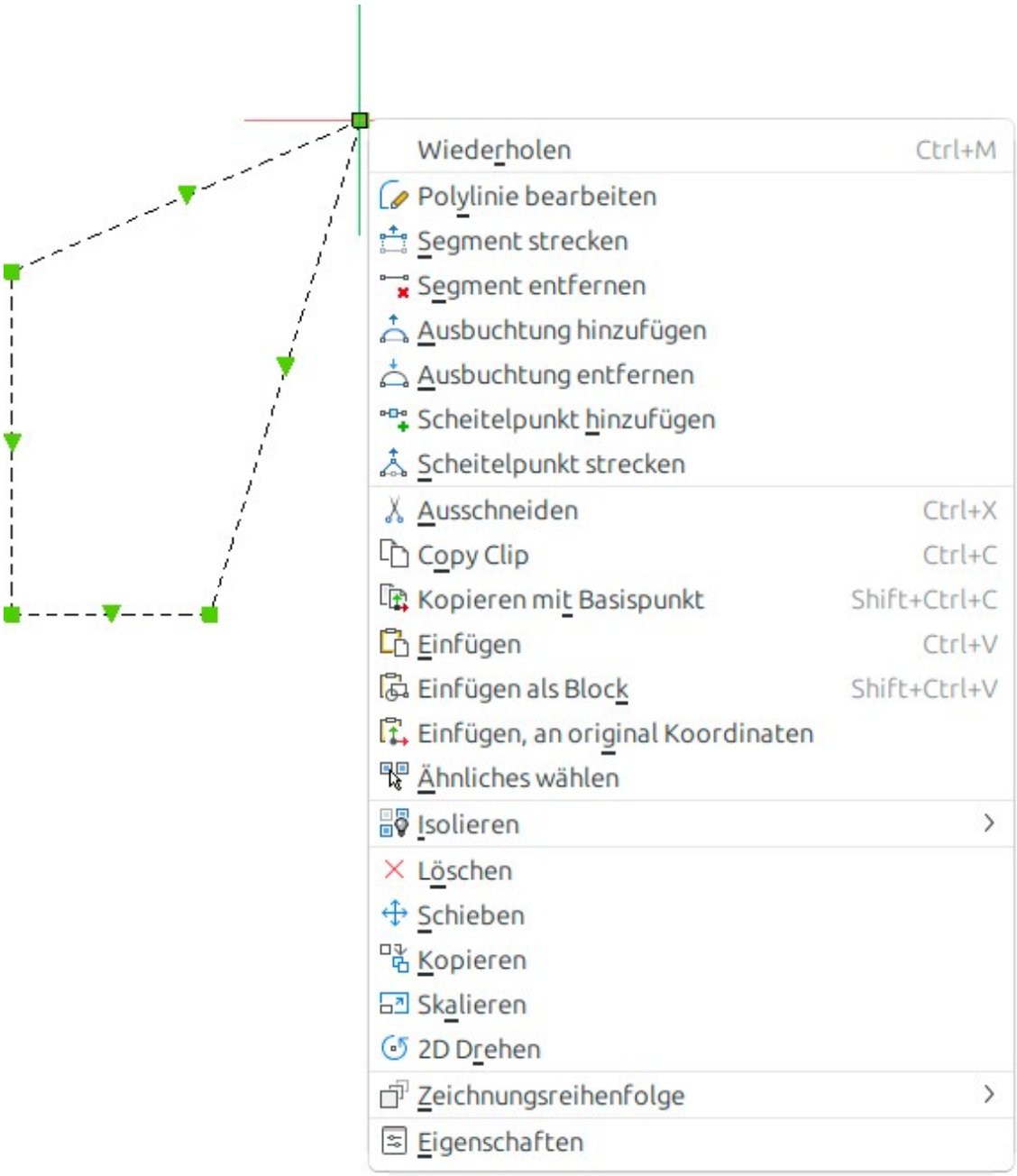


Abb. 46: Aktionsmenü eines gewählten Objekts

2.3.11 Schieben

Während wir mit dem Befehl PAN die Ansicht auf unsere Zeichnung auf dem Bildschirm hin- und herbewegen können, verändern wir mit dem Befehl SCHIEBEN tatsächlich die Koordinaten von Zeichnungsobjekten.

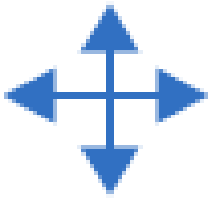


Abb. 47: Icon SCHIEBEN

Nach Anklicken des Icons „Schieben“ oder Eingabe des Kurzbefehls **S** klicken wir beliebig viele zu verschiebende Objekte an. Wir beenden die Eingabe mit der Leertaste, der Eingabetaste oder der rechten Maustaste. Falls beim Aufruf des Befehls schon Objekte markiert waren, wird dieser Schritt übersprungen.

Im zweiten Schritt ist der Verschiebevektor zu definieren. Im einfachsten Fall finden wir einen anzuklickenden Punkt unserer zu verschiebenden Objekte, zu dem wir anschließend den Zielpunkt anklicken, auf den dieser Objektpunkt verschoben werden soll. Halten wir während des Schiebens die Umschalttaste ⇧ gedrückt, so beschränken wir die Verschiebung auf Parallelen zur x-, y- oder z-Achse.

Der Verschiebevektor kann jedoch auch durch zwei Punkte ganz abseits der zu verschiebenden Objekte definiert werden.

Wenn Sie das genaue Maß der Verschiebung kennen (sagen wir einmal, 10 Einheiten nach links und 15 nach oben), so können Sie diese Verschiebung sogar einfach eintippen (in diesem Fall geben Sie **-10,15** ein) und durch zweimaligen Druck der Eingabetaste bestätigen.

Falls es genügt, Objekte nur so ungefähr nach Augenmaß zu verschieben, dann benötigen wir den Schieben-Befehl gar nicht. Stattdessen klicken wir lediglich die zu verschiebenden Objekte an – sie werden dann gestrichelt dargestellt und ihre Griffe werden angezeigt – und verschieben sie durch Anklicken und Ziehen einer der dargestellten gestrichelten Objektlinien.

2.3.12 Kopieren

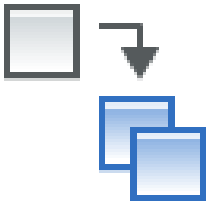


Abb. 48: Icon KOPIEREN

Das Kopieren von Objekten geschieht fast genauso wie das Verschieben. Die Unterschiede liegen darin, dass die Ursprungsobjekte erhalten bleiben und dass der Befehl, wenn er schon einmal dabei ist, gleich beliebig viele Kopien anfertigen kann. Wir bremsen seinen Elan mit der Leertaste, der Eingabetaste, der rechten Maustaste oder der Escape-Taste Esc.

Der Befehl **KOPIEREN** lässt sich über sein Icon aufrufen oder durch Eingabe des Kurzbefehls **KO**.

Wir können markierte Objekte auch per „Copy and Paste“ vervielfältigen, indem wir Strg C und Strg V drücken (Apple: ⌘ C und ⌘ V). Die einzufügenden Kopien „kleben“ solange am Mauszeiger, bis wir einen Zielpunkt anklicken. Der Bezugspunkt für das Einfügen ist dabei die linke untere Ecke unseres Objektes, beziehungsweise die Koordinate mit den kleinsten x-, y- und z-Werten aller gewählten Objekte.

Um den Bezugspunkt frei wählen zu können, beginnen wir den Kopiervorgang mit Strg ⇧ C.

2.3.13 Antialiasing

Zum Ende des Kapitels ein Tipp, wie Sie die Bildschirmdarstellung unter Umständen erheblich verbessern können:

Auf nicht extrem hoch auflösenden Bildschirmen stellen Sie vielleicht fest, dass im Zeichenbereich des Programmfensters dünne Linien, die nicht ganz parallel zu den Bildschirmrändern sind, abgetreppt wirken und Texte in kleinen Schriftgrößen recht unsauber und unleserlich sind. Das liegt daran, dass BricsCAD einen recht simplen Algorithmus[1] fürs Linienziehen verwendet, der entlang einer Linie vorhandene Bildschirmpunkte immer komplett mit der Farbe dieser Linie einfärbt.

1 https://de.wikipedia.org/wiki/Bresenham-Algorithmus

Mit einem kleinen Trick lassen sich jedoch auch Zwischentöne für die Randpixel zeichnen. Dazu setzen wir die Variable **ANTIALIASSCREEN** auf einen Wert größer als 1 und lassen mithilfe des Befehls **REGEN** die Bildschirmdarstellung neu aufbauen. Je höher der Wert von **ANTIALIASSCREEN** ist, desto natürlicher wirken schräge Linien. Erlaubt sind Werte von 1 bis 5.

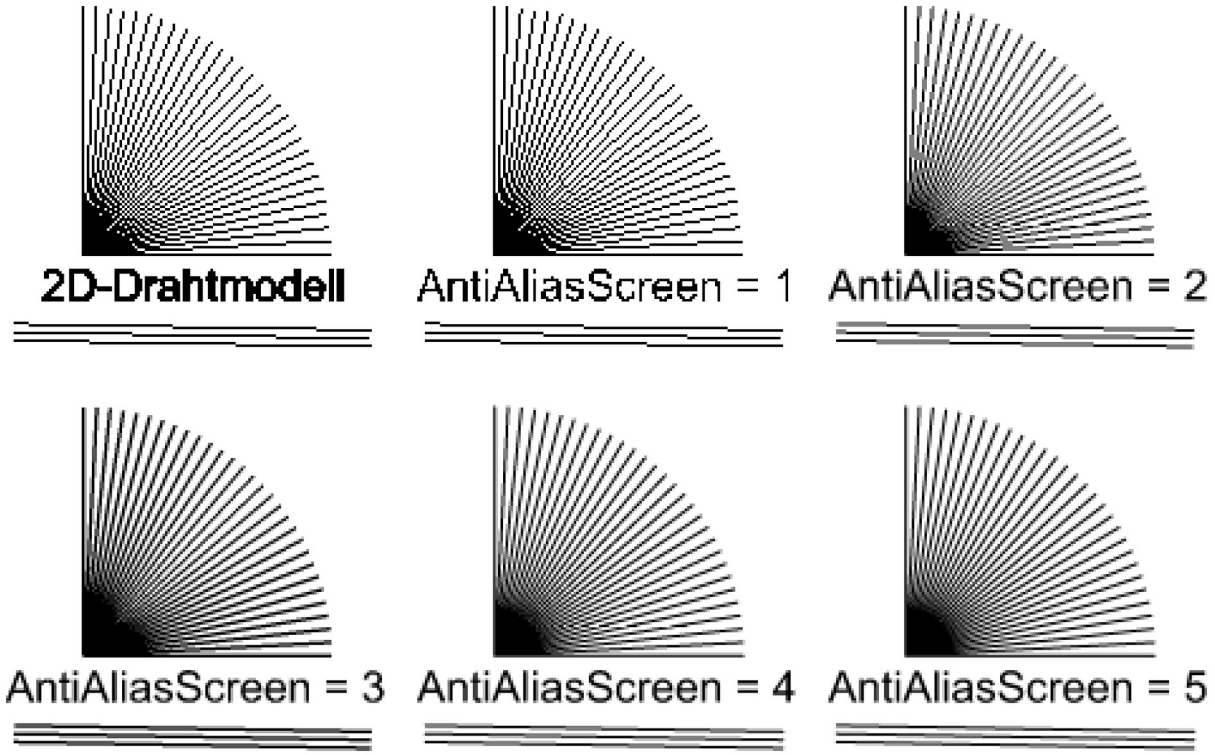
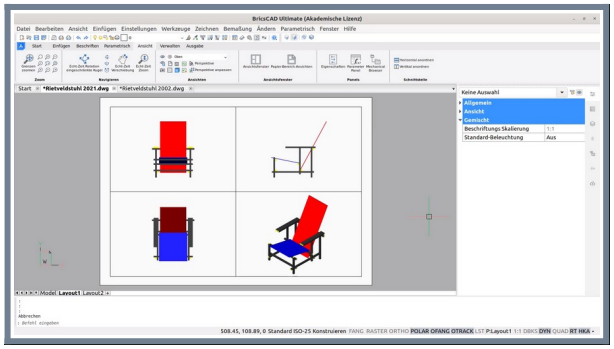


Abb. 49: Auswirkungen des Antialiasings auf Linien und Text

Im visuellen Stil „2D Drahtmodell“ ist die Einstellung unter Linux ohne Wirkung. Unter Windows werden bei Werten größer als 1 GDI-Funktionen des Betriebssystems verwendet, die die CPU stark belasten und die Geschwindigkeit der Bildschirmausgabe laut Bricsys auf etwa ein Siebtel reduzieren. Die Linien in den anderen visuellen Stile werden von der GPU der Grafikkarte erzeugt, für die das Antialiasing keine große Belastung darstellt.

2.4 Das Fenster zum Modellraum



Video 4: Modell und Layout, Ansichtsfenster, Maßstab (8:24)

Im Modellbereich konstruieren wir ohne Rücksicht auf Maßstäbe oder Papiergrößen immer in den jeweils geeigneten Einheiten. Im Layoutbereich arbeiten wir dagegen mit der Einheit Millimeter und festen Papiergrößen.

Die Versuchung ist groß, ein Seitenlayout gleich im Modellbereich zu zeichnen und Elemente wie Beschriftungen und Bemaßungen einfach so groß zu konstruieren, dass sie nach dem maßstäblichen Verkleinern fürs Ausdrucken wieder die richtige Größe haben. Wer gut im Kopfrechnen ist, könnte auch auf die Idee kommen, in realen Papiermaßen zu zeichnen und alle Abmessungen beim Zeichnen maßstäblich umzurechnen. Tatsächlich war das bis 1990 notwendige Praxis beim CAD-Zeichnen mit dem Softwareprodukt des Marktführers auf IBM-kompatiblen PCs[1].

Spätestens in dem Moment, in dem wir ein Detail etwas größer darstellen wollen, bekommen wir jedoch ein Problem. Wir müssten jetzt entweder den gewünschten Teil der Zeichnung kopieren und vergrößern oder mit den gewünschten Abmessungen neu zeichnen. Beides ist möglich, aber viel zu umständlich.

2.4.1 Ansichtsfenster

In der Praxis gestalten wir unser Blatt, einschließlich Schriftfeld und Blattrahmen, ganz unabhängig von unserer Konstruktionszeichnung, die sich im Modellbereich befindet. Auf dem Blatt legen wir stattdessen Flächen an, durch die wir einen Ausschnitt oder unsere gesamte Konstrukti-

1 … beim CAD-Zeichnen auf High-End-PCs zum Preis eines Mittelklassewagens, mit 33 MHz Taktfrequenz, 4 Megabyte RAM, 120 Megabyte Festplattenkapazität und einem hochauflösenden Röhrenbildschirm mit flimmernden 1024 × 768 Bildpunkten. Die Rechenleistung und Speicherkapazität von ein- bis zweihundert solcher Geräte entspricht in etwa der einer derzeit populären Küchenmaschine.

on in jedem gewünschten Maßstab abbilden können. Diese Flächen nennen wir Ansichtsfenster. Sie sind meistens rechteckig, können aber auch jede andere Form erhalten.

Die drei Gebäudeansichten in Abb. 50 zeigen tatsächlich dreimal dasselbe Modell, das links im Modellbereich zu sehen ist, nur aus drei verschiedenen Betrachtungsrichtungen.

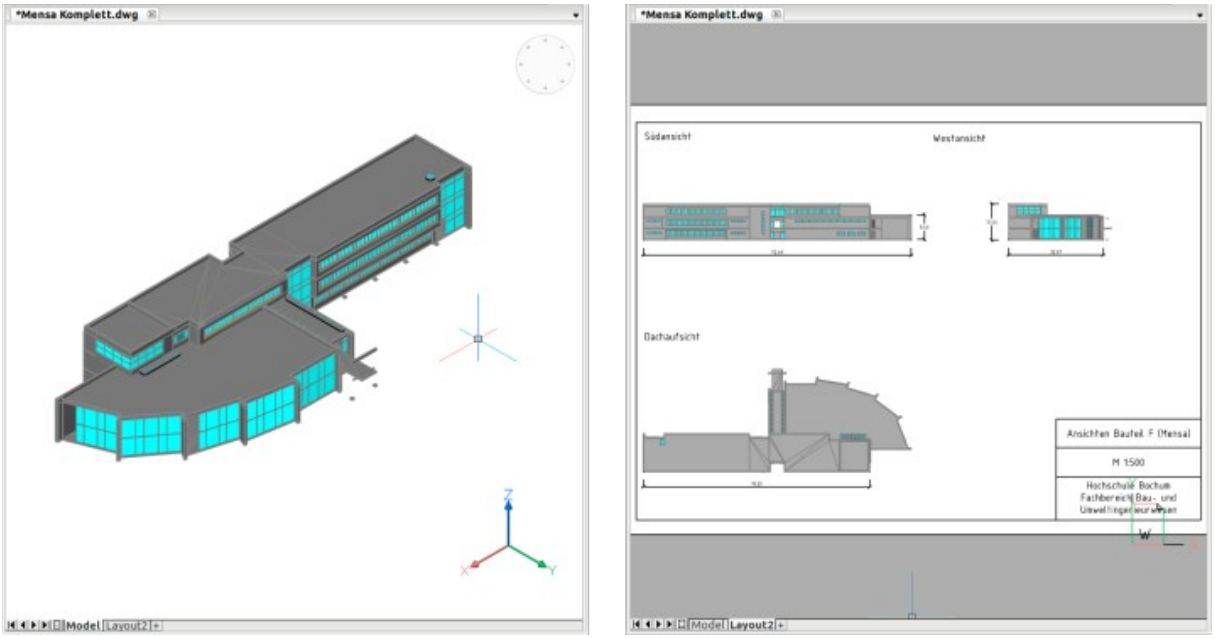


Abb. 50: Modellbereich und Layoutbereich

Neue Ansichtsfenster erzeugen wir im Layoutbereich über das Icon „Ansichtsfenster“ in der Registerkarte „Ansicht“ der Multifunktionsleiste. Wir können alternativ den Befehl **AFENSTER** eingeben (**AFE** genügt auch).



Abb. 51: Das Icon „Ansichtsfenster“ in der Multifunktionsleiste

Im einfachsten Fall klicken wir danach zwei Punkte an und haben dadurch ein rechteckiges Ansichtsfenster definiert. Falls sich schon Objekte im Modellbereich befinden, werden diese gleich dort eingepasst. Wenn wir vor dem Anklicken des ersten Punktes die Option „**P**“ für „Polygonal“ wählen, können wir einen beliebig geformten Polygonzug zeichnen, der beispielsweise zum Freistellen unregelmäßiger Objekte verwendet werden kann.

Wenn im Layoutbereich schon ein geschlossenes Linienobjekt mit einer entsprechenden Form vorhanden ist, können wir dieses mit der Option „**O**“ für „Objekt“ in ein Ansichtsfenster umwandeln. Dadurch sind wir in der Lage, auch kreisrunde oder sogar revisionswolkenförmige Ansichtsfenster zu definieren.

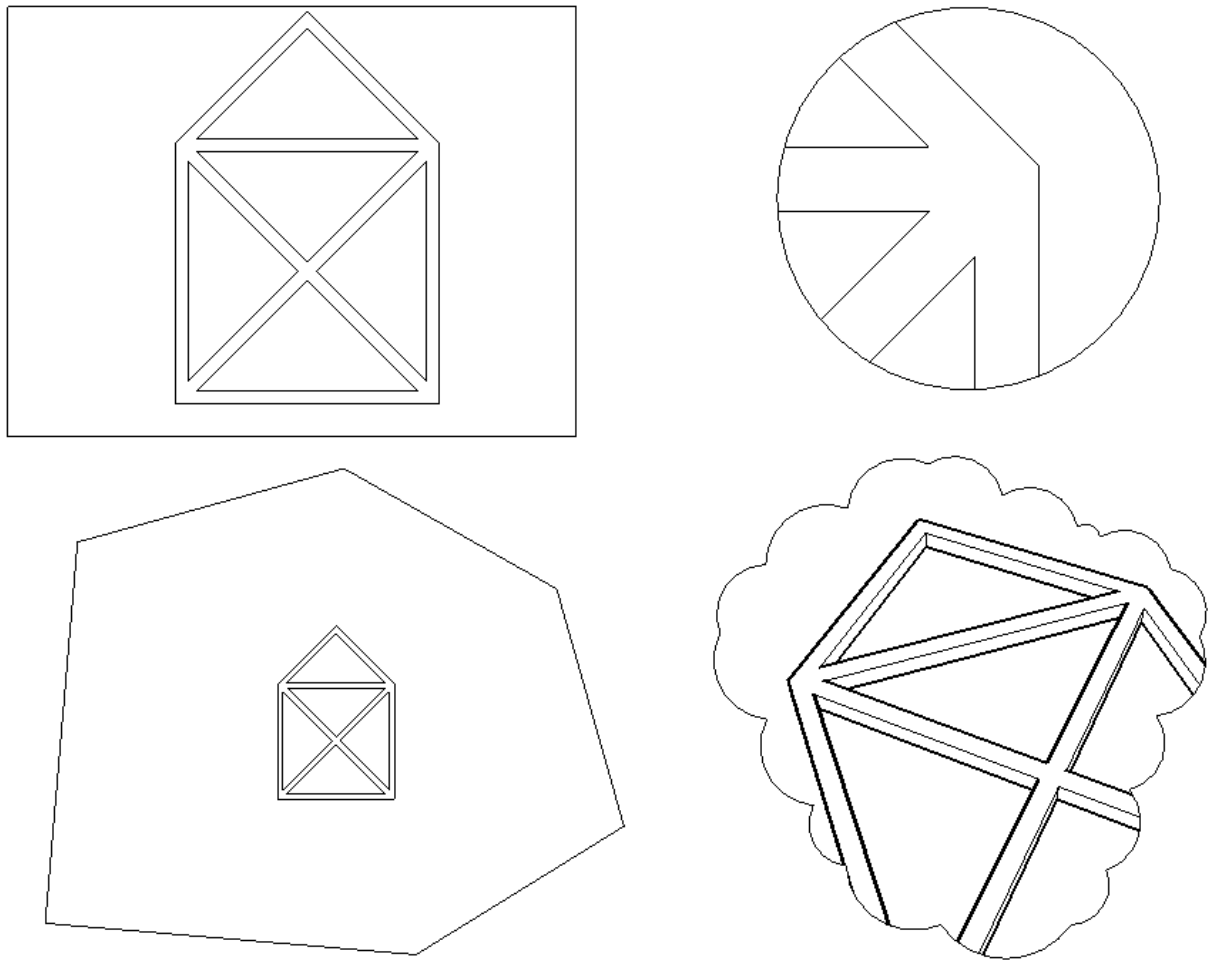


Abb. 52: Rechteckiges und frei geformte Ansichtsfenster

Mit den Optionen „**2**“, „**3**“ und „**4**“ des **AFENSTER**-Befehls lassen sich gleichzeitig mehrere rechteckige Ansichtsfenster erzeugen.

Wenn Ansichtsfenster einen großen Umfang von Modellbereichsobjekten abbilden und dadurch die Arbeit im Layout verlangsamt wird, können nicht benötigte Ansichtsfenster mit der Option „**AUS**“ ausgeschaltet werden. Zum Einschalten verwenden Sie entsprechend die Option „**EIN**“.

Um ein Ansichtsfenster in maximaler Größe zu erzeugen, verwenden wir die Option „**A**“ für „Anpassen“.

2.4.2 Der verschiebliche Modellbereich

Jedes Ansichtsfenster erlaubt das Arbeiten im dort sichtbaren Modellbereich. Wir gelangen durch Doppelklicken des jeweiligen Ansichtsfensterinneren dorthin. Dass wir nun nicht mehr im Papierbereich des Layouts, sondern im Modellbereich sind, sehen wir an vielerlei Dingen: Das Blick-Von-Widget, das im Layoutbereich normalerweise nicht zu sehen ist, wird angezeigt, der Rand des Ansichtsfensters wird verstärkt dargestellt, der Mauszeiger wird außerhalb des Ansichtsfensters nicht mehr als Fadenkreuz dargestellt, im Ansichtsfenster ist das Koordinatenachsensymbol zu sehen und in der Statusleiste ist ein Schalter nun mit M:Layout1 beschriftet.

Um wieder in den Papierbereich des Layouts zurückzukehren, doppelklicken wir im Zeichenbereich auf eine Stelle außerhalb des Ansichtsfensters oder klicken auf den Schalter M:Layout1, der dadurch auch seine Beschriftung wieder zu P:Layout1 ändert.

Falls wir versehentlich einmal direkt auf den Rand eines rechteckigen Ansichtsfensters doppelklicken, wird die Funktion **AFMAX** aufgerufen, die das Ansichtsfenster auf dem Bildschirm maximiert. Durch Eingabe von **AFMIN** oder durch Anklicken des Schalters M:Layout1 kommen wir aus dieser Ansicht wieder heraus.

Im verschieblichen Modellbereich können wir mithilfe von **PAN** und **ZOOM** (also mit dem Mausrad und der mittleren Maustaste) den gewählten Ausschnitt und seinen Maßstab beliebig verändern. Wenn wir das nicht wünschen, können wir das Ansichtsfenster mit der **AFENSTER**-Option „**S**“ oder über den Eintrag „Anzeige gesperrt“ im Eigenschaftenpanel gegen diese Veränderungen sperren.

2.4.3 Maßstab

Zeichnungen im Bau- und Umweltingenieurwesen bilden in der Regel Objekte ab, die deutlich größer als das Blatt Papier sind, auf dem sie dargestellt werden. Um Längen in der ausgedruckten Zeichnung unkompliziert abmessen zu können, werden die realen Objekte in einem gut im Kopf umrechenbaren Verhältnis verkleinert, vielleicht auf ein Zehntel, ein Hundertstel oder ein Tausendstel ihrer tatsächlichen Größe. Wir sagen dann, die Zeichnung habe einen Maßstab von „eins zu zehn“, „eins zu hundert“ oder „eins zu tausend“, geschrieben als „1:10“, „1:100“ oder „1:1000“.

In BricsCAD (wie auch in AutoCAD) justieren wir den Maßstab, mit dem Objekte des Modellbereichs zu Papier gebracht werden, indem wir den Ansichtsfenstern des Layoutbereichs eine Skalierung zuweisen. Jedes Ansichtsfenster besitzt dazu eine Eigenschaft namens „Standard Skalierung“, aus deren Drop-Down-Liste sich der gewünschte Maßstab auswählen lässt. Für Maßstäbe, die sich nicht in der Liste finden lassen, können wir die Verhältniszahl des gewünschten Maßstabs auch direkt als „benutzerdefinierte Skalierung“ eintragen, also beispielsweise 0.5 für den Maßstab 1:2 oder 0.02 für den Maßstab 1:50.

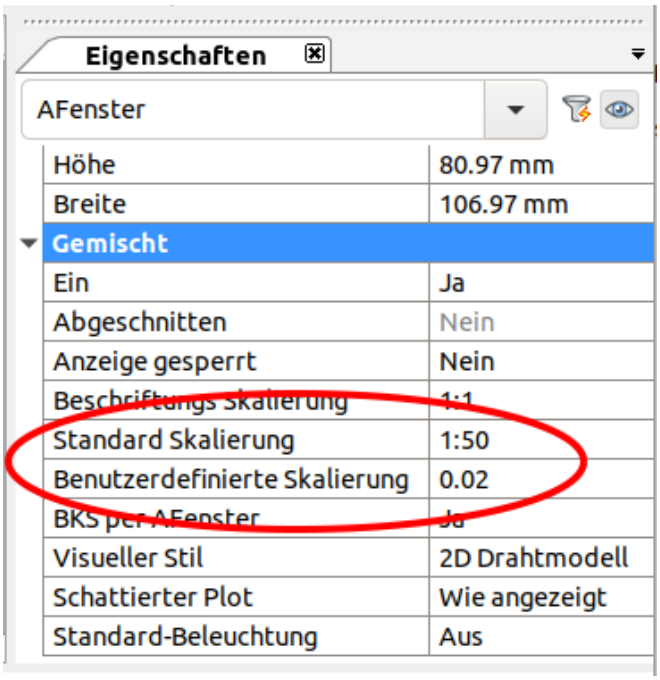


Abb. 53: Eigenschaften eines Ansichtsfensters

Im Eigenschaftenpanel finden wir auch eine sogenannte „Beschriftungsskalierung“. Diese wird von uns in diesem Kurs nicht verwendet.

Maßstäbe sind nichts Kompliziertes und an dieser Stelle könnte dieses Kapitel jetzt eigentlich zu Ende sein. Skurrilerweise ignoriert die Ansichtsfensterskalierung jedoch traditionell die von uns für den Modellbereich eingestellten Einheiten und rechnet seit über 30 Jahren lediglich einheitenlose Koordinatenwerte des Modellbereichs in einheitenlose Koordinatenwerte des Papierbereichs um[1]. Solange wir im Modellbereich wie im Layoutbereich in Millimetern zeichnen, fällt das nicht auf. Wenn

1 Ja, das ist Unfug. Nein, ich weiß auch nicht, was das soll. Wenn es einen Grund für dieses Verhalten gibt, dann lautet er vermutlich: „Das haben wir schon immer so gemacht“. Seit der Einführung von Modell- und Papierbereich mit AutoCAD R11 im Jahr 1990 wurde hier nichts geändert (https://autodesk.blogs.com/between_the_lines/ACAD_R11.html).

wir jedoch im Modellbereich in Zentimetern gezeichnet haben, so bedingt das an dieser Stelle einen Umrechnungsfaktor der Zahlenwerte von 10. Anstelle von „1:50“ oder „0.02“ tragen wir dann als Skalierungswerte des Ansichtsfensters „1:5“ oder „0.2“ ein.

Die Berechnung des einzutragenden Wertes für die benutzerdefinierte Skalierung ist keine schwierige Aufgabe. Wenn ***a*** für die Anzahl von Millimetern pro Modellbereichseinheit steht (also beispielsweise 10 für „cm“ und 1000 für „m“) und ***n*** für den Nenner in der tatsächlichen Maßstabsangabe (also beispielsweise 100 für „1:100“ oder 250 für „1:250“), so lässt sich der Wert ***b*** für den im Feld „Benutzerdefinierte Skalierung“ einzutragenden Zahlenwert mit der folgenden Formel ausrechnen.

$$b = \frac{a}{n}$$

Der Wert von ***b*** kann dabei durchaus größere Werte als 1 annehmen.

Wenn BricsCAD keine Standardskalierung für eine von uns verwendete benutzerdefinierte Skalierung findet, zeigt es in dem entsprechenden Eigenschaftenfeld den Text „Angepasst“ an.

Die folgende Tabelle gibt die „benutzerdefinierten“ Skalierungsfaktoren für die gebräuchlichsten Maßstäbe und Modellbereichseinheiten an, wenn im Layoutbereich wie hierzulande üblich mit der Einheit Millimeter gearbeitet wird:

tatsächlicher Maßstab 1:*n*	**Skalierungsfaktor *b* für Modelleinheit …**			
	mm	**cm**	**m**	**km**
1 : 1	1	10	1000	1000000
1 : 5	0.2	2	200	200000
1 : 10	0.1	1	100	100000
1 : 20	0.05	0.5	50	50000
1 : 25	0.04	0.4	40	40000
1 : 50	0.02	0.2	20	20000
1 : 100	0.01	0.1	10	10000
1 : 200	0.005	0.05	5	5000
1 : 500	0.002	0.02	2	2000
1 : 1000	0.001	0.01	1	1000

Das Feld „Standardskalierung“ birgt noch eine Falle, auf die Sie achten sollten, wenn Sie eine Zeichnung erhalten, in der die angezeigte Maßstabsbezeichnung überhaupt nicht zum Wert im Feld „Benutzerdefinierte Skalierung“ zu passen scheint. Tatsächlich sind die hier verwendeten Texte fast[1] beliebig änderbar und können willkürlich beliebigen Skalierungswerten zugeordnet werden. Die Zuordnung der Maßstabsbezeichnung zu den tatsächlich verwendeten Umrechnungsfaktoren geschieht über den Befehl **`MSTABLISTEBEARB`**. Diese Liste wird in der gerade bearbeiteten Zeichnung gespeichert.

1 Eckige Klammern in einem Maßstabsnamen scheinen in BricsCAD 23 keine gute Idee zu sein.

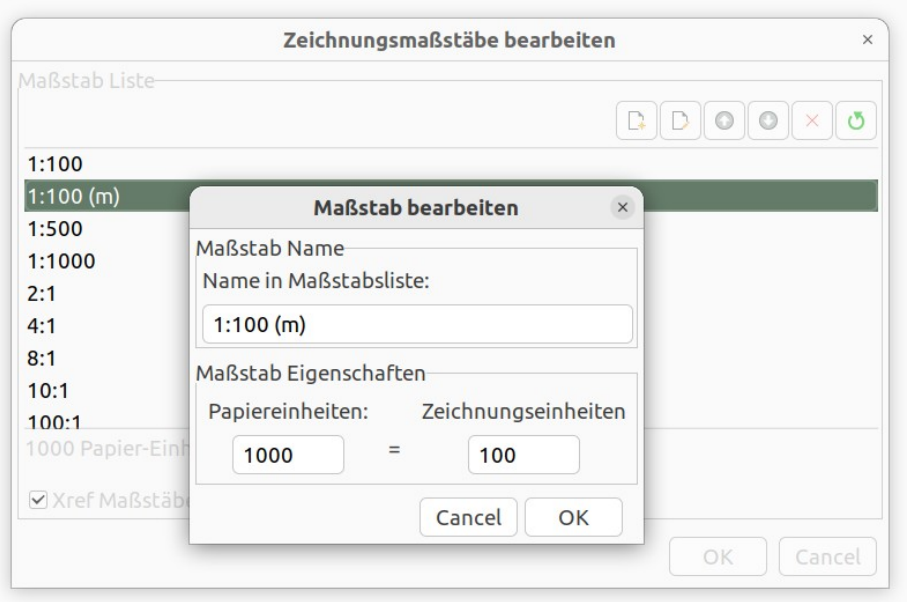


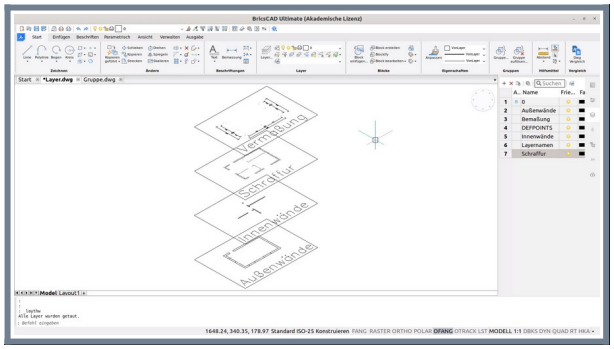
Abb. 54: Bearbeitung eigener Maßstabsbezeichnungen

Wer möchte, kann hier eine eigene Liste von Maßstabsbezeichnungen zusammenstellen, die die tatsächlichen Maßstäbe der Papierzeichnung verwenden. Es ist vielleicht hilfreich, dabei die Modellbereichseinheit anzugeben, auf die sich diese Maßstabsbezeichnung bezieht (Abb. 54). In die beiden unteren Eingabefelder sind dann einfach die Werte für ***a*** und ***n*** aus der weiter oben beschriebenen Formel einzutragen.

In perspektivischen Ansichten lässt sich naturgemäß kein eindeutiger Maßstab verwenden, da dieser an jeder Stelle eines Modells von deren Abstand zum Auge abhängt. Tückischerweise weist BricsCAD bei der Einstellung des Ansichtsfenstermaßstabs aber nicht auf diese Fehlerquelle hin, wenn die perspektivische Ansicht innerhalb eines Ansichtsfensters aktiv ist. Sie merken das vielleicht erst beim Bemaßen, wenn offensichtlich falsche Maßzahlen erscheinen und die Bemaßung nicht assoziativ ist. Überprüfen Sie daher sicherheitshalber in allen Ansichtsfenstern Ihres Layouts, ob die perspektivische Darstellung dort wirklich ausgeschaltet ist. Sie finden die Einstellung im Eigenschaftenpanel, durch Rechtsklicken des BlickVon-Widgets oder über den Befehl **`PERSPECTIVE`**.

2.5 Die Übersicht behalten

In dieser Woche lernen wir Techniken kennen, mit denen wir auf großen Zeichnungen die Übersicht wahren, unsere Konstruktionen auch auf schmalbrüstigen Rechnern noch bearbeitbar halten und außer unserer Arbeitsgeschwindigkeit auch den Spaß am Zeichnen signifikant steigern können.



Video 5: Layer, Gruppen, Ansichten (13:20)

2.5.1 Blick aufs Wesentliche

Damit wir beim Bearbeiten eines Bauteils nicht durch störende Zeichnungselemente abgelenkt oder behindert werden, können wir beliebige Objekte vorübergehend ausblenden. Sie werden dann auf dem Bildschirm nicht mehr angezeigt.

Es ist sogar möglich, sämtliche Objekte der Zeichnung mit Ausnahme der gerade ausgewählten auszublenden. Diese Funktion heißt „Objekte isolieren“. Wir rufen beide Funktionen über die Icons der Werkzeugkästen „Objekte ausblenden/anzeigen“, „Zugriff“ oder „Zugriff3D“ auf.

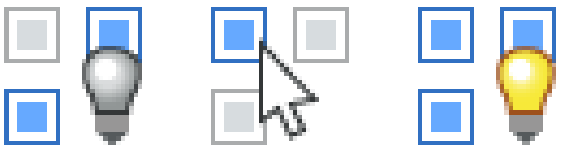


Abb. 55: Icons zum „Ausblenden“, „Isolieren“ und „Einblenden“

Die entsprechenden Kommandos der Befehlszeile sind recht phantasievoll gewählt und lauten **`EINBLENDEN`** für „Einblenden“, **`ISOLIEREN`** für „Isolieren“ und **`HIDEOBJECTS`** für „Ausblenden“.

Normalerweise wird der Ein- und Ausblendezustand nicht in der Zeichnung gespeichert, sondern gilt nur für die aktuelle Bearbeitungssitzung. Wenn die Variable **OBJECTISOLATIONMODE** jedoch von ihrem Standardwert 0 auf den Wert 1 verändert wird, bleibt die Einstellung dauerhaft erhalten.

2.5.2 Auswahlrechtecke und Auswahl-Lassos

Um schnell eine große Anzahl von Objekten zu markieren, können wir mit der Maus durch Anklicken von zwei Punkten ein Auswahlrechteck aufspannen.

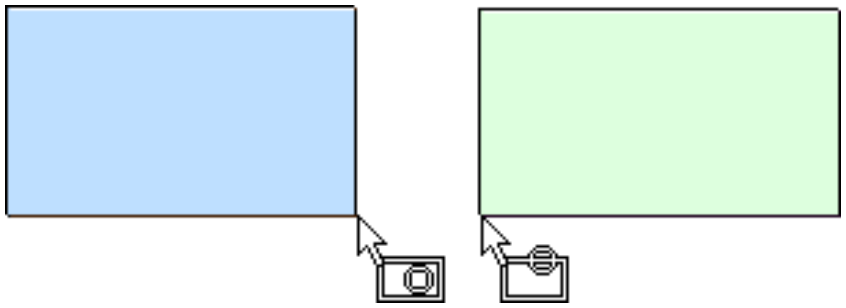


Abb. 56: Auswahlrechtecke

Dieses Rechteck verhält sich unterschiedlich, je nachdem, ob wir es von links nach rechts aufspannen oder umgekehrt:

- Ein von links nach rechts aufgespanntes Auswahlrechteck wird hellblau dargestellt. Nur die Objekte, die vollständig vom blauen Rechteck umschlossen sind, werden ausgewählt.

- Im Gegensatz dazu wird ein von rechts nach links aufgespanntes Auswahlrechteck hellgrün dargestellt. Alle Objekte, die das grüne Rechteck berühren, selbst wenn sie nicht vollständig von ihm umschlossen sind, werden zusätzlich zu den Objekten im Inneren des Rechtecks ausgewählt.

Durch mehrfache Aufrufe dieser Funktion können wir weitere Objekte dem Auswahlsatz hinzufügen.

Um versehentlich ausgewählte Elemente wieder aus einem vorhandenen Auswahlsatz zu entfernen, markieren Sie diese durch Anklicken bei gedrückter Umschalttaste ⇧.

Anstatt durch Anklicken zweier Punkte rechteckige Auswahlfenster zu definieren, können Sie auch aus der Bewegung heraus durch Gedrückthalten der linken Maustaste beliebige Formen wie mit einem Lasso aufziehen. Dadurch lassen sich durch „Umkurven“ gezielt Elemente ein- oder ausschließen.

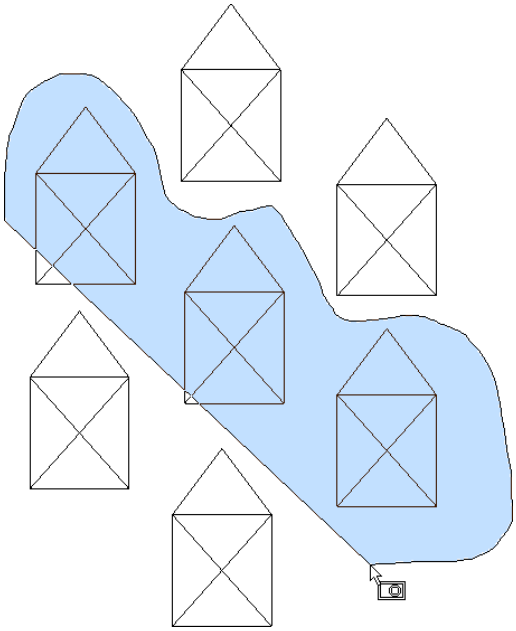


Abb. 57: Freiformauswahl mit dem Lasso

Für vom Lasso geschnittene Zeichnungselemente gilt dasselbe wie bei den rechteckigen Auswahlbereichen, je nachdem, ob wir die Lasso-Auswahl von rechts nach links oder von links nach rechts beginnen.

Das Verhalten des Programms bei der Auswahl mit der Maus lässt sich mit der Variable **PICKAUTO** einstellen. Wenn Sie die Lassoauswahl anfangs zu verwirrend finden, können Sie diese Variable auf den Wert 1 statt 5 setzen. Sie definieren dann durch zwei Mausklicks immer ein Rechteck. Wenn Sie zusätzlich die Variable **PICKDRAG** auf den Wert 1 statt 0 setzen, können Sie Auswahlrechtecke mit einem einzigen Mausklick „aus der Bewegung“ aufziehen, wie zuvor das Lasso.

2.5.3 Gruppen

Dieser Abschnitt ist ausdrücklich nur an Lernende gerichtet, die bereits Erfahrungen mit anderen Grafikprogrammen gesammelt haben und es gewohnt sind, dass man dort Objekte zum einfacheren Bearbeiten gruppieren kann. Alle anderen können zum nächsten Kapitel weitergehen. Wir kommen gut ohne diese Funktion aus.

Wenn wir eine Anzahl von Zeichnungsobjekten wiederholt gemeinsam auswählen möchten, können wir sie zu einer Gruppe hinzufügen. Ein Anklicken eines einzelnen Gruppenelements markiert daraufhin[1] alle Zeichnungsobjekte der Gruppe.

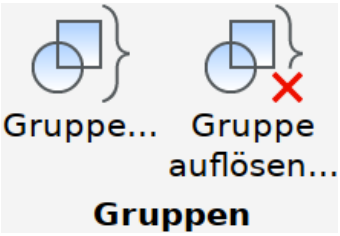


Abb. 58: Gruppen-Icons der Multifunktionsleiste

Zum Anlegen einer Gruppe klicken wir auf das Icon „Gruppe …“. Der Gruppe können wir einen Namen geben oder wir setzen das Häkchen für „unbenannt“. Nun achten wir darauf, dass das Häkchen „Wählen“ gesetzt ist, wählen nach Anklicken des Auswahlbuttons die zu gruppierenden Objekte aus und bestätigen die Auswahl mit der Eingabetaste.

Zum Auflösen einer Gruppe klicken wir ein Gruppenelement an (die ganze Gruppe wird markiert) und danach das Icon „Gruppe auflösen“.

Für Objekte, die aus mehreren Zeichnungselementen zusammengesetzt sind und entweder in der aktuellen Zeichnung oder in späteren Projekten mehrfach verwendet werden sollen, verwenden wir üblicherweise anstelle von Gruppen die vielseitigeren „Blöcke“. Diese sind Thema des Kapitels 2.10.1.

In BricsCAD 25 sind die Icons für das Erstellen und Auflösen von Gruppen im Ausklappmenü des Abschnitts „Block“ der Multifunktionsleiste angesiedelt.

2.5.4 Layer

Um Ordnung in unserer Zeichnung zu halten, bieten die sogenannten Layer wesentlich mehr Möglichkeiten als Gruppen.

Jedes Zeichnungsobjekt kann zwar Mitglied in diversen Gruppen sein, ist aber immer genau einem Layer zugeordnet. Wir sagen dazu, das Objekt befinde sich auf diesem Layer. Wir können dem Layer Eigenschaften zuweisen, wie beispielsweise eine Farbe, einen Linientyp oder eine Strich-

1 Falls nicht, drücken Sie mal Strg-H. Die Variable PICKSTYLE muss den Wert 1 oder 3 haben.

stärke. Diese Eigenschaften werden von allen Objekten des Layers übernommen, bei denen die entsprechende Objekteigenschaft den Wert „Von-Layer“ hat.

Neue Layer können wir im Panel „Layer“ durch Anklicken des Pluszeichens oben links in der angezeigten Tabelle anlegen. In einer Zeichnung kann es beliebig viele Layer geben.

Einer der Layer trägt stets das Attribut „aktuell“. Alle neu gezeichneten Objekte werden automatisch diesem Layer zugeordnet. Der Name des aktuellen Layers wird in der Layerbox der Multifunktionsleiste angezeigt (Abb. 59).

In jeder Zeichnung existiert immer mindestens ein Layer mit dem Namen „0“. Dieser Layer kann weder gelöscht noch umbenannt werden. Die Verwendung des Layers 0 ist in vielen Büros verpönt.

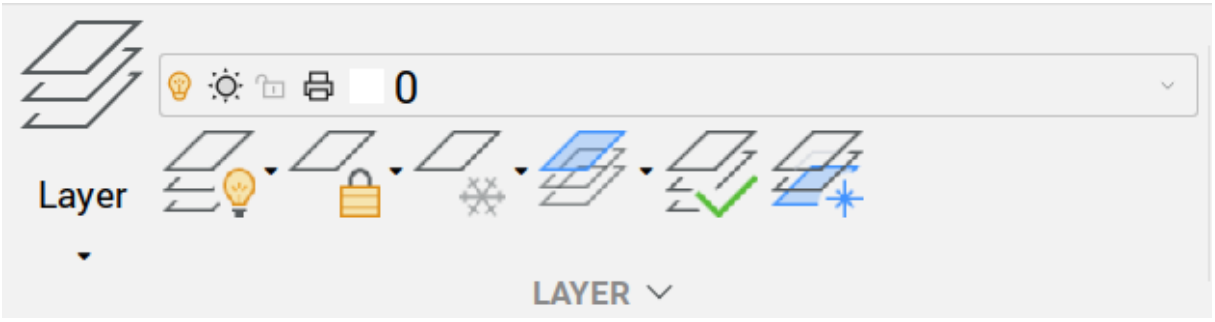


Abb. 59: Layer-Icons der Multifunktionsleiste

Glühlampe: ein/aus

Mit den Glühlampen-Icons der Layer-Icongruppe werden alle Objekte eines Layers „eingeschaltet“ und „ausgeschaltet“, das heißt sichtbar oder unsichtbar geschaltet. Da die Auswahl aller Zeichnungselemente mit der Tastenkombination Strg A (Apple: ⌘ A) oder über die Filterfunktion auch Elemente auf „ausgeschalteten“ Layern markiert, kann man eine Zeichnung unbemerkt beschädigen. Ich rate daher von der Verwendung der beiden Glühlampen-Icons ab.

Schneeflocke und Sonne: frieren/tauen

Mit dem Schneeflocken-Icon werden Layer „gefroren“. Alle Objekte darauf werden unsichtbar und sind nicht mehr bearbeitbar. Das Frieren von Layern mit vielen Objekten kann die Verarbeitungsgeschwindigkeit des

CAD-Programms spürbar steigern. Objekte auf gefrorenen Layern sind vor versehentlichen Änderungen geschützt. Durch Anklicken des Sonnensymbols werden gefrorene Layer wieder aufgetaut.

Vorhängeschloss: sperren

Ein geschlossenes Vorhängeschloss zeigt „gesperrte“ Layer an. Diese sind zwar weiterhin sichtbar und die Elemente darauf können auch mit den bekannten Objektfangmethoden referenziert werden, sie sind jedoch vor jeder Form von Bearbeitung geschützt.

Blaues Rechteck: isolieren

Um nur die Elemente eines einzelnen Layers anzuzeigen oder bearbeitbar zu lassen, kann dieser isoliert werden. Alle anderen Layer werden ausgeblendet oder gesperrt.

Ob das Isolieren eines Layers die anderen Layer ausschaltet oder sperrt, hängt davon ab, welche dieser Optionen Sie beim letzten Aufruf des Befehls mit dem Untermenüpunkt „Einstellungen“ gewählt haben.

Grüner Haken: zuweisen

Durch Anklicken des Layer-Icons mit dem grünen Haken können beliebige Zeichnungselemente dem aktuellen Layer zugewiesen werden.

Blauer Stern: übernehmen

Mit „Layer von Objekt“ erklären Sie den Layer eines anschließend anzuklickenden Objekts zum aktuellen Layer.

Ausklappmenü: Layerstatus

Komplette Layerkonfigurationen lassen sich unter einem frei wählbaren Namen abspeichern und später wieder aufrufen. Dadurch können Sie nach Herzenslust Farben, Strichstärken und Linientypen von Layern für die anstehenden Arbeitsschritte ändern und später die ganze Konfiguration wieder rückgängig machen.

Sind Layer so etwas wie Folien?

Man könnte sich Layer als Stapel von Klarsichtfolien vorstellen, von denen jeweils die aktuelle Folie oben liegt. Tatsächlich jedoch hat die Anzeigereihenfolge der Objekte nur selten etwas mit der Anordnung der Layer zu tun, deshalb sollten wir die Folienvorstellung während der Arbeit mit dem Programm nicht zu ernst nehmen.

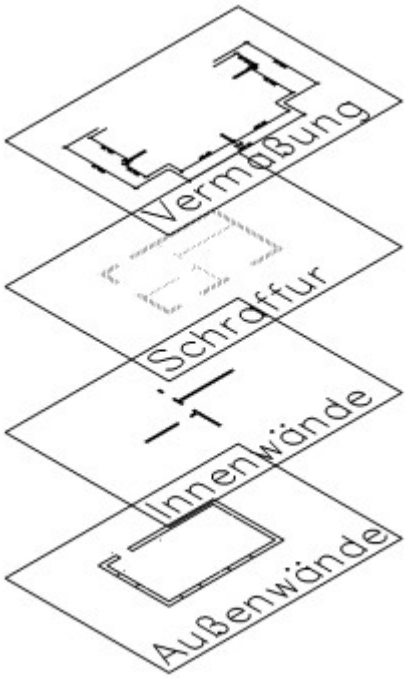


Abb. 60: Beispiel für eine Layerzuordnung

Layer sind ein großartiges Hilfsmittel, um Ordnung in einer Zeichnung zu halten. Legen Sie im Zweifelsfall lieber ein paar Layer mehr als einen zu wenig an. Gruppieren Sie Ihre Zeichnungselemente, wie es gerade sinnvoll ist, nach Gewerken (Stahlbau, Holzbau, Lüftung, Elektrik, …), nach Baufortschritt (Baugrube, Fundamente, Bodenplatte, Kellerwände, …) oder nach jeder anderen Klassifizierung, die Ihnen hilft, die Übersicht in Ihrer Zeichnung zu behalten.

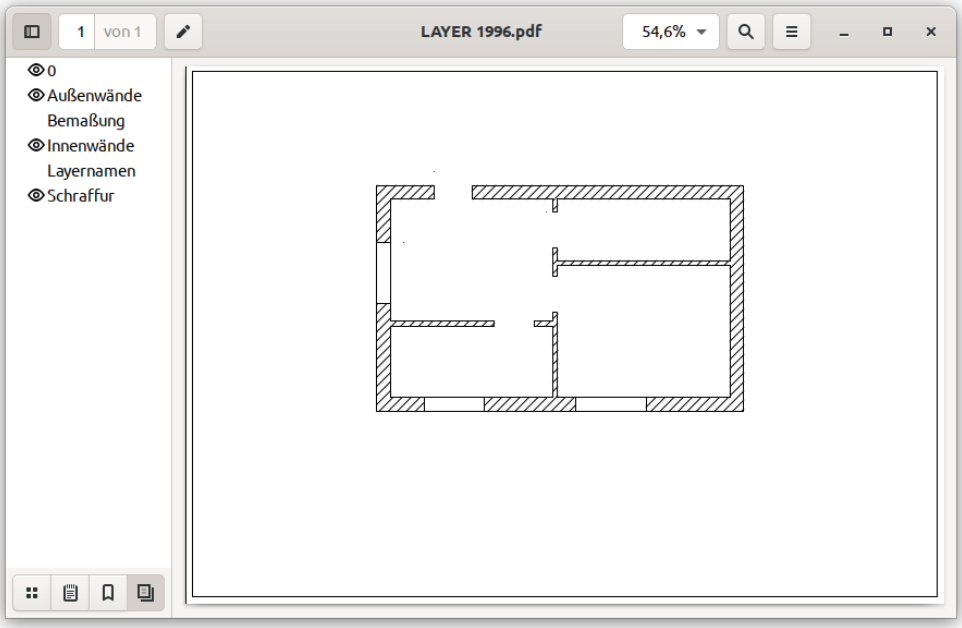


Abb. 61: Layerdarstellung im PDF-Betrachter Evince

Die Layerzuordnung bleibt sogar beim PDF-Export erhalten, wenn der Darstellungsmodus „2D-Drahtmodell“ aktiv ist. In PDF-Dateien werden die Layer als „Ebenen“ bezeichnet und mit einem geeigneten PDF-Betrachtungsprogramm[1] lässt sich die Sichtbarkeit der einzelnen PDF-Ebenen umschalten.

1 Hier: Evince – https://www.fosshub.com/Evince.html. Aktuelle Webbrowser können zwar auch PDF-Dateien anzeigen, im April 2025 ist Mozilla Firefox allerdings der einzige mir bekannte Browser, der es vermag, die Sichtbarkeit von Ebenen umzuschalten.

Totale Kontrolle im Zeichnungsexplorer

Eine vollständige Übersicht über alle Layer und ihre Einstellungen finden wir im Zeichnungsexplorer, den wir mit dem Befehl **EXPLAYER** aufrufen können, falls wir ihn nicht in der Registerkarte „Verwalten“ der Multifunktionsleiste finden.

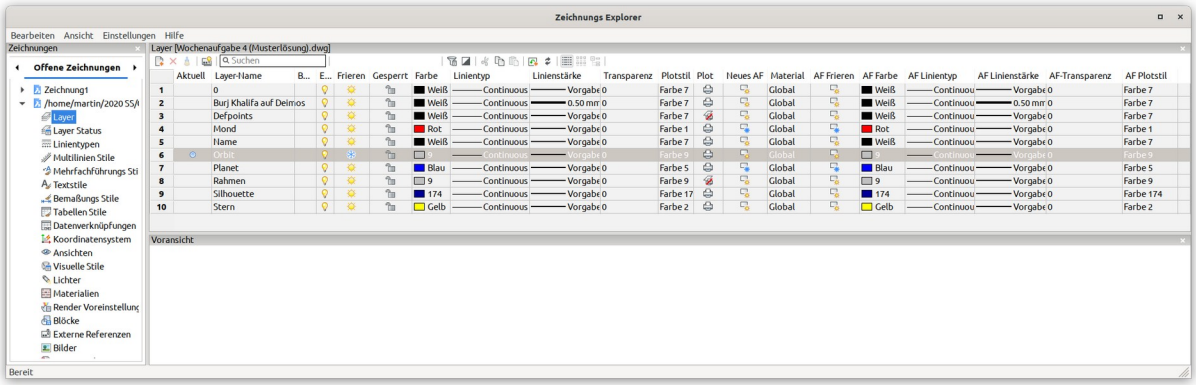


Abb. 62: Layersteuerung im Zeichnungsexplorer

Der Zeichnungsexplorer hat eine gestalterische Besonderheit gegenüber üblichen Dialogfenstern, die gelegentlich zu Missverständnissen führt. Er versammelt mehrere Panels in einem Fenster, die (leider) alle eigene Buttons zum Schließen aufweisen. Klickt man diese versehentlich an, schließt sich nur das eine Panel, zu dem dieser Button gehört und hinterlässt eine leere graue Fläche. Das allein wäre noch nicht dramatisch, jedoch bleibt das geschlossene Panel von nun an auch bei allen weiteren Aufrufen des Zeichnungsexplorers verschwunden. Um das ursprüngliche Aussehen des Dialogs wiederherzustellen, finden Sie im Menü „Einstellungen“ des Zeichnungsexplorers den Menüpunkt „Vorgabelayout wiederherstellen“.

Undruckbare Layer

In der Spalte „Plot“ der Layerliste ist in jeder Zeile ein Druckersymbol zu sehen (Abb. 63). Wenn dieses durchgestrichen ist, erscheinen die Objekte des jeweiligen Layers weder beim Ausdruck auf dem Papier noch in exportierten PDF-Dateien. Das ist grundsätzlich bei dem von BricsCAD während der Bearbeitung eigenständig angelegten Layer „Defpoints“ der Fall. Dieser Layer sollte nicht für eigene Objekte verwendet werden, wird aber in der Praxis immer wieder für die Darstellung von Hilfslinien herangezogen, die manche Konstruktion erheblich vereinfachen können, aber in den fertigen Zeichnungen nicht sichtbar sein sollen.



Abb. 63: Symbole für druckbare und nicht druckbare Layer

Layersteuerung im Layout

„Layer“ und „Layout“ sind zwar recht ähnliche Wörter, sie beziehen sich aber auf ganz unterschiedliche Konzepte. Als „Layout“ bezeichnen wir die Gestaltung eines Zeichnungsblatts mit einem oder mehreren Ansichtsfenstern auf den Modellbereich einer Zeichnungsdatei. Innerhalb eines Ansichtsfensters kann der Layerstatus unabhängig vom übrigen Layout konfiguriert werden. Alle Spalten der Layerliste, deren Namen mit „AF“ beginnen, beziehen sich nur auf das aktive Ansichtsfenster. In der Spalte „Neues AF“ können wir zudem festlegen, ob der jeweilige Layer in neu angelegten Ansichtsfenstern sichtbar oder gefroren sein soll.

In der Layerbox der Multifunktionsleiste finden wir im Layoutbereich ein zusätzliches Icon pro Layer, mit dem wir das Frieren und Tauen dieses Layers nur für das gerade aktive Ansichtsfenster steuern (in Abb. 64 rot markiert).

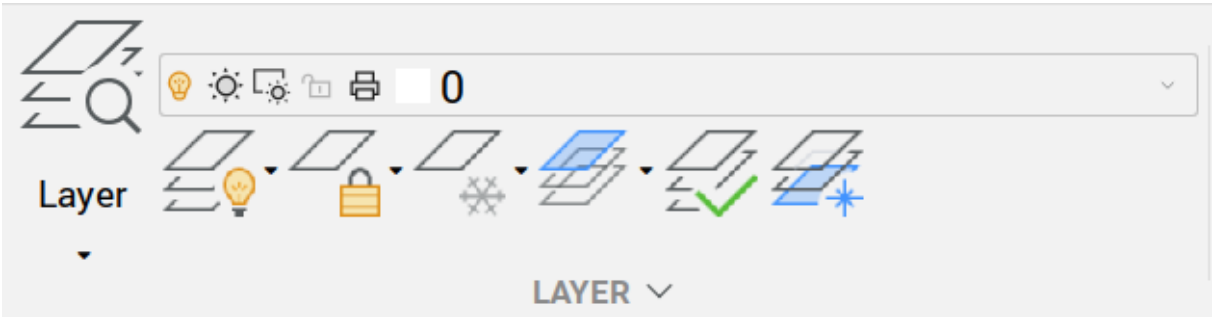


Abb. 64: Layerbox im Layoutbereich

2.5.5 Benannte Ansichten

In großen Zeichnungen mit vielen Details ist es angesichts der begrenzten Bildschirmgröße üblicher Arbeitsplätze recht oft notwendig, mehrmals von einem Detailpunkt zu einem anderen zu wechseln. Das kann man mit dem Scrollrad der Maus erledigen, schneller geht es jedoch, häufig besuchte Ansichten direkt anzuspringen.

Mit dem Befehl „**-AS S**“ und der Eingabe eines beliebigen Namens speichern Sie die aktuelle Ansicht und mit „**-AS H**“ holen Sie eine gespeicherte Ansicht wieder zurück.

Sie können auch die Icongruppe „Ansichten“ in der Registerkarte „Ansicht“ der Multifunktionsleiste verwenden. Das Augensymbol mit der kleinen Diskette[1] speichert einen Ausschnitt und über die Auswahlliste darüber stellen Sie einen gespeicherten Ausschnitt wieder her.

Wenn Sie den aktuellen Moodle-Kurs zu diesem Skript besuchen, probieren Sie das doch einmal mit der Übungsdatei „Sonnensystem.dwg“ aus! Diese enthält einige gespeicherte Ansichten.

1 Der letzte verbreitete Diskettentyp, die 90-mm-Diskette (fälschlich als 3½-Zoll-Diskette bezeichnet), sah vor einem Vierteljahrhundert genau so aus wie unsere heutigen Speichern-Icons. Es gibt da möglicherweise einen Zusammenhang.

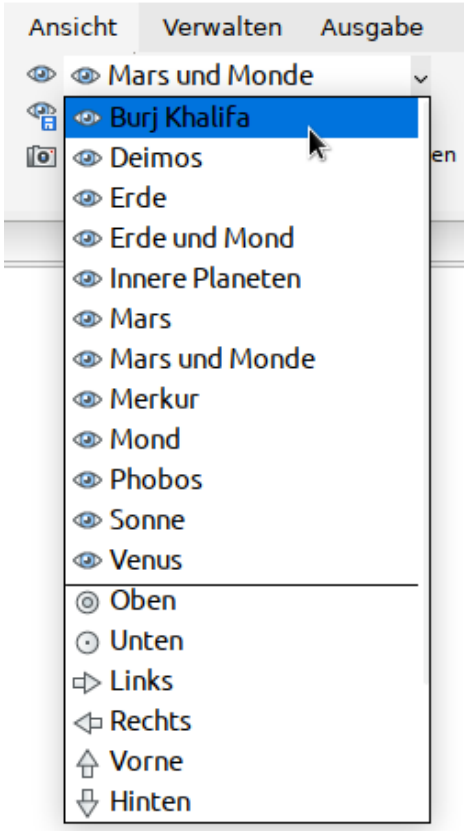
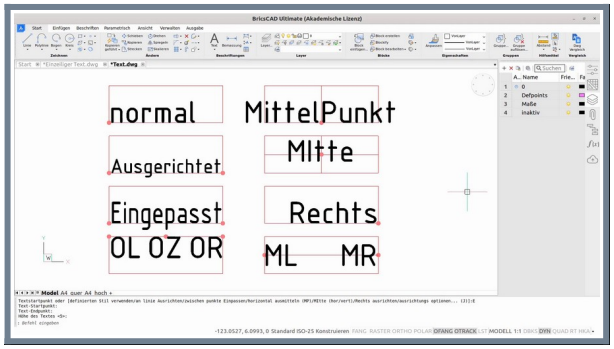


Abb. 65: Gespeicherte Ansichten

Das „Anfliegen“ der einzelnen Ansichten erfolgt über eine dynamische Animation aus zahlreichen Zwischenschritten. Diese dauert in der Regel 750 Millisekunden. Wenn Sie Zeit sparen wollen, können Sie diese Animation durch Änderung der Variablen **`VTDURATION`** zu null abschalten. Steht Ihnen andererseits der Sinn nach kinomäßigen Kamerafahrten, so können Sie **`VTDURATION`** auch auf einen größeren Wert als 750 setzen. Der Maximalwert 5000 ist nicht unter jedem Betriebssystem geeignet. Linux beginnt da beispielsweise schon, sich ernsthaft Sorgen um die Gesundheit des für die Dauer der Animation auf keinerlei Eingaben reagierenden Programms zu machen.

2.6 Beschriftung mit Stil



Video 6: Beschriftung mit Stil (12:57)

BricsCAD kennt zwei Methoden zum Eintragen von Texten in eine Zeichnung. Die älteren Methode **TEXT** unterstützt nur einzeilige Texte, erlaubt jedoch bei Verwendung bestimmter Schriftarten geometrisch ungewöhnlich exakte Formatierungen; die neuere Methode **MTEXT** kann auch mit längeren Textabschnitten umgehen und erlaubt eine Formatierung, die der von Textverarbeitungen ähnelt.

Beide greifen auf von uns definierbare Textstile zu, mit denen wir das Aussehen der Buchstaben für die ganze Zeichnung einheitlich festlegen können.

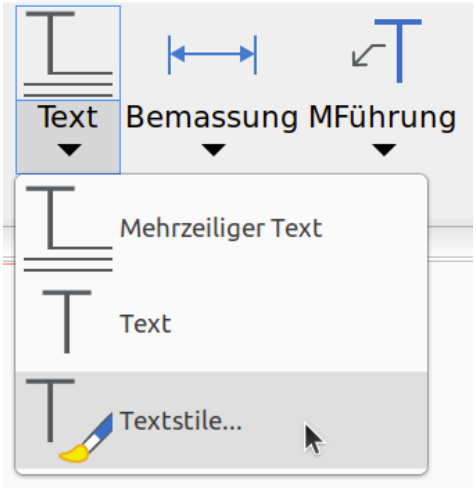


Abb. 66: Icons für ein- und mehrzeiligen Text

2.6.1 Einzeiliger Text: TEXT

Der Befehl **TEXT** benötigt außer einem Startpunkt die Angabe einer Texthöhe und einer Schreibrichtung. Beides können Sie mit der Maus durch Klicken auf die Zeichenfläche bestimmen oder über die Tastatur eingeben.

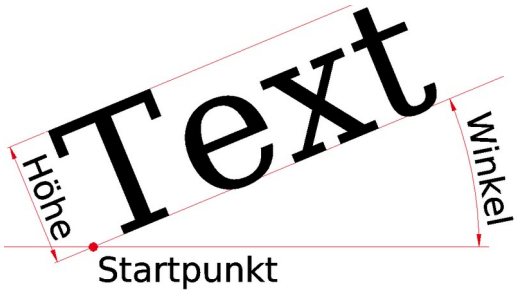


Abb. 67: Einzeiliger Text

Die Texthöhe geben Sie immer in Zeichnungseinheiten an. Wenn im Modellbereich Ihrer Zeichnung eine Zeichnungseinheit einem Meter entspricht, so sorgt eine Texthöhe von „2.5“ für zweieinhalb Meter große Buchstaben. Im Layoutbereich, in dem wir für gewöhnlich in Millimetern arbeiten, erhalten wir mit derselben Zahlenangabe zweieinhalb Millimeter hohe Schrift. Wir beschriften daher bevorzugt im Layoutbereich und verwenden Texte im Modellbereich nur in Ausnahmefällen.

Die Eingabe einer Textzeile beenden Sie mit der Eingabetaste. Sie können nun unmittelbar mit der Eingabe einer weiteren Textzeile unterhalb der zuletzt geschriebenen fortfahren oder mit einem erneuten Druck auf die Eingabetaste die gesamte Texteingabe abschließen.

Wenn Sie während des Tippens beliebige Punkte der Zeichenfläche mit der Maus anklicken, wird am jeweils zuletzt angeklickten Punkt mit der Eingabe einer neuen Textzeile begonnen.

Die einzelnen Textzeilen sind eigenständige Zeichnungsobjekte, die keinen Bezug mehr zueinander haben. Sie können unabhängig voneinander verschoben, gelöscht oder auf andere Weise bearbeitet werden.

Standardmäßig wird Text linksbündig ausgerichtet und der von Ihnen angeklickte Bezugspunkt des Textes ist der Beginn seiner Grundlinie (das ist die gedachte Linie, auf der die Großbuchstaben stehen). Sie können Text auch rechtsbündig zum Bezugspunkt ausrichten, indem Sie nach dem Aufruf des Befehls, bevor Sie mit der Maus einen Punkt anklicken, den Unterbefehl **R** eingeben. Entsprechend richtet der Unterbefehl **MP** den Text mittig zum angeklickten Punkt aus. Der Unterbefehl **MI** verschiebt den Text zusätzlich ein Stück nach unten, sodass der Einfügepunkt auf halber Großbuchstabenhöhe liegt.

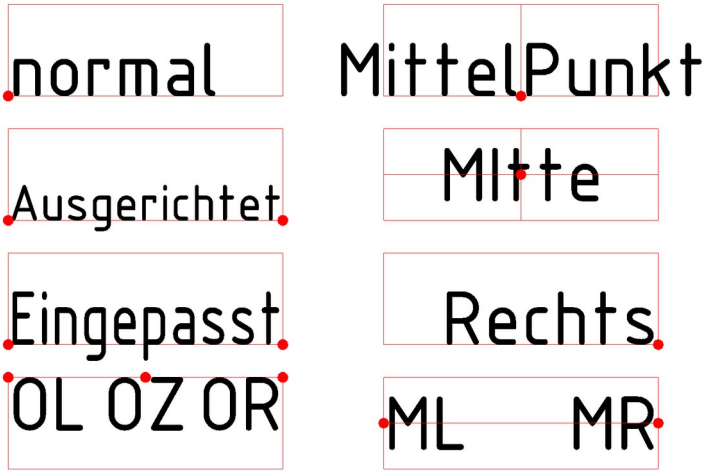


Abb. 68: Ausrichtung einzeiliger Texte

Weitere, eher seltene Ausrichtungsoptionen erhalten Sie über den Unterbefehl **J**. Abb. 68 zeigt in der unteren Zeile die Auswirkungen derjenigen damit verbundenen Unterbefehle, die nicht schon durch andere Ausrichtungsoptionen abgedeckt sind.

Recht speziell sind die Unterbefehle **A** und **E**, die für die Ausrichtungsoptionen **AUSRICHTEN** und **EINPASSEN** stehen[1]. Beide benötigen außer dem Startpunkt auch einen Endpunkt auf der Grundlinie der ersten Textzeile. Die Option **AUSRICHTEN** verändert während des Tippens die Schriftgröße ständig so, dass der Text genau zwischen die beiden Punkte passt, wobei die korrekten Proportionen der Buchstaben beibehalten werden. **EINPASSEN** dagegen behält die eingestellte Buchstabenhöhe bei und verändert die Buchstabenproportionen unter Verzicht auf jegliche typographische Ästhetik so, dass die Zeilenlänge immer gleich bleibt.

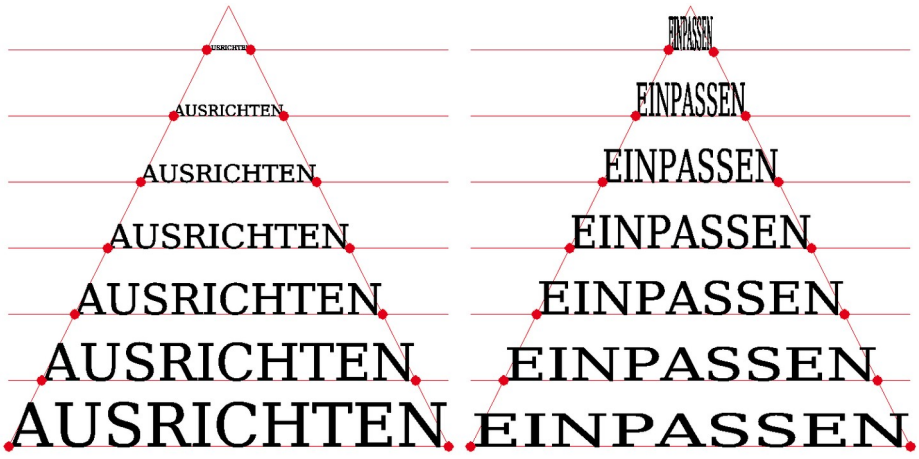


Abb. 69: Ausrichten und Einpassen

1 Eine Ausrichtungsoption **AUSRICHTEN** zu nennen, ist vielleicht eine Entscheidung, über die man rechtzeitig hätte nachdenken sollen, als man eine deutschsprachige Übersetzung für „to align“ suchte, also etwa 1986. Warum nicht **ANGLEICHEN**?

Über das Eigenschaftenpanel können Sie die Ausrichtung von einzeiligen Texten relativ zu ihrem Bezugspunkt auch nachträglich noch ändern. Leider sind die Bezeichnungen der Ausrichtungsoptionen in BricsCAD[1] hier nicht konsistent. Anstelle von „Mittelpunkt“ steht hier „Zentrum“ und anstelle von „Einpassen“ finden wir im Eigenschaftenpanel das Wort „Anpassen“.

Im Eigenschaftenpanel begegnet uns auch eine Eigenschaft mit dem eigentümlichen Namen „Beschriftungen“. Hier sollte in diesem Kurs grundsätzlich der Wert „Nein“ stehen.

Dass es überhaupt eine Beschriftungseigenschaft mit dem Namen „Beschriftung“ gibt, liegt wohl daran, dass sich jemand beim Übersetzen ganz schrecklich verheddert hat. Die Eigenschaft heißt eigentlich „annotative“, also „anmerkend“. Wenn sie auf „ja“ gesetzt ist, können wir einem im Modellbereich angelegten Textobjekt eine Liste von Maßstäben zuweisen, in denen dieses Objekt dargestellt wird, sofern dem Layout-Ansichtsfenster, in dem es angezeigt werden soll, derselbe „Beschriftungsmaßstab“ zugewiesen ist. Außerdem wird die Größe des jeweiligen Textobjektes dann diesem Beschriftungsmaßstab entsprechend verändert, was bei streng disziplinierter Anwendung von Beschriftungsmaßstäben dazu führt, dass im Modellbereich eingetragener Text im Layoutbereich immer in der korrekten Schrifthöhe angezeigt wird. Ich finde dieses sehr leistungsfähige Konzept für CAD-Anfänger viel zu kompliziert und fehleranfällig und gehe daher in diesem Kurs nicht weiter darauf ein.

2.6.2 Textstile

Vielleicht haben Sie bemerkt, dass wir bei den einzeiligen Texten weder die Schriftart noch Textauszeichnungen wie „fett“ oder „kursiv“ beeinflussen konnten. Diese ganzen Einstellungen werden nicht für jede Textzeile einzeln verwaltet, sondern sind in sogenannten Stilen zusammengefasst. Ändern wir die Einstellungen eines Textstils, so betrifft das sämtliche Texte in unserer Zeichnung, denen dieser Stil zugewiesen ist.

Welcher Stil gerade eingestellt ist, können wir in der Statusleiste ablesen. Üblicherweise heißt der voreingestellte Textstil „Standard“. Mit einem Rechtsklick auf den Stilnamen in der Statusleiste können wir einen der anderen Stile der Zeichnung auswählen und über den Menüpunkt „Eigen-

1 Das gilt mindestens bis BricsCAD V24

schaften“ oder durch Eingabe des Befehls **STIL** das Textstile-Panel des Zeichnungs-Explorers öffnen, in dem wir eine Tabelle finden, die sehr an die uns schon bekannte Layertabelle (Abb. 70) erinnert.

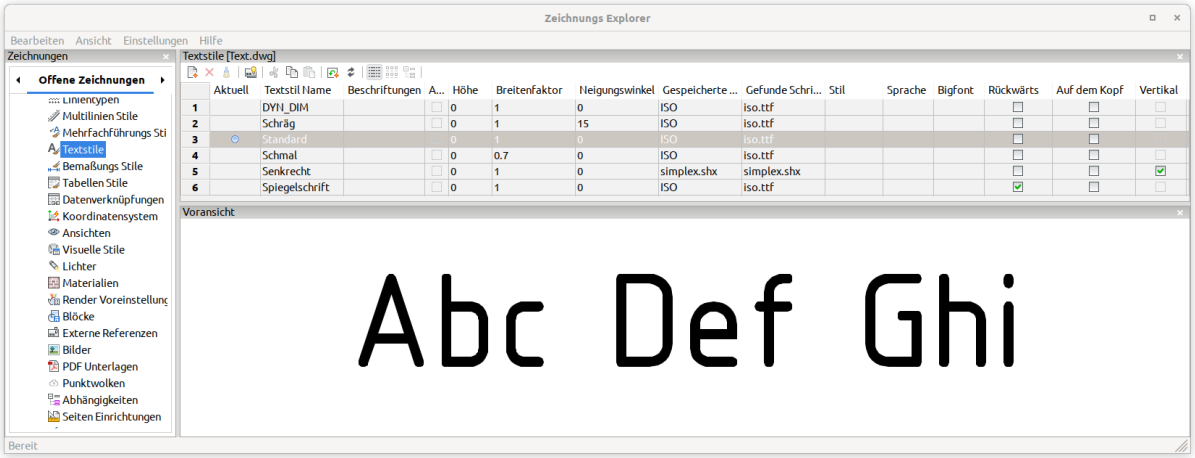


Abb. 70: Textstil-Panel des Zeichnungsexplorers

In der Spalte „Aktuell“ ist der Textstil markiert, der für alle neuen Texte der Zeichnung verwendet wird.

Die in einem Textstil eingetragene Schriftgröße „Höhe“ ist üblicherweise null. Das bewirkt, dass jedem neuen Textobjekt eine individuelle Schriftgröße zugewiesen werden kann.

Der Breitenfaktor sollte aus typographisch-ästhetischen Gründen immer auf 1 und der Neigungswinkel immer auf 0 gelassen werden. In verzweifelten gestalterischen Notsituationen[1] kann den Buchstaben auch ein anderes Seitenverhältnis und ein Neigungswinkel zugewiesen werden.

Der einzige Wert, den Sie in dieser Tabelle mit gutem Gewissen verändern dürfen, ist der Name der Schriftart, die dem ausgewählten Textstil zugeordnet wird.

Complex ist eine SHX-Schriftart.

Dejavu Serif ist eine Truetype-Schriftart.

Abb. 71: SHX- und TTF-Schriftart

1 Typische gestalterische Notsituation: Sie müssen in 15 Minuten ein fertiges PDF abliefern, doch in der Fremdzeichnung, die Ihnen den Hals retten soll und die Sie vor einer Minute eingebunden haben, sind alle Texte um 20 % zu breit für deren Textboxen, weil irgendeine exotische Hausschrift verwendet wurde, an die Sie so schnell nicht mehr herankommen.

Sie haben die Wahl zwischen den aus einfachen Linien zusammengesetzten SHX-Schriftarten mit eingeschränktem Zeichensatz für historische Stiftplotter und den häufig schöneren TrueType-Systemschriftarten mit Unicode-Unterstützung, wie Sie sie auch in anderen Programmen verwenden können. Um die SHX-Schriftarten besser von den Systemschriftarten abzusetzen, sind erstere am Anfang der Schriftartentabelle gruppiert. Das ist gut gemeint, führt nun aber dazu, dass wir einige Systemschriftarten in der langen Liste nicht durch Eintippen ihres Anfangsbuchstabens erreichen können, weil der Auswahlbalken vorher im Block der SHX-Schriftarten steckenbleibt. Scrollen Sie sich da durch oder tippen Sie schnell hintereinander die ersten Buchstaben des gesuchten Namens.

Dass der Name der Spalte für die Schriftart „Gespeicherte Schriftart“ heißt und wir rechts daneben eine Spalte „Gefundene Schriftart“ entdecken, ist dem Umstand geschuldet, dass das DWG-Format im Gegensatz zum PDF oder neueren Office-Dateiformaten die Einbettung von Schriftartendateien nicht unterstützt. Die Spaltenüberschrift „Gespeicherte Schriftart“ ist daher ein wenig irreführend. Gemeint ist eigentlich „Name der zu verwendenden Schriftart“. Wenn Zeichnungsdateien weitergegeben werden, geschieht es regelmäßig, dass diese auf Rechnern geöffnet werden, auf denen die korrekten Schriftarten nicht installiert wurden[1]. Falls Sie einmal eine DWG-Datei erhalten, in der die Beschriftung irgendwie seltsam aussieht, sollten Sie zuerst in der Textstile-Tabelle des Zeichnungsexplorers nachsehen, ob die gefundene Schriftart einen Dateinamen hat, der gar nicht zum Namen der „gespeicherten“ Schriftart passt.

In der Spalte „Stil“ können wir Schriftauszeichnungen wie „fett“ oder „kursiv“ auswählen, wenn diese für die gewählte Schriftart verfügbar sind.

Unter „Sprache“ ist für bestimmte Schriftarten die Kodierung von Sonderzeichen einzustellen. Wenn Sie eine Datei aus dem Ausland erhalten haben, in der anstelle von Umlauten kyrillische Buchstaben stehen, ist das die Stelle, an der Sie nach der Lösung suchen können.

---

1 Um zu vermeiden, dass wir beim Weitergeben unserer Zeichnungen referenzierte Dateien vergessen, ist es eine gute Idee, nicht nur die DWG-Datei zu versenden, sondern ein Paket aus der DWG-Datei und allen zugehörigen Dateien zu schnüren. Dazu verwenden wir den Befehl **`ETRANSMIT`**.

Die Spalte „Bigfont“ wird von uns üblicherweise niemals benötigt. Sie bezieht sich auf ein altes Konzept zur Darstellung asiatischer Schriftzeichen in SHX-Schriftarten aus der Zeit vor Unicode.

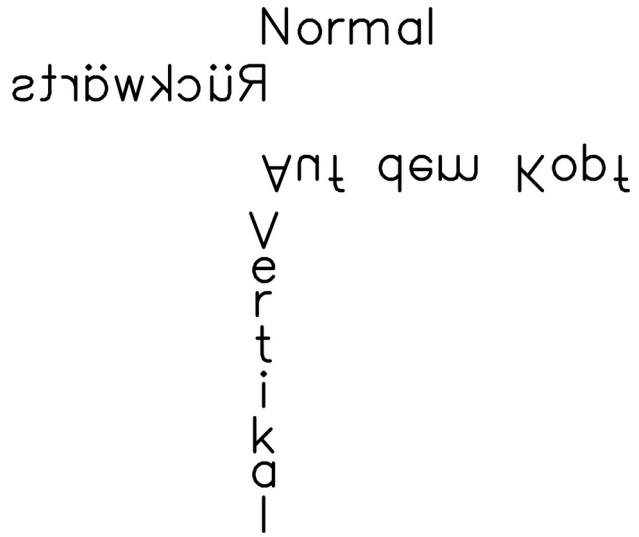


Abb. 72: Im Textstil festgelegte Laufrichtungen

Die Ankreuzkästchen „Rückwärts“ und „Auf dem Kopf“ bedeuten beinahe das, was sie aussagen. Sie stellen Text spiegelverkehrt dar, um ihn beispielsweise auf die richtige Seite einer Transparent- oder Bügelfolie zu drucken. „Rückwärts“ spiegelt den Text um eine vertikale Achse, „Auf dem Kopf“ spiegelt ihn um eine horizontale Achse.

Das Ankreuzkästchen in der Spalte „Vertikal“ ist nur für SHX-Schriftarten verfügbar. Die Buchstaben eines Textes werden dadurch nicht nebeneinander, sondern untereinander dargestellt (Abb. 72).

Ein letzter Tipp, wenn Sie unbedingt SHX-Schriftarten verwenden wollen: weisen Sie ihnen eine Strichstärke zu, die 10 % der Großbuchstabenhöhe entspricht. Sie sehen dann ausgedruckt nicht mehr ganz so spinnwebfein aus.

2.6.3 Mehrzeiliger Text: MTEXT

Für alle Texte, die länger als eine Zeile sind, empfiehlt sich die Funktion **MTEXT**. Sie erfragt anstelle eines einzelnen Einfügepunktes ein Rechteck, in das der neue Text geschrieben wird. Falls der Text länger wird als ursprünglich geplant, so passt sich die Höhe des Rechtecks dynamisch an.

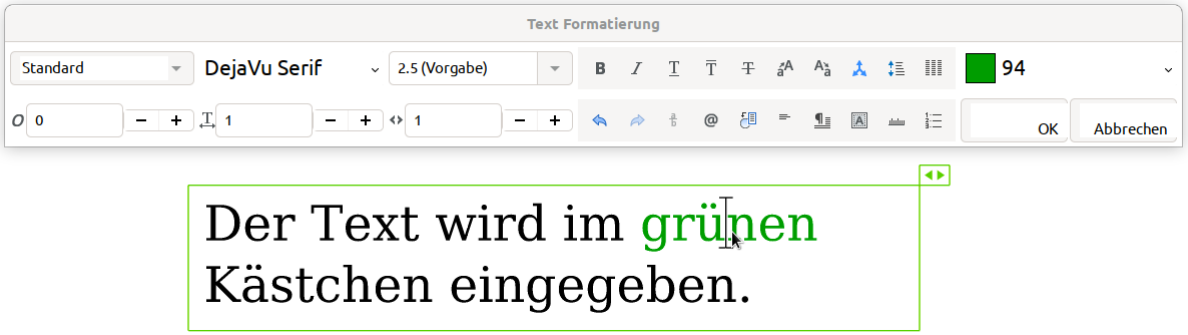


Abb. 73: Das MTEXT-Werkzeug

Auch hier wird auf einen eingestellten Textstil (Standard) zurückgegriffen; es lassen sich aber alle Einstellungen überschreiben. Die Schriftart können Sie ebenso frei wählen wie die Texthöhe.

Praxistipp: Wenn Ihnen erst während des Schreibens einfällt, dass Sie eine Einstellung ändern möchten, müssen Sie zuerst den gesamten bisher geschriebenen Text markieren, sonst gelten die Einstellungen nur für den neu zu schreibenden Text.

Ein Hinweis zur Texthöhe: Eine Schriftgröße von „12“ in einem Textverarbeitungsprogramm steht für eine Kegelgröße (Großbuchstabenhöhe plus Unterlängen plus minimaler Zeilenabstand) von 12 typographischen Punkten, das sind etwa 4,2 Millimeter. Eine Schriftgröße von „12“ im CAD-Programm steht dagegen für eine Großbuchstabenhöhe von 12 Zeichnungseinheiten. SHX-Schriften halten diese Höhe üblicherweise exakt ein. Bei unsorgfältig produzierten Truetype-Schriftarten kann es Maßabweichungen geben.

Die Icons des MTEXT-Werkzeugs	
B *I*	Textauszeichnung **fett** und *kursiv*
T̲ T̅ ~~T~~	Unterstreichen, überstreichen, ~~durchstreichen~~

Die Icons des MTEXT-Werkzeugs	
	Markierten Text zu Großbuchstaben oder Kleinbuchstaben ändern
	Der gesamte Text erhält die von uns nicht verwendete Eigenschaft „Beschriftung“.
	Zeilenabstand einstellen
	Spaltenzahl für mehrspaltige Textblöcke einstellen
	Neigungswinkel der Schrift einstellen (bitte nicht!)
	Buchstaben in die Breite ziehen (niemals!)
	Laufweite (Buchstabenabstände) verändern (wenn es unbedingt sein muss)
	Rückgängig / Wiederherstellen
	„Text stapeln“ ist die Universalfunktion zum Hochstellen, Tiefstellen und für Brüche. Dazu muss vorher ein Textstück mit Trennzeichen markiert werden. Gültige Trennzeichen sind **/**, **^** und **#**. Siehe Abb. 74.
	Ein paar für wichtig gehaltene Sonderzeichen (° ± Ø ≈ Δ ≡ ≠ Ω ² ³) und das wichtige geschützte Leerzeichen, welches verhindert, dass Maßeinheiten in die nächste Zeile umbrochen werden.
	„Feld einfügen“ – zum Beispiel das aktuelle Datum, den Dateinamen, die Dateigröße oder den Inhalt einer Systemvariable.
	Festlegen der Textausrichtung bezogen auf das ursprünglich gewählte Rechteck (bei neuem Text) oder auf das aktuelle umhüllende Rechteck (bei existierendem Text). Zur Wahl stehen alle neun Kombinationen aus oben/mittig/unten und links/zentriert/rechts.

Die Icons des MTEXT-Werkzeugs	
	Absatzausrichtung: Linksbündig, rechtsbündig, zentriert, ausgerichtet (Blocksatz) und verteilt (mit Leerraum zwischen einzelnen Zeichen auf volle Breite gestreckt)
	Hintergrundgestaltung: Füllfarbe, Rahmen, Abstand zum Inhalt (relativ zur Texthöhe)
	Zeilenlineal anzeigen/verbergen
	Absätze als Listen formatieren

Die Bearbeitung eines mehrzeiligen Textes wird mit dem Drücken des OK-Buttons abgeschlossen.

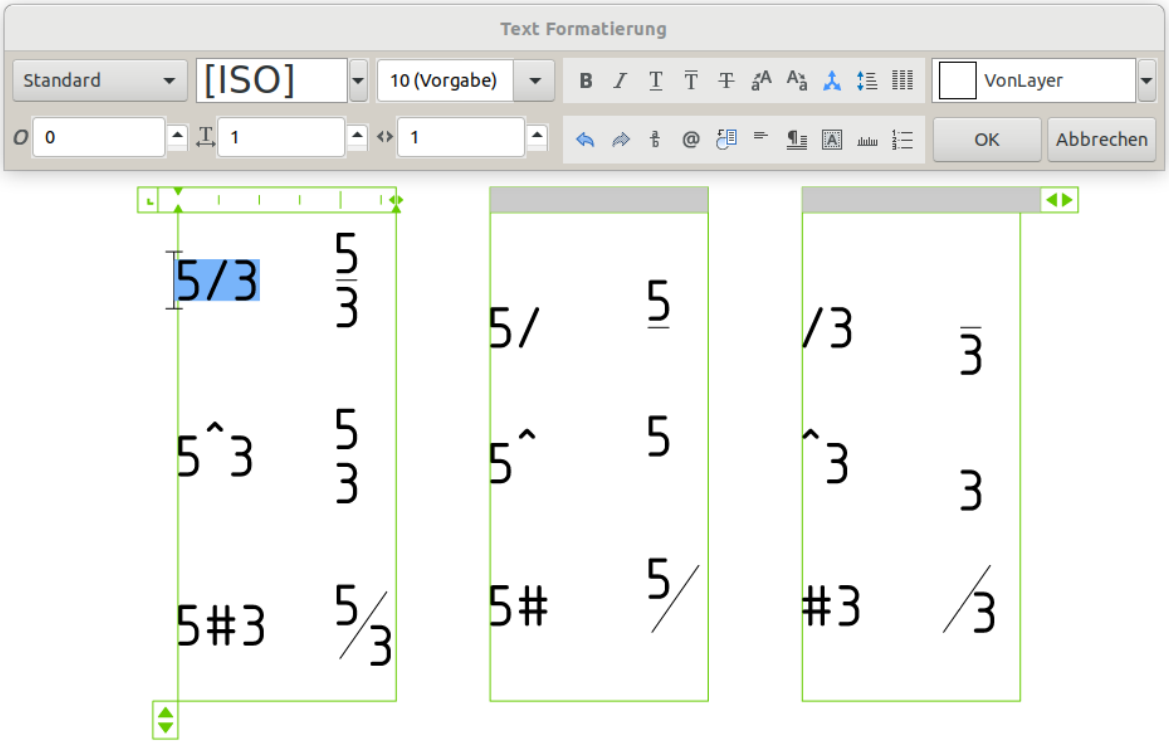


Abb. 74: Gestapelter Text

Wenn Sie einen Textabschnitt markieren, in dem sich ein bestimmtes Trennzeichen befindet, so wird der Text mithilfe der Funktion „Text stapeln“ vor dem Trennzeichen höher und der Text hinter dem Trennzeichen niedriger als der restliche Text angeordnet. Gültige Trennzeichen sind **/** (Schrägstrich), **^** (Zirkumflex) und **#** (Doppelkreuz). Das Trennzeichen darf sich auch direkt am Anfang oder Ende eines markierten Textab-

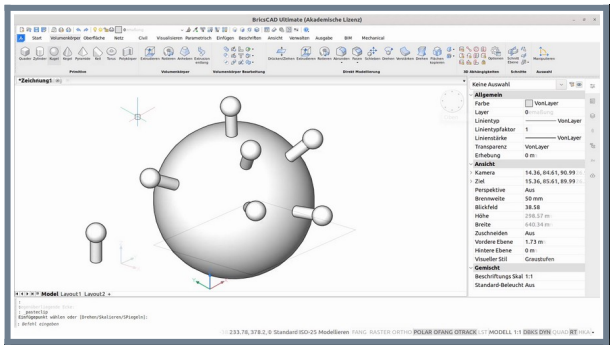
schnitts befinden. Beim Trennzeichen **/** werden beide Textteile durch eine horizontale Linie (Bruchstrich) getrennt, beim Trennzeichen **^** werden sie einfach übereinander dargestellt und beim Trennzeichen **#** durch einen Schrägstrich voneinander abgesetzt[1].

Interessanterweise wird die Funktion „Text stapeln“ gern zum Hoch- oder Tiefstellen von Zeichen verwendet. Sie schreiben ein **^** hinter die hochzustellenden Zeichen, markieren diese einschließlich des **^** und drücken das a/b-Icon. Alle markierten Zeichen werden daraufhin hochgestellt und das **^** wird unsichtbar. Tiefstellen funktioniert genauso; das **^** setzen wir nun lediglich vor die tiefzustellenden Zeichen.

1 Warum der Schrägstrich nicht für Schrägstriche verwendet wird, ist nur schwer nachzuvollziehen. Möglicherweise hatte ein Entwickler bei Autodesk einen etwas schrägen Humor, als der **MTEXT**-Befehl 1994 mit AutoCAD R13 eingeführt wurde.

2.7 3D-Grundlagen

Bevor wir in diesem Kapitel unsere erste bemaßte Zeichnung anfertigen werden, lernen wir, wie wir einfache 3D-Grundkörper erzeugen und uns mithilfe „dynamischer Benutzerkoordinatensysteme“ ohne Mühe Zeichenflächen in jeder Ebene des Raumes schaffen können.



Video 7: 3D-Grundlagen (20:01)

Um die Inhalte der Kapitel nachzuvollziehen, starten Sie bitte BricsCAD mit einer leeren Zeichnung im Arbeitsbereich „Modellieren“.



Abb. 75: Icons in der Multifunktionsleiste 3D-Modellieren (V24).

Die Multifunktionsleiste zeigt daraufhin eine ganze Palette neuer Funktionen.

Während wir bisher immer in einer Draufsicht auf die x-y-Ebene der Zeichenfläche gearbeitet haben, schalten wir nun durch Anklicken der Südwestecke des BlickVon-Widgets auf die Schrägansicht um. Ändern Sie außerdem bitte den visuellen Stil nach Rechtsklicken des Widgets auf „Graustufen“.



Abb. 46: Schrägansicht durch Klick auf die untere linke Ecke im BlickVon-Widget

2.7.1 Primitive

Viele 3D-Körper lassen sich aus einfachen Grundkörpern, den sogenannten „Primitiven“ zusammensetzen.

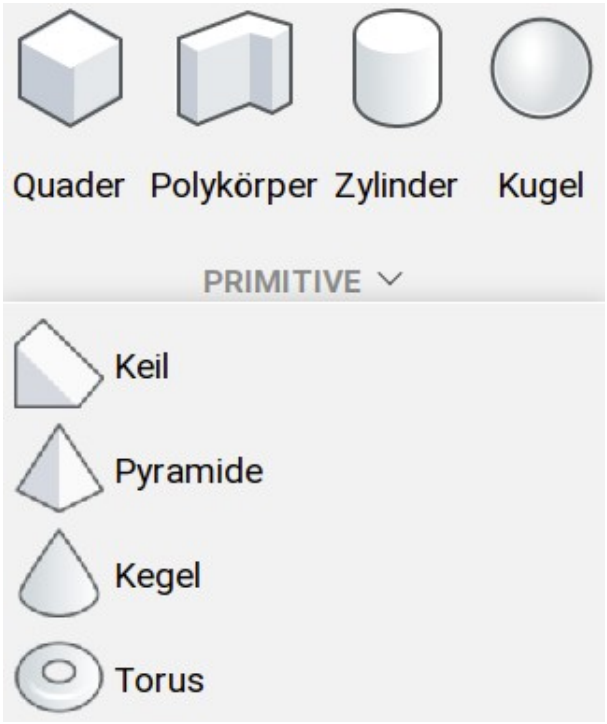


Abb. 76: 3D-Primitive

Quader

Um einen Quader zu erzeugen, ziehen wir zunächst auf der x-y-Ebene eine rechteckige Grundfläche auf und geben in einem zweiten Schritt die gewünschte Höhe an.

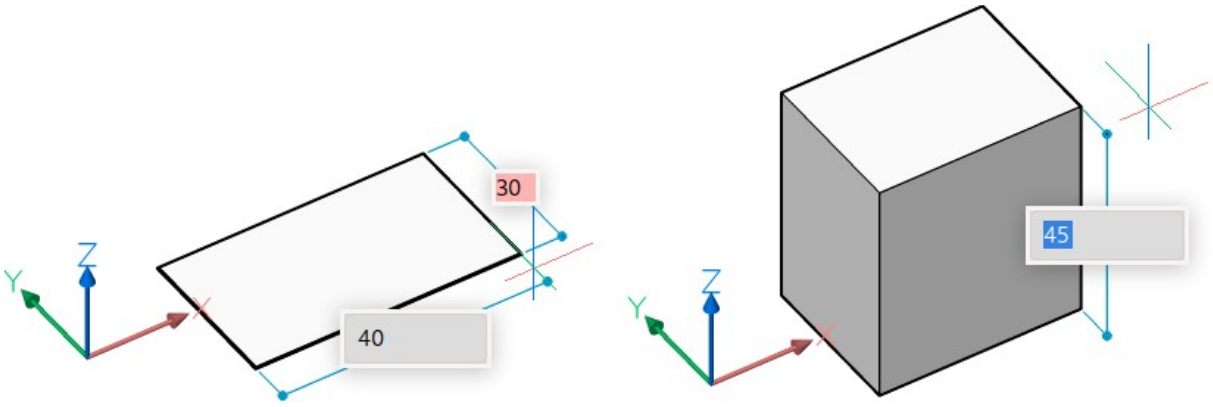


Abb. 77: Quader in zwei Schritten

Wenn der zweite Punkt eine andere z-Koordinate als der erste Punkt hat, wird der Quader in einem einzigen Schritt konstruiert.

Es ist auch möglich, einen Quader um seinen Schwerpunkt herum aufzuziehen. Dazu ist vor dem Anklicken des ersten Punktes durch Eingabe eines **Z** die Untermenüoption „Zentrum“ auszuwählen.

Polykörper

Polykörper sind die dreidimensionalen Gegenstücke zu den uns bereits bekannten Multilinien. Mit ihnen lassen sich recht zügig Wände und andere scheibenförmige Bauteile konstruieren. Die Vielseitigkeit dieses Elements zeigt sich in den Befehlsoptionen:

```
Höhe/Breite/Ausrichtung/Objekt/Trenne volumenkörper/Dynamisch
```

Die Höhe eines Polykörpers bestimmen wir dynamisch mit der Maus, nachdem wir eine Reihe von Eckpunkten angeklickt haben, die durch den Polykörper verbunden werden. Alternativ können wir mit **H** eine Standardhöhe setzen, die wir nur noch mit der Eingabetaste bestätigen müssen. Wenn grundsätzlich nur Polykörper einer festen Höhe konstruiert werden sollen, können wir mit **D** auch die dynamische Abfrage der Höhe deaktivieren.

Die Breite des neuen Polykörpers legen wir vor dem Anklicken des Startpunkts mit **B** fest.

Standardmäßig liegt ein Polykörper mittig auf den ihn definierenden Linien oder Kreisbogenstücken, mit **A** können wir aber auch festlegen, dass die in Konstruktionsrichtung gesehen linke oder rechte Seite des Polykörpers auf den ausgewählten Eckpunkten zu liegen kommt.

Wenn in einer Zeichnung bereits 2D-Objekte vorhanden sind, können wir diese mit der Option **O** in Polykörper umwandeln. Um definierende 2D-Objekt beizubehalten, anstatt sie bei der Umwandlung zu löschen, setzen wir vor dem Aufruf des Befehls die Systemvariable **DELOBJ** auf 0.

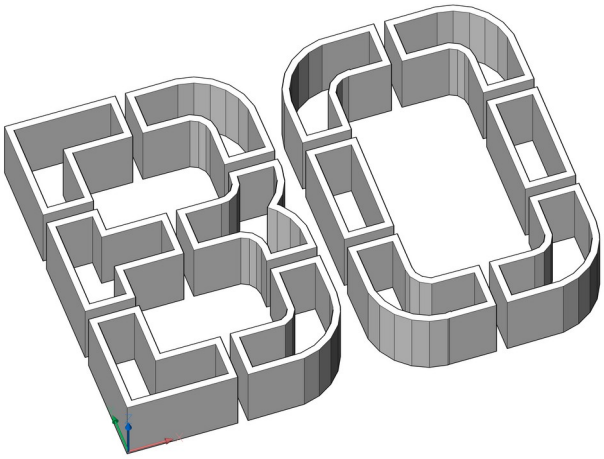


Abb. 78: In Polykörper umgewandelte 2D-Polylinien

Standardmäßig wird jeweils zwischen zwei Eckpunkten ein separater Polykörper konstruiert. Wollen wir stattdessen nur einen einzigen zusammenhängenden Volumenkörper erhalten, so können wir mit der Option **T** festlegen, dass in den Eckpunkten keine Trennung der „Wandabschnitte“ erfolgen soll. Das sieht zwar sauberer aus, bereitet aber Probleme, wenn wir vorhaben, aus den Polykörpern später mehrschichtige BIM-Wände erzeugen zu lassen.

Zylinder

Zylinder bestehen aus einer kreis- oder ellipsenförmigen Grundfläche um einen Mittelpunkt herum und einer Höhe in Z-Richtung.

Wenn wir anstelle der Höhe den Buchstaben **A** eingeben und danach einen beliebigen Punkt als zweiten Endpunkt der Zylinderachse anklicken, so wird anstelle eines senkrechten Zylinders ein schräg stehender Stab vom Mittelpunkt der Grundfläche bis zum Achsenendpunkt konstruiert. Grundfläche und Abschlussfläche werden senkrecht zur Zylinderachse ausgerichtet.

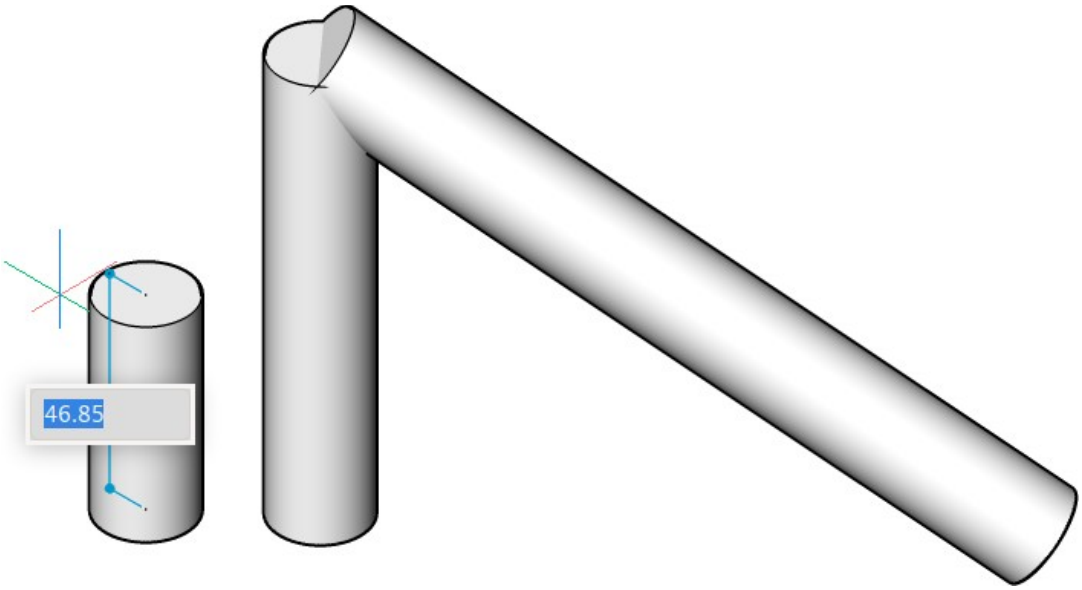


Abb. 79: Zylinder, senkrecht und entlang einer Achse

Kegel

Kegel werden durch den Mittelpunkt und den Radius ihrer runden oder elliptischen Grundfläche sowie durch ihre Höhe definiert.

Geben wir anstelle der Höhe zunächst den Buchstaben **0** für die Untermenüoption „oberer Radius“ ein, so konstruieren wir damit anstelle eines vollständigen Kegels einen Kegelstumpf. Die Untermenüoption „Achse“ sorgt wie schon beim Zylinder dafür, dass der Kegel (oder Kegelstumpf) zwischen Startpunkt und Achsenendpunkt im Raum angeordnet wird.

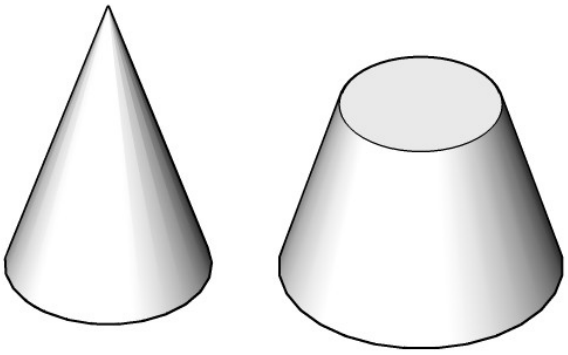


Abb. 80: Kegel und Kegelstumpf

Der obere Radius eines Kegelstumpfes darf größer als dessen unterer Radius sein.

Kugel

Mittelpunkt, Radius, fertig.

Kugeln kann man prima dazu verwenden, mehreren über ihre Achsen konstruierten Zylindern in ihrem gemeinsamen Endpunkt einen sauberen Abschluss zu geben.

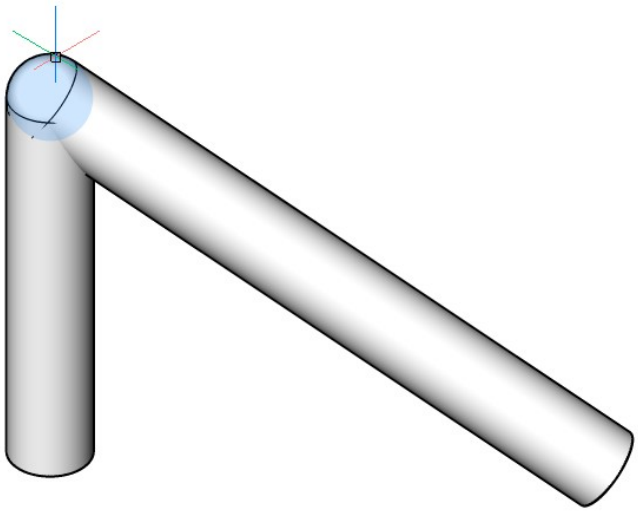


Abb. 81: Kugel am Schnittpunkt zweier Zylinderachsen

Pyramide

Eine Pyramide wird interessanterweise genau wie ein Kegel durch Mittelpunkt und Radius konstruiert. Der Radius entspricht dabei der halben Länge der Diagonale des Grundflächenquadrats. Sie geben also den Radius des Umkreises an. Der Punkt, mit dem der Radius durch Anklicken bestimmt wird, wird dabei automatisch zu einem der vier Eckpunkte der Grundfläche.

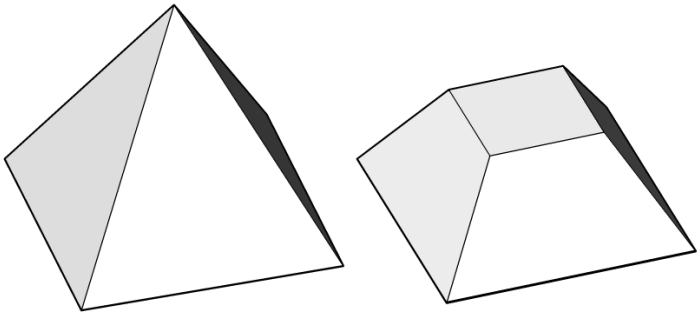


Abb. 82: Pyramide und Pyramidenstumpf

Um einen Pyramidenstumpf zu erzeugen, geben wir für die obere Fläche einen weiteren Radius ein.

Keil

Keile liegen wie Quader in der x-y-Ebene und besitzen eine Höhe in z-Richtung. Ihre größte Dicke erhalten sie am zuerst angeklickten Punkt. Die beiden dreieckigen Seitenflächen des Keils sind immer parallel zur x-z-Ebene ausgerichtet.

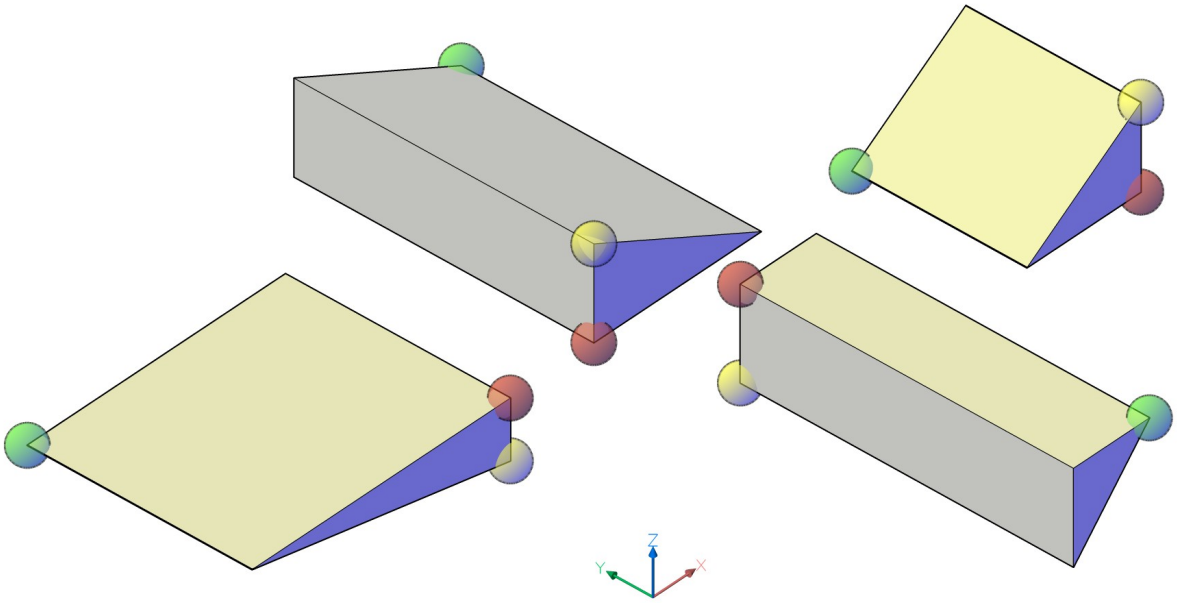


Abb. 83: Konstruktion von Keilen

Abb. 83 zeigt den Einfluss der Reihenfolge der bestimmenden Punkte. Alle Keile entstanden durch Klicken der Punkte in der Reihenfolge rot-grün-gelb. Finden Sie die zwei Keile mit negativer Höhe?

Torus

Ein Torus wird durch zwei Kreise auf senkrecht zueinander stehenden Ebenen definiert. Beide Mittelpunkte liegen auf der Schnittgeraden der beiden Ebenen und der Mittelpunkt des zweiten Kreises liegt auf dem Umfang des ersten Kreises.

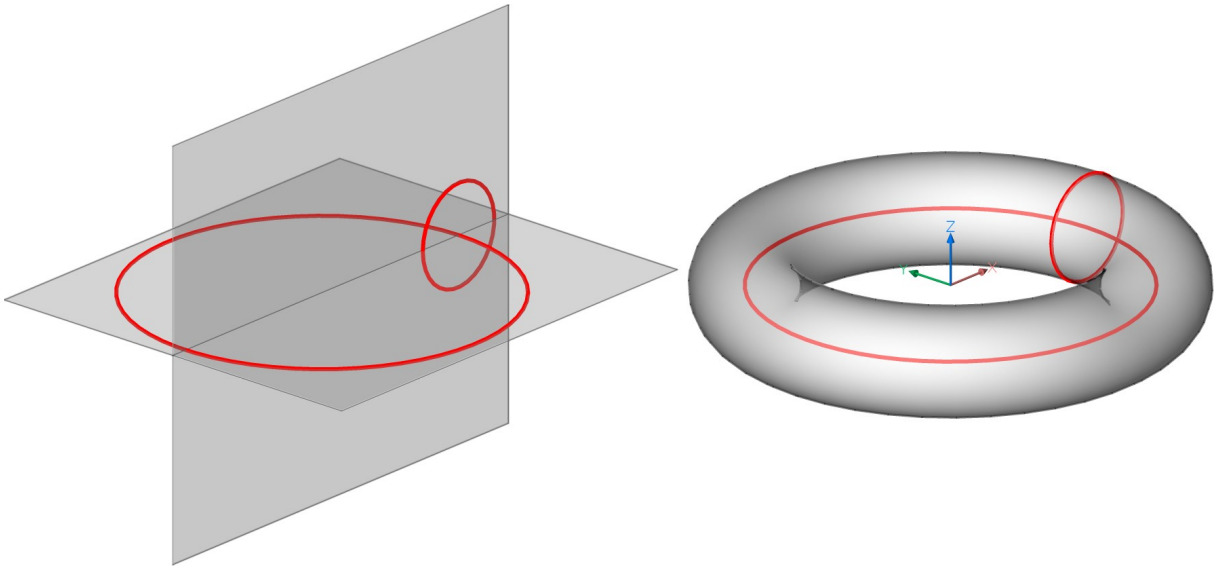


Abb. 84: Konstruktion eines Torus

2.7.2 Benutzerkoordinatensysteme (BKS)

Alle 3D-Konstruktionen beginnen grundsätzlich in der x-y-Ebene und dehnen sich dann in z-Richtung oder in Richtung eines gewählten Raumpunktes aus.

Um auch außerhalb der Grundfläche des Weltkoordinatensystems (WKS) zeichnen zu können, definieren wir Benutzerkoordinatensysteme (BKS), die frei im Raum angeordnet werden können.

Mit dem Befehl **BK** rufen wir die Liste der von uns definierten Koordinatensysteme auf und können dort beliebig viele neue Koordinatensysteme hinzufügen, bearbeiten oder als aktuelles BKS auswählen. Jedes Koordinatensystem kann einen frei wählbaren Namen erhalten.

Wenn das neue Koordinatensystem nicht gespeichert werden soll, können wir es mit dem Befehl **BKS** definieren, ohne dazu erst den Zeichnungsexplorer aufzurufen. Wir wählen zuerst den Punkt, der zum neuen Nullpunkt werden soll, danach einen beliebigen Punkt auf der neuen x-Achse und schließlich einen Punkt im positiven Quadranten der neuen x-y-Ebene.

Dynamische Benutzerkoordinatensysteme

Mit dem Schalter DBKS in der Statusleiste oder der Funktionstaste F6 aktivieren wir die dynamische Erzeugung von Benutzerkoordinatensystemen. Wenn wir einen Zeichenbefehl aufgerufen und noch keinen Punkt angeklickt haben, werden beim Überfahren beliebiger Flächen mit der Maus entsprechend der Fläche ausgerichtete Benutzerkoordinatensysteme erzeugt.

Ein kurzes Antippen der Umschalttaste ⇧ bewirkt, dass das dynamisch erzeugte Benutzerkoordinatensystem „einrastet“ und auch beim Verlassen der markierten Fläche beibehalten wird. Durch erneuten Druck auf ⇧ wird das Einrasten wieder aufgehoben.

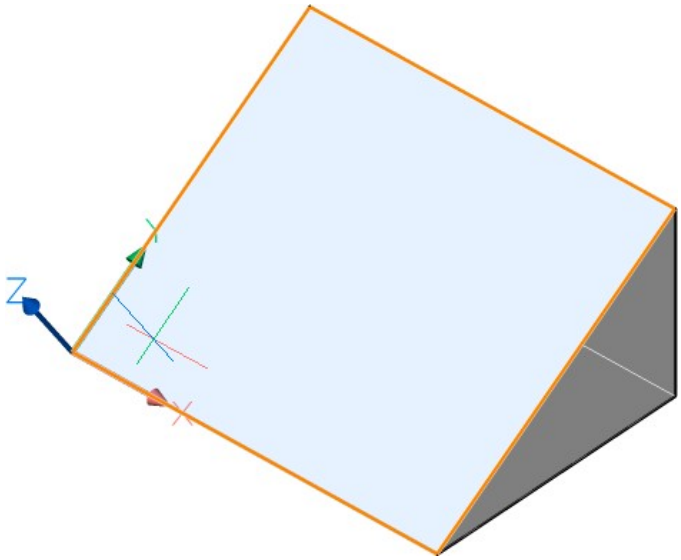


Abb. 85: Dynamisch erzeugtes BKS auf einer Keilfläche

Die Ausrichtung der Achsen lässt sich bei manchen Flächen durch die Wahl der Seite beeinflussen, über die die jeweilige Fläche „betreten“ wird.

Auf gewölbten Flächen werden Benutzerkoordinatensysteme erzeugt, deren x-y-Ebene am Auswahlpunkt tangential zur ausgewählten Oberfläche liegt. Jeder Punkt der Oberfläche erzeugt dort also ein anderes Koordinatensystem.

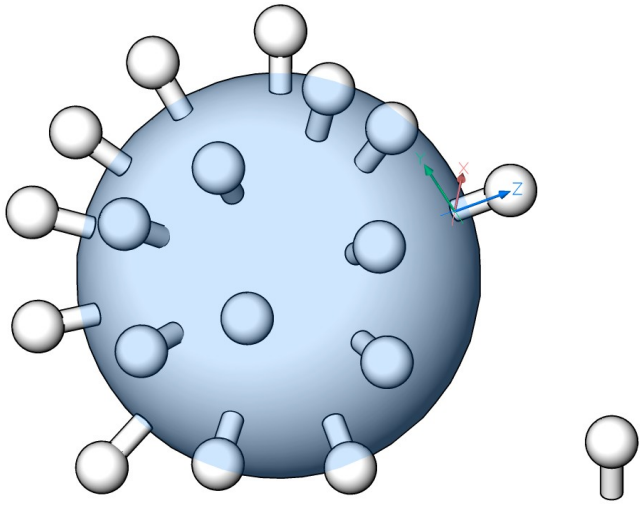


Abb. 86: Einfügen einer in die Zwischenablage kopierten Objektgruppe auf einer gewölbten Oberfläche

Um vorhandene Objekte vom aktuellen Koordinatensystem lagerichtig in ein dynamisch erzeugtes BKS zu kopieren, verwenden wir anstelle der gewöhnlichen Kopierfunktion die Copy-Paste-Tastenkombinationen.

Markieren Sie die zu kopierenden Objekte, drücken Sie Strg ⇧ C und wählen Sie einen Basispunkt. In Abb. 86 ist dieser Basispunkt beispielsweise der Mittelpunkt der Zylindergrundfläche der beiden Objekte unten rechts. Überprüfen Sie, ob der Schalter DBKS aktiv ist und fügen Sie die Objekte so oft mit Strg V auf der gewünschten Oberfläche ein, wie Sie möchten.

Um nicht ständig zwischen Maus und Tastatur zu wechseln, können Sie den Einfügevorgang auch mit der rechten Maustaste wiederholen.

2.7.3 Grundlagen der Bemaßung

Für das Bemaßen einer Zeichnung gibt es zwei unterschiedliche Vorgehensweisen.

Die klassische Arbeitsweise besteht im unmittelbaren Bemaßen der Zeichnungsobjekte im Modellbereich. Die Bemaßung wird dazu so skaliert, dass sie nach der maßstäblichen Verkleinerung im Layout wieder genau die gewünschte Größe hat.

Sobald wir jedoch Ausschnitte des Modellbereichs in mehr als einem Ansichtsfenster abbilden und diese Ansichtsfenster womöglich auch noch unterschiedliche Maßstäbe aufweisen, entstehen bei dieser Arbeitsweise Probleme. Allen Bemaßungen müssen wir dann sogenannte Beschriftungsmaßstäbe zuweisen, für die allein sie sichtbar sein sollen. Bemaßungen, die in einzelnen Ansichtsfenstern, die denselben Maßstab wie andere haben, nicht sichtbar sein sollen, müssen wir auf Layer legen, die in anderen Ansichtsfenstern gefroren sind. Sobald wir dann für das Ansichtsfenster einen anderen visuellen Stil als „2D-Drahtmodell“ verwenden, ist die Schrift oft kaum noch lesbar.

Viel einfacher ist es, die Bemaßung von im Layout vorzunehmen. Die Texte sind immer optimal lesbar, die Größe stimmt immer und wir können unmittelbar entscheiden, welche Bemaßungen wir sehen wollen und welche nicht. Nicht ohne Grund sind die Bemaßungsfunktionen in der Multifunktionsleiste im Abschnitt „Beschriften“ versammelt.



Abb. 87: Bemaßungsbefehle im Abschnitt „Beschriften“ der Multifunktionsleiste

Obwohl es bei umfangreichen 2D-Plänen gute Gründe für die klassische Modellbereichsbemaßung gibt, verwenden wir in diesem Kurs bevorzugt die Bemaßung im Layout, da sie einfacher und weniger fehleranfällig ist.

Bemaßungsstil

Bemaßungen sind in ihrem Aussehen bis ins kleinste Detail konfigurierbar. Wir können uns aussuchen, ob die Maßzahl oberhalb, unterhalb oder auf Höhe der Maßlinie stehen soll, ob die Enden der Maßlinie von einem Pfeil oder einem Schrägstrich begrenzt sein sollen, ob die Maßhilfslinien eine feste Länge haben sollen und vieles mehr. Die Möglichkeiten sind fast[1] grenzenlos.

1 Aus unerklärlichen Gründen gelingt es seit beinahe 40 Jahren nicht, dem DWG-Format die Unterstützung einer Baubemaßung nach der alten DIN 1356-1 beizubringen, in der Maße unter einem Meter ganzzahlige Zentimeterwerte sind, Maße ab einem

Der voreingestellte Bemaßungsstil „ISO-25“ ist beinahe schon brauchbar.

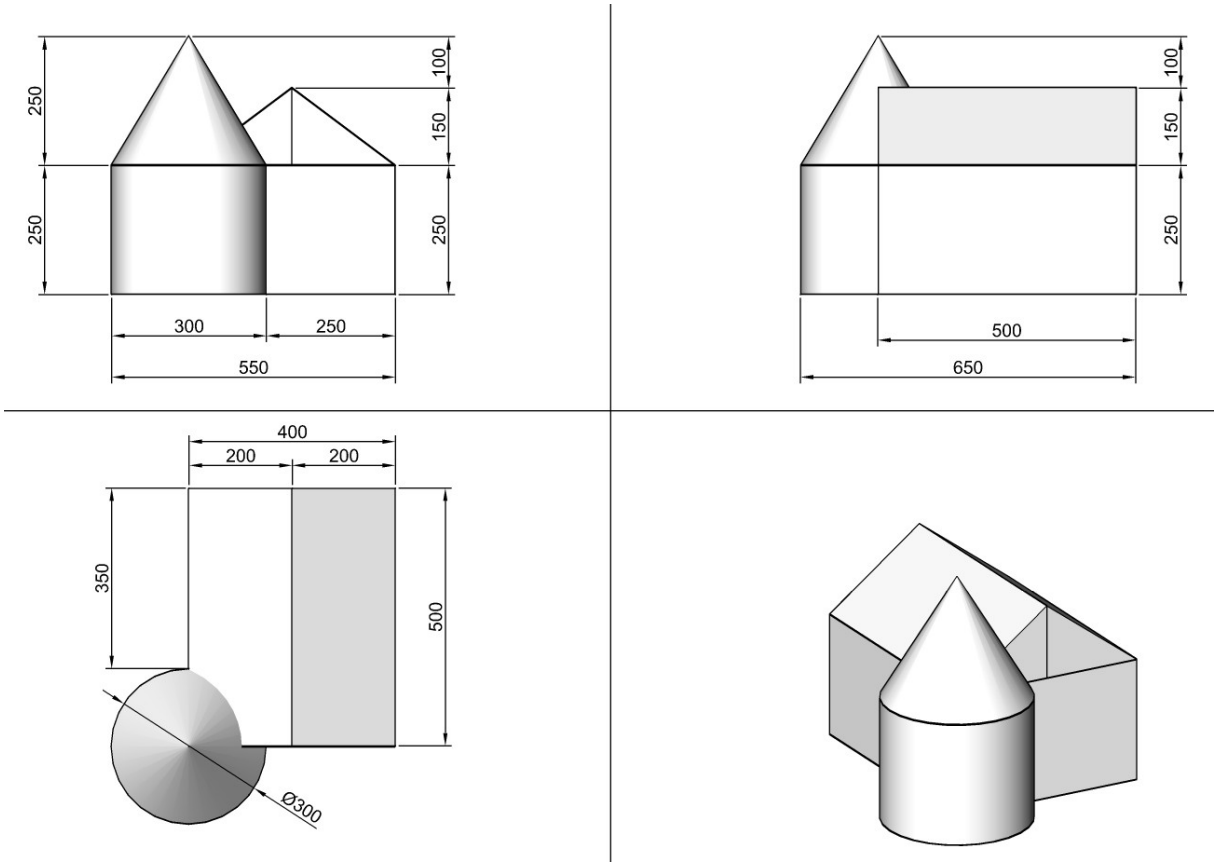


Abb. 88: Bemaßung im Stil ISO-25

Wir erzeugen dennoch nach Eingabe des Befehls **BST** einen neuen Bemaßungsstil, den wir beispielsweise „BO-ISO“ nennen können und der folgende fünf Änderungen erhält:

Schrägstrichgröße: 1.25
Bem.-Hilfslinie: 1.25
Hilfslinie fest: ja
Hilfslinie feste Länge: 5
Bemaßungswinkelpräzision: 0.00

Damit Radius- und Durchmesserbemaßungen weiterhin eine Pfeilspitze anstelle des neuen Schrägstriches erhalten, definieren wir hierfür eine Ausnahme. Wir rechtsklicken in der Liste der Bemaßungsstile des Zeichnungsexplorers den neuen Bemaßungsstilnamen „BO-ISO“ und erzeugen

---

Meter in der Einheit Meter mit zwei Nachkommastellen dargestellt werden und Millimeterwerte grundsätzlich hochgestellt werden. Sowohl BricsCAD als auch AutoCAD benötigen dazu Zusatzsoftware (oder immens viel Handarbeit). Momentan sieht es fast so aus, als würde die Normung hier genauso vor der Unzulänglichkeit verbreiteter CAD-Software einknicken wie die amtliche Rechtschreibung 1996 vor der Unfähigkeit von Microsoft Word, ein „ck“ korrekt zu „k-k“ zu trennen.

einen neuen untergeordneten Stil für Radiusbemaßungen. Dort setzen wir die Schrägstrichgröße wieder auf den Wert null zurück. Dasselbe nehmen wir für die Durchmesserbemaßungen vor.

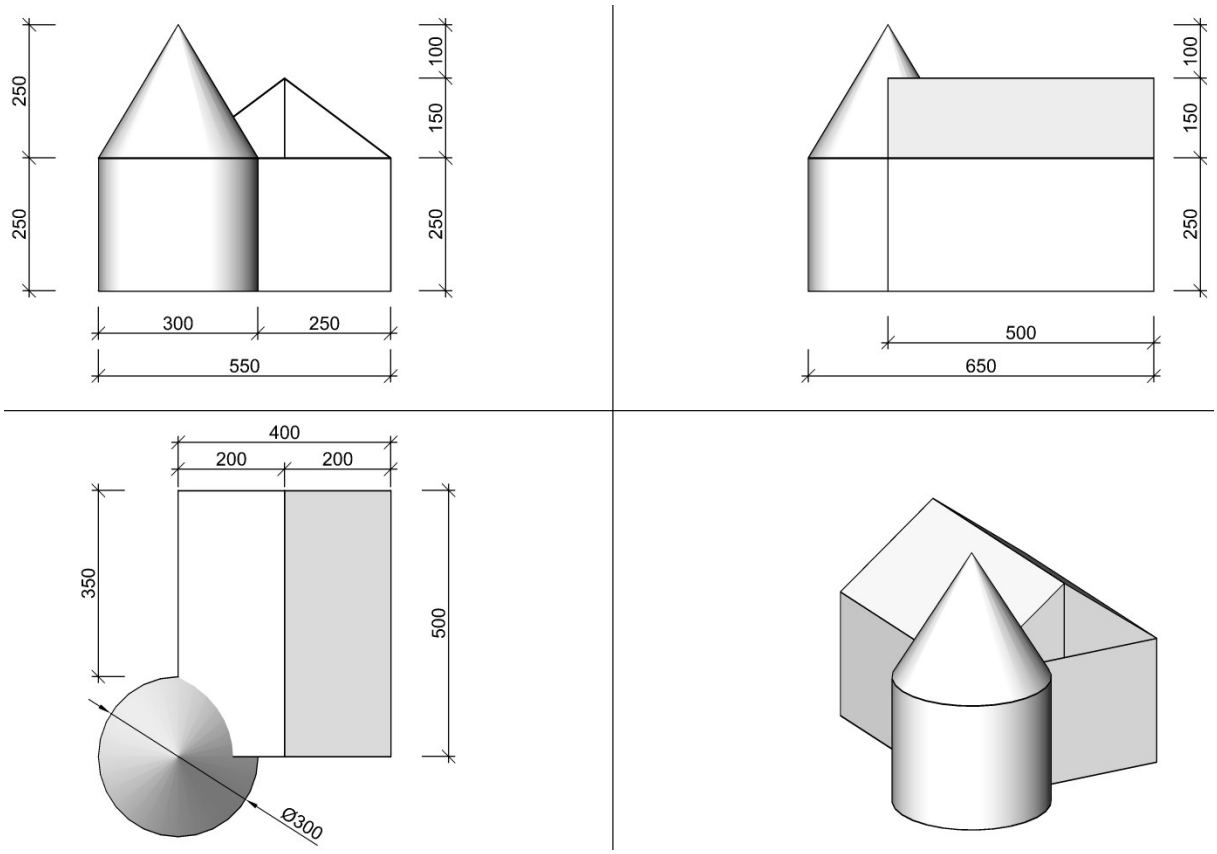


Abb. 89: Bemaßungen im selbstdefinierten Stil BO-ISO

Assoziative Bemaßung

Beim Bemaßen haben wir die Wahl, entweder ein Objekt oder zwei Fangpunkte anzuklicken, bevor wir die Position der Maßlinie festlegen. Dadurch wird eine Verknüpfung zwischen der Bemaßung und dem bemaßten Objekt hergestellt. Wir sagen, die Bemaßung sei nun „assoziativ“.

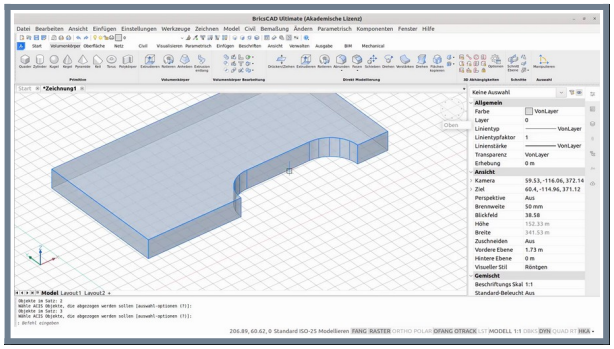
Die praktische Konsequenz dieser Assoziativität ist, dass wir das bemaßte Objekt nachträglich beliebig verschieben oder verformen können. Die assoziative Bemaßung wird bei diesen Aktionen immer wieder nachgeführt und aktualisiert. Durch Löschen oder Sprengen eines Objektes geht die Assoziativität verloren.

Damit wir die gesuchten Punkte exakt treffen, bemaßen wir grundsätzlich mit aktivierter Objektfangoption „Endpunkt“. Bei der Bemaßung im Layout finden wir recht schnell heraus, ob wir danebengeklickt haben und eine Bemaßung nicht assoziativ ist, da sich die Maßzahl dann nicht auf die bemaßte Länge im Modellbereich bezieht, sondern lediglich Millimeter

auf dem Papier anzeigt. Wenn wir nicht ganz sicher sind, schauen wir nach, ob in der Eigenschaftenliste der Bemaßung im Abschnitt „Gemischt“ bei der Eigenschaft „Assoziativ“ der Wert „Ja“ oder „Nein“ eingetragen ist.

Falls bei der Bemaßung von Objekten in einem Ansichtsfenster trotz Objektfang keine assoziativen Bemaßungen im Papierbereich erzeugt werden, ist in dem Ansichtsfenster vermutlich die perspektivische Darstellung eingeschaltet. Siehe Kapitel 2.4.3.

2.8 Grundlagen der 3D-Modellierung



Video 8: Grundlagen der 3D-Modellierung (12:14)

Nicht alle 3D-Körper lassen sich durch Hinzufügen der uns bekannten Grundkörper zusammensetzen. Sehr viele Volumenkörper können wir jedoch modellieren, indem wir die Grundkörper voneinander abziehen. Ein gelochtes Knotenblech einer Stahlkonstruktion kann zum Beispiel aus einem Quader modelliert werden, indem mehrere Zylinder abgezogen werden. Aussparungen jeder Art sind auf diese Weise herstellbar.

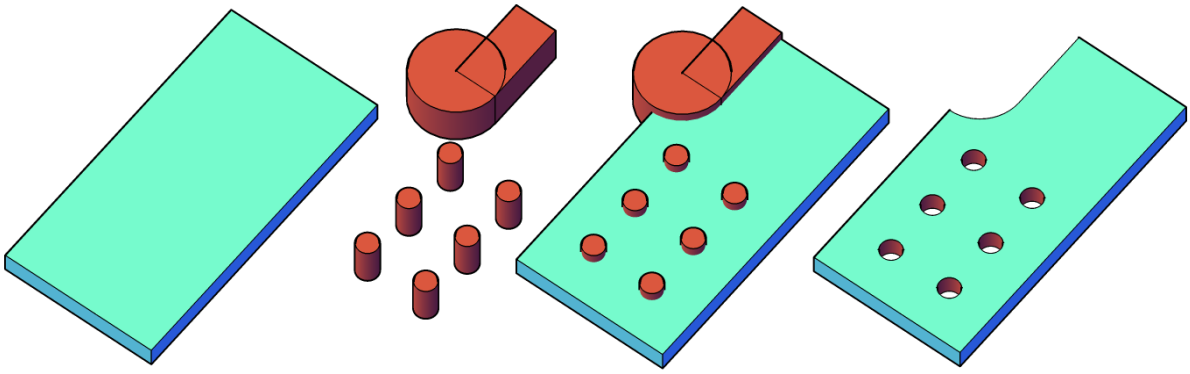


Abb. 90: Modellierung durch Differenzbildung

Jede geschlossene Polylinie können wir in einen Profilquerschnitt verwandeln, indem wir sie extrudieren. Extrudierte Profile dürfen sogar beliebigen Kurven im Raum folgen.

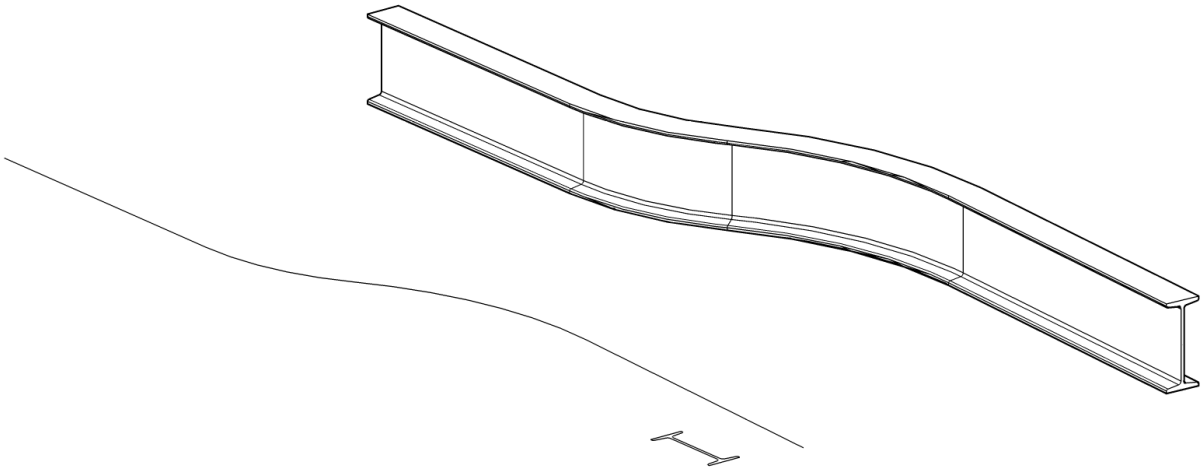


Abb. 91: Aus 2D-Polylinie durch SWEEP extrudiertes Profil

In den folgenden Kapiteln lernen wir diese zwei grundlegenden Modellierungstechniken kennen. Vorher schauen wir uns kurz ein paar praktische Befehle und Einstellungen an.

2.8.1 Auswahlmodi

Wer mit einer frischen BricsCAD-Installation arbeitet, stellt fest, dass es gar nicht so einfach ist, 3D-Körper anzuklicken, weil vom Programm bevorzugt einzelne Flächen von Volumenkörpern ausgewählt werden. Man kann sich zwar damit behelfen, immer die Taste Strg zu drücken, um zwischen Flächen- und Körperauswahl umzuschalten, auf Dauer ist das aber ein wenig lästig, wenn man anfangs eigentlich noch gar nicht so sehr mit Flächen arbeiten möchte.

Lösung: Im Werkzeugkasten „Auswahl-Modi“ lässt sich (unter anderem) einstellen, ob bevorzugt Kanten oder Flächen ausgewählt werden sollen, wenn wir einen Volumenkörper anklicken. Der Modus „Flächen“ ist voreingestellt und kann bedenkenlos deaktiviert werden.



Abb. 92: Werkzeugkasten „Auswahl-Modi“

Alternativ können wir den Auswahlmodus durch die Eingabe des Befehls **SELECTIONMODES 0** auf Ganzkörperauswahl umstellen. Falls anschließend doch einmal ausnahmsweise Flächen oder Kanten ausgewählt werden sollen, funktioniert das Umschalten im Einzelfall mithilfe der Strg-Taste auch weiterhin.

2.8.2 Volumen, Schwerpunkt, Trägheitswerte

Geometrische Eigenschaften von Volumenkörpern können wir mit dem Befehl **MASSEIG** abfragen. Das Programm bietet sogar an, die ermittelten Eigenschaften als Text in eine Datei zu schreiben.

Der Befehl eignet sich auch, um Querschnittswerte von 2D-Flächen zu ermitteln, die beispielsweise durch eine geschlossene Polylinie gebildet werden. Diese Polylinien müssen zuvor mit dem Befehl **REGION** in ein für die Berechnungsfunktion zugängliches Objekt umgewandelt werden.

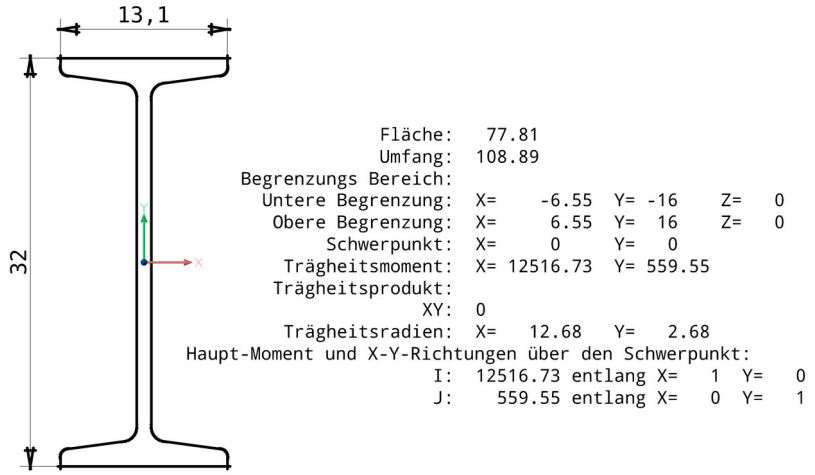


Abb. 93: Masseneigenschaften einer Region

Alternativ können wir im Eigenschaftenpanel den Abschnitt „Massen“ aufklappen, der bei der Auswahl von Volumenkörpern sichtbar wird. Das Programm warnt davor, dass es dadurch zu einer Verlangsamung der Programmreaktionen kommen kann. Die mitunter recht aufwändige Berechnung der Eigenschaften läuft zwar im Hintergrund ab und blockiert die Bedienung des Programms nicht, doch wenn die Werte nicht ständig benötigt werden, spricht nichts dagegen, den Abschnitt „Massen“ des Eigenschaftenpanels eingeklappt zu lassen.

2.8.3 Visuelle Stile

Im Modellbereich können Körper in einer Vielzahl unterschiedlicher visueller Stile dargestellt werden. Im einfachsten Fall wird ein Drahtmodell der Körperkanten angezeigt. Der Stil „Unsichtbar“ verbirgt verdeckte Kanten und stellt die Umrisse etwas kräftiger dar. Eine gute Darstellung der Körperformen ist im Stil „Graustufen“ erkennbar. Die halbtransparente Darstellung des Stils „Röntgen“ erlaubt den Blick durch Wände. Eine cartoonhaft farbige Darstellung ist im Stil „Konzeptionell“ zu sehen und der Stil „Realistisch“ wird erst dann richtig ansehnlich, wenn im Modell Lichtquellen gesetzt werden. Probieren Sie einfach einmal alle Stile durch! In den BIM-Vorlagen finden Sie sogar einen visuellen Stil, der einen angedeuteten weichen Schattenwurf darstellt (Maquette).

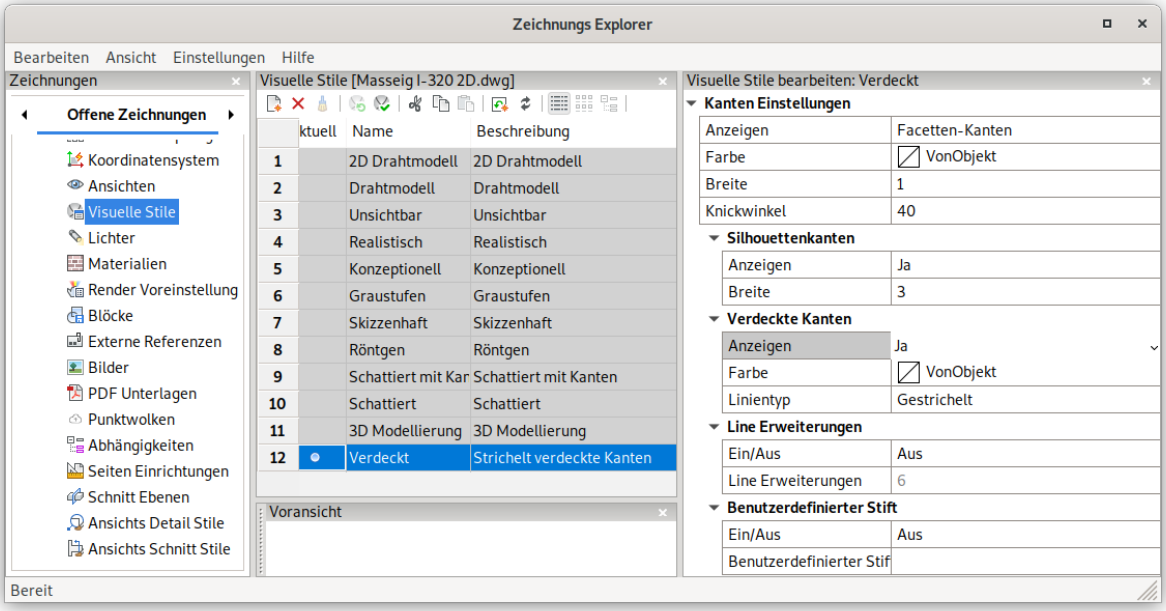


Abb. 94: Visuelle Stile im Zeichnungsexplorer

Seltsamerweise fehlt BricsCAD ein eigentlich recht häufig benötigter visueller Stil, der sich dadurch auszeichnet, dass verdeckte Kanten gestrichelt werden. Er lässt sich zum Glück recht einfach anlegen. Wir rufen mit **VIS** den Abschnitt „Visuelle Stile“ des Zeichnungsexplorers auf, kopieren dort den Stil „Unsichtbar“, nennen die Kopie „Verdeckt“ und ändern in den Kanteneinstellungen unseres neuen Stils die Anzeige verdeckter Kanten von „Nein“ auf „Ja“. Der Linientyp „Gestrichelt“ ist dort praktischerweise schon voreingestellt. Wer möchte, kann den verdeckten Kanten hier sogar eine andere Farbe geben.

Im Layoutbereich können Sie einem Ansichtsfenster zwei verschiedene visuelle Stile zuweisen. Im Eigenschaftenpanel eines Ansichtsfensters stellen Sie mit der Eigenschaft „Visueller Stil“ den auf dem Bildschirm sichtbaren Stil ein und die Eigenschaft „Schattierter Plot“ bestimmt, wie das Ansichtsfenster in der PDF-Datei oder auf dem Papier dargestellt wird.

Eine technische Besonderheit ist der visuelle Stil „2D-Drahtmodell“. Dieser verwendet anstelle der Grafikprozessoren des Computers einen[1] Rechenkern des Hauptprozessors. Dadurch ist die Bildschirmdarstellung viel langsamer, der Modus kann aber die letzte Rettung sein, wenn die Grafikkarte Probleme bereitet.

2.8.4 ACIS-Objekte

Beim Arbeiten mit 3D-Volumenkörpern wird uns immer wieder die Bezeichnung „ACIS-Objekte“ begegnen. Das ist eine Erinnerung daran, dass die Hersteller aller DWG-basierten CAD-Programme ihre 3D-Funktionen von einer einzigen Firma beziehen, welche ihre proprietären Module zur Bearbeitung von 3D-Körpern seit 1986 an diverse CAD-Hersteller lizenziert. Der Name ACIS soll angeblich laut der ersten drei Entwickler ein Bezug auf die griechische Mythologie sein, da der sterbliche Geliebte der Nymphe Galateia so hieß (zumindest in latinisierter Schreibweise). Weil die Vornamen dieser Entwickler allerdings Alan, Charles und Ian lauten, könnte die Benennung der Software für die Firma Spatial Corporation möglicherweise auch einer viel profaneren Idee entsprungen sein.

1 Tatsächlich findet in DWG-kompatiblen CAD-Programmen immer noch erschreckend viel nicht-parallelisiert statt, sodass die meisten Kerne der CPU sich während der meisten Zeit langweilen, während einer mit 100 % Auslastung ackert. Ein leistungsfähiger CAD-Rechner hat daher oft gar nicht so viele Rechenkerne, sondern vor allem eine hohe Taktfrequenz und schnellen Hauptspeicher.

2.8.5 Boolesche Operationen

Mithilfe der booleschen Verknüpfungen „oder“, „und nicht“ sowie „und“ können wir Vereinigungsmengen, Differenzmengen sowie Schnittmengen zweier oder mehrerer Körper bilden. Die Icons dieser Befehle sehen wie die Venn-Diagramme der zugehörigen Mengenoperationen aus. Wir finden sie im Werkzeugkasten „3D-Volumenkörper-Bearbeitung“.



Abb. 95: Icons der Booleschen Operationen

Vereinigung mehrerer Volumenkörper

Mehrere markierte Volumenkörper lassen sich durch den Befehl **`VEREINIG`** oder kurz **`VEE`** zu einem einzigen Körper verschmelzen.

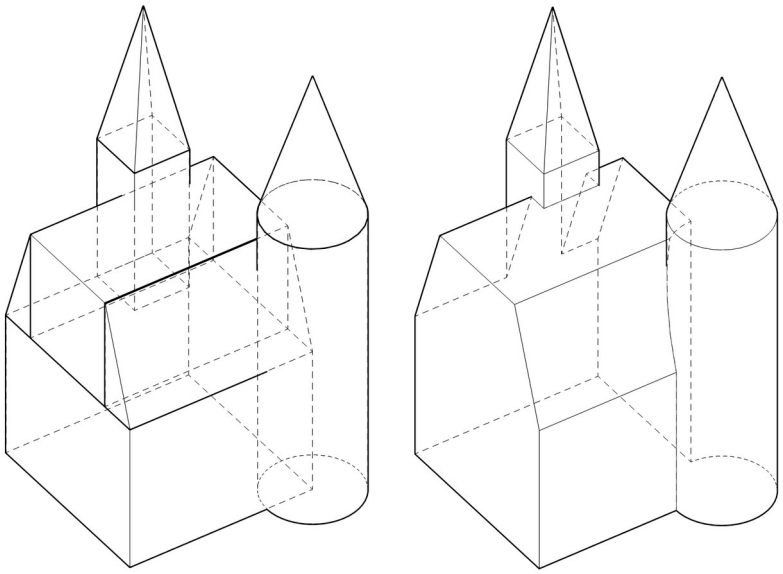


Abb. 96: Volumenkörper vor und nach der Vereinigung

Es ist bestimmt keine schlechte Idee, die Ursprungsobjekte vor der Anwendung des Vereinigungsbefehls durch Kopieren in Sicherheit zu bringen, denn dieser Vorgang ist nicht umkehrbar.

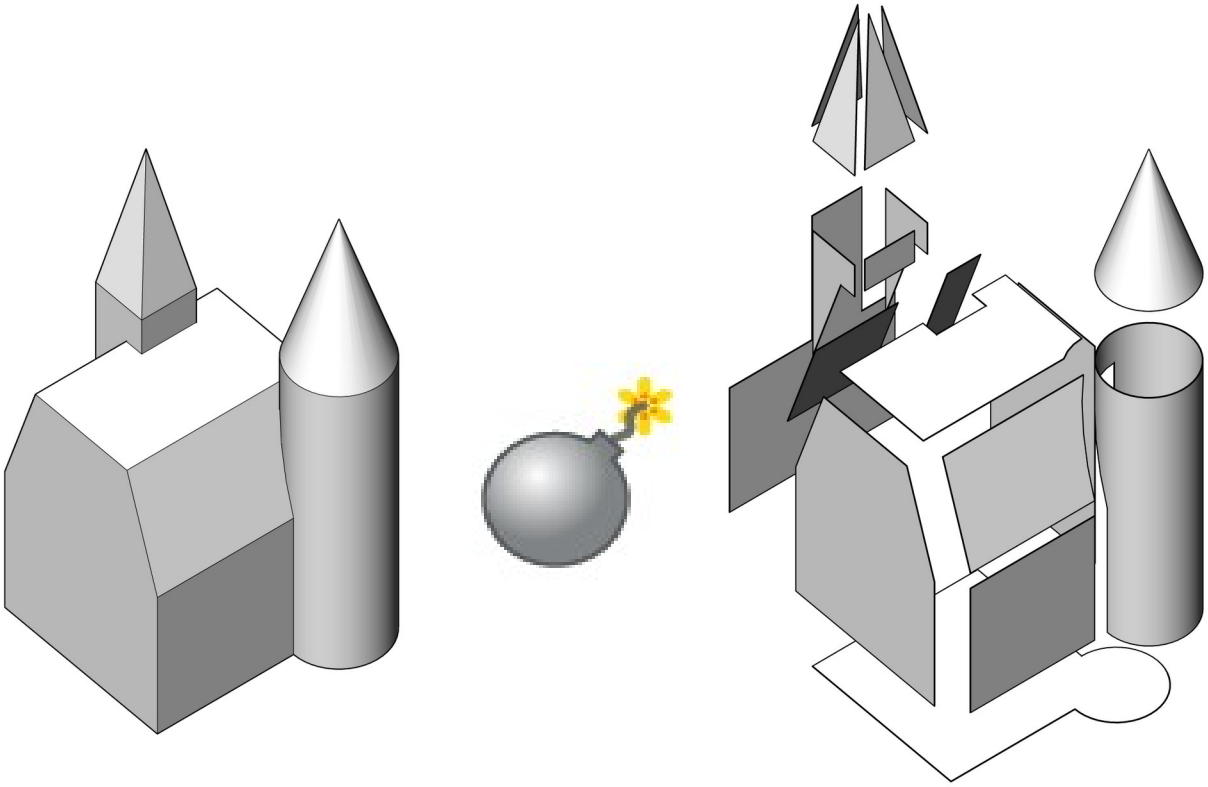


Abb. 97: Ein Volumenkörper und die daraus mithilfe von URSPRUNG erzeugten Flächen

Die Anwendung des Befehls **URSPRUNG** zerlegt einen zuvor vereinigten Volumenkörper nicht wieder in seine Ursprungsobjekte, sondern erzeugt nur eine leere Hülle aus 3D-Flächen. Es mag schon einen Grund haben, dass der Befehl im Original **EXPLODE** heißt.

Differenz zweier Volumenkörpergruppen

Der Befehl **DIFFERENZ** (kurz **DI**) erfordert es, zweimal einen oder mehrere Volumenkörper auszuwählen. Die Körper der zweiten Auswahlmenge werden dann von den Körpern der ersten Auswahlmenge abgezogen.

Wenn beim Aufruf des Befehls bereits Körper ausgewählt sind, bilden diese die erste Auswahlmenge und es werden nur noch die davon abzuziehenden Objekte abgefragt.

Das Programm kann nicht wissen, ob Sie einen oder mehrere Körper voneinander abziehen wollen und fragt daher so lange nach weiteren Elementen für die jeweilige Auswahlmenge, bis Sie die Auswahl mit der Eingabetaste, der Leertaste oder der rechten Maustaste beenden.

Die abzuziehenden Körper dürfen beliebig weit über die Körper, von denen sie abgezogen werden sollen, hinausragen (Abb. 98). Das ist sogar wünschenswert, denn durch Rundungsfehler kann es sonst dazu kommen, dass eine Differenzbildung fehlschlägt, wenn beide Gruppen eine gemeinsame Oberfläche besitzen.

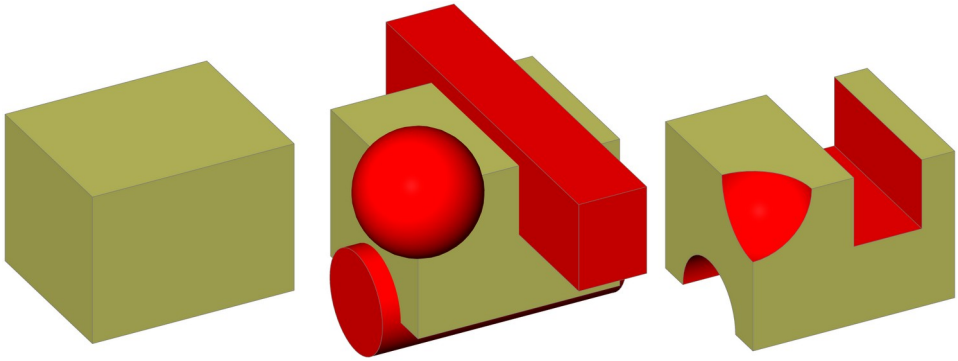


Abb. 98: Modellierung durch Differenzbildung

Standardmäßig löscht BricsCAD die von den Ursprungsobjekten abzuziehenden Volumenkörper bei der Anwendung des Befehls **DIFFERENZ**. Wenn das Programm diese Objekte stattdessen beibehalten soll, so ist die Variable **DELETETOOL** zuvor von **1** auf **0** zu setzen. Diese Einstellung merkt sich BricsCAD für den aktuellen Arbeitsbereich. Falls der Befehl **DIFFERENZ** in einer neuen Zeichnung scheinbar ohne Funktion ist, überprüfen Sie bitte, ob diese Variable vielleicht in einer vorherigen Sitzung auf null gesetzt wurde.

Schnittmenge zweier oder mehrerer Körper

Der Befehl **SCHNITTMENGE** ermittelt das Raumvolumen, das alle zuvor selektierten 3D-Körper gemeinsam haben und legt einen neuen Körper an, der dieses Volumen genau ausfüllt. Wenn in der Auswahlmenge Körper enthalten sind, die sich nicht mit allen anderen Körpern dieser Menge überschneiden, so ist das Ergebnis der Schnittmengenbildung leer.

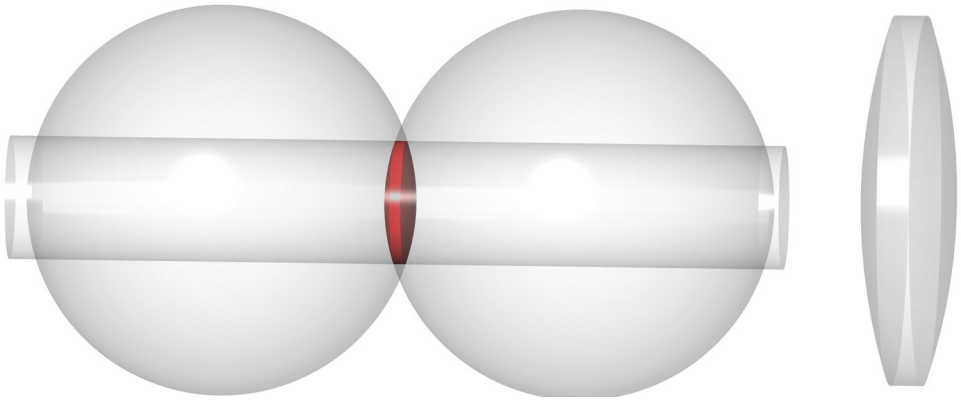


Abb. 99: Bikonvexe sphärische Linse (rechts 3× vergrößert)

Das Beispiel in Abb. 99 zeigt die Schnittmenge zweier Kugeln und eines Zylinders, wobei sich die Kugeln leicht überschneiden und wiederum von einem Zylinder durchdrungen werden, dessen Achse durch die Mittelpunkte beider Kugeln führt. Das Ergebnis, links rot hervorgehoben, ist eine bikonvexe sphärische Linse, die Sie in fotorealistischen Renderings tatsächlich als funktionierendes achromatisches Vergrößerungsglas einsetzen können.



Abb. 100: Funktionierende Lupe

2.8.6 Extrudieren und Sweepen



Abb. 101: Icons für Extrudieren und Sweepen

Geschlossene Polylinien, Kreise und Ellipsen sowie Regionen können aus der x-y-Ebene heraus entlang der z-Achse zu einem Volumenkörper extrudiert werden. Anstatt entlang der z-Achse kann die Extrusion auch entlang eines im Raum angeordneten Pfades, z. B. einer offenen Polylinie, eines Bogens oder einer Spline-Kurve verlaufen.

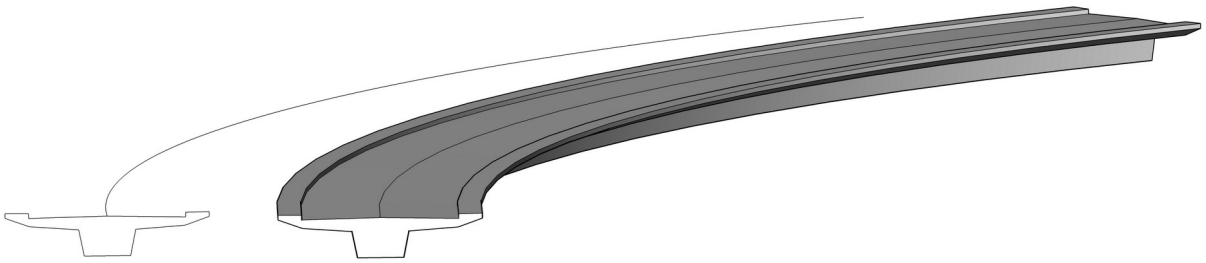


Abb. 102: Extrusion eines Brückenquerschnitts

Wenn zur Extrusion der Befehl **EXTRUSION** verwendet wird, sollte der Extrusionspfad an seinem Anfang unbedingt senkrecht auf der extrudierten Fläche stehen. Der verwandte Befehl **SWEEP** arbeitet ähnlich, kippt das zu extrudierende Profil jedoch automatisch von der x-y-Ebene in die Normalenebene des Extrusionspfades, wenn nichts anderes gewünscht ist.

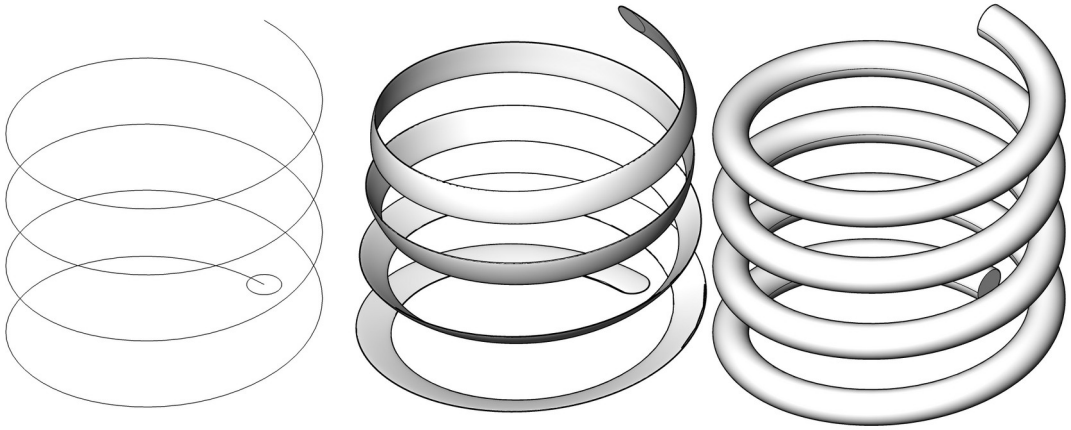


Abb. 103: Extrudieren und Sweepen entlang einer Spirale

Standardmäßig löscht BricsCAD die zur Extrusion verwendeten Profil-Objekte bei Ausführung der Funktion. Wenn das Programm diese Objekte stattdessen beibehalten soll, so ist die Variable **DELOBJ** von **1** auf **0** zu setzen. Diese Einstellung gilt zeichnungsübergreifend.

Offene Polylinien oder aus mehreren Linien zusammengesetzte Profile werden nicht zu Volumenkörpern, sondern zu Flächen extrudiert oder gesweept. Um Volumenkörper zu erhalten, verbinden Sie diese Objekte mit dem Befehl **VERBINDEN** vor der Extrusion zu einer geschlossenen Polylinie.

Tückisch können nun noch doppelt vorhandene Segmente der Polylinie werden, wie sie gelegentlich nach dem Stutzen komplexerer Geometrien übrigbleiben. Auch der Befehl **TXTAUFL** zum Umwandeln von Buchstaben-

formen in Polylinien produziert bei manchen Schriftarten gern doppelte Linien. Diese doppelten Elemente lassen sich recht unkompliziert mit dem Befehl **AUFRÄUM** (im Original: **_OVERKILL**) aus der Welt schaffen.

Um eine geschlossene Polylinie ausdrücklich zu einer hohlen Oberflächenfigur zu extrudieren, wählen Sie nach dem Aufruf des Befehls und vor dem Anklicken eines Profils mit dem Unterbefehl **Modus** die Option **Oberfläche** anstelle des Vorgabewerts **Volumenkörper** aus.

Für die Modellierung von Baugruben und Erdkörpern ist es sehr praktisch, bei der Extrusion mit dem Unterbefehl **J** einen Verjüngungswinkel anzugeben. Bei senkrechten Wänden ist dieser null. Wenn der zur Horizontalen gemessene Böschungswinkel bekannt ist, erhalten Sie den Verjüngungswinkel, indem Sie die Differenz zu 90° bilden.

Beispiel: Bei einem Sandhaufen, der bei loser Schüttung einen Böschungswinkel von 33° ausbildet, wählen Sie einen Verjüngungswinkel von 57° (Abb. 104 links), und für eine Baugrube in bindigem Boden, die Sie von einem Geländekörper abziehen, wählen Sie einen Verjüngungswinkel ab Baugrubensohle von -30°, damit Sie nach der Differenzbildung (Kapitel 2.8.5) einen Böschungswinkel von 60° erhalten (Abb. 104 rechts).

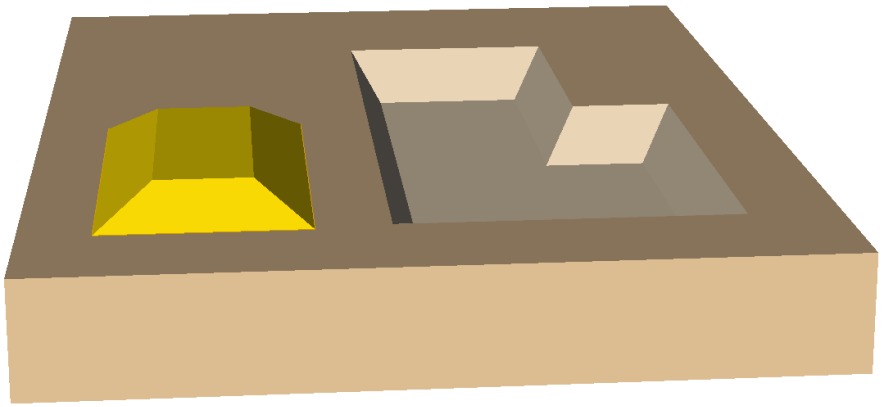
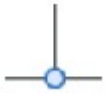


Abb. 104: Extrusionen mit Verjüngungswinkel (Böschungswinkel)

2.8.7 3D-Objektfang

Zusätzlich zu den 2D-Objektfängen, die wir in Kapitel 2.2.7 kennengelernt haben, verfügt BricsCAD über eine Anzahl davon unabhängiger 3D-Objektfänge. Zur besseren Unterscheidung werden die 3D-Objektfänge standardmäßig blau anstatt blaugrün (oder orangerot[1]) markiert.

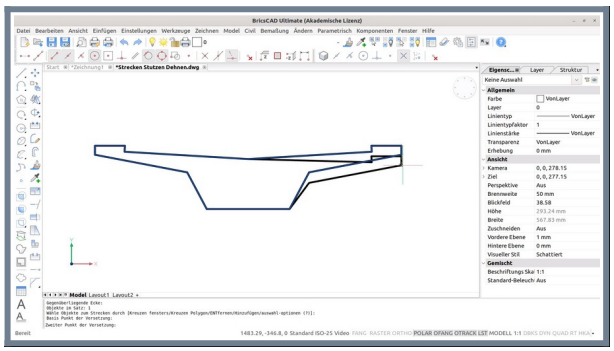
Icon	Markierung	Beschreibung
		Fängt den nächsten Eckpunkt eines Körpers oder einen Kontrollpunkt einer Spline-Kurve.
		Fängt den Mittelpunkt einer Objektkante.
		Fängt den nächstgelegenen Punkt einer Objektkante oder Fläche.
		Fängt den Schwerpunkt einer Fläche. Bei gekrümmten Flächen liegt dieser Punkt häufig nicht auf der Fläche selbst. Der Flächenschwerpunkt eines Zylindermantels liegt beispielsweise auf dem Mittelpunkt der Zylinderachse.
		Fängt einen Punkt, der das Lot auf eine Fläche, eine 3D-Polylinie oder auf ein Spline fällt.
		Fängt einen Knotenpunkt eines Splines.
		Fängt den Schnittpunkt (Durchdringungspunkt) einer Linie mit einer Fläche.
		Fängt den nächstgelegenen Punkt einer Punktwolke[2].
		Schaltet alle 3D-Objektfänge aus.

1 In früheren BricsCAD-Versionen wurden 2D-Objektfänge orangerot hervorgehoben. Wenn auch Ihnen das besser gefällt, können Sie den Wert der Variable **SNAPMARKERCOLOR** wieder von **122** zurück auf **20** setzen.

2 Punktwolken enthalten oft Millionen von Punkten und entstehen bei der Laserabtastung bestehender Gebäude oder Geländestrukturen.

2.9 2D-Bearbeitung für Fortgeschrittene

Wir haben gelernt, dass die 2D- und 3D-Funktionen von BricsCAD sehr eng verwoben sind und es auch in der 3D-Konstruktion hilfreich ist, Sicherheit im Umgang mit den 2D-Zeichenfunktionen zu besitzen. Das neunte Wochenkapitel setzt sich daher die Vertiefung der 2D-Bearbeitung zur Aufgabe, wobei zwei der Befehle auch gleich ein Gegenstück für den 3D-Raum besitzen.



Video 9: 2D-Bearbeitung für Fortgeschrittene (23:47)

2.9.1 Spiegeln



Abb. 105: Icons der beiden Spiegelungsfunktionen

BricsCAD kennt zwei Funktionen zum Spiegeln von Objekten: **SPIEGELN** und **3DSPIEGELN**.

Die klassische Funktion **SPIEGELN** (kurz **SP**) arbeitet in der x-y-Ebene und spiegelt ausgewählte Objekte um eine Achse in dieser Ebene. In den meisten Fällen definieren wir diese Achse durch Anklicken zweier Punkte.

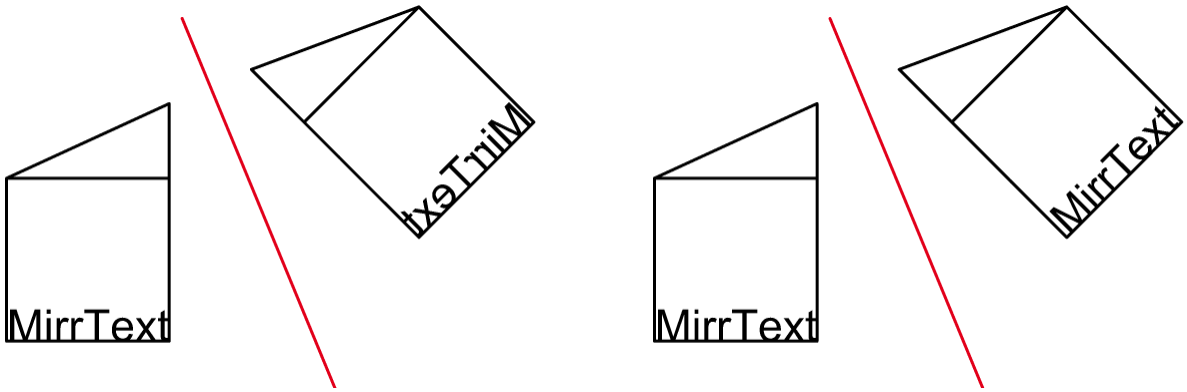


Abb. 106: 2D-Spiegeln

Eine Besonderheit gibt es beim Spiegeln einzeiliger Texte. Wenn die Variable **MIRRTEXT** den Wert **1** hat, werden Texte ebenfalls gespiegelt, ansonsten nur so gedreht und verschoben, dass sie die gleiche Fläche wie vor der Drehung einnehmen.

Die 3D-Variante **3DSPIEGELN** (kurz **3S**, alternativ **SPIEGELN3D**) spiegelt Objekte im Raum an einer Ebene. Standardmäßig wird die Ebene durch Anklicken dreier Punkte dieser Ebene definiert.

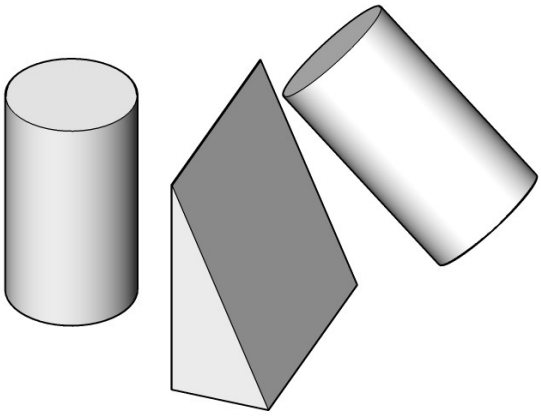


Abb. 107: 3D-Spiegeln eines Zylinders an einer schrägen Ebene

Die Spiegelebene können wir auch durch Angabe eines Punktes und der Normalenrichtung dieser Ebene definieren (Option **Z-achse**).

Schließlich sind als Spiegelebenen auch Ebenen parallel zu den drei Koordinatenebenen und zur Bildschirmfläche (Option **Ansicht**) möglich. In diesem Fall ist zur Festlegung der Lage der Spiegelebene nur noch ein einziger Punkt erforderlich.

Bei beiden Befehlen erfolgt eine Abfrage, ob die ursprünglichen Objekte erhalten bleiben oder gelöscht werden sollen.

2.9.2 Drehen

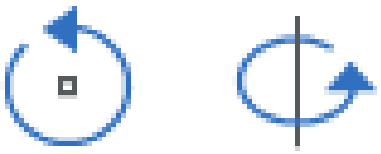


Abb. 108: Icons der Drehen-Funktionen

Die 2D-Funktion **DREHEN** rotiert Objekte um eine senkrecht zur x-y-Ebene stehende Achse durch einen anzugebenden Drehpunkt. Der Drehwinkel kann eingetippt oder mit der Maus bestimmt werden. Linksdrehende Winkel sind positiv.

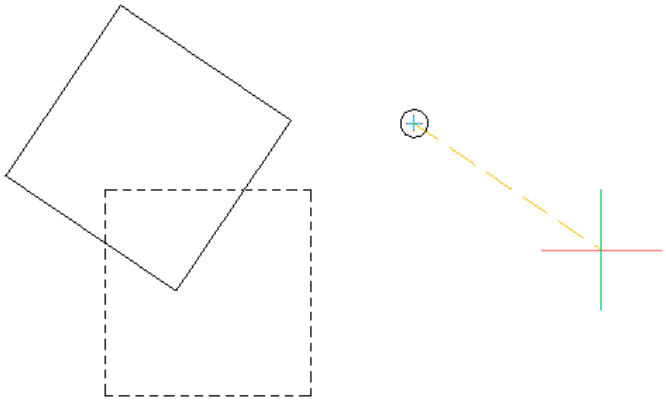


Abb. 109: Drehen eines Rechtecks

Beim Bestimmen des Drehwinkels mit der Maus bezieht sich der Winkel standardmäßig auf die positive x-Richtung. Soll ein anderer Bezugswinkel gewählt werden, ist dazu der Optionsbuchstabe **B** einzugeben und der Bezugswinkel durch Anklicken zweier Punkte festzulegen.

Soll nicht das ursprüngliche Objekt selbst, sondern nur eine Kopie davon gedreht werden, so ist vor dem Festlegen des Drehwinkels der Optionsbuchstabe **K** einzugeben.

Die 3D-Variante **3DDREHEN** (kurz **3R**, alternativ **DREHEN3D**) dreht Objekte um eine frei im Raum liegende Achse. Standardmäßig wird die Achse durch Anklicken zweier Punkte definiert.

Nur ein Punkt wird benötigt, wenn die Drehachse parallel zu den Koordinatenachsen oder senkrecht zum Bildschirm liegt (Optionen **X**, **Y**, **Z** und **A**).

Wenn Sie den Befehl wiederholt verwenden, können Sie mit dem Optionsbuchstaben **L** auf die zuletzt verwendete Achse zurückgreifen.

Der Optionsbuchstabe **E** schließlich bestimmt die Achse anhand eines vorhandenen 3D-Elements. Ist das Element eine gerade Linie, zum Beispiel die Kante eines Quaders, so bildet diese die Drehachse. Ist das Element zu einer definierten Achse rotationssymmetrisch, zum Beispiel die Mantelfläche eines Zylinders, Kegels oder Torus, so wird dessen Achse zur Drehachse.

2.9.3 Verbinden

Der Befehl **VERBINDEN** (kurz **VB**) verhält sich unterschiedlich, je nachdem, welcher Art die zu verbindenden Objekte sind.

So kann **VERBINDEN** beispielsweise Lücken in Linien und Bögen schließen. Mehrere Linien, die auf derselben Geraden liegen sowie mehrere Bogenstücke auf demselben Kreis werden zu einer einzigen Linie oder zu einem einzigen Bogen.

Mehrere Linien und Bögen, die in einer Ebene liegen und sich an ihren Endpunkten berühren, können mit dem Befehl **VERBINDEN** zu einer Polylinie verbunden werden.

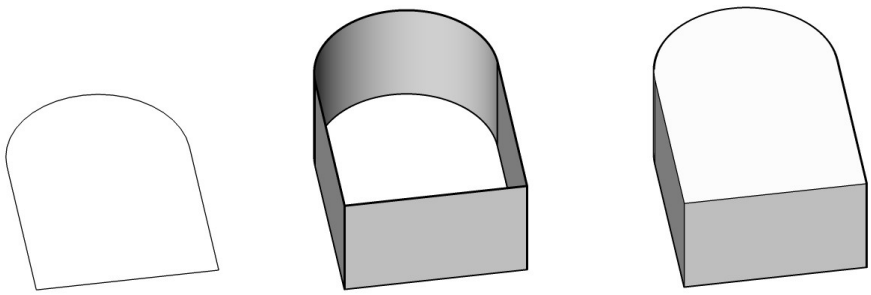


Abb. 110: Extrusion zu Flächen oder Volumenkörper

Das ist vor allem für die spätere 3D-Bearbeitung interessant, denn wenn die erzeugte Polylinie geschlossen ist, kann sie zu einem Volumenkörper extrudiert werden, dagegen werden Linien, Bögen und sichtbar[1] offene Polylinien zu Flächen extrudiert.

1 In früheren BricsCAD-Versionen wurden visuell geschlossene Polylinien, bei denen die Eigenschaft „geschlossen“ den Wert „nein“ aufwies, wie sichtbar offene Polylinien behandelt. Das war zwar formal korrekt, sorgte aber immer wieder für Verwirrung.

Wenn die zu verbindenden Elemente nicht alle in derselben Raumebene liegen, so wird anstelle einer gewöhnlichen 2D-Polylinie eine 3D-Polylinie oder eine Spline-Kurve erzeugt. Diese ist nicht extrudierbar.

Tolerantes Verbinden

Speziell für das Verbinden von nicht exakt gezeichneten Bogen- und Linienelementen zu Polylinien gibt es eine verwandte Funktion im Befehl **PEDIT**. Solche unsauber plazierten Elemente entstehen zum Beispiel beim Import von PDF-Dateien durch **PDFIMPORT** wegen der bei der Umrechnung der Einheiten auftretenden Rundungsfehler der Elementkoordinaten. Koordinaten in PDF-Dateien sind stets Vielfache von 25,4 / 72 Millimetern.

PDF-Import sollte zwar als zweitschlechteste Lösung nach dem Import gescannter Papierpläne die absolute Ausnahme sein, um Planungsgeometrien zu übernehmen, aber manchmal ist die Originalzeichnung aus verschiedenen Gründen nicht verfügbar, zum Neuzeichnen fehlt die Zeit und leichte Maßabweichungen können toleriert werden.

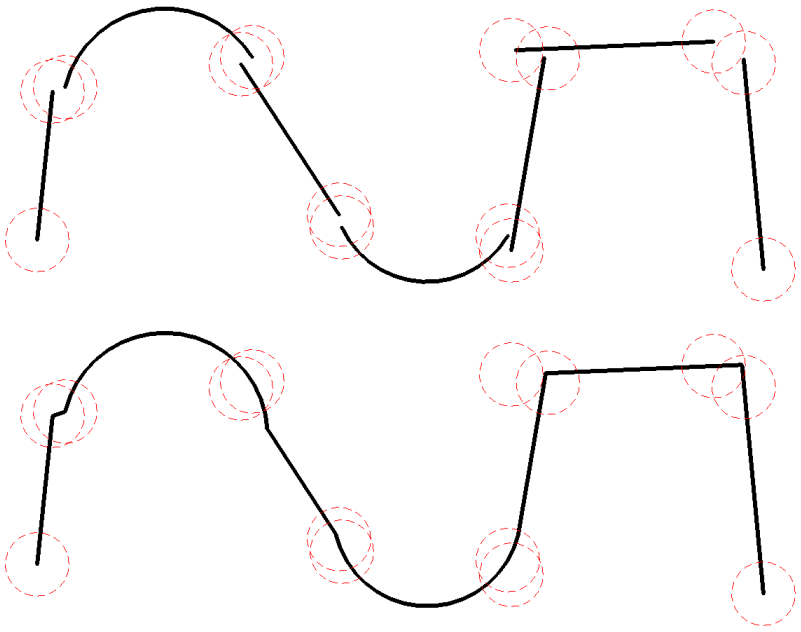


Abb. 111: Mit PEDIT verbundene Elemente

Vorgehensweise: Nach Aufruf von **PEDIT M** können beliebig viele Elemente angewählt werden. Die Auswahl beenden Sie wie gewohnt mit der Eingabetaste, der Leertaste oder der rechten Maustaste. Nun wählen Sie die Option **V** zum Verbinden aus und bestimmen dann noch den Suchradius, in dem am Endpunkt jedes Elements nach Endpunkten anderer Elemente gesucht werden soll. In der deutschen Übersetzung heißt dieser Suchra-

dius „empfindliche Entfernung“. In Abb. 111 sind die Radien an den Endpunkten der Elemente durch gestrichelte Kreise hervorgehoben. Unten erkennt man, wie BricsCAD die einzelnen Elemente verkürzt, verlängert oder durch kurze Linienstücke ergänzt hat, um sie zu einer Polylinie zu verbinden.

2.9.4 Versetzen

Um zu vorhandenen Elementen parallele Linien, konzentrische Bögen oder gleichabständige Polylinien zu erzeugen, verwenden wir den Befehl **VERSETZEN**.

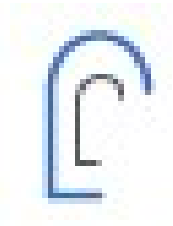


Abb. 112: Icon VERSETZEN

Nach Angabe eines Versatzabstands können wir beliebig viele Elemente anklicken und mit einem zweiten Klick die Seite bestimmen, zu der das neue Element versetzt werden soll. Beim Versetzen von Polylinien werden die Verbindungen zwischen den Polylinienelementen so angepasst, dass wieder eine durchgehende Polylinie entsteht.

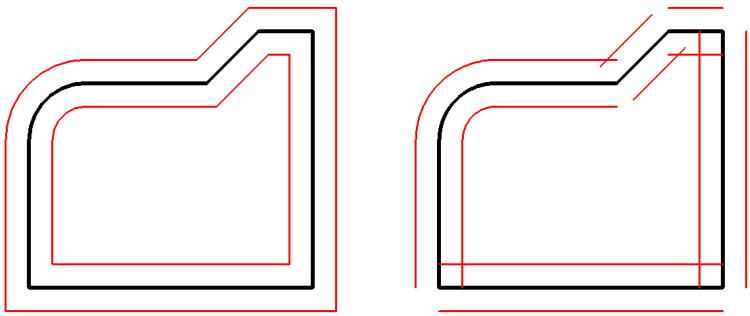


Abb. 113: Versetzte geschlossene Polylinie und ihre Einzelelemente

2.9.5 Anpassen (Eigenschaftenpinsel)

Um Eigenschaften eines Elements, wie beispielsweise Farbe, Layer oder Strichstärke, schnell auf andere Zeichnungselemente zu übertragen, wählen Sie es aus, rufen den Befehl **EIGANPASS** (kurz **EG**) auf und klicken danach beliebig viele andere Elemente an.



Abb. 114: Icon EIGANPASS

Mit dem Unterbefehl **E** können Sie festlegen, welche Eigenschaften übertragen werden sollen.

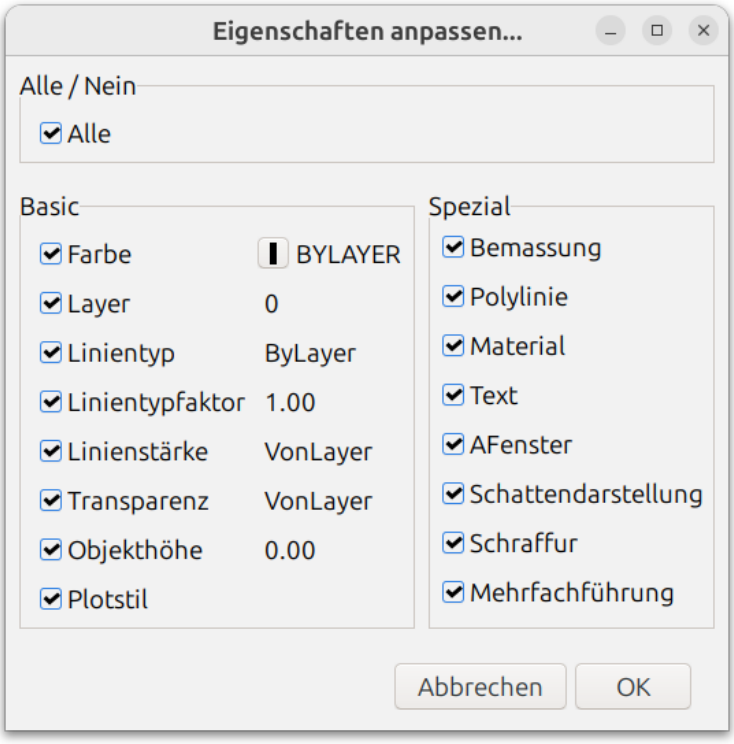


Abb. 115: Zu übertragende Eigenschaften anpassen

2.9.6 Ausgewählte hinzufügen

Um wie beim Bäcker etwas zu erhalten, was zwar interessant aussieht, von dem man aber nicht weiß, wie es heißt, kann man auch in BricsCAD einfach auf ein vorhandenes Element zeigen und erhält danach beliebig viele neue davon.



Abb. 116: „So ein Dings will ich auch haben.“

Die Funktion wird gern unterschätzt. Sie hat noch nicht einmal einen deutschen Namen bekommen und heißt auch hierzulande **ADDSELECTED**. Tatsächlich kann sie eine Menge Zeit sparen, weil jedes damit neu gezeichnete Element auch gleich mit allen Eigenschaften des Referenzobjektes ausgestattet wird.

Leider hält die Dokumentation sich recht bedeckt darüber, auf welche Arten von Objekten man den Befehl anwenden kann und merkt dazu lediglich an: „Einige Objekte werden noch nicht unterstützt.“.

Manche komplex erscheinenden Objekte, wie Rechtecke oder Polygone, sind tatsächlich nur Polylinien. Der Aufruf von **ADDSELECTED** erzeugt nach Auswahl daher nur eine neue Polylinie.

2.9.7 Skalieren / Varia

Mit dem Befehl **VARIA** (kurz **V**), der in den Werkzeugkästen „Skalieren“ genannt wird, können wir die Größe von Objekten ändern.

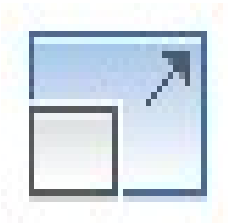


Abb. 117: Icon VARIA

Der Basispunkt der Skalierung ist der Punkt, der bei der Größenänderung als einziger an seinem Platz bleibt. In der Regel wählen wir dazu den Mittelpunkt oder einen der Eckpunkte des zu skalierenden Objekts.

Als nächstes wird der Skalierungsfaktor erfragt. Im einfachsten Fall ist die Größenänderung relativ. Ein Skalierungsfaktor von 2 verdoppelt beispielsweise alle Abmessungen und ein Skalierungsfaktor von 0.5 halbiert sie. Wenn es nicht auf Exaktheit ankommt, kann die Größe auch nach Augenmaß mit der Maus festgelegt werden.

Es ist jedoch auch eine Skalierung möglich, bei der eine Referenzlänge auf einen bestimmten Wert gesetzt wird. Dazu ist nach Eingabe des Optionsbuchstabens **R** zuerst eine vorhandene Länge einzugeben oder durch Anklicken zweier Punkte abzugreifen und danach die gewünschte Länge einzugeben. Wahlweise können wir auch durch Anklicken eines neuen Ortes für den zweiten Referenzpunkt die neue Länge bestimmen.

Haben wir beispielsweise ein Orthophoto (das ist ein geometrisch korrigiertes Luftbild) mit dem Befehl **BILDZUORDNEN** in den Modellbereich eingefügt, so können wir durch Abgreifen einer auf dem Foto sichtbaren bekannten Strecke als Referenzlänge und Eingeben ihres tatsächlichen Längenwerts das Orthophoto exakt skalieren. Danach sind wir in der Lage, ohne aufwendige Vermessungsarbeiten unsere Konstruktionen für die Projektvorplanung diekt auf dem Luftbild zu errichten.

2.9.8 Dehnen

Um lineare Elemente, z. B. Linien oder Bögen, bis zu einer oder mehreren Grenzkanten zu verlängern, verwenden wir den Befehl **DEHNEN**.



Abb. 118: Icon DEHNEN

Wenn Sie nach der Anwahl des Befehls ein lineares Element anklicken, so wird dieses Element auf der angeklickten Seite bis zur nächsten auf dem Bildschirm vorhandenen Grenzkante verlängert. Wenn Sie möchten, können Sie die Grenzkante auch zuvor mit dem Unterbefehl „Begrenzungskanten“ gezielt auswählen.

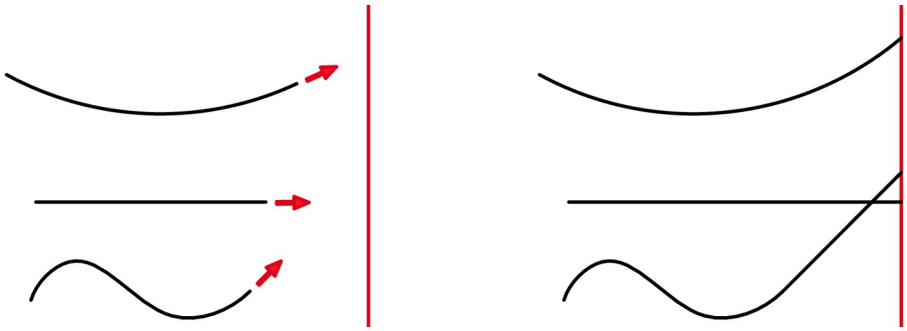


Abb. 119: Dehnen dreier Objekte bis zur roten Linie

Beim Dehnen zu Grenzkanten an 3D-Körpern im Raum kann mit dem Unterbefehl „Projektion“ festgelegt werden, ob die Objektkanten zum Dehnen auf die aktuelle xy-Ebene projiziert werden (Kennbuchstaben **BK**) oder ob so weit gedehnt werden soll, wie die Kante in der aktuellen Ansicht scheinbar auf dem Bildschirm liegt (Kennbuchstabe **A**).

Wenn Sie bei aktivem Befehl **DEHNEN** beim Auswählen eines Elements die Umschalttaste gedrückt halten, wird anstelle des Befehls **DEHNEN** der Befehl **STUTZEN** ausgeführt.

2.9.9 Stutzen

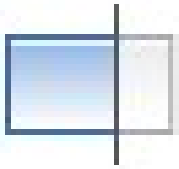


Abb. 120: Icon STUTZEN

Das Gegenstück zu **DEHNEN** heißt **STUTZEN**. Hiermit können Sie über Grenzkanten überstehende oder zwischen Grenzkanten liegende Teile von Zeichnungselementen abschneiden. Klicken Sie einfach alles an, was sie nicht mehr sehen wollen.

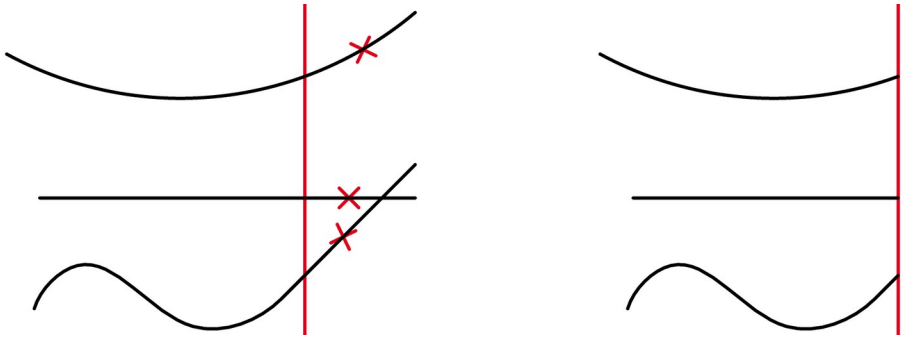


Abb. 121: Stutzen dreier Objekte

2.9.10 Strecken

Der Befehl **STRECKEN** verlangt die Auswahl von Objekten mit einem von rechts nach links aufgezogenen grünen Auswahlbereich.

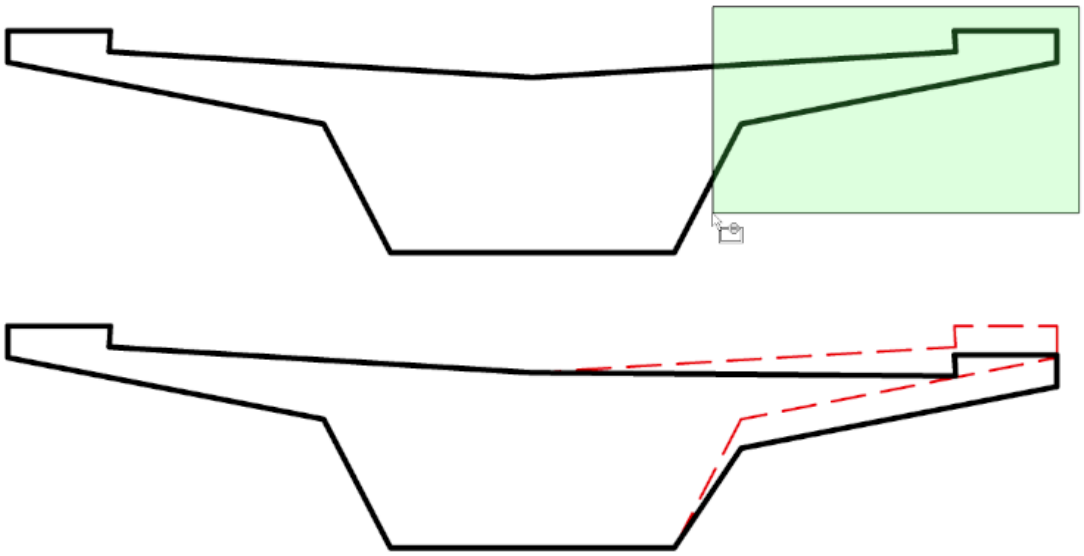


Abb. 122: Die Entwässerung zur Brückenmitte hin wurde korrigiert.

Alle Objekte und Objektelemente, die vollständig innerhalb des Auswahlbereichs liegen (in Abb. 122 die rechte Brückenkappe und die untere Seite der Fahrbahnauskragung), werden verschoben. Alle Objekte und Objektelemente, die vollständig außerhalb des Auswahlbereichs liegen, bleiben unverändert und alle Objektelemente, die die Kanten des Auswahlbereichs kreuzen, werden so verformt, dass sie weiterhin die verschobenen und unverschobenen Elemente verbinden.

2.9.11 Ausrichten

Die Funktion **AUSRICHTEN** verschiebt, dreht und skaliert ein Objekt so, dass gewählte Bezugspunkte des Objekts anschließend genau auf andere Bezugspunkte in der Zeichnung passen.

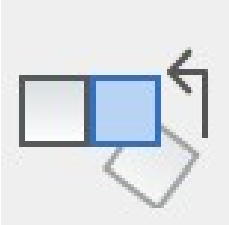


Abb. 123: Icon AUSRICHTEN

Für 2D-Objekte genügen zwei Bezugspunkte mit zugehörigen Zielpunkten. Wenn keine Skalierung gewünscht ist, wird das auszurichtende Objekt nur von Punkt 1 nach Punkt 2 verschoben und, falls notwendig, gedreht. Eine Skalierung bewirkt, dass auch Punkt 3 exakt auf Punkt 4 zu liegen kommt (Abb. 124 unten).

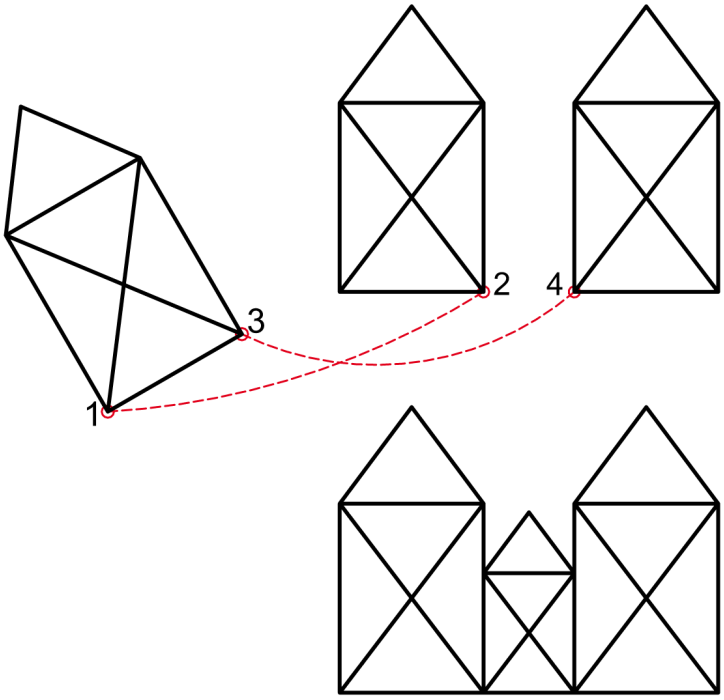


Abb. 124: Ausrichten und Skalieren

Im Raum wird noch ein drittes Punktepaar benötigt, um die Quellebene auf die Zielebene abzubilden. Für diesen Fall ist keine Skalierung vorgesehen.

2.9.12 Anordnen

Der mit BricsCAD V23 neu[1] eingeführte Befehl **ANORDNEN** richtet mehrere Objekte relativ zueinander aus, wobei sie stets entlang einer der drei Koordinatenachsen bewegt werden.

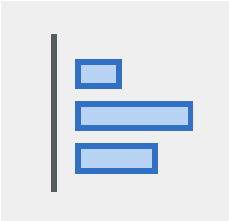


Abb. 125: Icon ANORDNEN

Die Ausrichtung kann entlang einer senkrecht zur Verschiebungsrichtung liegenden Linie erfolgen oder so, dass alle Abstände entlang der eingangs gewählten Achse gleich groß werden. Bei den Abständen können wir festlegen, ob diese sich auf Bezugspunkte der Objekte, zum Beispiel deren Mittelpunkte, oder auf die Lücken zwischen den Objekten beziehen.

Die Lage der Linie oder das Ausbreitungsmaß der Verteilung lassen sich interaktiv mit der Maus ändern. Wir können mehrere Anordnungsschritte miteinander kombinieren.

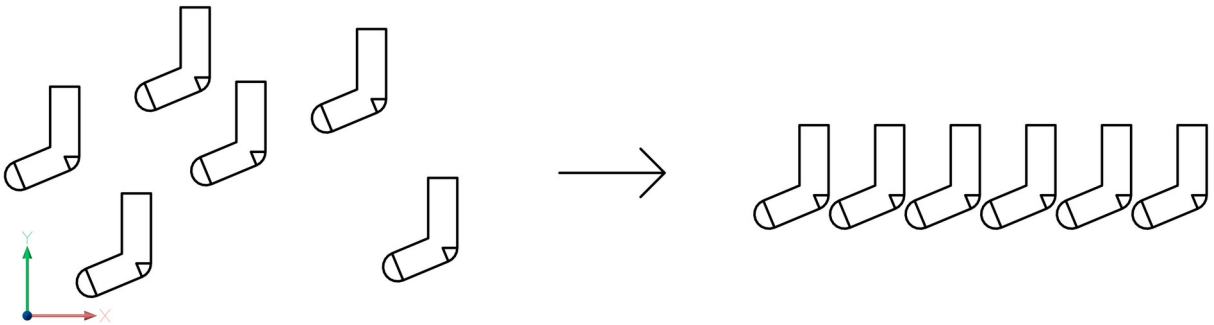


Abb. 126: Die Objekte links wurden in Y-Richtung entlang einer Linie angeordnet und anschließend in X-Richtung gleichmäßig verteilt.

Für den Fall, dass die anzuordnenden Objekte unterschiedlich groß sind, können wir festlegen, ob der Mittelpunkt der Objekte zur Anordnung herangezogen wird oder die obere beziehungsweise untere Objektkante. Die Begriffe „oben“ und „unten“ bezeichnen dabei den größten und kleinsten Koordinatenwert auf der gewählten Achse.

1 Eigentlich gibt es den Befehl schon seit BricsCAD V22, da besaß er aber noch kein eigenes Icon und war nur unter dem Namen **_ARRANGE** aufrufbar.

2.9.13 Bruch

Um ein 2D-Objekt zwischen zwei Punkten aufzutrennen, verwenden wir die Funktion **BRUCH**.

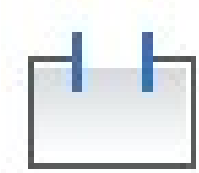


Abb. 127: Icon BRUCH

Wenn die Punkte freihändig bestimmt werden sollen, empfiehlt es sich, den Objektfang auszuschalten.

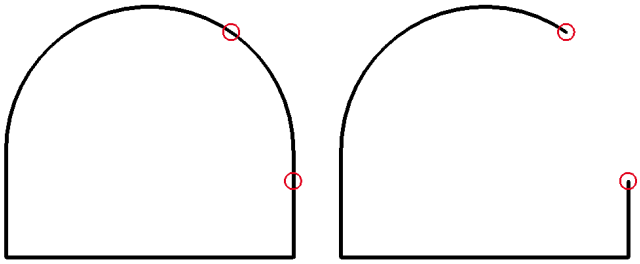


Abb. 128: Auftrennen mit BRUCH

Wer nach dem Anklicken des aufzutrennenden Objekts bemerkt, dass dieses ja gar nicht am ersten Bruchpunkt angeklickt wurde, bekommt noch eine zweite Chance und kann durch Eingabe des Optionsbuchstabens **E** wieder den beabsichtigten ersten Bruchpunkt wählen.

2.9.14 Länge bearbeiten

Mit dem Befehl **LÄNGE** (kurz **LÄ**) können wir die Länge von Linien, Bögen und offenen Polylinien sowie den Umfang von Kreisen ändern. Bei offenen Polylinien wirken sich Längenänderungen in der Regel nur auf das letzte Element aus.



Abb. 129: Icon LÄNGE

LÄNGE kennt die vier Optionen **Dynamisch** (Längenänderung erfolgt mit der Maus), **Inkrement** (nur das Maß der Änderung wird angegeben), **Prozent** (relativ zur aktuellen Länge) und **Gesamt** (die gesamte neue Länge ist einzugeben). Eine dieser Option muss jedesmal ausgewählt werden.

2.9.15 Abfasen und Abrunden

Mit den Befehlen **FASE** und **ABRUNDEN** können Ecken von 2-D-Objekten abgefast oder abgerundet werden. Die Einstellungen (Radius, Winkel und Abstände zur ursprünglichen Ecke) bleiben über mehrere Aufrufe des Befehls erhalten.

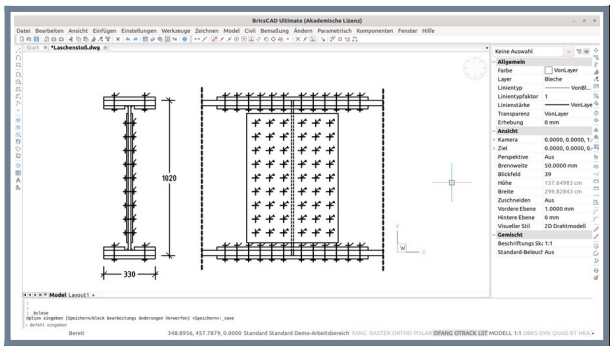


Abb. 130: Icons FASE und ABRUNDEN

Die Option **Polylinie** der beiden Befehle bewirkt ein Abfasen bzw. Abrunden sämtlicher Ecken einer gewählten Polylinie.

2.10 Regelmäßiges Anordnen

In unseren Bauzeichnungen werden wir immer wieder Elemente mehrfach und oft auch regelmäßig anordnen. Es wäre allerdings viel zu arbeitsaufwendig, diese Elemente einzeln auf ihre jeweiligen Positionen zu setzen. Bei einer einfachen Steglasche mit zwei mal vier Schrauben können wir diese vielleicht noch einzeln einzeichnen, doch bei etwas ernsthafteren Konstruktionen würde das recht bald eine ziemlich eintönige und Zeit raubende Fleißarbeit.



Video 10: Regelmäßiges Anordnen (24:15)

In dieser Woche lernen wir daher Techniken kennen, mit denen wir mit wenig Aufwand regelmäßige Anordnungen von Zeichnungsobjekten anfertigen können.

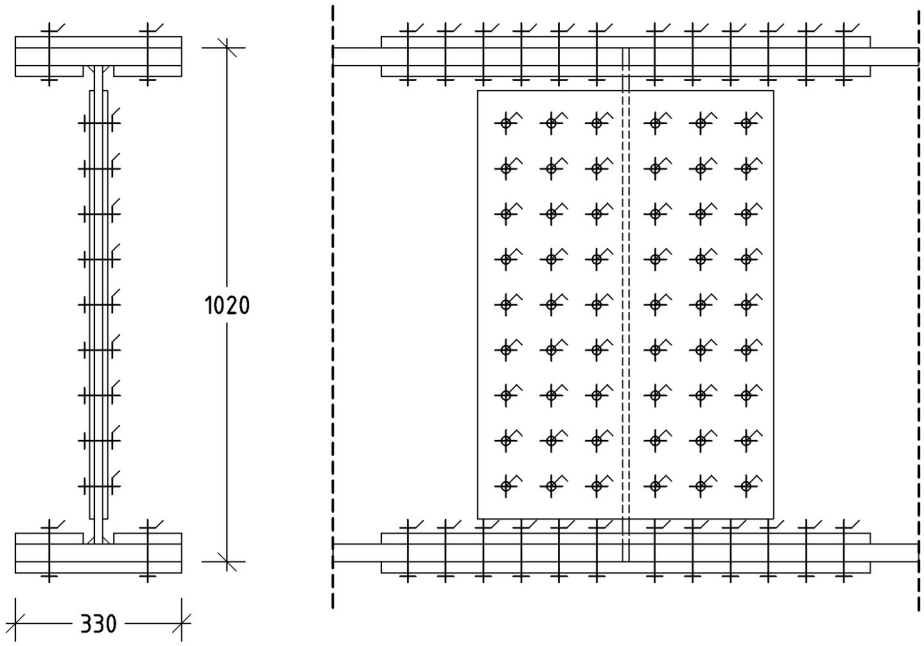


Abb. 131: Laschenstoß zweier geschweißter Stahlträger

Auch wenn Elemente nicht gleichförmig und regelmäßig wiederholt werden, sondern nur ziemlich oft an verschiedenen Stellen einer Zeichnung vorkommen, können wir uns die Zeichenarbeit erleichtern. So lassen sich beispielsweise die Schraubensymbole in Abb. 131, die jeweils aus vier Linien und einem Kreis bestehen, unter einem eigenen Namen innerhalb der Zeichnung als sogenannter „Block“ speichern. So ein Block kann von uns sogar als eigene Zeichnungsdatei auf die Festplatte geschrieben und danach auch in anderen Zeichnungen verwendet werden.

2.10.1 Blöcke

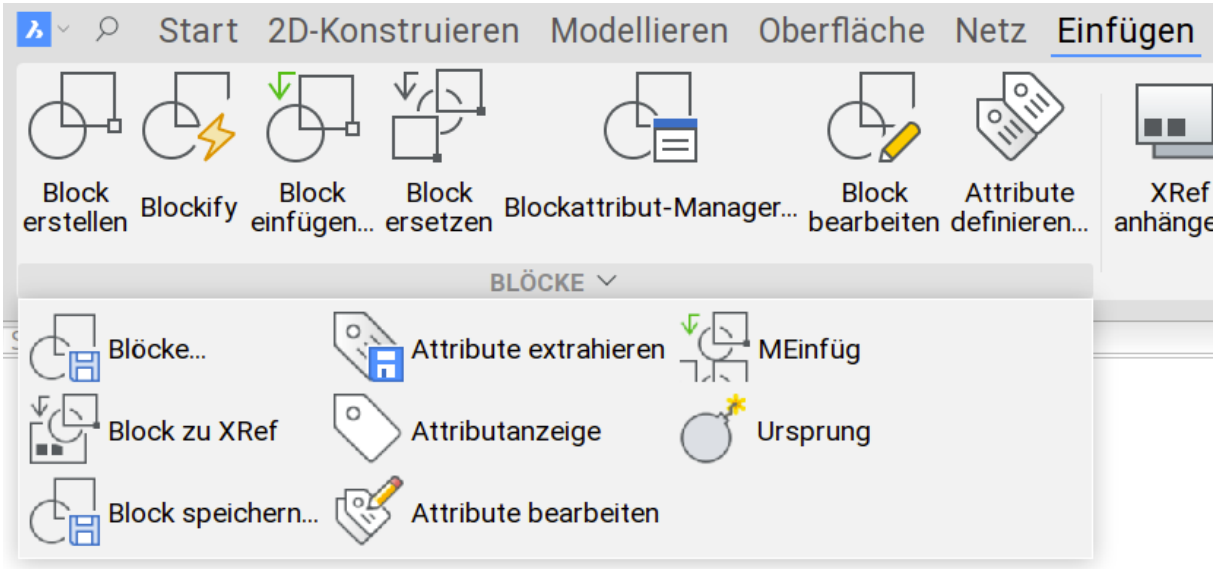


Abb. 132: Blockbezogene Icons in der Multifunktionsleiste

Block erstellen

Mit dem Befehl **BLOCK** (kurz **BL**) fassen wir beliebig viele Zeichnungselemente zu einem benannten Block zusammen.

Zu jedem neuen Block geben wir einen Basispunkt an. Das ist der Punkt des Blocks, mit dem dieser beim Einfügen exakt plaziert wird. Bei dem Schraubensymbol ist das beispielsweise der Kreismittelpunkt.

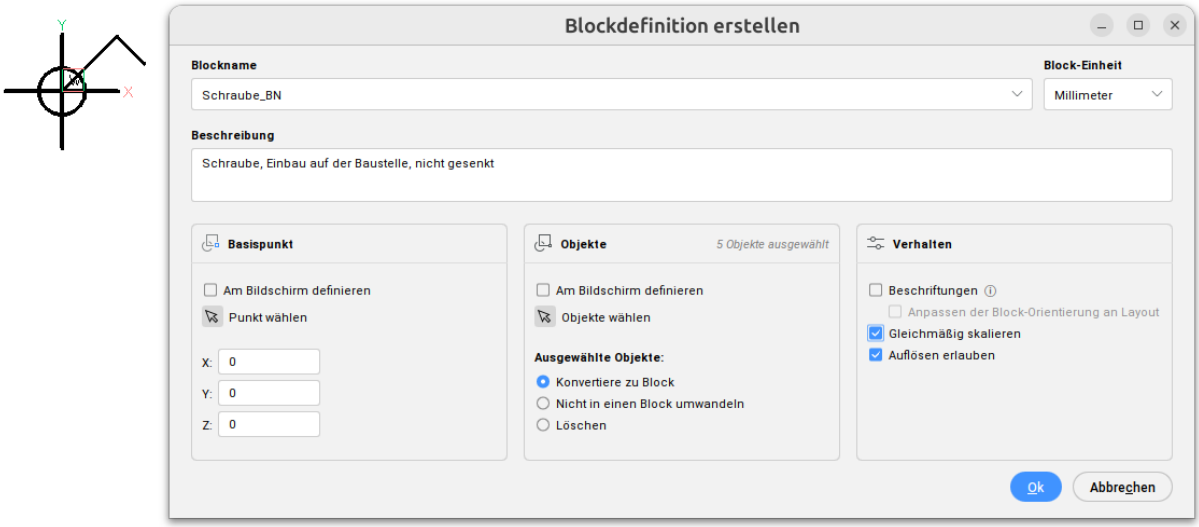


Abb. 133: Dialog des Befehls BLOCK

Die Ursprungselemente des neuen Blocks werden wahlweise in eine Instanz des neuen Blocks konvertiert, gelöscht oder beibehalten. Wir legen fest, ob der Block beim Einfügen unterschiedliche Größenfaktoren in x- und y-Richtung erhalten darf (anisotrop) oder einheitlich (isotrop) unter Beibehaltung seiner Proportionen skaliert wird.

In eine Zeichnung eingefügte isotrope Blöcke können mit dem Befehl **URSPRUNG** (kurz **UR**) wieder in ihre Ursprungselemente aufgelöst werden – es sei denn, wir verbieten das beim Erstellen des Blocks ausdrücklich, indem wir das Häkchen vor „Auflösen erlauben“ entfernen.

Weisen wir dem Block eine Einheit zu, so werden seine Abmessungen beim Einfügen in Zeichnungen, die andere Einfüge-Einheiten verwenden, maßstäblich umgerechnet. Standardmäßig verwendet BricsCAD die Einfüge-Einheit der Zeichnung, in der der Block erstellt wird.

Block einfügen

Mit dem Befehl **EINFÜGE** (kurz **EIN**) fügen wir eine Instanz eines zuvor definierten Blocks wieder an eine beliebige Stelle der Zeichnung ein. Den Einfügepunkt, den Skalierungsfaktor und den Drehwinkel tragen wir wahlweise in ein Dialogfenster ein oder wählen ihn auf dem Bildschirm mit der Maus frei aus.

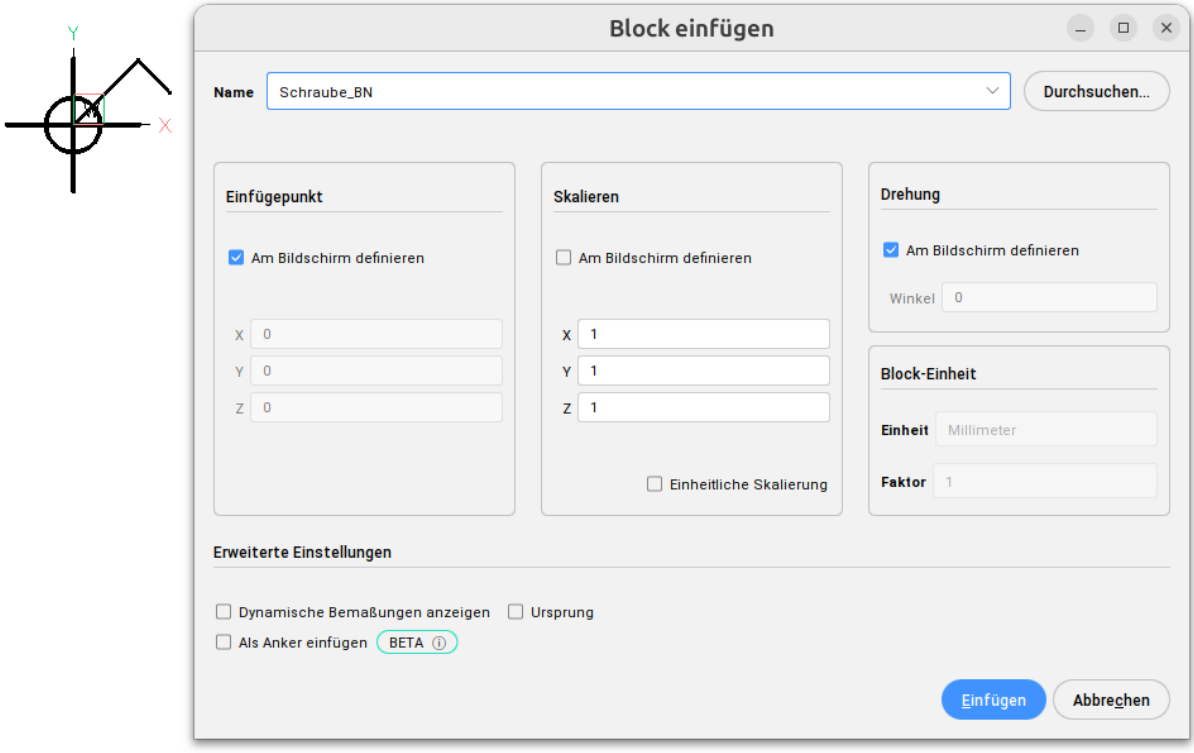


Abb. 134: Dialog EINFÜGE

Die Skalierung mit der Maus durch die Option „Skalieren – Am Bildschirm definieren“ sollten wir vermeiden, da ein Block schnell bildschirmsprengende Ausmaße annimmt, wenn das Zeigegerät um mehr als eine Zeichnungseinheit vom Einfügepunkt entfernt bewegt wird, da als Skalierfaktor die Entfernung des Mauscursors zum Einfügepunkt in aktuellen Zeichnungseinheiten verwendet wird.

Über den Button „Durchsuchen“ kopieren wir ganze DWG-Dateien als Block in eine Zeichnung. Spätere Änderungen an diesen Dateien haben keine Einwirkung auf den eingefügten Block.

Wird das Häkchen „Ursprung“ gesetzt, so werden anstelle des Blocks seine Ursprungselemente in die Zeichnung eingefügt und können dort einzeln bearbeitet werden.

Blockify

Wenn eine Zeichnung eine große Zahl sich wiederholender Elemente enthält, die eigentlich viel besser Blöcke wären, so können wir die ganzen unabhängigen Zeichnungselemente in Instanzen eines neuen Blocks verwandeln. Dazu markieren wir an einer Stelle der Zeichnung alle Elemente, die zu einem Block gehören sollen und klicken danach entweder das Blockify-Icon in Abb. 132 an oder geben den Befehl **`BLOCKIFY`** ein.

Nach Wahl des Basispunkts für den neuen Block sucht BricsCAD in einer Auswahl von Elementen oder in der gesamten Zeichnung nach „blockifizierbaren“ Vorkommen der anfangs gewählten Elemente und wandelt diese in Instanzen des neuen Blocks um.

Die Elementzusammenstellungen aus denen Blöcke werden sollen, müssen in exakt der richtigen Größe und relativen Anordnung zueinander in der Zeichnung auffindbar sein. Lediglich Drehungen und Spiegelungen sind erlaubt. **`BLOCKIFY`** funktioniert daher in der Regel nicht in importierten PDF-Dateien, da hier durch die unvermeidlichen[1] Rundungsfehler und dadurch bedingten Größenabweichungen zu große Unterschiede zwischen den potentiellen Blöcken vorhanden sind.

1 Koordinatenangaben in PDF-Dateien sind stets Vielfache von $0{,}352\overline{7}$ Millimetern, dem sogenannten „typographischen Punkt“ (pt) im Desktop-Publishing. Umwandlungen ins und aus dem PDF-Dateiformat sind so gut wie immer mit Verlusten durch Rundungsfehler verbunden.

Blöcke bearbeiten

Durch Doppelklicken eines Blocks, Anklicken des Icons „Block bearbeiten“ oder Eingeben des Befehls **BBEARB** (kurz **BAR**) können wir die Ursprungselemente eines Blocks bearbeiten. Der Rest der Zeichnung ist während der Blockbearbeitung nicht sichtbar.



Abb. 135: Icons zur Blockbearbeitung

Nach Abschluss der Änderungen können diese verworfen werden oder in der vorhandenen oder einer neuen Blockdefinition der aktuellen Zeichnung übernommen werden. Das Diskettensymbol am Icon „Block speichern“ ist hier irreführend[1], da nichts in eine Datei geschrieben wird. Ein grünes Häkchen wäre hier eigentlich passender. Falls gerade keine Icons zur Hand sind, können wir den Blockeditor auch mit dem Befehl **BSCHL** verlassen.

Sobald wir einen Block im Blockeditor bearbeitet haben, übernehmen sofort auch sämtliche Instanzen dieses Blocks das neue Aussehen.

Blöcke exportieren

Mit dem Befehl **WBLOCK** (kurz **W**) schreiben wir einen Block oder beliebige Teile einer Zeichnung als DWG-Datei auf die Festplatte.

1 … zumindest für alle, die noch wissen, was eine Diskette ist …

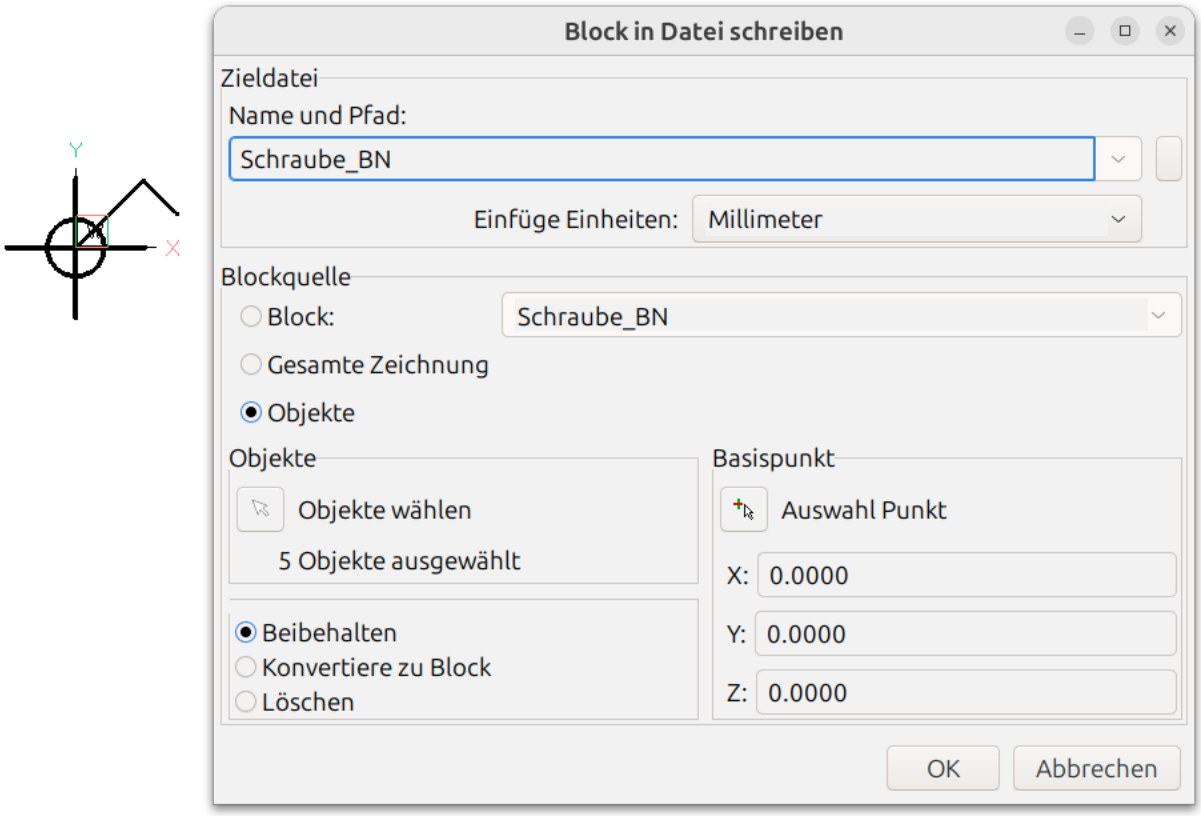


Abb. 136: Dialog des Befehls WBLOCK

Als Basispunkt wählen wir den Punkt, mit dem die neue Datei später eingefügt werden soll. Falls nur ein bereits existierender Block in eine Datei geschrieben werden soll, wird dessen Basispunkt direkt verwendet und muss nicht extra angegeben werden.

Mehrfach einfügen

Um einen Block nicht nur einzeln, sondern in einer regelmäßigen Anordnung aus Zeilen und Spalten einzufügen, wurde schon 1986 mit AutoCAD 2.5 der Befehl **`MEINFÜG`** eingeführt.

Die Eigenschaften des MEinfüg-Blocks, wie Spaltenzahl und -abstand, Zeilenzahl und -abstand sowie der Drehwinkel der Anordnung zur x-Achse lassen sich nachträglich über das Eigenschaftenpanel ändern.

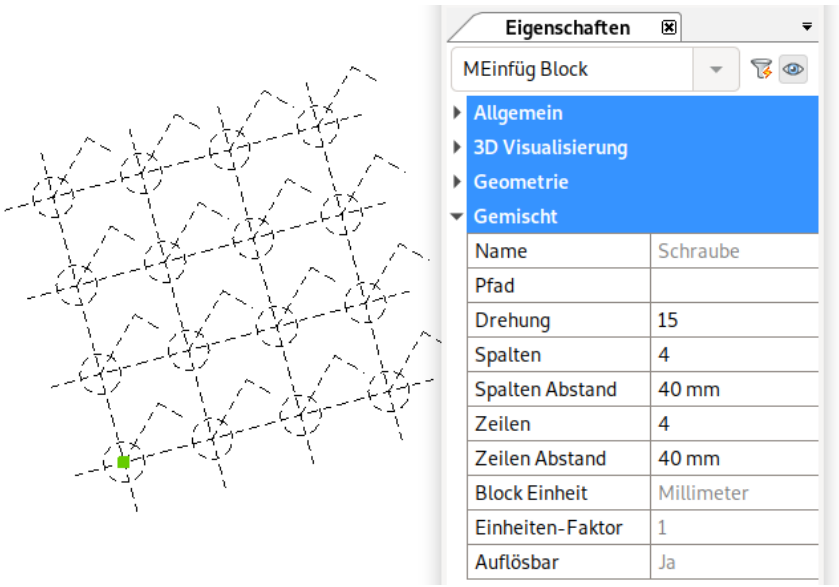


Abb. 137: Eigenschaften eines MEinfüg-Blocks

Den Befehl gibt es heute immer noch, er ist aber ein wenig aus der Mode gekommen, da sich die damit erzeugten Objekte vom Typ „MEinfüg-Block“ nicht wieder durch den Befehl **URSPRUNG** auflösen lassen. Stattdessen verwenden wir vorzugsweise den weit flexibleren Befehl **REIHE**.

2.10.2 Reihe

Mit dem Befehl **REIHE** (kurz **RH**) ordnen wir beliebige Zeichnungsobjekte regelmäßig an. Diese Anordnung kann rechteckig in Zeilen und Spalten (sogar dreidimensional in mehreren Ebenen), entlang eines als Pfad verwendeten anderen Zeichnungsobjekts oder in Kreisform (polar) erfolgen.



Abb. 138: Icons der assoziativen Varianten des Befehls REIHE

Die ursprünglichen Objekte werden dabei standardmäßig in ein „assoziatives“ Reihe-Objekt umgewandelt. Assoziativ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass dessen Eigenschaften, wie beispielsweise die Anzahl und Abstände der angeordneten Elemente, nachträglich bearbeitet werden können. Wenn wir den **REIHE**-Befehl nicht über die Varianten-Icons aus Abb. 138, sondern über die Befehlszeile aufrufen, können wir anstelle eines assoziativen Reihe-Objektes auch eine Anzahl eigenständiger Kopien des Ursprungsobjekts erzeugen.

Rechteckige Reihe

Bei der rechteckigen Anordnung in Zeilen, Spalten und Ebenen legen wir fest, wie groß der Abstand zwischen den Elementen sein soll und wie oft diese wiederholt werden sollen. Außerdem können wir die einzelnen Zeilen einer Ebene gegeneinander versetzen. Dazu geben wir den als „Inklusive Achsen Winkel“ bezeichneten Winkel zwischen den Objekten einer Zeile und denen einer Spalte ein. Streng genommen wird dadurch aus der rechteckigen eine trapezförmige Anordnung. Wenn wir mehrere Ebenen erzeugen, liegen die Objekte in unterschiedlichen Ebenen immer ohne Versatz übereinander.

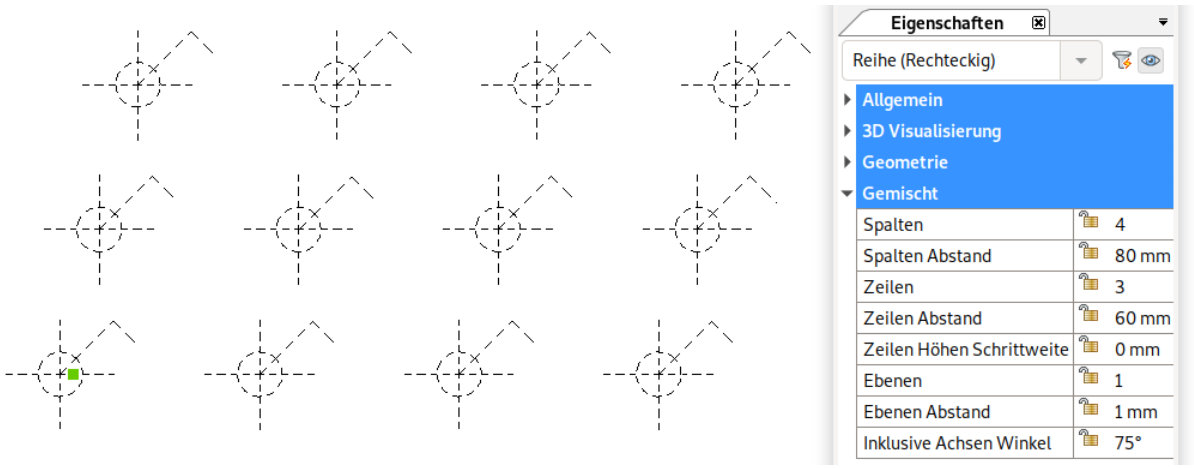


Abb. 139: Eigenschaften eines „rechteckigen“ Reihe-Objekts

Wir können eigenständige Objekte, die bereits in einer gleichmäßigen „rechteckigen“ Anordnung parallel zur x-y-Ebene vorliegen, mit dem Befehl **REIHEERKENNEN** in ein assoziatives Reihe-Objekt überführen und sind dadurch in der Lage, nachträglich die Zeilen- und Spaltenzahl, die Abstände und den Winkel zwischen der Zeilen- und Spaltenachse der Anordnung zu verändern oder Ebenen hinzuzufügen. Der Befehl wurde in BricsCAD V23 neu eingeführt und heißt im Original **ARRAYDETECT**. Derzeit werden nur Objekte innerhalb einer Ebene zu Reihe-Objekten konvertiert.

Polare Reihe

Eine regelmäßige Anordnung von Objekten um einen Punkt in der x-y-Ebene oder um eine Achse im Raum nennen wir „polar“.

In der polaren Anordnung wird die Anzahl konzentrischer Ringe, entlang derer ihre Elemente angeordnet werden, als Zeilen bezeichnet. Wir können festlegen, ob die einzelnen Elemente ihre Orientierung beibehalten oder um den Mittelpunkt der Anordnung gedreht werden.

Die Anzahl der Objekte, der auszufüllende Winkel und der Winkel zwischen zwei Objekten sind voneinander abhängige Parameter. Wenn wir einen dieser Werte verändern, wird einer der anderen beiden automatisch angepasst. Mit dem Schloss-Symbol sperren wir einzelne Parameter gegen Veränderungen.

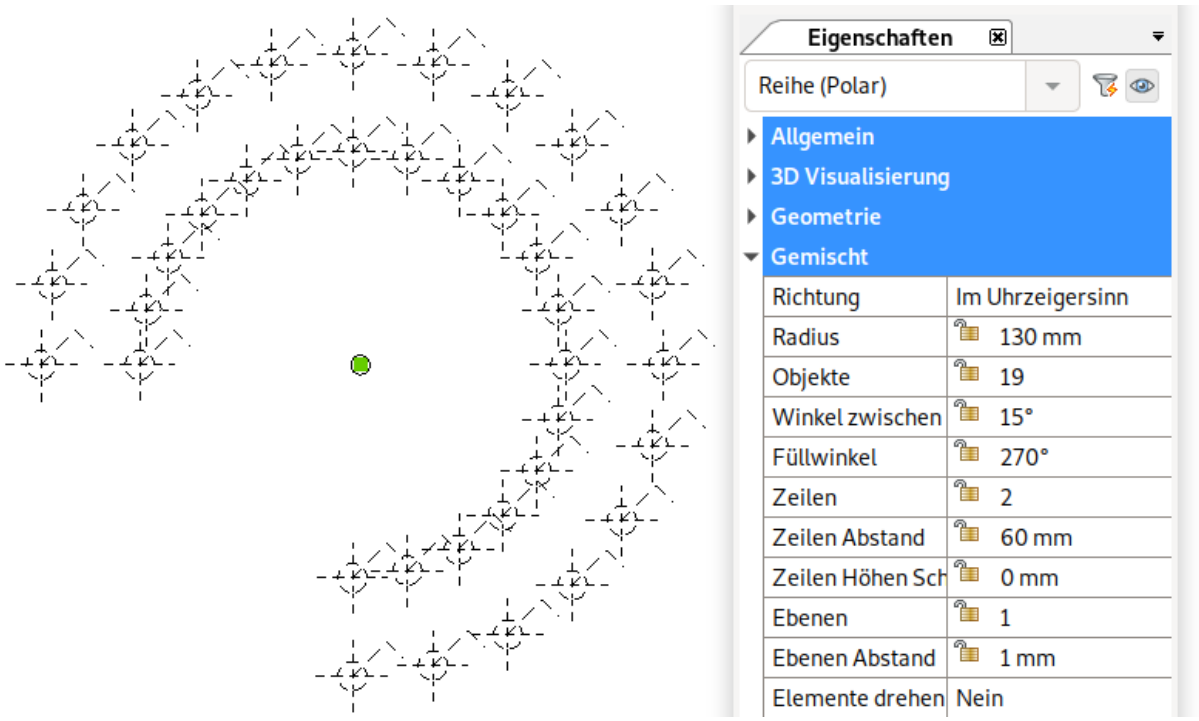


Abb. 140: Eigenschaften eines polaren Reihe-Objekts

Pfad-Reihe

Als dritte Möglichkeit der regelmäßigen Anordnung kann eine Linie, ein Bogen, eine Polylinie, eine Spline-Kurve oder ein vergleichbares Zeichnungsobjekt als Pfad verwendet werden, entlang dessen die Elemente des Reihe-Objektes angeordnet werden.

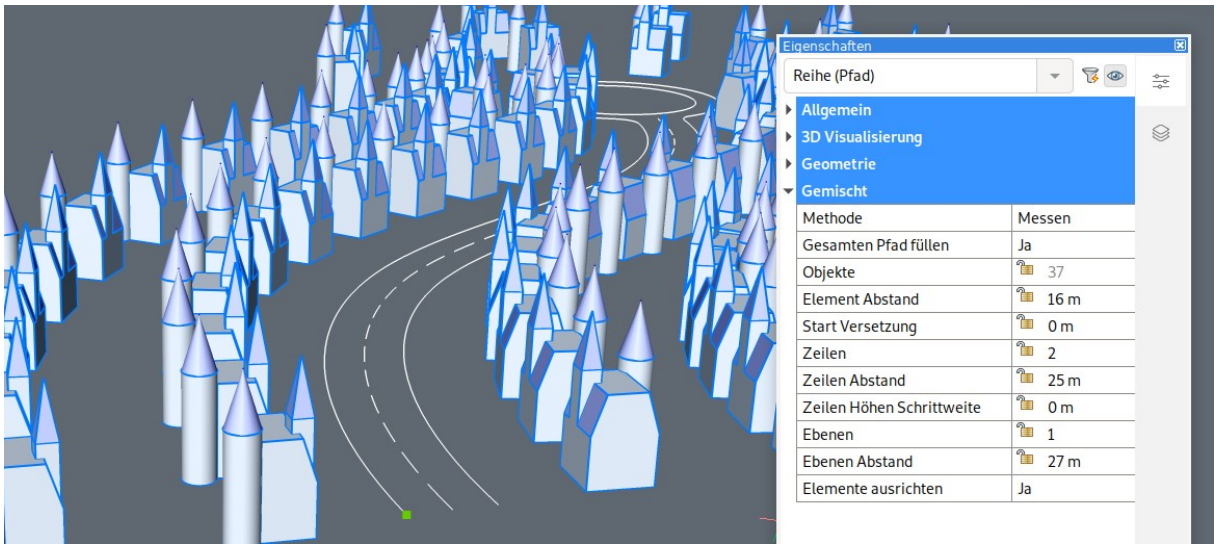


Abb. 141: Mit einem Klick zum modernen Luxuswohnpark

Die einzelnen Elemente müssen den Pfad nicht notwendigerweise berühren. Um Objekte in einem gleichbleibenden Abstand zum Pfad anzuordnen, bestimmen wir einen außerhalb des zu vervielfältigenden Objektes

liegenden Basispunkt. Bei der Bildung der Reihe wird dieser Basispunkt jeweils genau auf dem Pfad plaziert und das eigentliche Objekt in dem gewünschten Abstand dazu. Beim Beispiel in Abb. 141 erkennen wir den Basispunkt des ersten Hauses links von der Straße als grünen Punkt am als Pfad verwendeten Straßenrand[1]. Dadurch erhalten sämtliche eingefügten Häuser denselben Abstand zum Pfad.

Zur Anordnung von Objekten entlang eines Pfades haben Sie die Wahl zwischen den Methoden „Dimension“ und „Teilen“. Bis BricsCAD V20 hieß die Methode „Dimension“ noch „Messen“. Im Befehlszeilenmenü von BricsCAD V25 taucht die alte Bezeichnung immer noch auf.

Bei der Methode „Dimension“ geben Sie an, wie groß der Abstand zwischen den Einfügepunkten auf dem Pfad bemessen sein soll. BricsCAD berechnet dann die erforderliche Anzahl von Objekten, um den gesamten Pfad zu füllen. Wenn nur ein Teil des Pfades mit Objekten gefüllt werden soll, geben Sie eine entsprechend geringere Anzahl an. Sie können mit dem Parameter „Startversetzung“ bestimmen, wie weit der erste Einfügepunkt vom Beginn des Pfades entfernt sein soll.

Bei der Methode „Teilen“ geben Sie die Anzahl der Objekte vor, die von BricsCAD über den gesamten Pfad verteilt werden sollen. Zusätzlich zur „Startversetzung“ können Sie hier mit dem Parameter „Endversetzung“ festlegen, wie groß der Abstand vom letzten Einfügepunkt zum Ende des Pfades sein soll.

1 Wenn Sie glauben, dass niemand auf die Idee kommen würde, kitschige kleine Schlösschen hundertfach zu einer eintönigen Eigenheimsiedlung aufzureihen, täuschen Sie sich gewaltig: https://www.youtube.com/watch?v=L-o0AduWaxw. Immerhin taugt das Projekt als unwirkliche Kulisse für Musikvideos: https://www.youtube.com/watch?v=imbqF5h9U0s und https://www.youtube.com/watch?v=-3P2US-PFDcE.

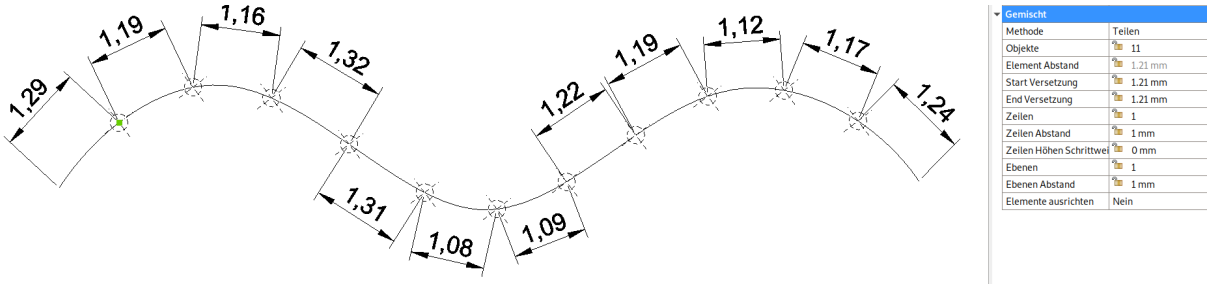


Abb. 142: Geteilte Spline-Kurve mit Start- und Endversatz

Falls Sie Spline-Kurven als Pfade verwenden, sollten Sie berücksichtigen, dass BricsCAD die Abstandsangaben auf diesen Zeichnungsobjekten nur als grobe Näherungswerte versteht (Abb. 142). Das macht leider auch durch den Befehl **ANIPFAD** erzeugte Kamerafahrten entlang von Splines zu einer etwas holprigen Angelegenheit.

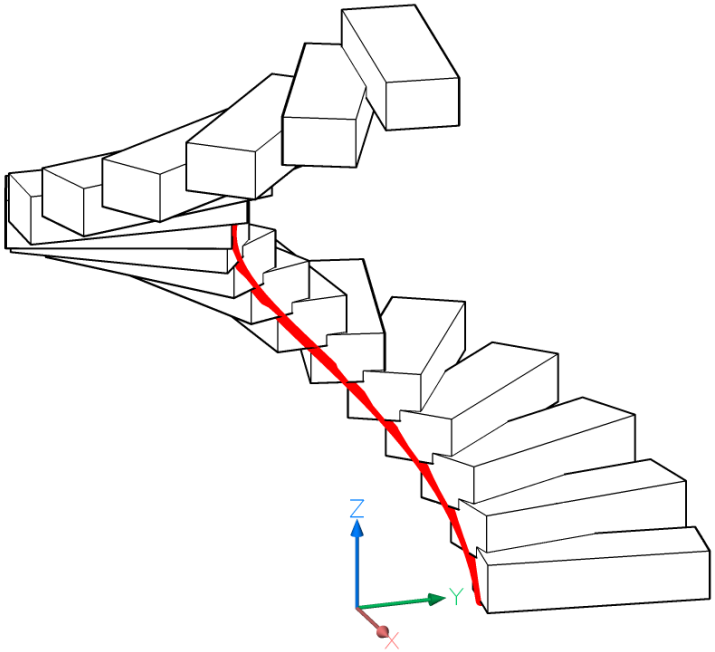


Abb. 143: Entlang einer Spirale im Raum verteilte Quader

Assoziative Reihe-Objekte sind sehr genügsam im Speicherverbrauch, da sie nur aus einem einzigen Objekt und dessen Wiederholungseigenschaften bestehen. Um „außer der Reihe“ einzelne Elemente zu ändern oder zu löschen, können Sie den Befehl **REIHEBEARBERW** verwenden. Sollen Elemente einer Reihe jedoch für 3D-Modellierungsbefehle herangezogen werden, muss das Reihe-Objekt mit dem Befehl **URSPRUNG** in seine Einzelobjekte aufgesprengt werden.

2.10.3 3D-Reihe

Der Befehl **3DREIHE** (kurz **3DR**) kennt nur rechteckige und polare Anordnungen. Im Gegensatz zum **REIHE**-Befehl erzeugt **3DREIHE** keine assoziativen Reihe-Objekte, sondern kopiert die Ursprungsobjekte lediglich mehrfach, wodurch wir sie unmittelbar für die 3D-Modellierung verwenden können. Die polare Anordnung des **3DREIHE**-Behls erlaubt die Angabe einer beliebig im Raum liegenden Rotationsachse.

2.10.4 Messen, Teilen und Punktgrößen

Wir haben die Wörter „Messen“ und „Teilen“ schon als Methoden des Befehls **REIHE** kennengelernt. Ganz ähnlich verhalten sich die eigenständigen Befehle **MESSEN** und **TEILEN**. Mit ihnen werden allerdings nicht beliebige Objekte entlang eines Pfades eingefügt, sondern entweder einzelne Punkt-Objekte oder in der Zeichnung bereits vorhandene Blöcke.

Bei Punkt-Objekten besteht das Problem, dass diese standardmäßig nur als winziger Bildschirmpixel dargestellt werden und daher so gut wie unsichtbar sind. Ihr Sinn liegt auch fast ausschließlich daran, als Hilfskonstruktionen Koordinaten für den Objektfangmodus „Punkt“ zu liefern.

Um Punkte besser zu sehen, weisen wir ihnen mit der Variable **PDMODE** ein auffälligeres Aussehen zu. Ein **PDMODE**-Wert von 2 stellt alle Punkte als Pluszeichen dar, ein **PDMODE**-Wert von 3 als Kreuzchen. Durch Addition von 32 wird ein Kreis zur Darstellung hinzugefügt und durch Addition von 64 ein Quadrat.

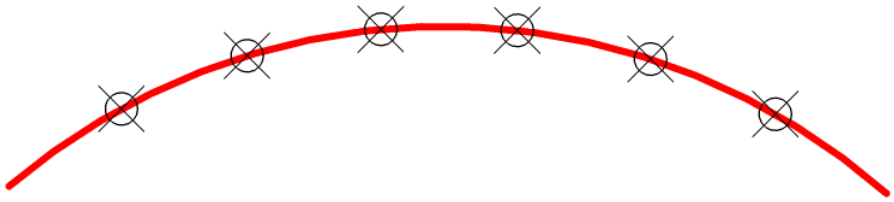


Abb. 144: Punkte im PDMODE 35

Abb. 144 zeigt einen mit dem Befehl **TEILEN** in 7 gleichlange Stücke geteilten Bogen. Für die Darstellung der Punkte wurde die Variable **PDMODE** auf den Wert 35 (Kreuzchen plus Kreis) gesetzt.

Die Größe der Punkte beträgt standardmäßig 5% der Höhe des aktuellen Ansichtsfensters und wird beim Zoomen nicht verändert. In der Variable **PDSIZE** kann jedoch festgelegt werden, welcher Prozentanteil der Bild-

schirmhöhe (bei negativen Werten) oder wie viele Zeichnungseinheiten (bei positiven Werten) für die Darstellung der Punkt-Objekte verwendet werden.

2.10.5 Befehlsskripte

BricsCAD und AutoCAD sind vollständig über Textbefehle steuerbar. Die meisten Icons in Werkzeugkästen und der Multifunktionsleiste machen tatsächlich nichts anderes, als bei jedem Mausklick eine Anzahl von Tastendrücken an den CAD-Befehlsinterpreter zu schicken.

Welche Tastendrücke das sind, erfahren wir, wenn wir ein paar Aktionen mit dem Aktionsrekorder aufzeichnen, den wir im Abschnitt „Verwalten“ der Multifunktionsleiste finden.

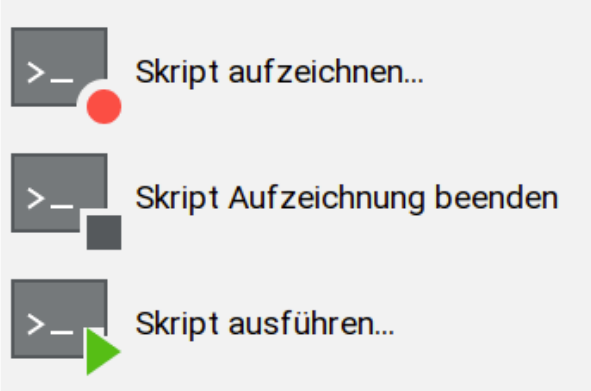


Abb. 145: Skriptaufzeichnung mit dem Aktionsrekorder

Wenn die fertige Skriptdatei unter verschiedenen Sprachversionen von BricsCAD laufen soll, empfiehlt es sich, anstelle der deutschen Übersetzungen der Befehle die englischen Originalbefehle zu verwenden. Damit das Programm diese unterscheiden kann, wird den Originalbefehlen ein Unterstrich vorangestellt. In aufgezeichneten Skriptdateien stehen grundsätzlich die englischsprachigen Bezeichner, also beispielsweise **`_pline`** statt **`PLINIE`**.

Da die Befehlsfolgen als gewöhnliche Textdatei abgelegt werden, können wir mit einem einfachen Texteditor eine ganz eigene Liste von Eingaben vorbereiten, um diese anschließend vom CAD-Programm nacheinander ausführen zu lassen. Dazu müssen wir die Skriptdatei lediglich mit der Endung .SCR speichern und können die darin enthaltenen Befehlsfolgen anschließend immer wieder mit dem CAD-Befehl **`SCRIPT`** ausführen.

Spannender wird es allerdings, wenn wir die CAD-Befehle einer Skriptdatei von einem selbstgeschriebenen Pythonprogramm zusammenstellen lassen, das zuvor die benötigten Koordinatenwerte für ein Konstruktionsdetail ausgerechnet hat.

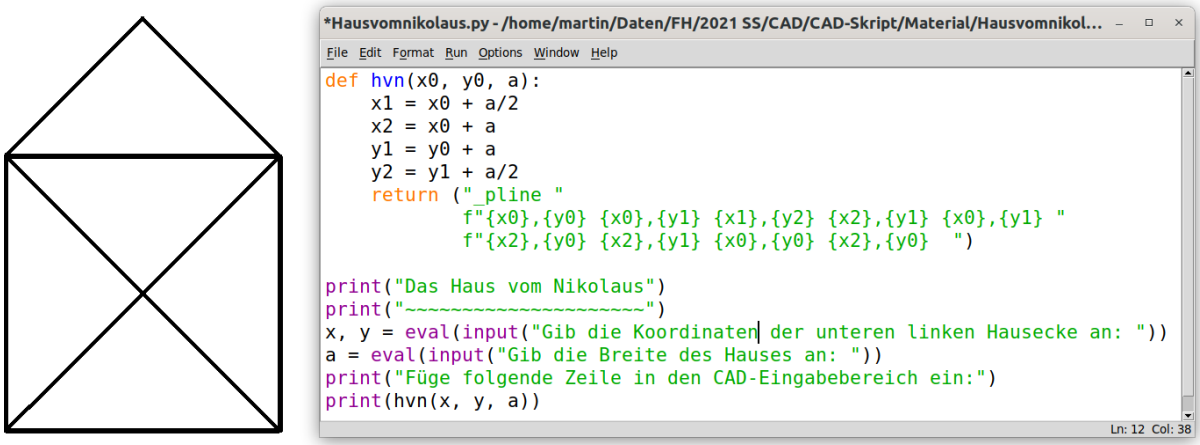


Abb. 146: Parametrisierbare Fertighauskonstruktion

Wir müssen darauf achten, dass das Drücken der Leertaste bei der Befehlseingabe gleichwertig mit dem Drücken der Eingabetaste ist und wir deshalb Leerzeichen nur mit äußerster Vorsicht in Skriptdateien verwenden dürfen.

Parametrisiert generiertes Geländer

Das folgende, bei den Hausaufgaben recht beliebte Script erzeugt Geländer mit beliebiger Länge, Höhe und Steigung als einzufügende Blöcke. Alle veränderlichen Parameter werden vom erzeugenden Pythonprogramm in einem einfachen Textdialog abgefragt. Der fertige Block kann dann an beliebigen Stellen der 3D-Konstruktion eingefügt werden.

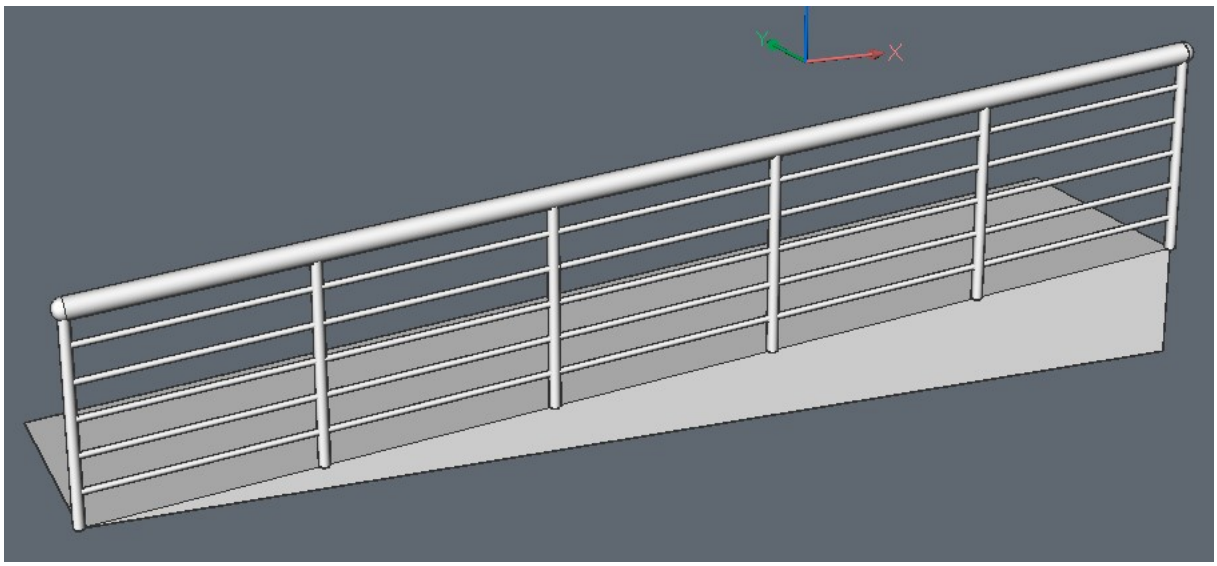


Abb. 147: Mit dem Python-Geländergenerator erzeugter Block

```
print("Geländergenerator")
print("~~~~~~~~~~~~~~~~~\n")
blockname = input("Name des zu erzeugenden Blocks: ")
dx = float(input("Länge des Geländers im Grundriss: "))
dz = float(input("Höhenunterschied zwischen erstem "
                 "und letztem Vertikalstab: "))
sa = float(input("ungefährer Abstand der Vertikalstäbe: "))
nf = round(dx/sa)
print(f"Das Geländer erhält {nf} Felder.")
sa = dx/nf
print(f"Der genaue Vertikalstababstand ist {sa:.3} "
      "Zeichnungseinheiten.")
gh = float(input("gewünschte Geländerhöhe: "))
fa = float(input("ungefährer Abstand der zum Geländer "
                 "parallelen Füllstäbe: "))
ns = round(gh / fa)
print(f"Das Geländer erhält {ns} Füllstäbe.")
fa = gh / ns
print(f"Der genaue Füllstababstand ist {fa:.3} Zeichnungseinheiten.")

# Handlaufdurchmesser: ein Zehntel der Geländerhöhe
duh = gh / 10
# Vertikalstabdurchmesser: halber Handlaufdurchmesser
duv = duh / 2
# Durchmesser der Kugel im Fußpunkt: 1,5-facher Stabdurchmesser
dup = 1.5 * duv
# Füllstabdurchmesser: halber Vertikalstabdurchmesser
duf = duv / 2

with open(f"Gelaender_{blockname}.scr", "w") as scr:
    # Objektfang für Koordinateneingaben ausschalten
    print("osnapcoord 1", file=scr)
    # Blockeditor aufrufen
    print(f"_-bedit {blockname}", file=scr)
    # Schleife für die Vertikalstäbe
    # (ein Stab mehr als Felder dazwischen liegen)
    for n in range(nf+1):
        x = n * sa
        z = x / dx * dz
        # Der eigentliche Stab
        print(f"_cylinder {x},0,{z} {duv/2} {gh}", file=scr)
        # Eine Kugel im Fußpunkt
        print(f"_sphere {x},0,{z} {dup/2}", file=scr)
```

```
    # Schleife für die Füllstäbe
    for n in range(1, ns):
        z = n * fa
        print(f"_cylinder 0,0,{z} {duf/2} A {dx},0,{z+dz}", file=scr)
    # Handlauf (ohne Überstand)
    print(f"_cylinder 0,0,{gh} {duh/2} A {dx},0,{gh+dz}", file=scr)
    # Abschlusskugeln an den Handlaufenden
    print(f"_sphere 0,0,{gh} {duh/2}", file=scr)
    print(f"_sphere {dx},0,{gh+dz} {duh/2}", file=scr)
    # Blockeditor schließen
    print(f"_bclose s", file=scr)

input(f"\n\nDie Scriptdatei 'Gelaender_{blockname}.scr' "
      "kann nun ausgeführt werden.\n"
      "Verwenden Sie dazu in BricsCAD den Befehl SCRIPT\n\n"
      "[Enter]")
```

Wenn Sie die vom oben stehenden Pythonprogramm erzeugte Scriptdatei mit dem BricsCAD-Befehl **SCRIPT** ausführen, so wechselt das Programm in den Blockeditor, konstruiert das Geländer und beendet den Blockeditor wieder. Das geht vermutlich so schnell, dass Sie es gar nicht wahrnehmen. Sie können den erzeugten Block anschließend mit dem Befehl **EINFÜGE** an jedem beliebigen Punkt Ihres Modells einfügen.

Neben der freien Parametrisierbarkeit ist ein weiterer Vorteil der von diesem Skript erzeugten Blöcke gegenüber den Geländern des Bauteilkatalogs, dass Abschnitte unterschiedlicher Steigung nahtlos aneinandergesetzt werden können:

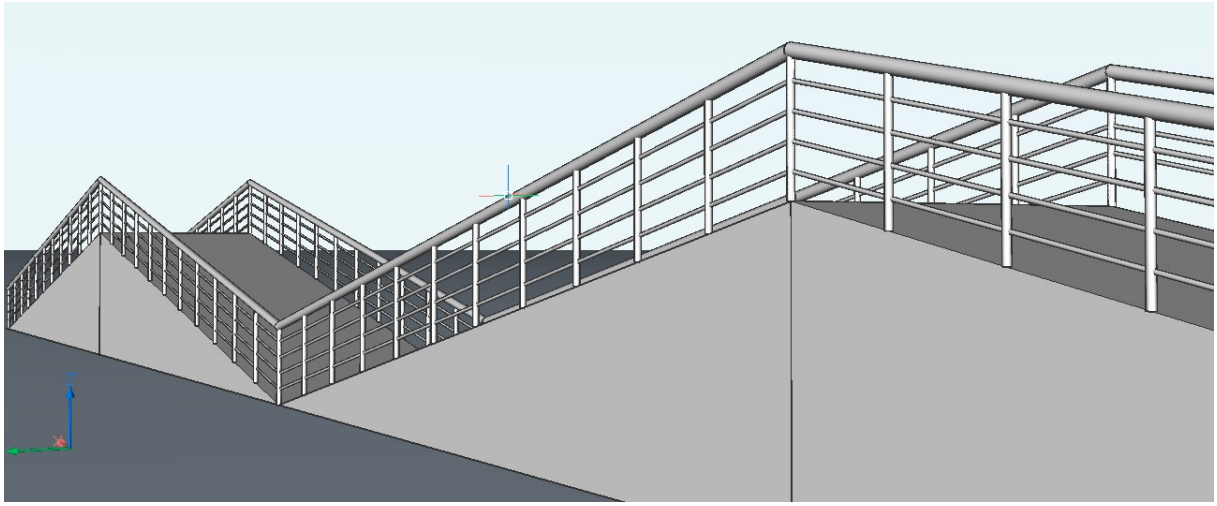


Abb. 148: Nahtlos aneinandergefügte Geländerblöcke

Wendeltreppe

Wer möchte, kann sich sogar ein Programm für eine Wendeltreppe schreiben, bei dem das erzeugte Script dafür sorgt, dass die Treppenstufen auf der Unterseite mit einer sauberen Fläche abgeschlossen werden:



Abb. 149: Mit Python generierte Wendeltreppe

Ein Beispiel für ein Pythonprogramm zur Konstruktion von Wendeltreppen wie in Abb. 149 finden Sie auf der Webseite https://bauforum.wirklichewelt.de/index.php?id=11647.

Konstruieren mit der Tabellenkalkulation

Selbst mit Tabellenkalkulationen können wir CAD-Befehlsfolgen erzeugen. Hier ist es nur ein bisschen lästig, dass deutschsprachige Tabellenkalkulationen üblicherweise als Dezimaltrennzeichen ein Komma verwenden, welches für die Zusammenstellung der Befehle jedes Mal gegen den von CAD-Programmen benötigten Dezimalpunkt ausgetauscht werden muss.

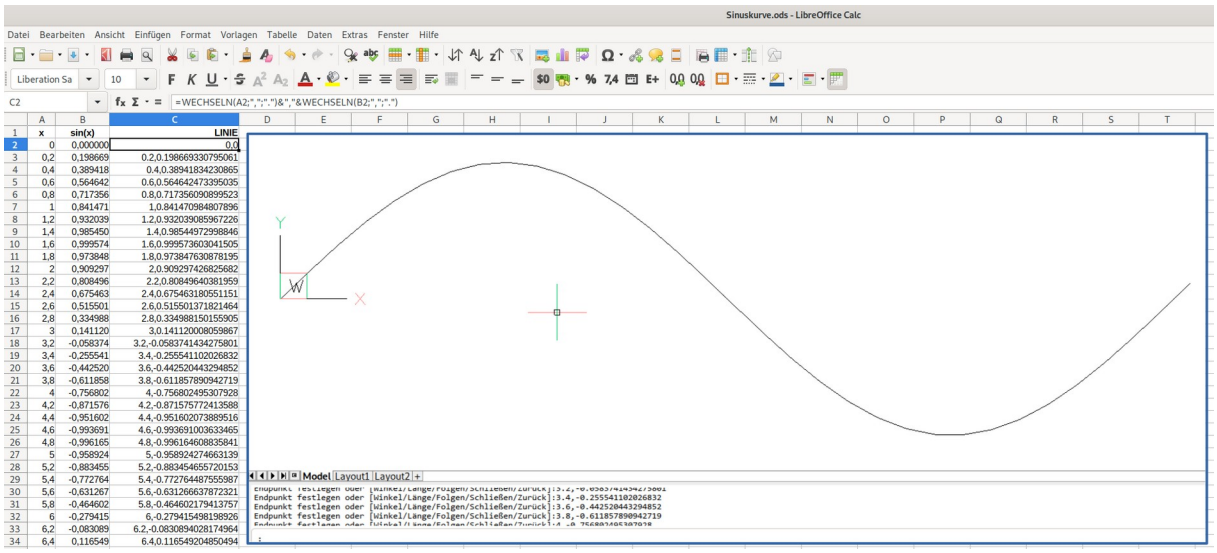


Abb. 150: Aus der Tabellenkalkulation ins CAD-Programm

Wenn beispielsweise Spalte A eines Tabellenblattes die x-Werte eines Funktionsgraphen enthält und Spalte B die y-Werte, so können wir in Zelle C2 beides zu einer gültigen Koordinate verbinden, indem wir dort folgende Konstruktion eintragen:

```
=WECHSELN(A2;",";".")&","&WECHSELN(B2;",";".")
```

In englischsprachigen Tabellenkalkulationen lautet die entsprechende Zellenformel dagegen lediglich so:

```
=A2&","&B2
```

Mit Skriptdateien können wir unsere CAD-Konstruktion nicht wirklich automatisieren, da es beispielsweise während des Skriptlaufs nicht möglich ist, Tastatureingaben vorzunehmen oder Punkte anzuklicken.

Um „berechenbare“ Objekte ohne viel Handarbeit in leeren Zeichnungen anzufertigen, eignen sich Befehlsskripte jedoch hervorragend.

Für die Zukunft zeichnet sich sogar die Möglichkeit ab, Pythonprogramme direkt im CAD-Programm laufen zu lassen.

BIMPython

Seit BricsCAD V21 wird das CAD-Programm mit einem integrierten Pythoninterpreter ausgeliefert und ermöglicht über den Befehl **BIMPYTHON** die Ausführung von Pythonprogrammen direkt im CAD-System.

Pythonprogramme, die in BricsCAD ausgeführt werden, müssen lediglich das Modul „bricscad.bim“ importieren, um Zugriff auf die Programmierschnittstelle (API) und damit auf die Objekte in der Zeichnungsdatei zu erhalten.

```
from bricscad.bim import current_model
```

Eine Übersicht über die vorhandenen Funktionen liefert die Webseite der BricsCAD-Hilfe[1].

Derzeit (Juni 2024) enthält die API nur lesende Funktionen für BIM-Objekte und schreibende Funktionen für einige ausgewählte Eigenschaften von diesen. Das hat zur Folge, dass Pythonprogramme innerhalb von BricsCAD nicht in der Lage sind, Zeichnungsobjekte ohne den Umweg über SCR-Dateien zu erzeugen oder deren geometrische Eigenschaften zu bearbeiten. Ein Zugriff auf geometrische Grundelemente ohne BIM-Eigenschaften ist gar nicht möglich.

Wenn man das folgende Pythonprogramm aus einer bestehenden Zeichnung heraus mit dem Befehl **BIMPYTHON** startet, gibt es aus, welche BIM-Eigenschaften dieser Zeichnung von ihm geändert werden können:

```
from bricscad.bim import current_model, list_properties
print("Folgende BIM-Objekte sind in dieser "
      "Zeichnung vorhanden:\n")
Eigenschaften = set()
for Objekt in current_model():
    print(Objekt)
    for Eigenschaft in list_properties(Objekt):
        Wert = Objekt.get_property(Eigenschaft)
        for x in (0, 1, "x", "u", 0.1, 1.0):
            Objekt.set_property(Eigenschaft, x)
            w = Objekt.get_property(Eigenschaft)
            if Wert != x and w == x:
                Eigenschaften.add(f"{Eigenschaft} {type(w)}")
        Objekt.set_property(Eigenschaft, Wert)
print("\n\nFolgende Eigenschaften dieser Objekte können "
```

1 https://help.bricsys.com/document?title=_guides/BIM_building_data/GD_usingpythonscripts.html

```
      "verändert werden:\n")
for e in sorted(Eigenschaften):
    print(e)
print()
print(len(current_model()), "Objekte gefunden.")
print(len(Eigenschaften),
      "veränderbare Eigenschaften entdeckt.")
```

Ein Softwareprojekt, das sich zum Ziel setzt, auch schreibende Funktionen zur Verfügung zu stellen, wurde Ende 2023 von einem unabhängigen Entwickler ins Leben gerufen. Leider funktioniert PyRx[1] von CEXT-Dan derzeit nur unter Microsoft Windows.

Lisp und die DIN 1356-1

DWG-kompatible CAD-Programme wie AutoCAD oder BricsCAD bringen in der Regel eine eigene Programmiersprache namens Lisp mit, mit der sich auch interaktive „Apps“ programmieren lassen. Lisp-Programme sind leider wegen ihrer ungewöhnlichen Syntax und ihres enormen Klammerreichtums für die meisten Menschen nicht gerade einfach nachzuvollziehen[2]. Diese Sprache hat in diesem Kurs deshalb nur insoweit Bedeutung, als ich unbedingt auf ein praktisches Lisp-Programm von Werner Meyer aus Otterloh hinweisen möchte, mit dem Sie Bemaßungen mit hochgestellten Millimetern nach der alten DIN 1356-1 erzeugen können[3].

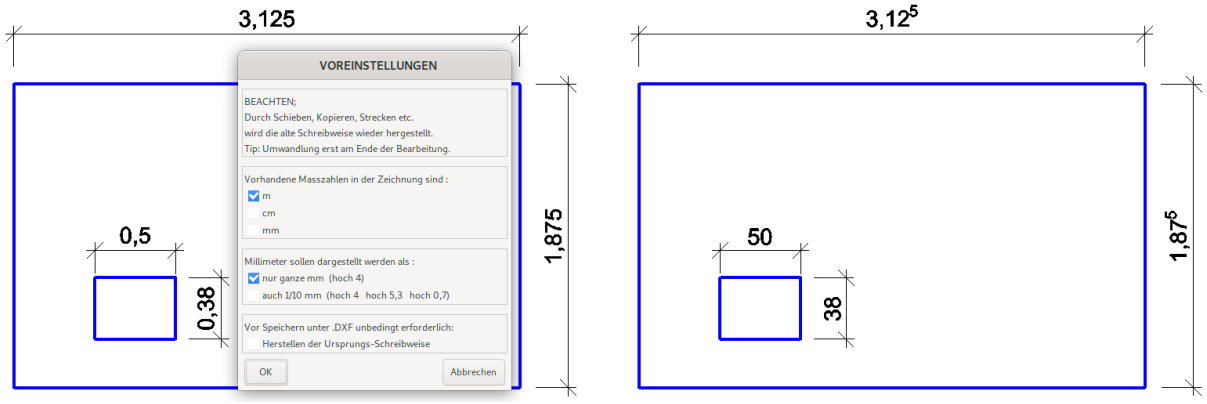


Abb. 151: CHBH.LSP sorgt für normgerechte Baubemaßung

1 https://github.com/CEXT-Dan/PyRx

2 Ein Beispiel finden Sie in Kapitel 2.14.8.

3 https://bauforum.wirklichewelt.de/index.php?id=11752

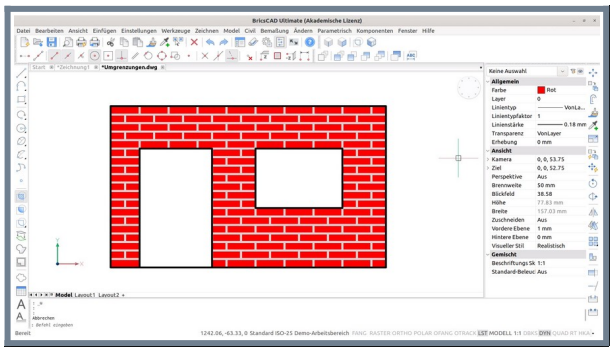
Neuere Zeichnungsnormen wie DIN EN ISO 129-1 und DIN EN ISO 7519, welche eigentlich die DIN 1356-1 ersetzen sollten, nehmen leider überhaupt keine Rücksicht mehr auf die besonderen Anforderungen von Baubemaßungen. Dennoch ist es eine gute Idee, sich die Normen zum Nachschlagen als PDF-Datei herunterladen. In diesem Text kann ich nicht ausführlich auf deren Inhalte eingehen, denn die offene Lizenz des CAD-Skriptes erlaubt es nicht, jene durch im Jahr 1924 gewährte Verwertungsmonopole zugunsten des Berliner Beuth-Verlages belasteten Inhalte einzubinden. Rufen Sie daher als Studierende der Hochschule Bochum mit einem aktiven VPN[1] die Beuth-Webseite „Nautos“[2] auf. Dort tragen Sie ins Feld „Dokumentnummer“ die Bezeichnung der gesuchten Norm, z. B. „DIN 1356-1“ ein, drücken den Suchknopf und klicken Sie in der Fundstellenliste das Symbol links neben der ersten korrekten Fundstelle an. Den kryptischen Namen der heruntergeladenen PDF-Datei benennen Sie am besten sofort nach dem Download sinnvoll um, zum Beispiel in „DIN 1356-1.pdf“.

1 https://www.hochschule-bochum.de/cit/services/vpn/

2 https://nautos.de/U2P/search

2.11 Schraffuren, Farbverläufe und Umgrenzungen

Sie können 2D-Objekte mit einer Vielzahl von Schraffuren oder Farbfüllungen versehen. Entweder bilden die Umgrenzungslinien eines Objektes selbst die Grenzen des zu schraffierenden Bereichs oder BricsCAD sucht, ausgehend von einem beliebigen Punkt innerhalb einer zu schraffierenden Fläche, selbsttätig nach deren Umgrenzungen. Diese Umgrenzungen können auch als eigenständiges Polylinienobjekt gespeichert werden.



Video 11: Schraffuren, Farbverläufe und Umgrenzungen (18:54)

2.11.1 Umgrenzungen

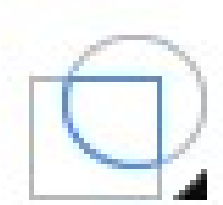


Abb. 152: Icon UMGRENZUNG

Mit dem Befehl **UMGRENZUNG** (kurz **UM**) weisen Sie BricsCAD an, die Umgrenzungen von Flächen zu finden, die Sie durch Anklicken eines oder mehrerer Auswahlpunkte mit der Maus identifizieren. Die Umgrenzungen werden zu eigenständigen Polylinien.

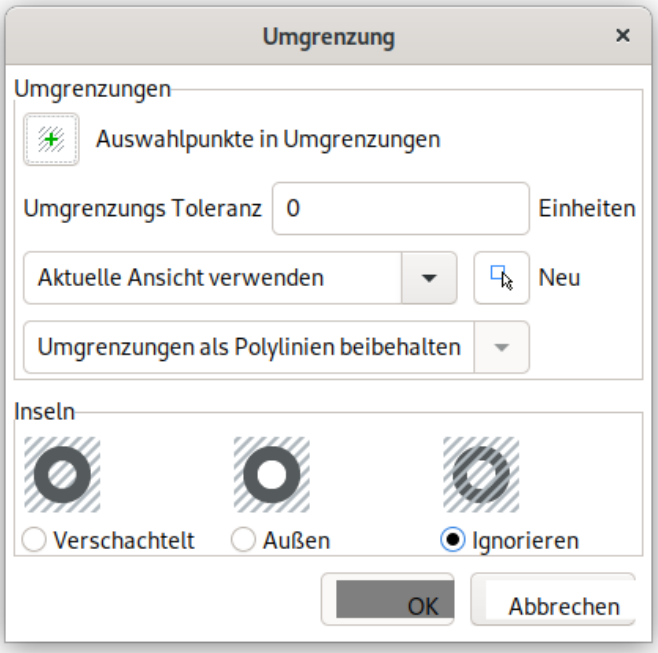


Abb. 153: Dialog zum Finden von Umgrenzungen

Die zu umgrenzenden Flächen sollten allseitig dicht durch Linien oder Bögen begrenzt sein, die sich entweder überschneiden oder berühren. Kleine Öffnungen sind zulässig, wenn Sie für die Umgrenzungstoleranz einen entsprechend großen Wert einstellen. Den Toleranzwert sollten Sie nicht zu groß wählen, damit die Umgrenzung nicht ungenau wird.

Standardmäßig sucht BricsCAD im gesamten bei Aufruf des Befehls sichtbaren Bereich der Zeichnung nach möglichen Flächengrenzen. Die Beschränkung auf den bei Aufruf sichtbaren Zeichnungsbereich führt leider gelegentlich dazu, dass Flächen, die erst während des Schraffierens ins Blickfeld gerückt werden, nicht erkannt werden. Auf hochauflösenden Bildschirmen können Sie das Problem umgehen, indem Sie vor Aufruf des Befehls so weit herauszoomen, dass alle zu schraffierenden Flächen sichtbar sind. Die Suche kann jedoch auch auf eine eingeschränkte Auswahl von Objekten reduziert werden.

Die Einstellung „Umgrenzung als Polylinien beibehalten“ erscheint hier überflüssig, denn nichts anderes soll dieser Befehl ja tun. Da jedoch derselbe Dialog später auch für Schraffuren und Farbverläufe verwendet wird, hatte man sich wohl entschlossen, das Dropdownfeld hier nur inaktiv zu schalten.

Inseln

Die drei Algorithmen zur Inselerkennung ermöglichen Ihnen, zu entscheiden, wie innerhalb der angeklickten Flächen eingeschlossene Flächen behandelt werden. Die Einstellung „Verschachtelt“ sucht im gesamten Bereich nach eingeschlossenen Flächen und erzeugt für jede einzelne Fläche, die innerhalb einer anderen Fläche liegt, die jeweiligen Umgrenzungen (Abb. 154 links). Die Einstellung „Außen“ erzeugt nur die äußerste Umgrenzung von eingeschlossenen Bereichen. Die Einstellung „Ignorieren“ schließlich berücksichtigt überhaupt keine Inseln, sondern erzeugt nur die äußerste Umgrenzung der angeklickten Fläche.

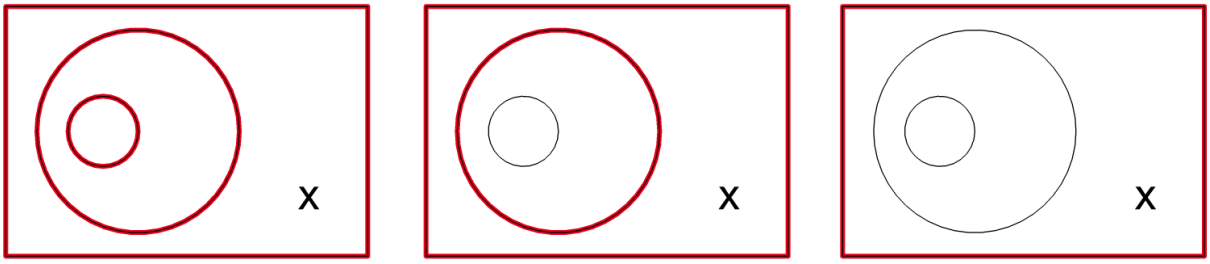


Abb. 154: „Verschachtelt“, „Außen“ und „Ignorieren“

Im Beispiel in Abb. 154 wurde jeweils die äußere Fläche an der Position x angeklickt.

Wenn sich Objekte überschneiden, entstehen Flächen, die nicht mehr eindeutig innerhalb oder außerhalb anderer Flächen liegen. Die Ergebnisse des Umgrenzungsbefehls bei aktiver Option „Verschachtelt“ können dann unerwartet sein (Abb. 155 links).

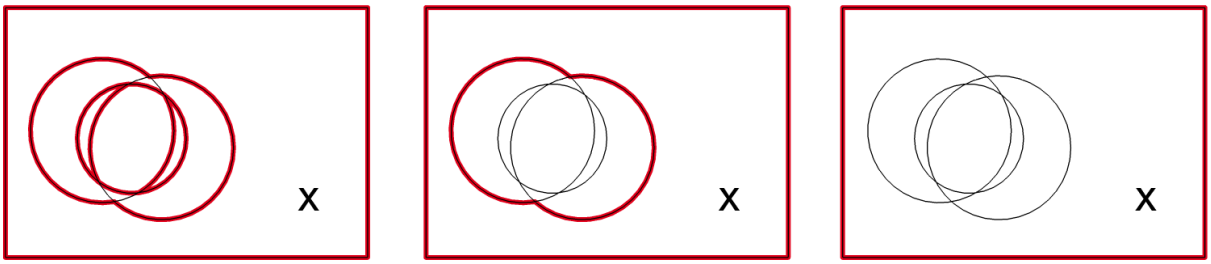


Abb. 155: Inselerkennung bei Überschneidungen

Auch scheinbar sauber umgrenzte Gebiete können zu Erkennungsproblemen führen, wenn Umgrenzungslinien doppelt vorhanden sind oder sich überlappen. Mit der Funktion **AUFRÄUM** (im Original **OVERKILL**) weisen Sie BricsCAD an, doppelte Linien zu finden und diese wahlweise zu löschen oder auf einen separaten Layer zu verschieben.

2.11.2 Schraffuren

Sie können Umgrenzungen und andere Objekte mit Schraffuren ausfüllen. Der Befehl dazu lautet **SCHRAFF** (kurz **SCH**). BricsCAD unterstützt drei grundsätzliche Schraffurtypen:

Benutzerdefinierte Schraffuren

Der Schraffurtyp „Benutzerdefiniert“ verwendet ein simples Muster aus parallelen Linien. Sie können wählen, in welchem Winkel zur x-Achse diese gezogen werden, welche Farbe die Linien und der Hintergrund des schraffierten Bereichs erhalten sollen und wie groß der genaue Abstand der Linien zueinander sein soll. Auf Wunsch wird senkrecht dazu ein zweiter Satz Schraffurlinien als Kreuzschraffur ergänzt.

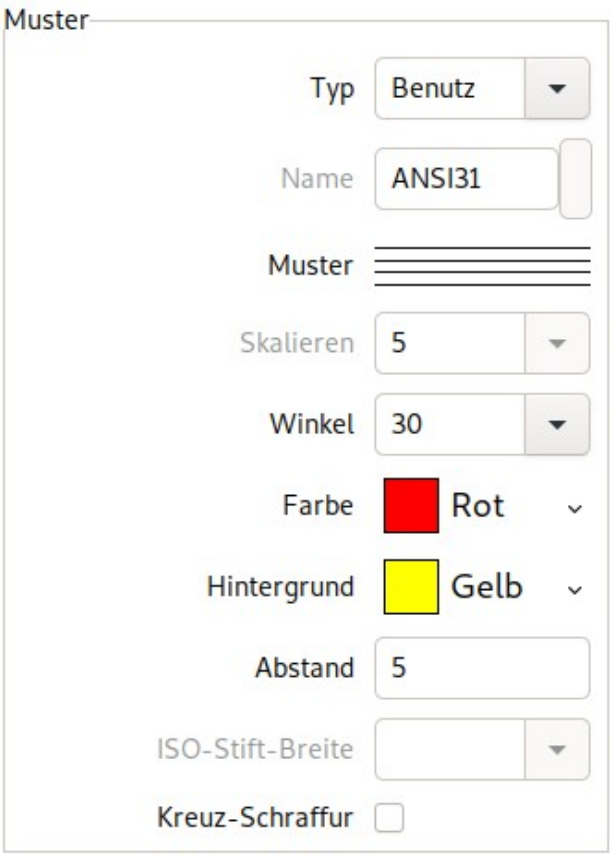


Abb. 156: Benutzerdefiniertes Schraffurmuster

Vordefinierte Schraffuren

Vordefinierte Schraffuren können aus eine Liste von über 100 fertigen Schraffurmustern (Abb. 157) ausgewählt werden. Anstelle eines festen Linienabstandes geben Sie hier im Feld „Skalieren“ einen relativen Größenfaktor ein. Die meisten Schraffuren sehen bei einem Größenfaktor von 1 im Layoutbereich recht gut aus. Der Winkel, den Sie eingeben, legt dies-

mal nicht den Winkel der Schraffurlinien zur x-Achse fest, sondern die Drehung des vordefinierten Schraffurmusters. Bei den 45°-Schraffuren ANSI31 bis ANSI38 ist daher ein Winkel von 0 einzugeben.

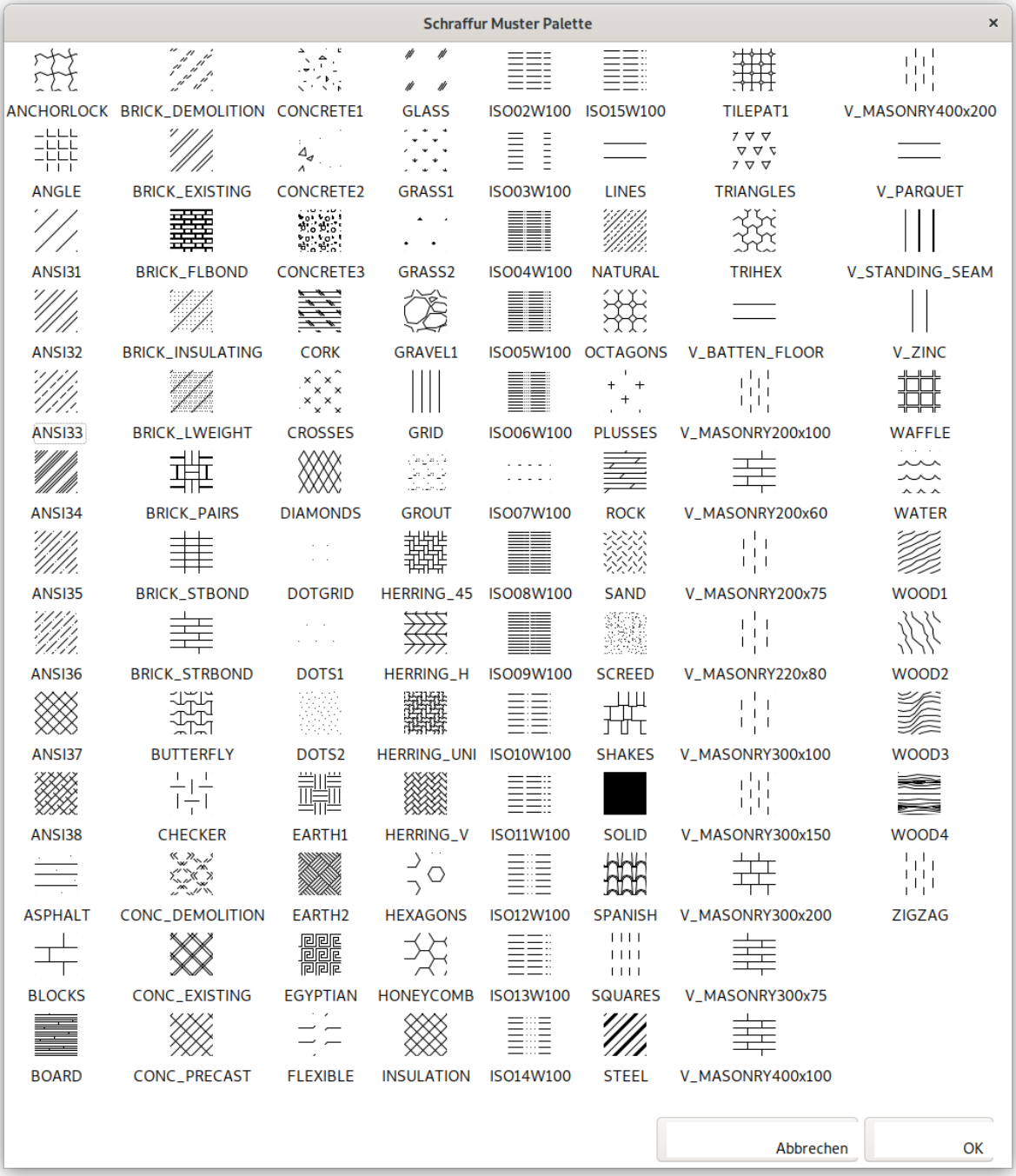


Abb. 157: Vordefinierte Schraffurmuster

Angepasste Schraffuren

Angepasste Schraffuren schließlich verwenden von Ihnen selbst erstellte Schraffurmuster. Das Erstellen von Schraffuren ist nicht Inhalt des Kurses, aber wenn Sie Lust auf eigene Experimente haben, finden Sie im Anhang-Kapitel 3.6 eine kurze Erläuterung des Aufbaus einer Schraffurmusterdatei.

Schraffur-Ursprung

Schraffuren lassen sich innerhalb der schraffierten Fläche verschieben. Wenn Sie beispielsweise eine Wandansicht mit einer Mauerwerkschraffur versehen haben, möchten Sie, dass das Schraffurmuster exakt auf das zu schraffierende Objekt zugeschnitten ist. Dazu können Sie bei Bedarf einen neuen Ursprungspunkt für eine Schraffur auswählen. In Abb. 158 ist der Ursprungspunkt der Schraffur links zufällig. Rechts dagegen liegt er genau in der unteren linken Wandecke.

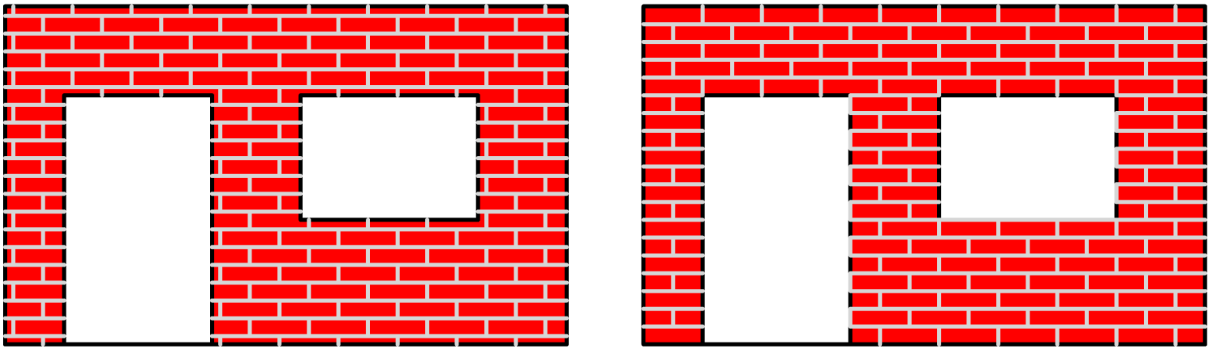


Abb. 158: Schraffuren mit unterschiedlichen Ursprungspunkten

Mit dem Kopierpinsel können Sie Eigenschaften vorhandener Schraffuren für Ihre aktuell anzufertigende Schraffur übernehmen und sparen sich so beispielsweise die Angabe von Mustern, Maßstäben und Farben.

Optionen

Standardmäßig sind Schraffuren assoziativ. Das heißt, dass sie Änderungen der Objekte, durch welche sie definiert werden, folgen. Wenn das nicht erwünscht ist, entfernen Sie einfach das Häkchen vor der Option „Assoziativ“.

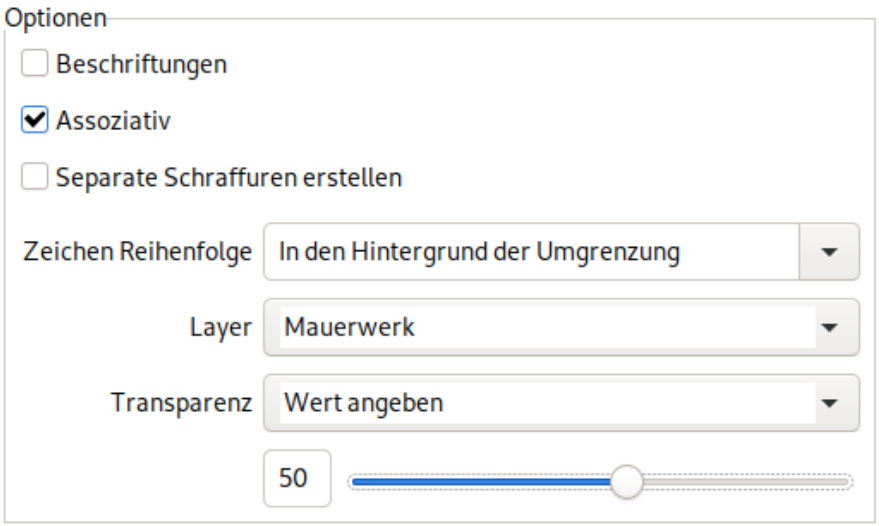


Abb. 159: Schraffuroptionen

Sie können gleichzeitig mehrere Objekte schraffieren und erhalten danach ein einziges Schraffurobjekt, das mehrere Flächen abdeckt. Durch Doppelklick einer solchen Schraffur können Sie zwar später einzelne Umgrenzungen nachträglich entfernen, es geschieht aber beim Verschieben von Teilflächen einer zusammengesetzten assoziativen Schraffur gelegentlich[1], dass der Bezug zu den verschobenen Teilflächen verlorengeht. Um mehr Flexibilität in der späteren Bearbeitung einer Schraffur zu erhalten, können Sie das Häkchen vor „Separate Schraffuren erstellen“ setzen, sodass jede Teilfläche ihr eigenes Schraffurobjekt erhält.

In der Regel ist es eine gute Idee, Schraffuren im Hintergrund zu lassen, damit sie beim Anklicken von Objekten nicht als erstes ausgewählt werden. Wenn Sie das nicht möchten, können Sie das in der Dropdownliste „Zeichenreihenfolge“ ändern.

Um alle Schraffuren schnell ausblenden zu können, sollten Sie mindestens einen Layer nur für Schraffuren reservieren. Selbst, wenn Sie gerade auf einem anderen Layer zeichnen, können Sie im Schraffurdialog einstellen, dass die neue Schraffur auf dem für sie vorgesehenen Layer untergebracht werden soll.

1 Zuletzt beobachtet in BricsCAD 22.2.04

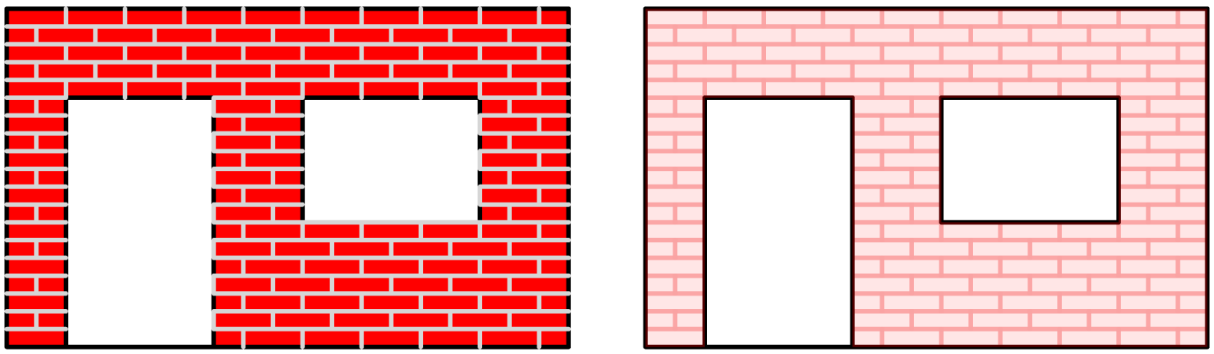


Abb. 160: Schraffur mit 0% und mit 90% Transparenz

Schraffuren können einen frei wählbaren Transparenzwert zwischen 0 und 90 Prozent besitzen. Alle Zeichnungsobjekte, die sich in der Zeichenreihenfolge unterhalb der Schraffur befinden, schimmern dann durch. Falls Sie eine Farbe für den Schraffurhintergrund gewählt haben, ist auch diese durch die Schraffurlinien hindurch sichtbar, was mitunter zu unerwarteten Effekten führt (Abb. 160).

Schraffuren und Objektfang

Schraffurobjekte sind standardmäßig vom Objektfang ausgenommen, um beim Zeichnen nicht zu stören. Falls Sie jedoch unbedingt Teile Ihrer Zeichnung an einer Schraffur ausrichten möchten, so können Sie die Option „Objektfang für Schraffuren“ aktivieren.

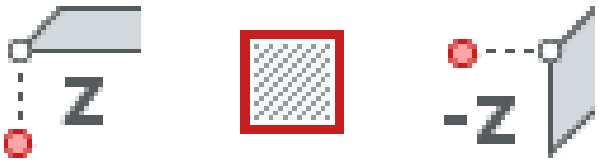


Abb. 161: Icon „Objektfang für Schraffuren“ (Mitte)

2.11.3 Farbverläufe (Gradienten)

Um bei kleinen Maßstäben anstelle von Schraffurmustern einheitliche Farbflächen zu erhalten, schraffieren Sie üblicherweise mit dem Schraffurmuster „solid“.

In manchen, gestalterisch nur selten vertretbaren, Fällen kann es angebracht sein, eine Fläche oder ein Zeichnungsobjekt mit einem Farbverlauf auszustatten.

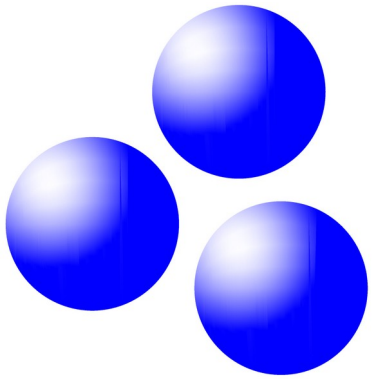


Abb. 162: Pseudo-3D-Effekt durch Farbverläufe

Sie können Farbverläufe entweder mit einer Farbe oder mit zwei Farben gestalten. Farbverläufe mit einer Farbe wechseln zwischen dieser und einer Helligkeitsabstufung davon. Die Helligkeit lässt sich mit einem Schieberegler einstellen.

Exportierte PDF-Dateien mit Farbverläufen können extrem groß werden, da BricsCAD Füllungen von nicht geradlinig begrenzten Flächen durch hunderte einfarbige Linien oder Dreiecke annähert.

2.11.4 Zeichenreihenfolge

Beim farbigen Anlegen von Flächen in 2D-Plänen passiert es immer wieder, dass Flächen, die sich ganz oder teilweise überlagern, in einer unerwünschten Reihenfolge dargestellt werden. Gelegentlich werden kleinere Flächen sogar vollständig von größeren, eigentlich „darunter“ liegenden Flächen verdeckt.

Die naheliegendste Lösung zum Sicherstellen einer festen Darstellungsreihenfolge wäre es ja eigentlich, den Zeichnungselementen eine unterschiedliche z-Höhe je nach ihrer gewünschten Überdeckungspriorität zuzuweisen. In vielen 2D-Grafikprogrammen wird das so gemacht, indem den Objekten ein sogenannter Z-Index zugewiesen wird. Im CAD-Bereich

ist diese Lösung eher ungebräuchlich. Elemente von 2D-Zeichnungen sind hier fast ausschließlich auf der x-y-Ebene zu finden. Der für Papierzeichnungen und PDF-Vektorgrafiken benötigte visuelle Stil „2D-Drahtmodell“ ignoriert zudem traditionell senkrecht zur Zeichenfläche existierende Koordinaten.

Vereinzelte Probleme dieser Art können wir im visuellen Stil „2D-Drahtmodell“ dennoch recht schnell lösen, indem wir die betroffenen Objekte einzeln auswählen und deren scheinbare vertikale Position über den Menüpunkt „Werkzeuge – Zeichenreihenfolge“ (Abb. 163) oder die Buttons im Werkzeugkasten „Zeichenreihenfolge“ (Abb. 164) neu ordnen.

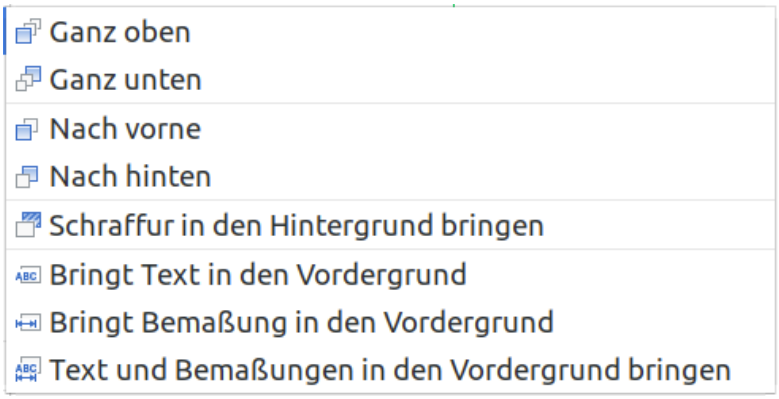


Abb. 163: Untermenü „Werkzeuge – Zeichenreihenfolge“



Abb. 164: Werkzeugkasten „Zeichenreihenfolge“

Das erste Icon ruft dabei lediglich den Befehl **ZEICHREIHENF** auf. Dieser fordert zuerst zur Auswahl der zu ändernden Objekte auf und bietet dann die in den folgenden vier Icons separat dargestellten Optionen „ganz nach vorn/hinten“ bzw. „vor/hinter ein zu wählendes Referenzobjekt“ an.

Mit dem vorletzten Icon (**HATCHTOBACK** oder kurz **HB**) lassen sich Schraffuren gesammelt in den Hintergrund verbannen und das letzte Icon (**TEXTNACHVORNE**) legt Texte und/oder Bemaßungen über alle anderen Zeichnungsobjekte.

In Kapitel 2.5.4 hatte ich zwar behauptet, dass Layer keine Folien sind, die wir einfach übereinanderlegen können, doch mit einem kleinen Kniff ist es dennoch möglich, Objekte layerweise übereinander zu legen. Dazu

müssen wir lediglich[1] eine Textdatei anfertigen, deren Name auf „.LST“ endet und die eine Liste der Layer enthält, die wir in eine bestimmte Reihenfolge bringen wollen, wobei der unterste Layer in der Liste ganz oben stehen muss. Anschließend laden wir diese Liste mit dem Befehl **ZEICHREIHENFVONLAYER**[2] und BricsCAD sortiert nun alle Zeichnungsobjekte gemäß ihrer Layerzuordnung um.

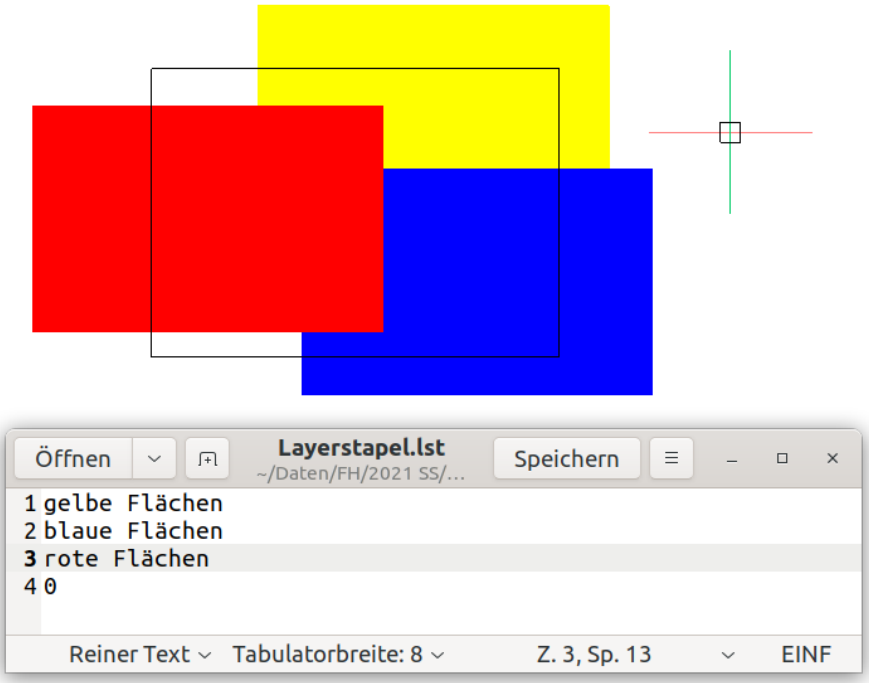


Abb. 165: Layer-Reihenfolge

Falls es Probleme mit der Sortierung von Layern gibt, die Umlaute im Namen tragen, achten Sie auf die korrekte Zeichenkodierung der LST-Datei; diese muss auch unter Microsoft Windows UTF-8-kodiert sein. Ältere Texteditoren unter diesem Betriebssystem verwenden manchmal noch veraltete Kodierungen wie „Windows-1252“. Im Zweifelsfall benennen Sie die Layer so um, dass deren Namen nur aus den ASCII-Buchstaben A–Z bestehen.

Die Sortierung nach Layerzuordnung ist ein einmaliger Vorgang und muss bei Bedarf wiederholt werden, denn neue Zeichnungsobjekte werden in der Darstellung wieder ganz nach oben gelegt, unabhängigig davon, welchem Layer sie zugeordnet sind.

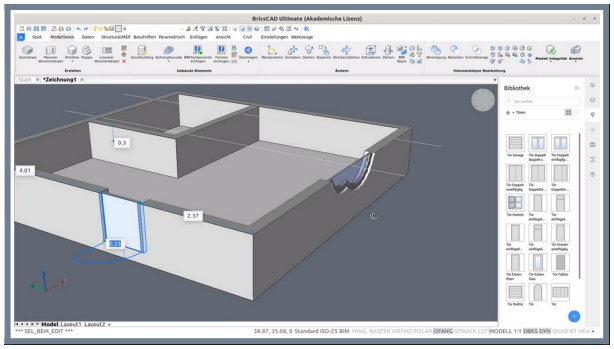
---

1 Wenn Sie unter Microsoft Windows Probleme damit haben, Textdateien die Endung .LST zuzuweisen, schauen Sie sich bitte Kapitel 2.3.2 (Versteckte Dateinamenerweiterungen) im Bauinformatik-Skript an.

2 Ich habe volles Verständnis für alle Menschen, die sich hier lieber den Originalbefehl **_DRAWORDERBYLAYER** merken möchten.

Sprachliche Anmerkung: Gelegentlich wird die Zeichenreihenfolge auch aufgrund einer Fehlübersetzung des Begriffs „draw order“ als Zeichnungsreihenfolge bezeichnet. Da es sich jedoch nicht um die Reihenfolge von Zeichnungen handelt, sondern um die Reihenfolge, in der Objekte auf dem Bildschirm, auf dem Papier oder in einer exportierten PDF- oder Grafikdatei übereinandergezeichnet werden, sollten wir beim Wort „Zeichenreihenfolge“ bleiben.

2.12 3D-Modellierung und BIM



Video 12: 3D-Modellierung und BIM (20:01)

Obwohl sich in Bauzeichnungen und auch in klassischen CAD-Programmen wie BricsCAD oder AutoCAD die Bedeutung (Semantik) eines Zeichnungsobjekts wie beispielsweise einer Linie aus dem jeweiligen Kontext ergibt und wir nur durch Betrachten der Umgebung dieser Linie erkennen können, ob es sich um eine Wand, einen Stahlträger oder eine Fensterlaibung handelt, wird eine semantische Zuordnung zu Zeichnungsobjekten in der Bauplanung immer mehr zum Standard.

Diese Informationsanreicherung und der Umgang damit werden unter dem Fachbegriff „Building Information Modeling“ oder „BIM“ zusammengefasst[1]. In vielen größeren Bauvorhaben wird die Verwendung von BIM-Daten bei der Planung und Ausführung zwingend vorgeschrieben.

Um die Kommunikation zwischen Nutzerinnen und Nutzern unterschiedlicher Softwareplattformen sicherzustellen, einigte man sich schon 1994 in einem herstellerübergreifenden Gremium[2] auf ein offenes Datenaustauschformat, das alle geometrischen, semantischen und bauwirtschaftlichen Informationen aufnehmen soll: die sogenannten Industry Foundation Classes oder IFC.

Durch die Übertragung von CAD-Daten im IFC-Format soll sichergestellt werden, dass die Übersetzungsverluste so gering wie möglich ausfallen.

1 Der laut DIN EN ISO 16739 offizielle deutschsprachige Begriff „Bauwerksinformationsmodellierung“ wird in der Praxis kaum verwendet.

2 Industrie-Allianz für Interoperabilität (IAI), wurde 2007 in buildingSMART umbenannt.

Die IFC werden ständig weiterentwickelt. Ihre Version IFC4 ist in der Norm „DIN EN ISO 16739” beschrieben und kann kostenlos auf der buildingSMART-Webseite heruntergeladen[1] oder beim Beuth-Verlag[2] gekauft werden.

Während die Firma Autodesk ihr altes Flaggschiff AutoCAD zugunsten einer 2002 zugekauften, extrem ressourcenintensiven BIM-Software namens Revit zunehmend in den Hintergrund rückt, versucht Bricsys bisher recht erfolgreich, den DWG-Standard um BIM-Funktionalität zu erweitern. Geometrische Körper erhalten in BricsCAD semantische Informationen über ihr Material und die damit verbundenen physikalischen Eigenschaften, ihren inneren Aufbau und ihre Funktion im Bauwerk.

Wir werden in den letzten Wochen dieses Semesters nicht allzu tief in dieses komplexe Thema eintauchen können. Da zu BricsCADs BIM-Modul aber auch ein ziemlich spannender „Modellbaukasten“ gehört, der sich wundervoll als Zugang zum Thema „3D-Modellierung und BIM“ eignet, möchte ich die Chance, dass Sie sich spielerisch mit BIM auseinandersetzen können, nicht ungenutzt lassen. Wenn Sie Gefallen an dem Thema finden, werden Ihnen die Angebote des BIM-Institutes der Hochschule Bochum[3] in den kommenden Semestern bestimmt einige Perspektiven für Ihr späteres Berufsleben aufzeigen können.

2.12.1 BIM-Quickdraw



Abb. 166: Icon BIMQUICKDRAW

Einfache Etagenmodelle von Gebäuden mitsamt Bodenplatte und Wänden können wir mit dem Befehl **BIMQUICKDRAW** sehr schnell erstellen.

---

1 https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-schema-specifications/

2 Im Gegensatz zu den meist als PDF-Datei herunterladbaren Normen auf dem Perinorm-Server liegt der englischsprachige Normtext hier nur als ZIP-Datei vor, die vom Verlag als „CD“ bezeichnet wird und die eine ZIP-Datei enthält, in welcher die ZIP-Datei von buildingSMART International mit einigen tausend HTML-Dateien und Abbildungen zu finden ist. Das Zipzipzippen lässt sich der DIN-Monopolist mit bemerkenswerten 120 Euro bezahlen (Stand 2020).

3 https://www.hochschule-bochum.de/bim/fuer-studierende/

Vor dem Zeichnen des ersten Raums sollten Sie im Panel „Befehlskontext“ die Voreinstellung für Wandbreite, Raumhöhe und Stärke der Bodenplatte überprüfen oder einstellen. Die Einstellung „Standardabstand zwischen den Stockwerken“ entspricht der Summe aus Raumhöhe und Plattenstärke.

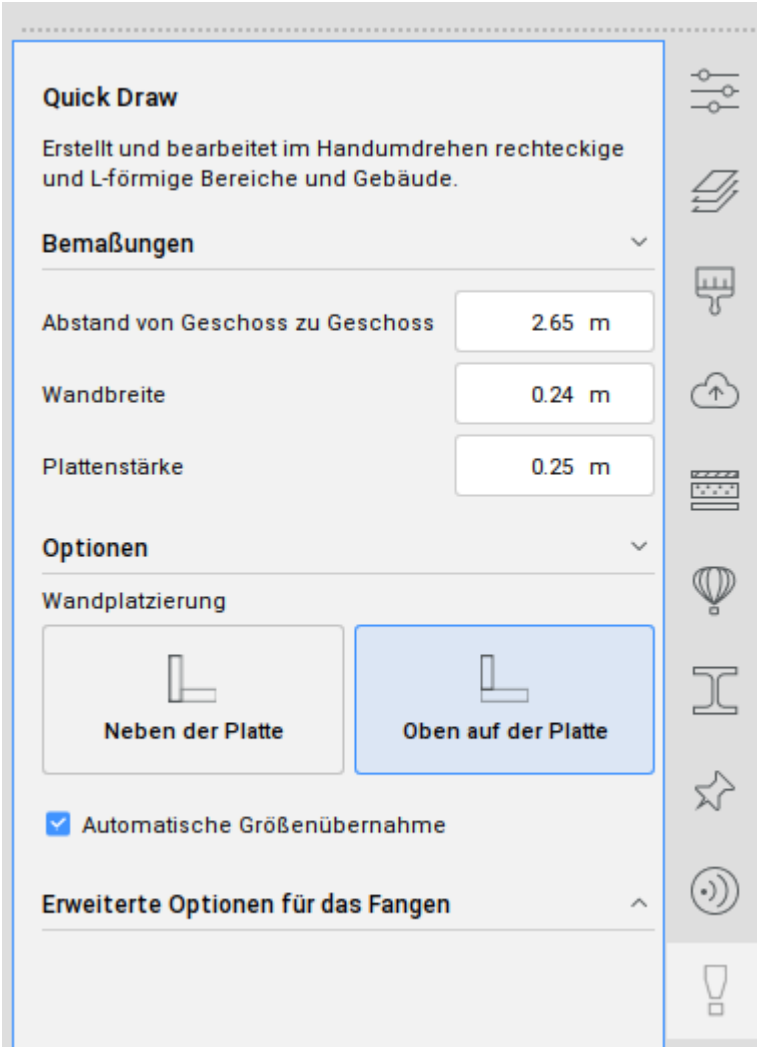


Abb. 167: BIMQUICKDRAW-Einstellungen im Panel „Befehlskontext“

Damit Sie möglichst wenig Arbeit mit den Wandanschlüssen bekommen, empfiehlt es sich, beim Modellieren eines Gebäudes mit den Außenwänden zu beginnen.

Einen neuen Raum erzeugen wir immer mit zwei Klicks. Während des Positionierens des Mauszeigers hebt BricsCAD durch Blautönung Wände hervor, an denen sich die neue Konstruktion beim nächsten Klick ausrichten kann.

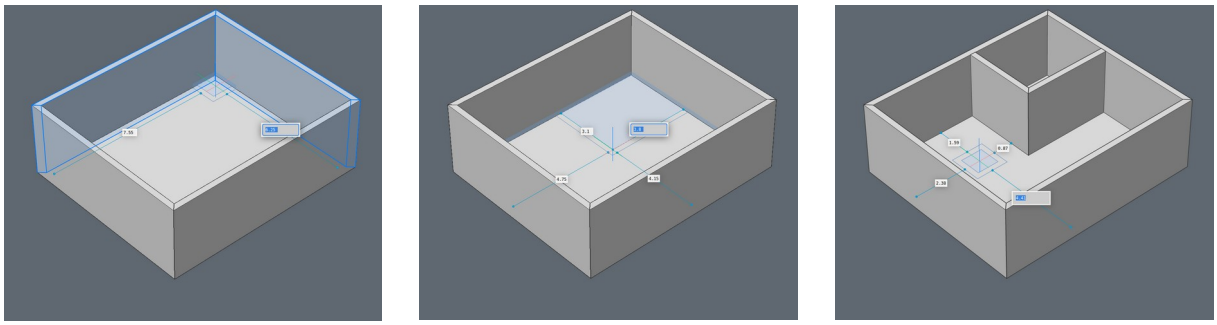


Abb. 168: Schnelle Raumerzeugung mit BIMQUICKDRAW

Wenn wir den Mauszeiger nach dem ersten Klick auf die andere Seite einer zur Ausrichtung verwendeten Wand ziehen, dann wird in dieser Wand eine Öffnung für den neuen Raum erzeugt.

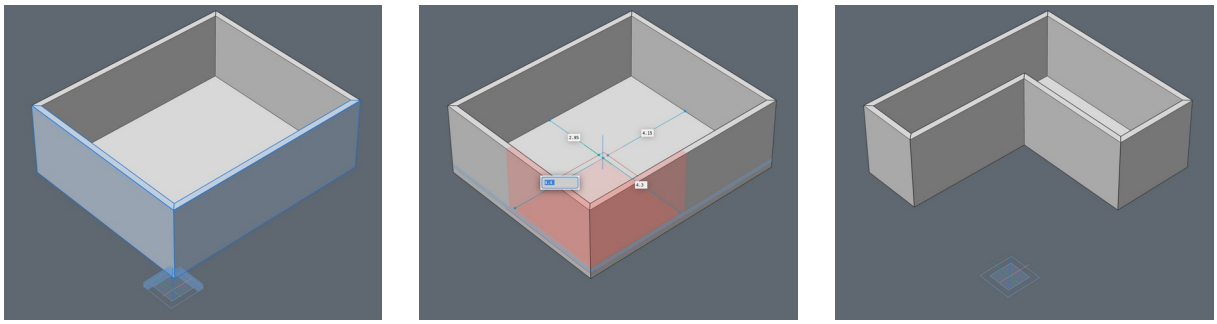


Abb. 169: Erzeugen von Wandöffnungen

In Abb. 169 sehen wir, wie wir zuerst den Mauszeiger vor der vorderen Gebäudeecke positionieren. Wenn dort beide Wände durch Blautönung anzeigen, dass der neue Raum an ihnen ausgerichtet wird, klicken wir, um die Auswahl zu bestätigen. Anschließend ziehen wir den neuen Raum nach innen in die bestehende Konstruktion und beenden den Befehl mit einem weiteren Mausklick. Die zuvor rot markierten Wandstücke werden mitsamt der Bodenplatte entfernt und der Rest des Grundrisses passend modelliert.

Denken Sie daran, nach jedem besonders gelungenen Arbeitsschritt durch das Drücken von Strg-S Ihre Zeichnung zu sichern.

2.12.2 BIM-Fenster und -Öffnungen

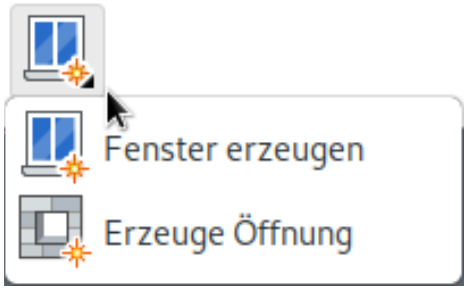


Abb. 170: Icon BIMÖFFNUNGERZEUGEN

Um Fenster und andere Wandöffnungen in jeder beliebigen Form und Größe zu erstellen, zeichnen Sie mit den Ihnen bekannten 2D-Zeichenbefehlen die Umrisse der Öffnung auf eine Wandfläche. Da BricsCAD im BIM-Arbeitsbereich grundätzlich mit aktiviertem DBKS arbeitet, müssen Sie dazu kein eigenes Benutzerkoordinatensystem definieren. Achten Sie einfach darauf, welche Fläche sich nach dem Aufruf eines Zeichenbefehls unter dem Mausfadenkreuz befindet. Diese Fläche wird automatisch zu Ihrer Zeichenebene.

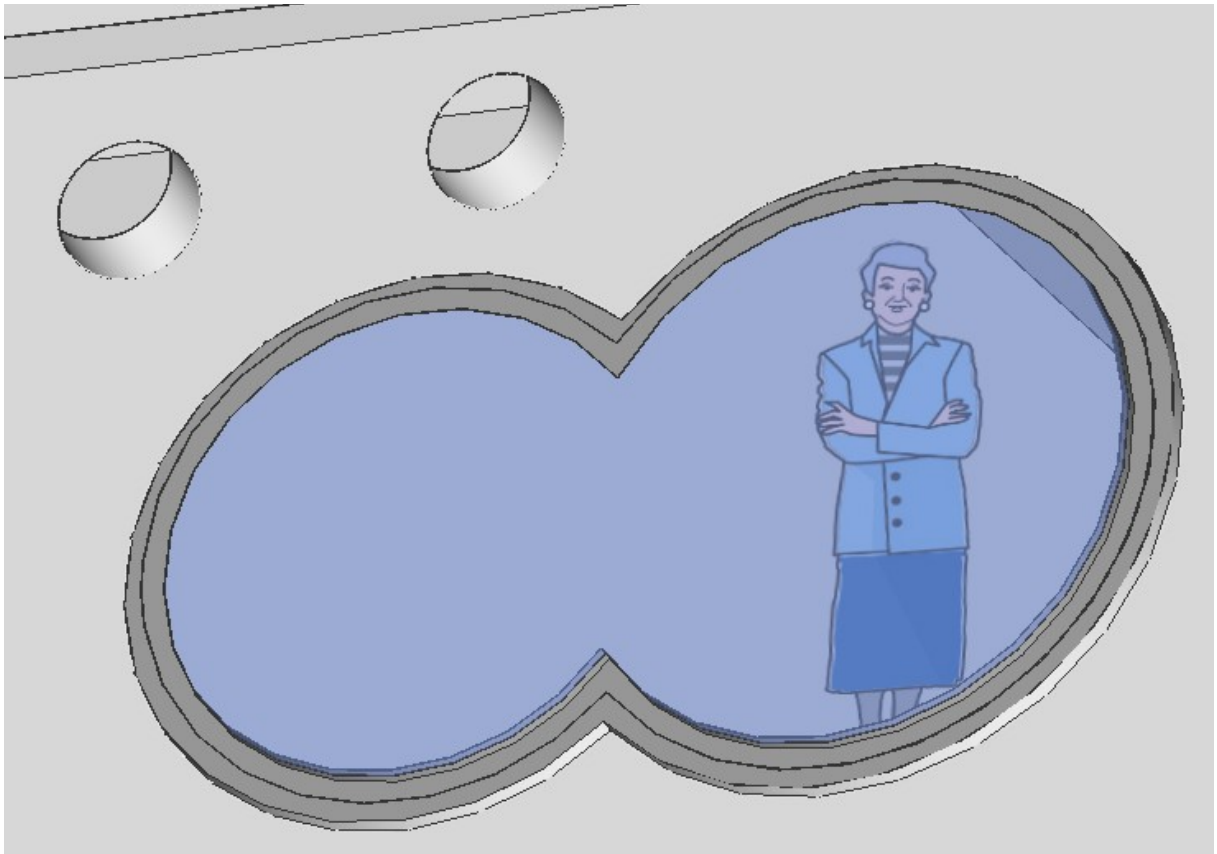


Abb. 171: Öffnungen können beliebige Formen aufweisen.

Haben Sie eine geschlossene Umgrenzung gezeichnet, klicken Sie das mit „Fenster erzeugen“ oder „Öffnung erzeugen“ beschriftete Icon an und bewegen die Maus in diese Umgrenzung. Die gesamte Fläche wird dann

hervorgehoben. Mit einem Klick in die hervorgehobene Fläche wählen Sie diese aus. Sie können nun noch beliebig viele weitere Flächen auswählen oder mit der Eingabetaste die Auswahl beenden und das Fenster oder die Öffnung erstellen.

BricsCAD prüft nicht, ob sich Ihre Fenster tatsächlich in körperlicher Form herstellen lassen würden. Sprechen Sie vor Einreichung des Bauantrags sicherheitshalber noch einmal mit einer Fensterbauerin oder einem Fensterbauer.

2.12.3 BIM-Schnittebenen

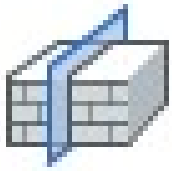


Abb. 172: Icon zum Definieren einer Schnittebene

Sie können beliebig viele Schnittebenen in Ihre Zeichnung einfügen, um einen Teil des Modells auszublenden. Dazu wählen Sie nach Aufrufen des Befehls **BIMSCHNITT** eine zur zu erzeugenden Schnittebene parallele Fläche aus und bestimmen anschließend die genaue Lage der Schnittebene senkrecht zu dieser Fläche.

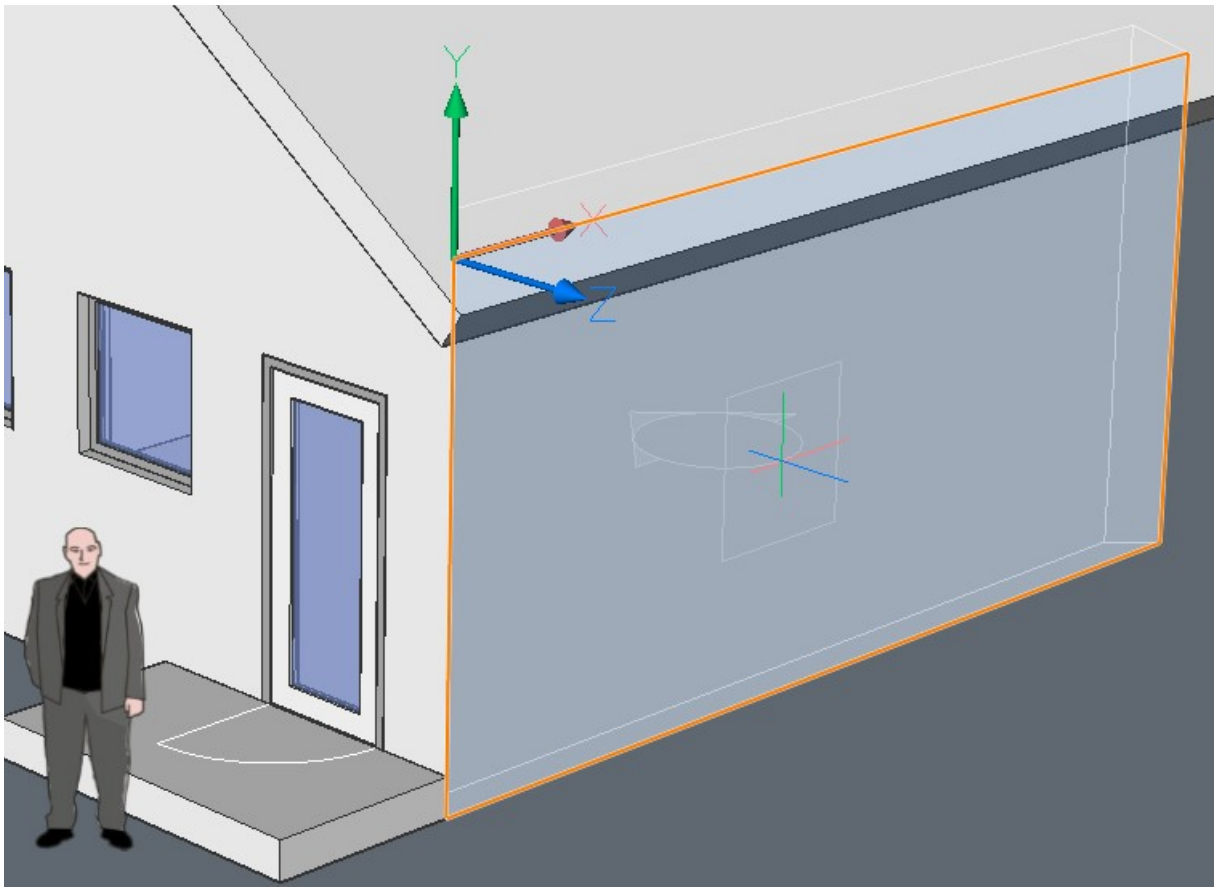


Abb. 173: Anlegen einer Schnittebene

Beim Berühren der weißen Bezugslinie eines Schnittobjekts mit der Maus öffnet sich das Quad-Menü, über welches Sie die Sichtbarkeit der Ihnen beim Anlegen der Schnittebene zugewandten Seite umschalten können. Doch auch ohne das Quad-Menü lässt sich die Sichtbarkeit schnell umschalten, indem Sie die Bezugslinie doppelklicken.

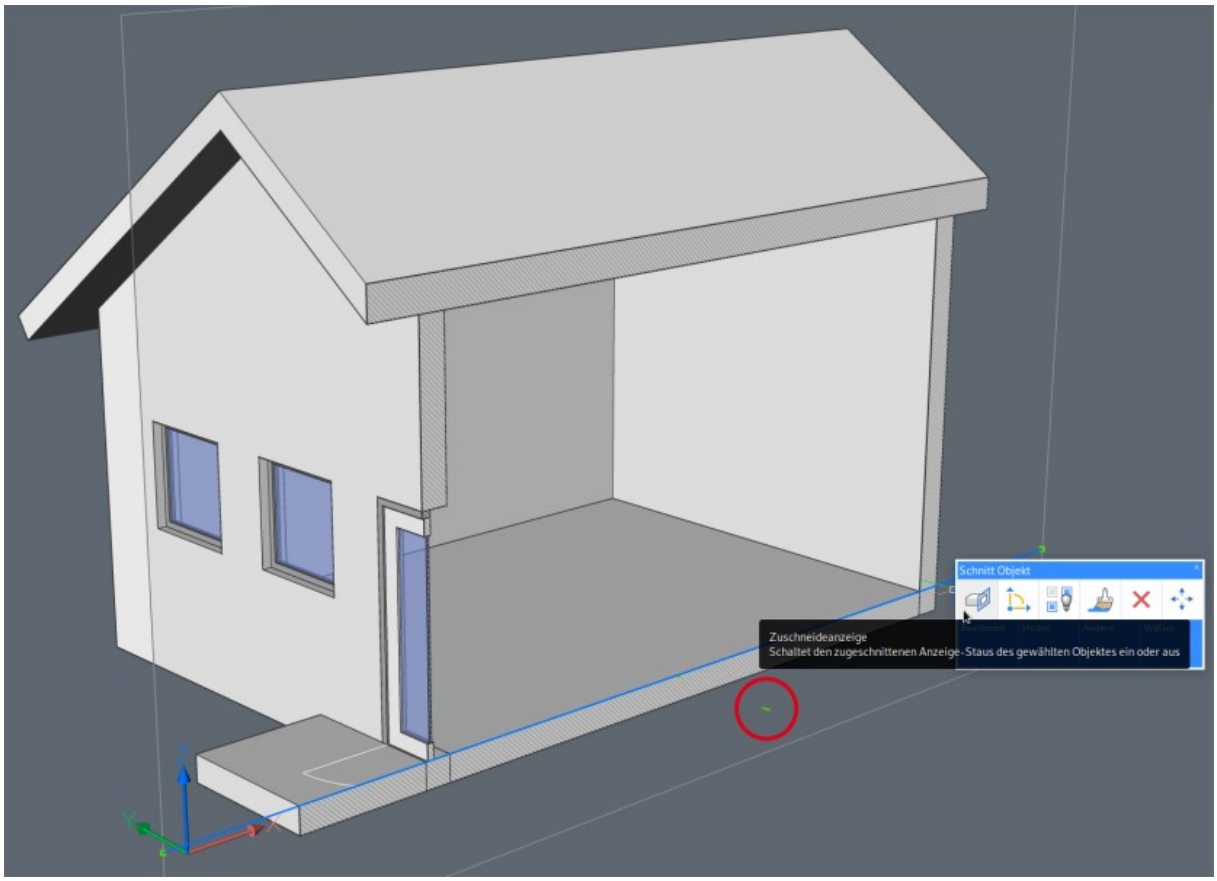


Abb. 174: Sichtbarkeit einer Schnittebene

Um die Blickrichtung eines Schnitts umzukehren, klicken Sie zuerst die Bezugslinie des Schnittobjekts an und danach den winzigen grünen Pfeil, der sich etwa bei der Mitte der Linie auf der abgeschnittenen Seite befindet (im roten Kreis in Abb. 174).

2.12.4 BIM-Komponenten



Abb. 175: Icon des Komponentenpanels

Im Komponentenpanel finden Sie hunderte vorgefertigter Blöcke zum Einfügen in Ihr Modell. Darunter sind Türen, Fenster, Gebäudekomponenten, Pflanzen, Möbel, Fahrzeuge und 2D-Menschen, die sich immer zur/zum Betrachtenden gedreht aufstellen.

Die meisten dieser Blöcke besitzen eine feste Größe, doch viele Blöcke verfügen über veränderbare Parameter. Bei Fenstern sind das zum Beispiel Höhe, Breite, Rahmenstärke oder Einbautiefe. Durch Doppelklicken einer Komponente im Komponentenpanel können Sie deren veränderbare Parameter einsehen.

Beim Einfügen in die Zielfläche werden dynamisch Abstände zum Flächenrand oder zum nächstgelegenen Objekt angezeigt (Abb. 176). Diese Abstände können Sie nachträglich ändern. Vergessen Sie beim Einfügen von Türen nicht, dass Ihr Gebäude bereits eine Bodenplatte besitzt!

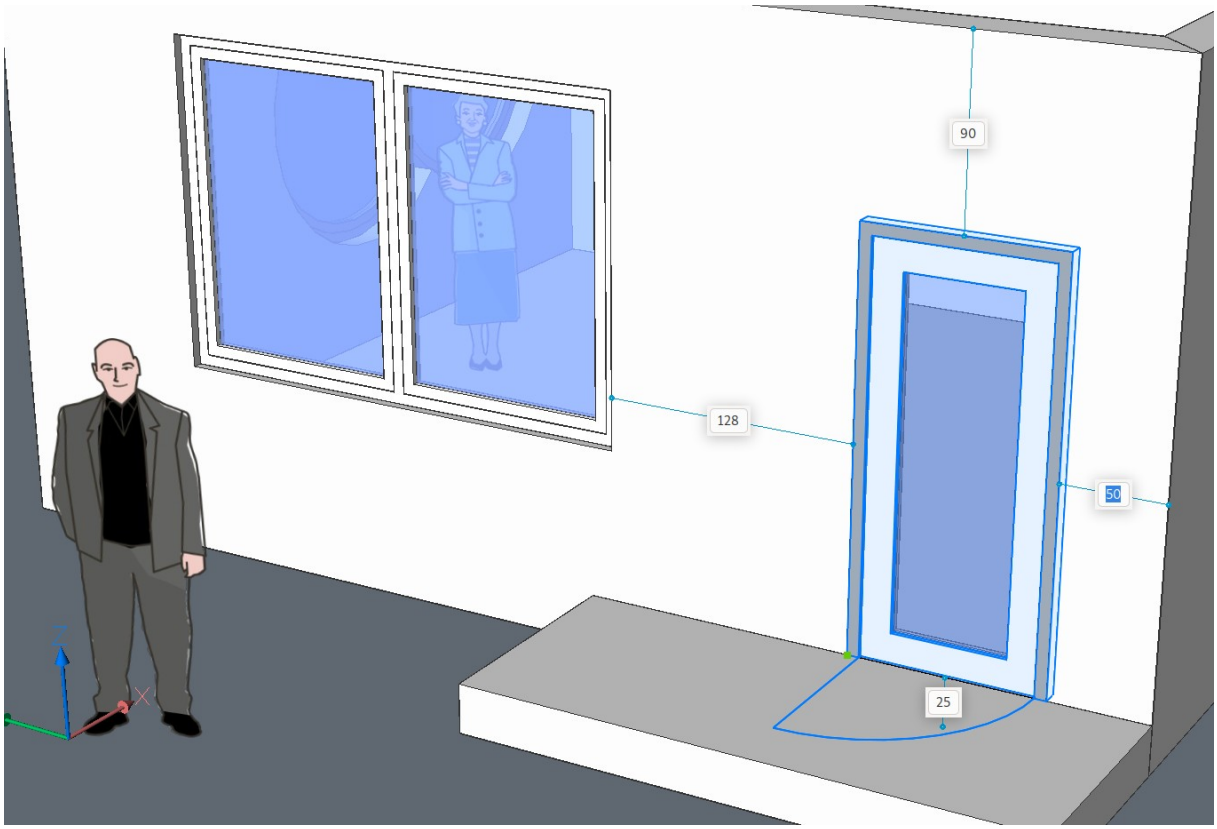


Abb. 176: Exaktes Positionieren eingefügter Komponenten

Sie können Ihre eigenen Konstruktionen ebenfalls in den Komponentenkatalog einfügen. Klicken Sie dazu einfach das eingekreiste Plus-Zeichen an, wählen Sie die gewünschten Objekte aus, denken Sie sich einen passenden Namen aus und entscheiden Sie sich für eine der vorhandenen Kategorien. Wenn keine der vorhandenen Kategorien passt, legen Sie einfach eine eigene, ganz neue Kategorie an.

Falls Sie selbsterstellte Komponenten nicht mehr benötigen, können Sie diese im Komponentenpanel über das Dreipunktemenü in der oberen rechten Symbolecke löschen. BricsCAD bietet allerdings keine Möglichkeit an, ganze Komponentenkategorien wieder zu entfernen. Um

versehentlich angelegte Kategorien loszuwerden oder umzubenennen, lassen Sie sich den Inhalt der Variable **COMPONENTSPATH** anzeigen. Dies ist das Verzeichnis, in dem BricsCAD Ihre Komponenten und Kategorien aufbewahrt. Im Dateimanager Ihres Betriebssystems können Sie dieses Verzeichnis aufsuchen und nicht erwünschte Elemente löschen oder ihnen einen anderen Namen geben.

2.12.5 Direktmodellierung

Die in den folgenden Abschnitten vorgestellten Befehle lassen sich auf alle Volumenkörper anwenden, unabhängig davon, ob sie zusätzliche BIM-Daten enthalten oder nicht.

Oberflächen eindrücken und herausziehen

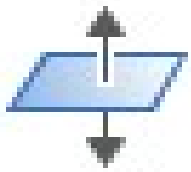


Abb. 177: Icon DMDRÜCKENZIEHEN

Um eine oder mehrere Flächen eines Volumenkörpers schnell entlang ihrer Flächennormale zu verschieben, verwenden wir den Befehl **DMDRÜCKENZIEHEN**. Die benachbarten Flächen werden so weit wie möglich angepasst, indem sie ihrer Form folgend erweitert werden (Abb. 178).

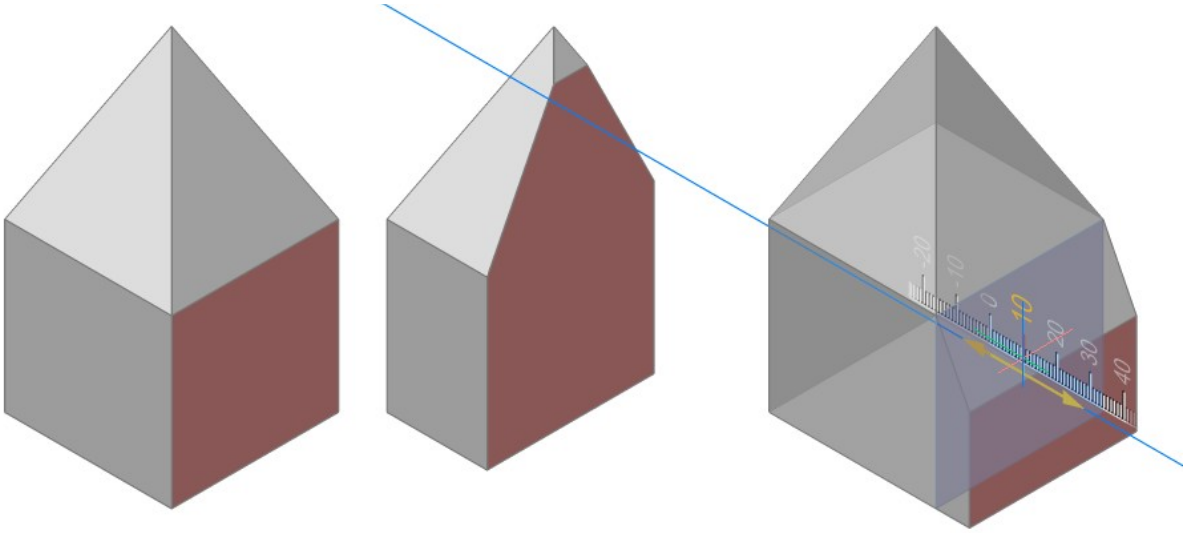


Abb. 178: Drücken und Ziehen einer ebenen Fläche

Bei ebenen Flächen geben Sie den Versatz in die Richtung an, in die Sie die Fläche anfänglich mit der Maus drücken oder ziehen. Bei Rundungen mit gleichbleibender Krümmung ist stattdessen der neue Radius einzugeben. Das erlaubt sehr exaktes Arbeiten, kann anfangs allerdings etwas verwirrend sein.

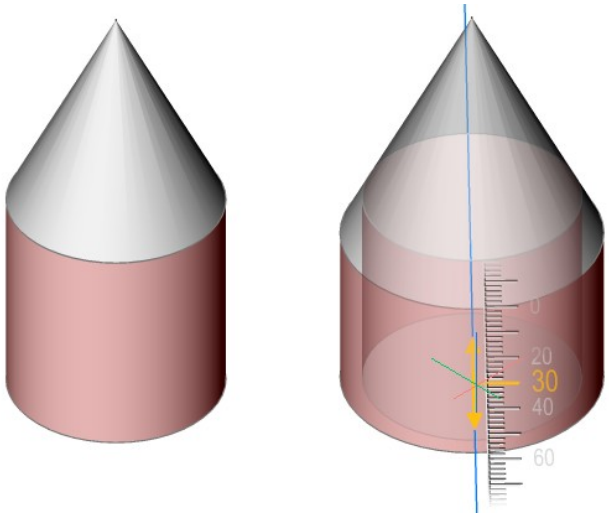


Abb. 179: Radienangabe bei gekrümmten Flächen

Oberflächen extrudieren

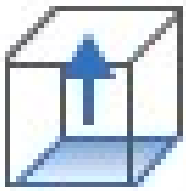


Abb. 180: Icon DMEXTRUSION

Der Befehl **DMEXTRUSION** funktioniert so ähnlich wie **DMDRÜCKENZIEHEN**, allerdings wirkt er ausschließlich auf ebene (planare) Flächen. Diese werden senkrecht zu ihrer Oberfläche verschoben bzw. kopiert. Beim Herausziehen werden benachbarte Flächen nicht formfolgend erweitert. Stattdessen wird ein neuer prismatischer Volumenkörper erzeugt. Beim Hineinschieben werden benachbarte Flächen glatt abgeschnitten.

In Abb. 181 wird die linke grüne Dachfläche einmal mit dem Befehl **DMDRÜCKENZIEHEN** herausgezogen (Mitte) und einmal mit dem Befehl **DMEXTRUSION** als Dreiecksprisma extrudiert (rechts).

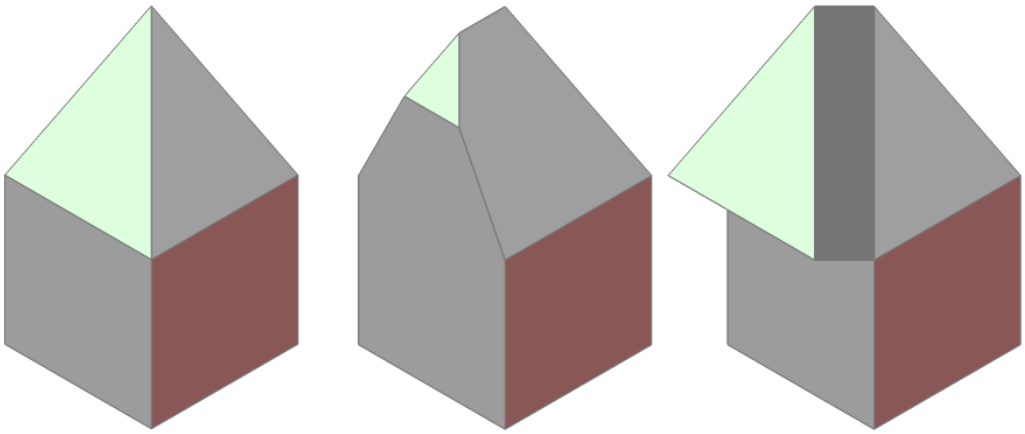


Abb. 181: Vergleich des Ziehens und Extrudierens einer Fläche

Falls die angeklickte Fläche der Maus nicht folgt, haben Sie anstelle des Befehls **DMEXTRUSION** im Werkzeugkasten „Direktmodellierung“ vermutlich den Befehl **EXTRUSION** im Werkzeugkasten „3D Volumenkörperbearbeitung“ angeklickt. Das ist schnell passiert, denn die Icons beider Befehle sehen identisch aus und verwenden denselben Hovertext[1] „Extrudieren“.

Flächen verschieben

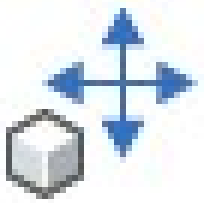


Abb. 182: Icon DMSCHIEBEN

Zum Verschieben ausgewählter Flächen eines Volumenkörpers wählen wir den Befehl **DMSCHIEBEN**. Der Verschiebevektor, der das Maß und die Richtung der Verschiebung angibt, wird sinnvollerweise, wie auch beim Befehl **SCHIEBEN** selbst, durch Anklicken zweier Punkte festgelegt.

1 Der Hovertext erscheint, wenn Sie lange genug mit dem Mauszeiger über einem Icon „schweben“.

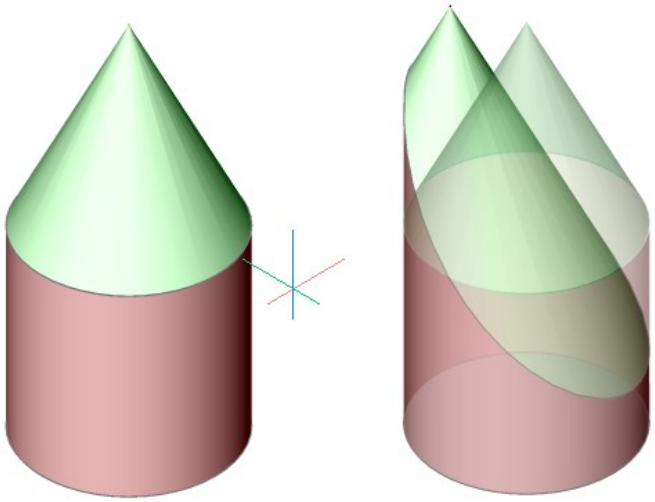


Abb. 183: Verschieben einer Kegelfläche

Benachbarte Flächen werden ihrer Form folgend fortgesetzt, sodass keine Lücken im Volumenkörper entstehen.

Flächen drehen oder kippen



Abb. 184: Icon DMDREHEN

Mit dem Befehl DMDREHEN drehen oder kippen Sie ebene oder gekrümmte Flächen um eine Achse. Benachbarte Flächen werden ihrer Form folgend erweitert.

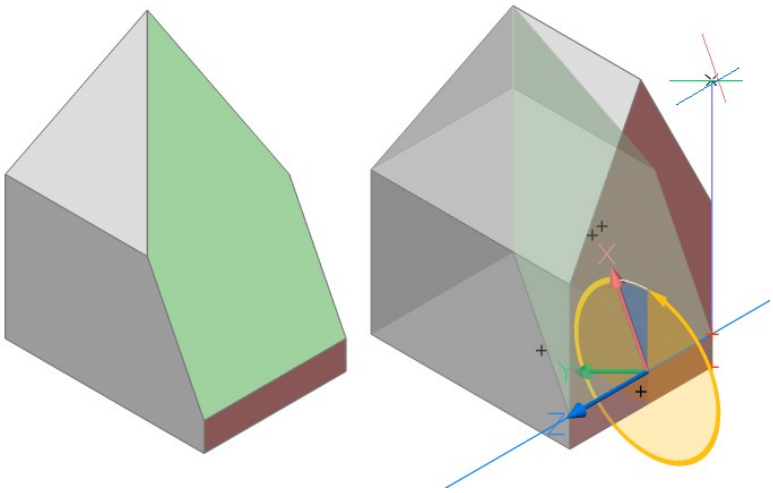


Abb. 185: Drehen einer Fläche um eine Achse

Da die Erweiterung der Nachbarflächen Einfluss auf die Begrenzung der gekippten Fläche hat, verändert diese während des Kippens üblicherweise ihre eigene Form und Größe.

L- und T-förmige Verbindungen

Mit dem Befehl **LVERB** lassen sich zwei Volumenkörper bis zu einer gemeinsamen Schnittkante verlängern. In Abb. 187 wurden die beiden vom Traufpunkt aus konstruierten Dachflächenfragmente des linken Modells ausgewählt und der Befehl **LVERB** ausgeführt. Das Ergebnis ist die rote Giebeldachfläche im mittleren Modell.

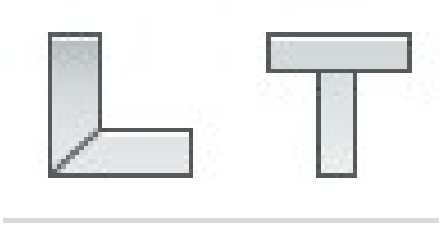


Abb. 186: Icons LVERB und TVERB

Die Wände können anschließend mit dem Befehl **TVERB** mit der Dachfläche verbunden werden, indem zuerst die oberen Flächen aller Wände ausgewählt werden und in einem zweiten Schritt mit der Eingabetaste bestätigt wird, dass diese bis zum nächsten gefundenen Objekt, hier also bis zur Dachfläche, verlängert werden sollen.

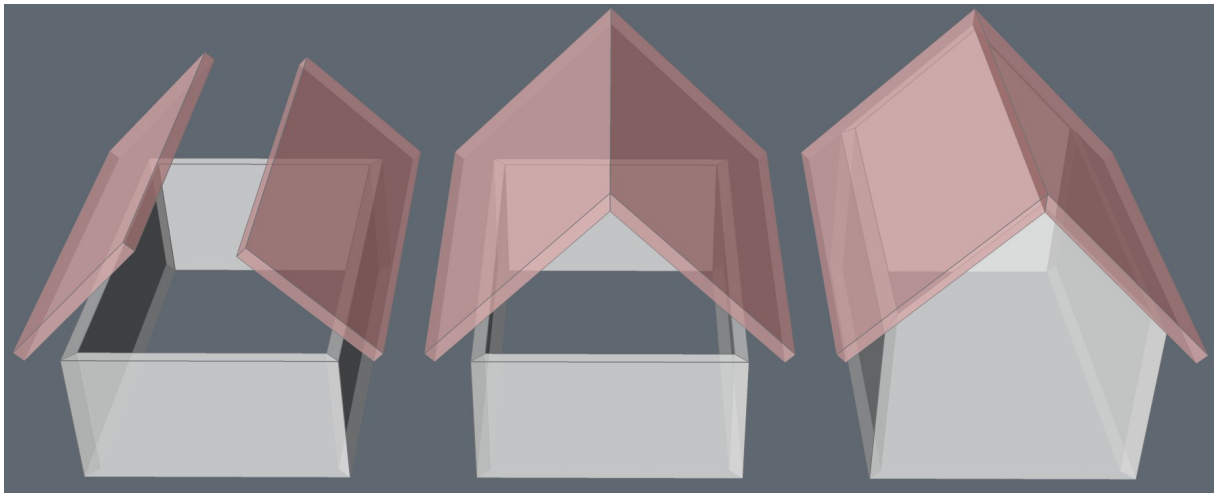
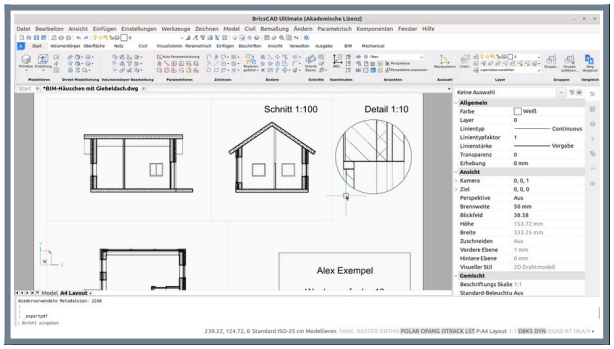


Abb. 187: Verbinden von Dach und Wänden mit LVERB und TVERB

2.13 Schnittzeichnungen; Material und Gelände

Auch wenn die Konstruktion von Bauwerken zunehmend in 3D erfolgt, so werden doch 2D-Zeichnungen noch lange Zeit unentbehrliche Kommunikationsmittel für die Bauausführung sein. In dieser Woche wird unser erstes Thema daher das Ableiten von 2D-Schnitten und 2D-Ansichten aus BIM-Gebäudemodellen sein.



Video 13: Schnittebenen und 2D-Blöcke (13:30)

Das zweite Thema in dieser Woche befasst sich mit den Möglichkeiten, Oberflächen mithilfe von Fotos realistischer darzustellen. Es führt uns zu einem fotorealistischen Geländemodell, in dem wir ein Planum für ein Bauwerk mit korrekter Böschungsneigung für Aushub und Auftrag anlegen.

Zuerst jedoch zu den Gebäudeschnitten und -ansichten. BricsCAD kennt drei Möglichkeiten, aus Volumenkonstruktionen 2D-Zeichnungen abzuleiten. Wir werden in diesem Semester nur die dritte Möglichkeit verwenden. Wer möchte, kann daher gleich zu Kapitel 2.13.3 springen.

2.13.1 Grundansichten

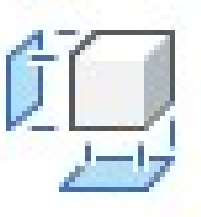


Abb. 188: Icon GRUNDANS

Mit dem Befehl **GRUNDANS** (Iconbeschriftung: „Basis Ansicht“ oder „Erzeuge Zeichnungs Ansicht“) können Sie ohne weiteren Aufwand einen Satz assoziativer Ansichten erzeugen. Assoziativ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Schnitte und Ansichten automatisch aktualisiert wer-

den, sobald sich Änderungen im Modell ergeben. Beim ersten Aufruf sollten Sie mit der Option **V** einstellen, ob verdeckte Linien gestrichelt sichtbar sein sollen und ob „Architekturansichten“ erzeugt werden sollen.

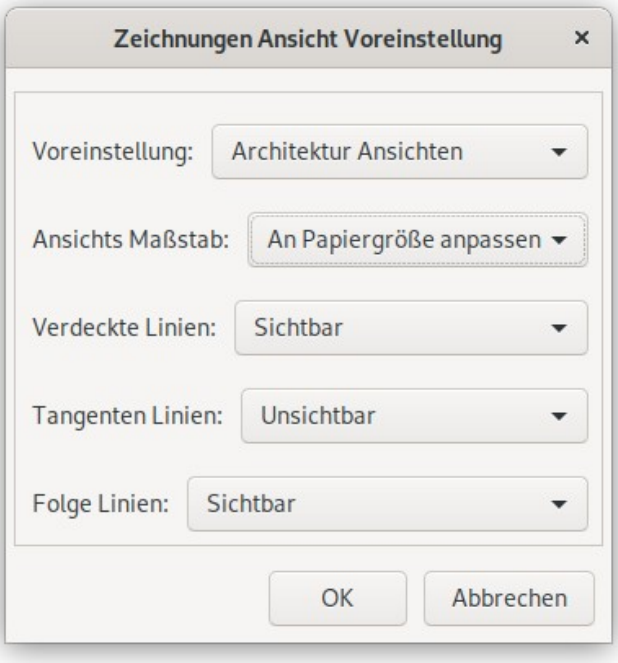


Abb. 189: Voreinstellungen des Befehls GRUNDANS

Ironischerweise warnt BricsCAD in einem Dialogfenster davor, mit diesem Befehl tatsächlich architektonische Ansichten und Schnitte anzufertigen. Ignoriert man die Warnung, so erhält man einen Satz wie Ansichtsfenster aussehender Abbildungen in einem wählbaren Layoutbereich der aktuellen Zeichnungsdatei.

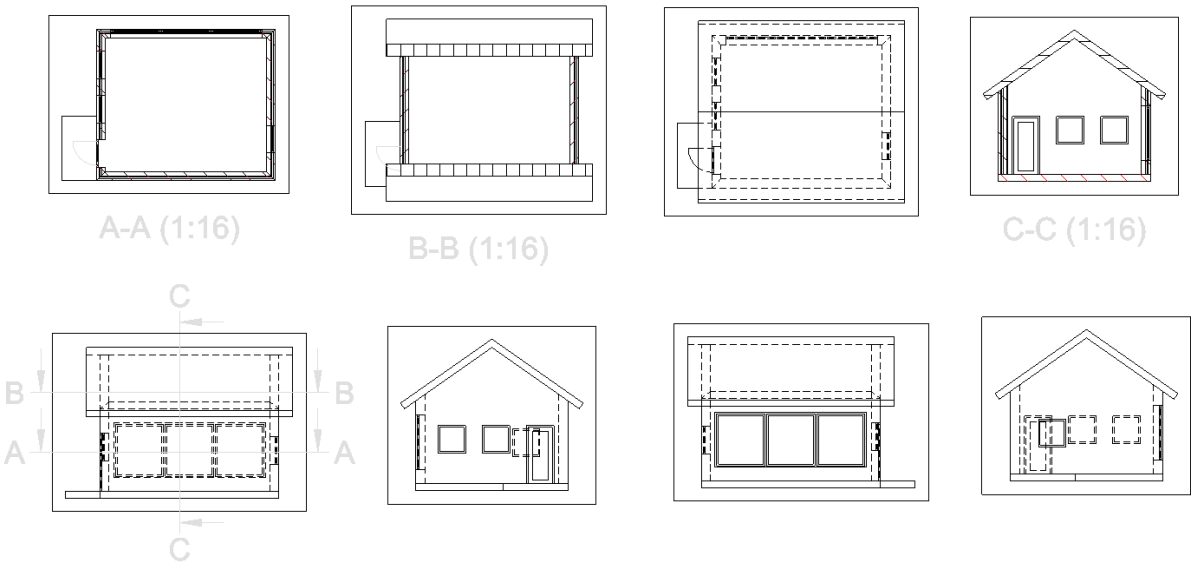


Abb. 190: „Architektonische“ Grundansichten im Layoutbereich

Ganz unberechtigt ist die Warnung des Programms nicht. Zu mehr als dem Druck eines Skizzenzettels, in den man bei Besprechungen Notizen zum aktuellen Entwurfszustand eintragen kann, eignet sich diese Funktion eher nicht. Die automatisch vergebene, alles andere als normgerechte, Maßstabszahl berücksichtigt wie gewohnt keine Einheiten. Wenn Sie in Zentimetern konstruiert haben, ist der tatsächliche Darstellungsmaßstab ein Zehntel des angegebenen Wertes (hier also 1:160 anstelle von 1:16) und wenn Sie in Metern konstruiert haben, sogar ein Tausendstel.

Kommen Sie bitte nicht auf die Idee, damit Schnittzeichnungen oder Ansichten für die Hausaufgabe anzufertigen!

2.13.2 BIM-Schnitte und Plansätze



Abb. 191: Icon BIMSCHNITT

Die fortgeschrittenste Art, Schnittzeichnungen aus 3D-Bauwerksmodellen abzuleiten, ist der BIM-Schnitt.

Einfache Volumenkörper wie Quader oder Zylinder müssen richtig als Wand, Stütze oder Platte gekennzeichnet werden, damit sie im Schnitt entsprechend ihrer Funktion dargestellt werden. Das lässt sich manuell durchführen oder vollautomatisch. Beim Aufruf des Befehls **BIMIFY** werden alle Zeichnungselemente klassifiziert sowie Schnittebenen für vier Ansichten und einen Grundriss pro Geschoss erzeugt. Weitere Schnittebenen lassen sich mit dem Befehl **BIMSCHNITT** hinzufügen.

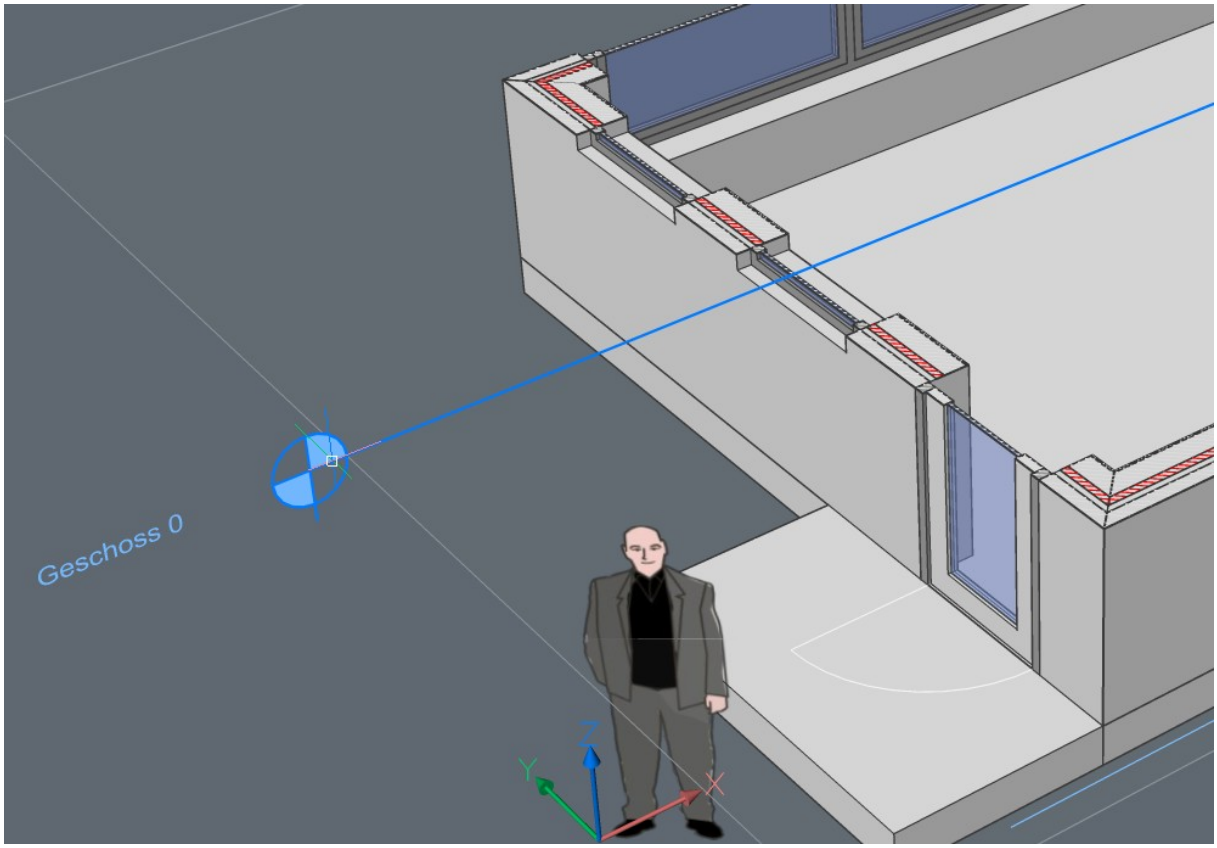


Abb. 192: Mit BIMIFY erzeugte BIMSCHNITT-Ebene

Aus der DWG-Datei mit dem Modell können wir durch Anwenden des Befehls **BIMSCHNITTÖFFNEN** jeweils neue DWG-Dateien erzeugen, in deren Modellbereich sich wiederum jeweils ein 2D-Schnitt oder eine 2D-Ansicht des ursprünglichen Modells befindet. Alle für Schnitte und Ansichten zusätzlich erzeugten DWG-Dateien werden schließlich zu einem sogenannten Plansatz verknüpft, in dem die einzelnen Dateien logisch miteinander verbunden sind.

Änderungen am Modell werden mit dem Befehl **BIMSCHNITTAKT** in die DWG-Dateien mit den abgeleiteten Schnitten und Ansichten übertragen, sodass diese stets aktuell gehalten werden können.

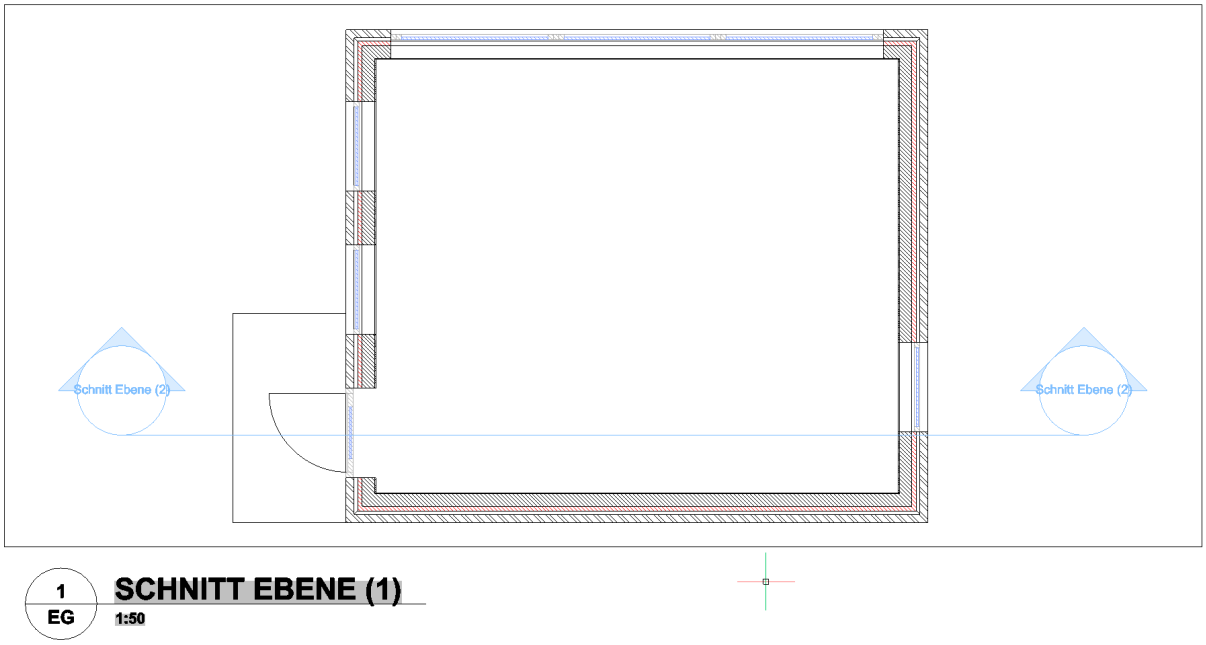


Abb. 193: Aus dem Modell abgeleiteter 2D-Grundriss

Leider ist das Semester zu kurz, um die Konzepte hinter Plansätzen und BIM-Schnitten wenigstens ansatzweise in der angemessenen Tiefe zu behandeln, deshalb müssen wir uns in diesem Kurs mit einer simpleren (aber dafür auch weniger fehleranfälligen) Art der Schnittableitung auseinandersetzen.

2.13.3 Schnittebenen und 2D-Blöcke

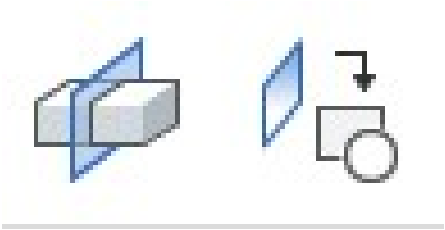


Abb. 194: Icons SCHNEBENE und SCHNEBENEZUBLOCK

Mit dem Befehl **SCHNEBENE** (kurz **SCHNEB**) erzeugen Sie auf der aktuellen x-y-Ebene eine senkrecht dazu stehende Schnittebene.

Es ist zu empfehlen, diese x-y-Ebene in einem Benutzerkoordinatensystem parallel zu einer Fläche Ihres Modells auszurichten, wenn dieses gegenüber dem Weltkoordinatensystem gedreht ist.

Durch Doppelklicken der Bezugslinie (die blaue Linie in Abb. 195) lässt sich die Sichtbarkeit der abgeschnittenen Modellbereichshälfte umschalten.

Die Blickrichtung kann durch Anklicken des kleinen grünen Pfeils nahe der Mitte der Bezugslinie umgekehrt werden.

Die Bezugslinie besitzt an ihren Enden zwei Griffe. Einer davon dient zum Verschieben der Schnittebene. Mit dem anderen Griff können Sie die Schnittebene drehen.

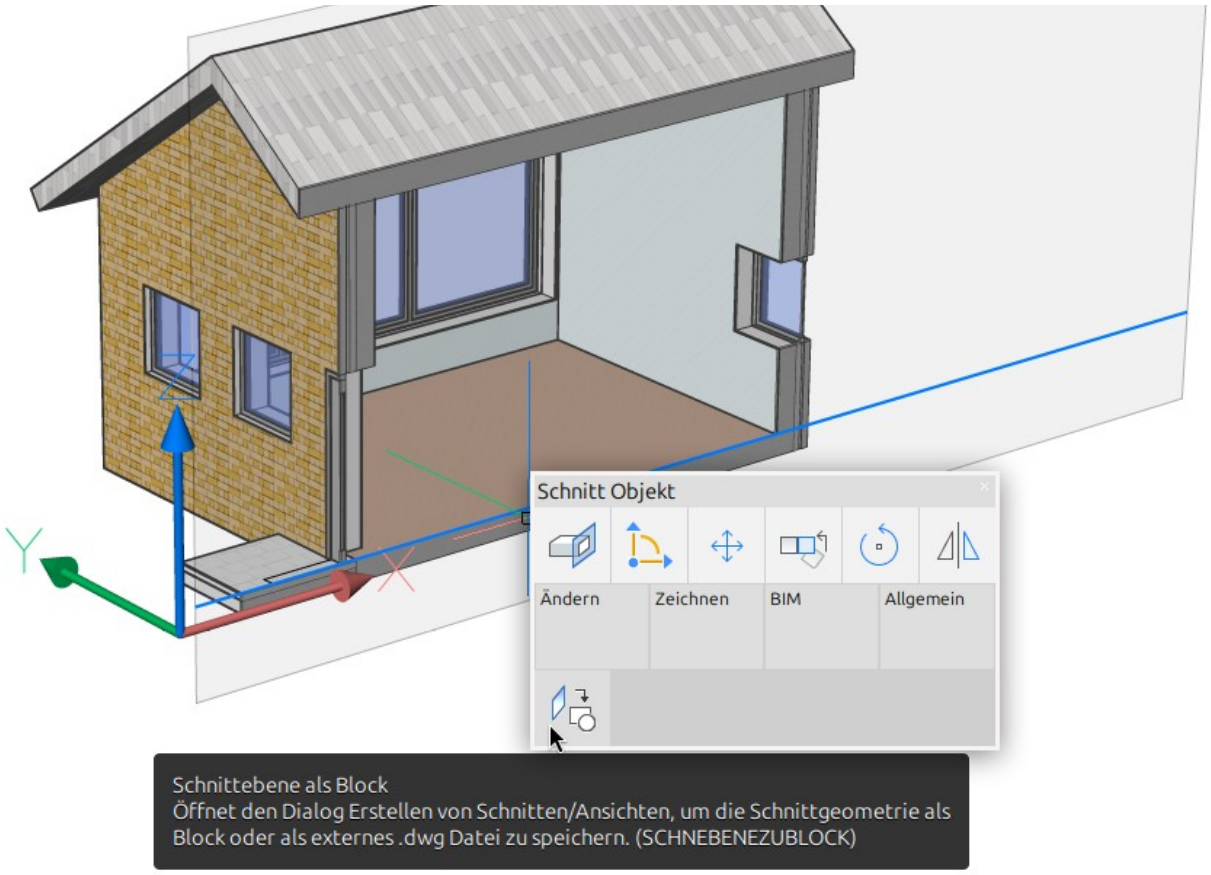


Abb. 195: Einfache vertikale Schnittebene

Über das Quad-Menü beim Berühren der Bezugslinie der Schnittebene oder über den Befehl **SCHNEBENEZUBLOCK** erzeugen Sie einen 2D- oder 3D-Block der geschnittenen Zeichnungsobjekte. Diesen können Sie an einer beliebigen Stelle des Modellbereichs ablegen. Sinnvollerweise haben Sie vorher die Sichtbarkeit der abgeschnittenen Modellbereichshälfte wiederhergestellt und befinden sich wieder im Weltkoordinatensystem.

Die Linieneigenschaften für neu erzeugte Schnitte können Sie im Abschnitt „Schnittebenen“ des Zeichnungsexplorers einstellen, den Sie mit dem Befehl **SCHNEBENEEINST** auf den Bildschirm holen.

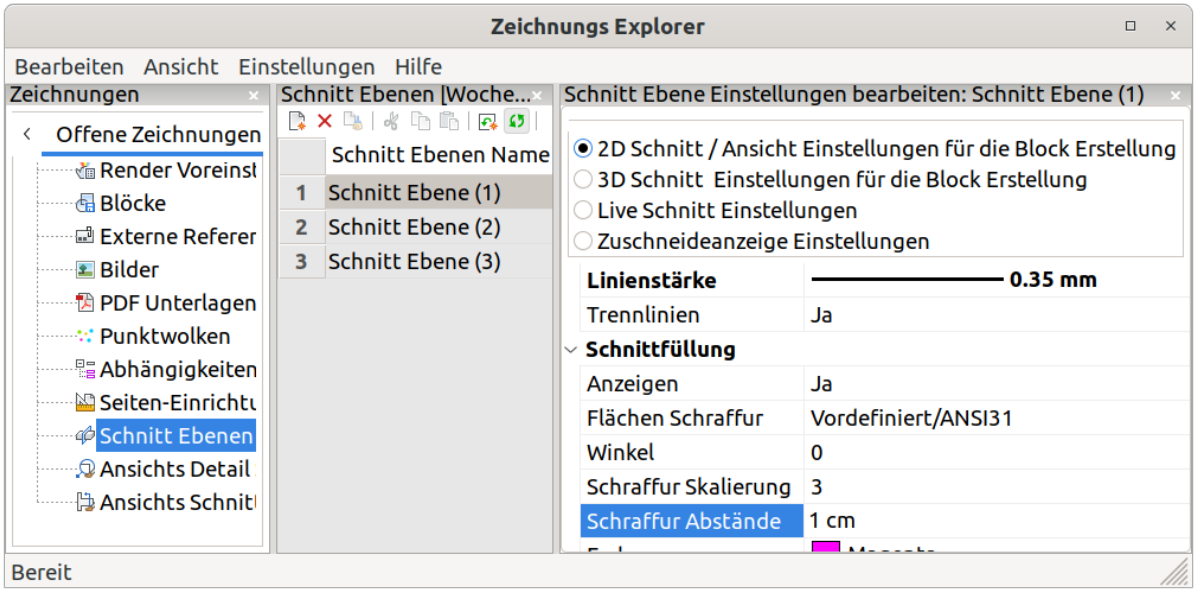


Abb. 196: Schnittebenen-Einstellungen im Zeichnungsexplorer

In der mittleren Spalte wählen Sie Ebene(n), deren Einstellungen sie ändern möchten und im rechten Bereich stellen Sie für jede Linienkategorie die entsprechenden Eigenschaften ein.

Die Linienkategorie mit dem geheimnisvollen Namen „Kreuzungs Umgrenzung“ steht dabei für die Schnittkanten von Volumenkörpern. Diese werden in der Regel mit einer breiten Linienstärke (z. B. 0,5 mm), hervorgehoben.

Die benachbarte Linienkategorie „Schnittfüllung“ ist für Schraffuren vorgesehen. Hier könnte als Standardschraffur beispielsweise „ANSI31“ mit einer passenden Skalierung (z. B. 2), einer schmalen Linienstärke (z. B. 0,13 mm) und der Farbe „VonLayer“ eingestellt werden.

Als „Hintergrundlinien“ werden in BricsCAD sichtbare Kanten und sichtbare Umrisse von Bauteilen bezeichnet. Für diese verwenden wir eine mittlere Linienstärke, z. B. 0,25 mm.

Ob Sie verdeckte Kanten, also hinter anderen Bauteilen liegende Linien, darstellen wollen oder nicht, können Sie mit der Eigenschaft „Anzeigen“ festlegen. Wenn Sie diese Linien sichtbar dargestellt wünschen, sollten Sie ihnen einen gestrichelten Linientyp und eine schmale Linienstärke zuweisen.

Die Wahl der richtigen Linienstärken und Schraffurskalierungen hängt vom verwendeten Maßstab, der Blattgröße und von den mechanischen Eigenschaften des verwendeten Druckers ab. Die drei Standardlinienstär-

ken einer Bauzeichnung sollten möglichst das Breitenverhältnis 1:2:4 aufweisen. Entscheiden Sie sich im Zweifel immer für die Lesbarkeit Ihrer Zeichnung. Wenn wichtige Einzelheiten wegen einer ungünstigen Strichstärke schlecht erkennbar sind, nützt es wenig, dabei den Normen DIN 1356-1 und DIN ISO 128-23 treu geblieben zu sein.

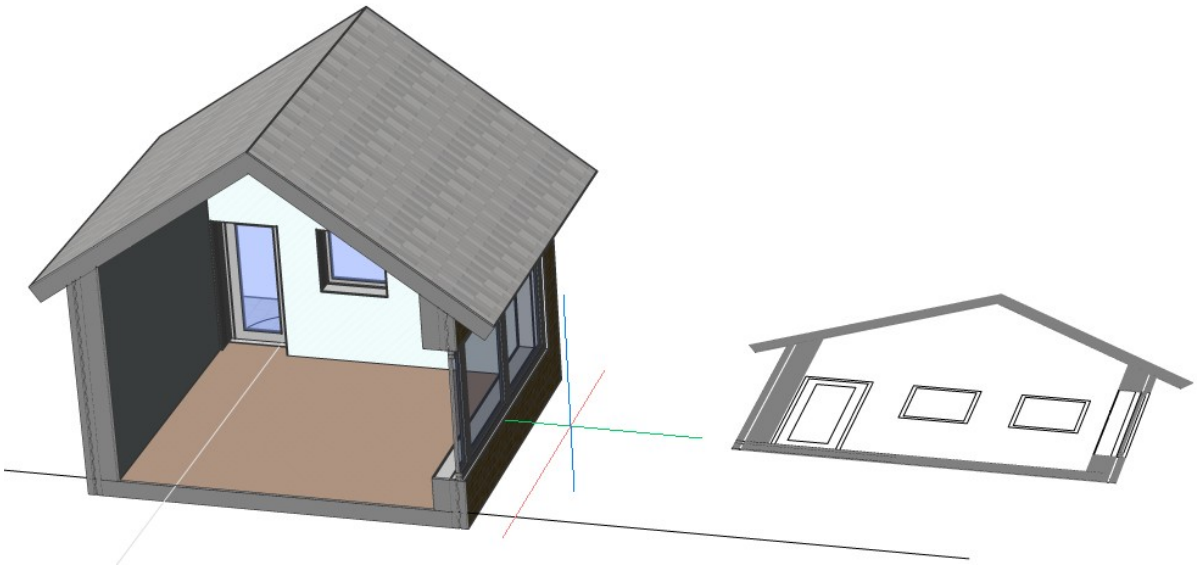


Abb. 197: Im Modellbereich abgelegter 2D-Schnitt

Durch Doppelklicken eines so erzeugten Blocks gelangen Sie in den Blockeditor und können den erzeugten Schnitt bearbeiten. Gelegentlich kann es sinnvoll sein, andere als die automatisch erzeugten Schraffuren zu verwenden, passendere Schraffurskalierungen einzustellen oder Elemente aus dem Schnitt zu entfernen, die für die vorgesehene Aussage innerhalb der späteren Papierzeichnung keine Bedeutung haben.

Falls Sie Ihr 3D-Modell nach der Blockerzeugung weiter bearbeiten, werden diese Änderungen nicht wie bei den assoziativen Schnitten der vorigen beiden Kapitel automatisch nachgeführt. Die erzeugten 2D- oder 3D-Blöcke sind eigenständige Zeichnungsobjekte. Sie müssen selbst daran denken, jeden der erzeugten Blöcke durch einen erneuten Aufruf des Befehls **SCHNEBENEZUBLOCK** zu aktualisieren. Dabei gehen jedoch alle zuvor im Blockeditor erfolgten Bearbeitungen verloren.

Um die erzeugten 2D-Blöcke als Ansichten und Schnitte im Layoutbereich anzuzeigen und so in eine Papier- oder PDF-Zeichnung aufzunehmen, richten Sie einfach pro Block ein Ansichtsfenster ein, in das Sie die Draufsicht auf den jeweiligen Schnitt-Block zoomen und hineinschieben. Der Maßstab des Schnittes wird wie gewohnt über den Ansichtsfenstermaßstab definiert.

Bitte verwenden Sie in wichtigen Zeichnungen nicht nur für Schnitte, sondern auch für Seitenansichten Ihres Modells abgeleitete 2D-Blöcke und keine im Ansichtsfenster des Layoutbereichs passend gedrehten 3D-Ansichten auf das Modell! Nur die flachen 2D-Blöcke lassen sich im visuellen Stil „2D-Drahtmodell“ sinnvoll darstellen. Dieser Stil bietet die beste Druckqualität. Ansichtsfenster mit anderen visuellen Stilen werden nicht als Vektorgrafiken gedruckt oder in die PDF-Datei übernommen, sondern nur als Rastergrafik, was in der Regel für eine qualitativ schlechtere Darstellung sorgt (siehe Kapitel 2.14.7). Je nach Speicherausstattung des verwendeten PCs (oder der verwendeten Grafikkarte) gelangt BricsCAD beim Versuch, mehrere 3D-Ansichtsfenster für eine PDF-Datei zu rendern, gelegentlich an die Grenzen des Geräts. Das führt dann manchmal dazu, dass Ansichtsfenster nur teilweise, mit den falschen Inhalten oder sogar als schwarze Flächen dargestellt werden.

2.13.4 Mehrschalige Wände

Vielleicht haben Sie schon bemerkt, dass die Außenwände unseres Gebäudemodells in dieser Woche plötzlich einen mehrschichtigen Aufbau besitzen. Glücklicherweise müssen wir dazu nicht jede Schicht einzeln zeichnen, sondern wir weisen einfach einer vorhandenen Wand den entsprechenden Wandaufbau als BIM-Eigenschaft zu. Ziehen Sie dazu den gewünschten inneren Aufbau aus dem Panel „BIM Zusammenstellungen“ auf das entsprechende Bauteil und teilen Sie BricsCAD mit, welches die Bezugsseite des Aufbaus sein soll: Wandinnenseite oder Wandaußenseite.

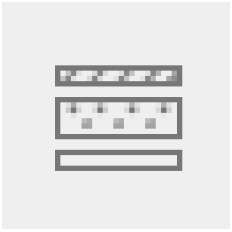


Abb. 198: Icon des Panels „BIM-Zusammenstellungen“

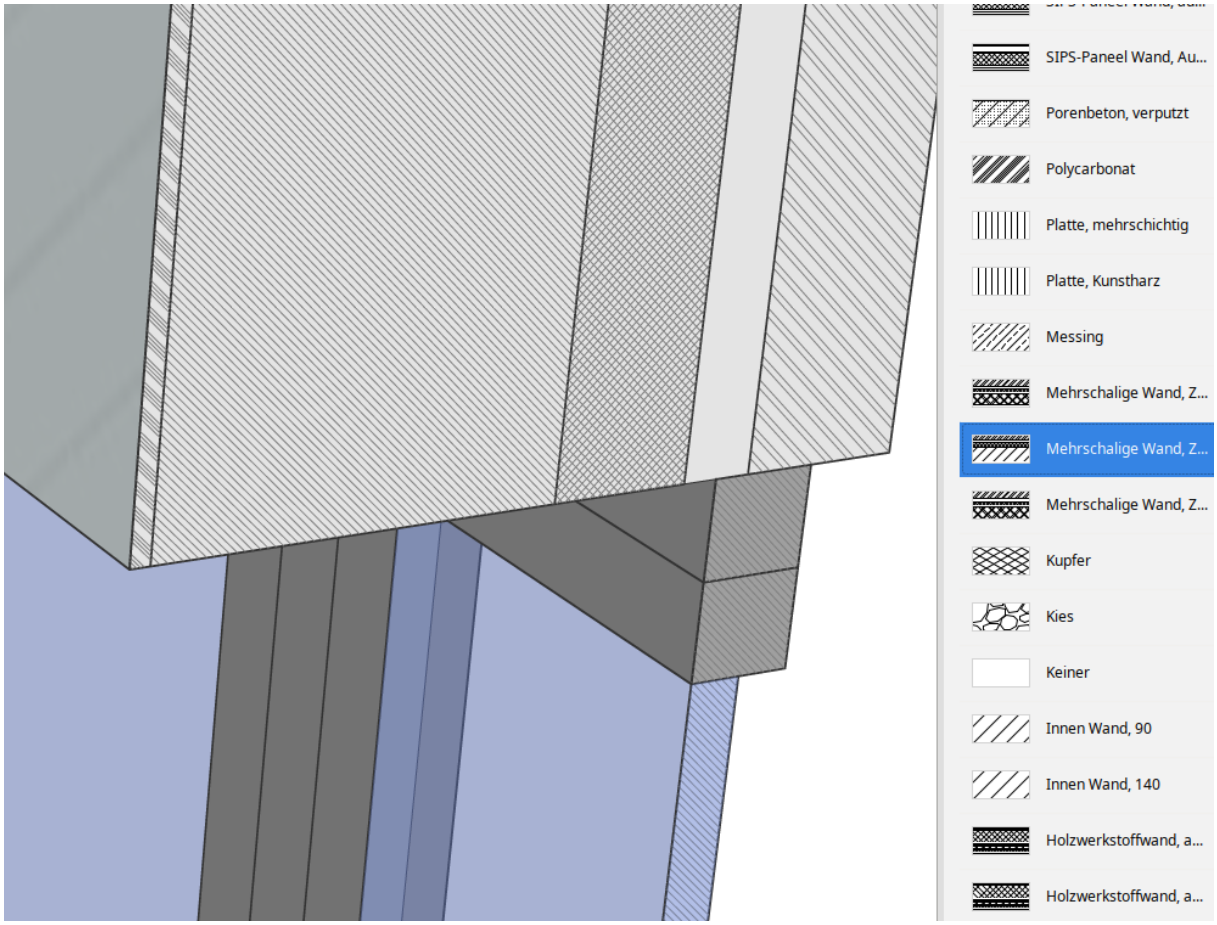


Abb. 199: Mehrschalige Wand als BIM-Zusammenstellung

Durch Doppelklicken des jeweiligen Eintrags im Zusammenstellungen-Panel erhalten Sie detaillierte Informationen über die jeweilige Zusammenstellung und können diese auch bearbeiten. Wenn Sie der geänderten Zusammenstellung einen noch nicht vergebenen Namen zuweisen, wird diese als neue Zusammenstellung in die Bibliothek aufgenommen und kann danach passenden Elementen zugewiesen werden.

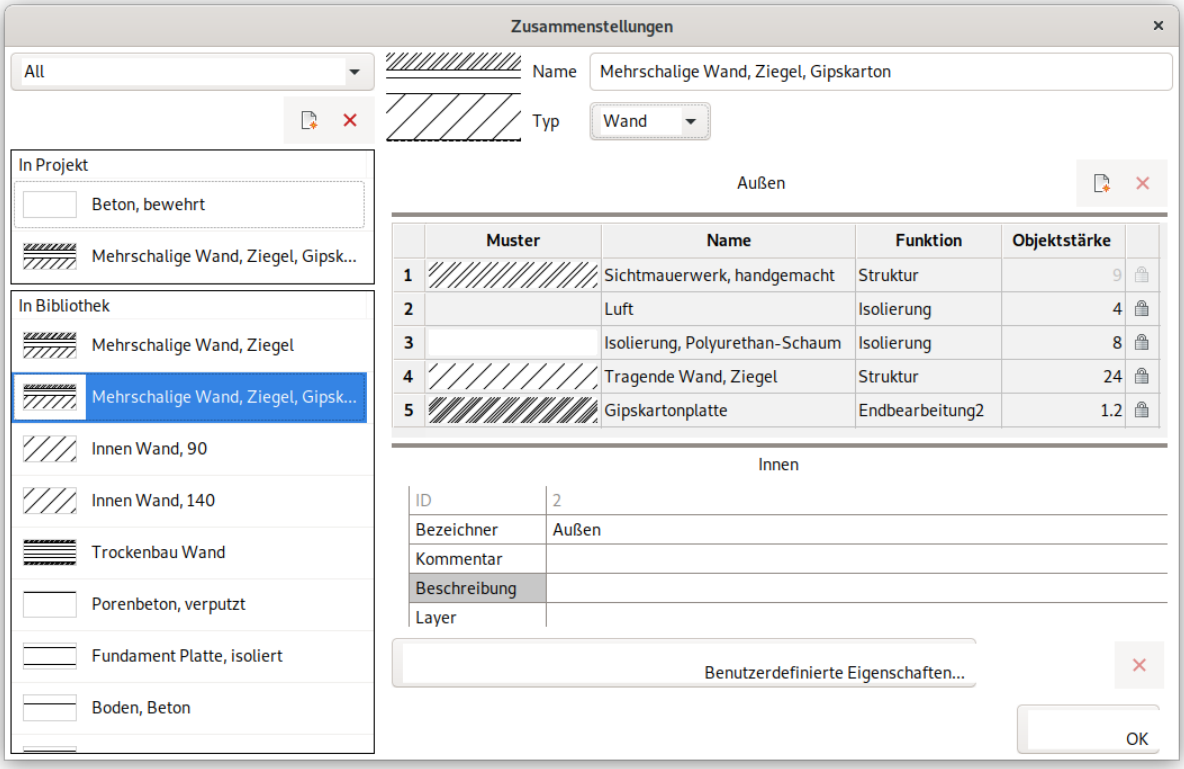


Abb. 200: Zusammenstellung eines mehrschaligen Wandaufbaus

Das Doppelklicken eines Musters führt Sie zu einem Dialog, in dem Sie der jeweiligen Schicht ein bestimmtes Schraffurmuster, ein Muster für 2D-Ansichten sowie ein Rendermaterial zur fotorealistischen Darstellung zuweisen können.

Jeder Schicht der Zusammenstellung muss ein Schraffurmuster zugewiesen werden. Fehlt dieses, so werden die entsprechenden Schichten in erzeugten Schnitten rot markiert.

Wenn Sie die Variable **RENDERCOMPOSITIONMATERIAL** auf den Wert 1 setzen, versucht das Programm, die Oberflächen fotorealistisch[1] darzustellen.

1 So realistisch wie eine Fototapete halt sein kann …

Falls mehrschalige Wände an den Stirnseiten nicht als solche zu erkennen sind, können Sie den Detaillierungsgrad der Zusammenstellungen heraufsetzen. Die Variable **LEVELOFDETAIL** kennt dazu zwei Werte: **0** (niedrig) und **2** (hoch).



*Abb. 201: Icons zum Umschalten der Variablen **LEVELOFDETAIL** und **RENDERCOMPOSITIONMATERIAL** im Abschnitt „Start – Ansicht“ der Multifunktionsleiste des BIM-Arbeitsbereichs.*

Beim niedrigen Detaillierungsgrad werden die Schichtwechsel der Zusammenstellungen nicht angezeigt, beim hohen Detaillierungsgrad werden sie es. Die einzelnen Schichten einer Zusammenstellung können dann auch einzeln bearbeitet werden, um beispielsweise Geschossdecken auf den tragenden Außenwänden aufliegen zu lassen, sie jedoch nicht durch Dämmung, Luftschicht und Vormauerschale zu führen.

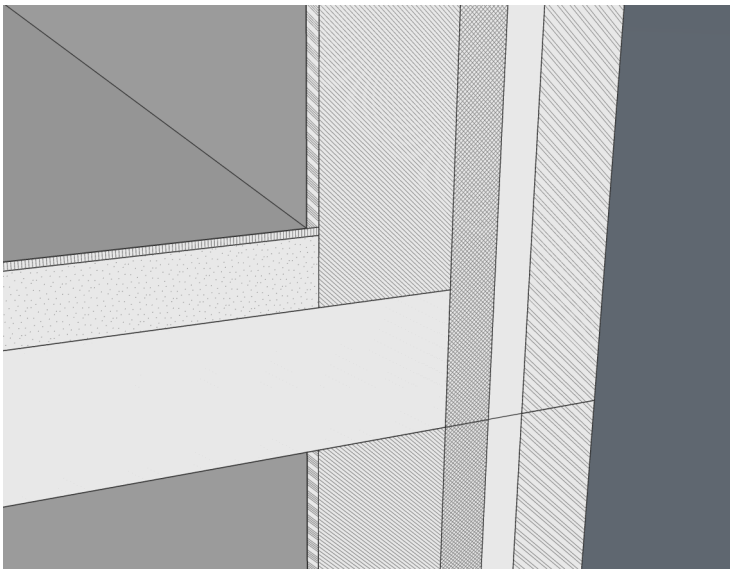


Abb. 202: Wand- und Deckenschichtenversprünge

Je nach gewähltem Detaillierungsgrad erhalten die Innenseiten von Wänden in der fotorealistischen Darstellung eigene Texturen oder übernehmen die Textur der Außenseite.

2.13.5 Rendermaterialien

Um auch außerhalb von BIM-Zusammenstellungen realistisch wirkende Oberflächen anzulegen, können Sie beliebigen Volumenkörpern und 3D-Flächen Ihres Modells sogenannte Rendermaterialien zuweisen. Das sind in der Regel Fotos geeigneter Oberflächen, die auf die jeweiligen Flächen projiziert werden können. Für große Flächen werden die Fotos immer wieder aneinandergelegt (gekachelt), deshalb ist es sinnvoll, wenn sie zuvor so bearbeitet wurden, dass man die Übergänge nicht sieht und man die „Kacheln“ nahtlos aneinander setzen kann. Wir nennen solche Materialfotos auch „Texturen“.

In der mit **MATBIBL** oder durch Anwahl des Panels „Render-Materialien“ aufrufbaren Materialbibliothek finden Sie eine gewisse Auswahl an Texturen, die Sie ebenso wie die Wandschichtenzusammenstellungen einfach auf die entsprechenden Flächen oder Volumenkörper des Modells ziehen können.

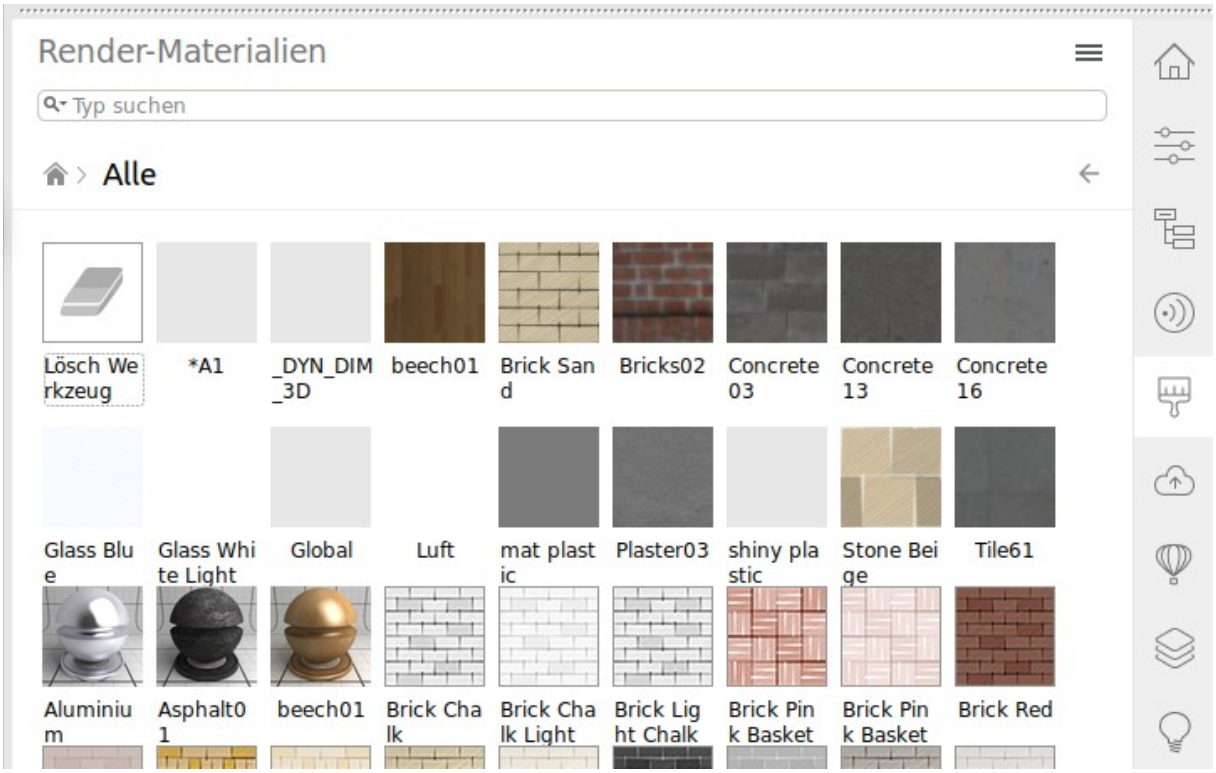


Abb. 203: Das Panel „Render-Materialien“

Wenn die Materialzuweisung ohne erkennbare Wirkung bleibt, handelt es sich bei den als Ziel gewählten Objekten möglicherweise um Blöcke. Um einem Block Materialien zuzuweisen, müssen Sie durch Doppelklick des Blocks den Blockeditor aufrufen.

Externe Materialfotos können Sie über das Materialien-Panel des Zeichnungsexplorers in ihrer Zeichnungsdatei verwenden. Rufen Sie das Panel mit dem Befehl **MATERIALIEN** auf und erzeugen Sie einen neuen Eintrag in der Materialienliste, zum Beispiel „Dachziegel“. Setzen Sie auf der rechten Seite ein Häkchen bei „Diffuse Map“ und wählen Sie ein auf Ihrem Rechner abgelegtes Materialfoto aus. Idealerweise befindet sich dieses Materialfoto im selben Ordner wie die DWG-Datei. Tragen Sie im Bereich „Skalieren“ die Breite und Höhe des auf dem Foto abgebildeten Bereichs ein, damit das Bild richtig skaliert wird. Als Projektionstyp ist „Quader“ meistens die richtige Wahl.

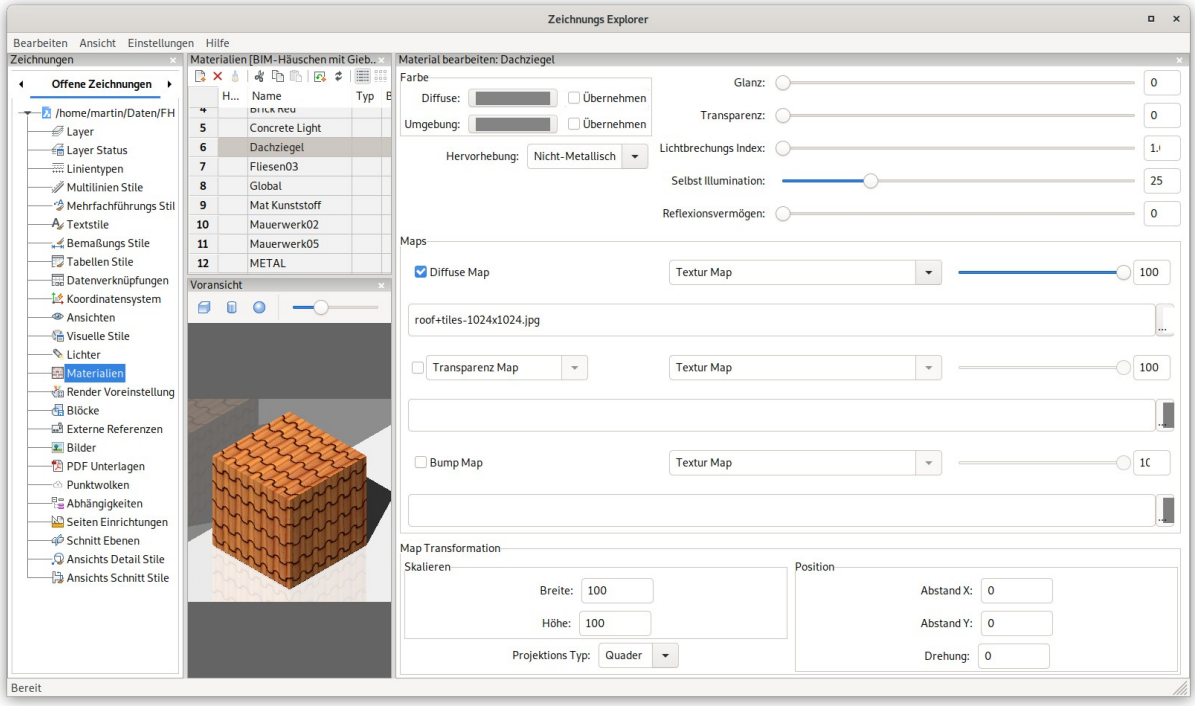


Abb. 204: Das Materialien-Panel des Zeichnungsexplorers

Mit dem Manipulator des **MATMAP**-Befehls können Sie Texturen nachträglich drehen, verschieben und skalieren. Meistens ist das nicht nötig.



Abb. 205: Materialtexturen

Über die Google-Bildersuche erhalten Sie viele geeignete Texturen, wenn Sie einen Suchbegriff um die beiden Wörter "seamless texture" ergänzen. Achten Sie auf die Lizenzen der Bilder. Nicht jedes Foto darf beliebig verwendet werden.

Die Dachziegel im Bild oben stammen von der Seite the3dsequence.com[1] und stehen unter einer Creative-Commons-Lizenz.

Materialfotos werden nicht in der DWG-Datei gespeichert. Wenn Sie eine Zeichnungsdatei weitergeben, die Texturen verwendet, müssen Sie daran denken, auch alle dazugehörenden Dateien mitzugeben. Am einfachsten geschieht das, indem Sie durch den Befehl **-ETRANSMIT** ein ZIP-Archiv der aktuellen Zeichnung und aller von ihr benötigten Dateien schnüren las-

1 https://www.the3rdsequence.com/texturedb/texture/161/roof+tiles/
Lizenz: Creative Commons Attribution 4.0 International License

sen. Alle zusammengehörenden Dateien müssen zuvor gespeichert werden, damit sichergestellt ist, dass der aktuelle Bearbeitungsstand übertragen wird.

Sie können Oberflächentexturen unabhängig von den in Kapitel 2.13.4 vorgestellten BIM-Zusammenstellungen zuweisen. Das führt dann allerdings zu der kuriosen Situation, dass Ihr Gebäude ganz anders aussehen kann, je nachdem, welchen Wert eine bestimmte Variable hat. Wenn die Variable **RENDERCOMPOSITIONMATERIAL** den Wert 0 besitzt, werden nur die von Ihnen direkt zugewiesenen Rendermaterialien dargestellt. Wenn Sie der Variable den Wert 1 zuweisen, sehen Sie stattdessen die über die Zusammenstellungen definierten Materialien.

2.13.6 Digitale Geländemodelle

Besonders realitätsnahe Darstellungen erhalten wir, wenn wir unser Bauwerk in ein Geländemodell einpassen. Die Daten solcher Geländemodelle lassen sich beispielsweise mit dem Open-Source-Programm QGIS nach einiger Einarbeitung erzeugen. Alternativ können Sie für Grundstücke in Nordrhein-Westfalen ein einfach zu bedienendes Pythonprogramm[1] verwenden, das nach Eingabe zweier Eckpunktkoordinaten eine Datei mit Höhenpunkten erzeugt, die als TIN-Geländeoberfläche[2] mit dem Befehl **TIN I** in BricsCAD importiert werden kann. Sie finden das Icon des Befehls im Tiefbau-Arbeitsbereich „Civil Design“.

Falls stattdessen die Fehlermeldung „Die TIN Oberflächen Erstellung ist fehlgeschlagen“ erscheint, kann es sein, dass BricsCAD ein Problem mit der Zeichenkodierung der Dateinamen hat. Verwenden Sie am besten nur ASCII-Zeichen für Datei- und Verzeichnisnamen.



Abb. 206: Icons für TIN-Oberflächen

1 Sie können das Python-Programm „Gelaendemodell.py“ aus dem Moodle-Kursbereich oder von der Webseite https://bauforum.wirklichewelt.de/index.php?id=11753 herunterladen.

2 TIN ist die Abkürzung für „triangulated irregular network“ und bezeichnet ein unregelmäßiges Netz aus Dreiecksflächen.

Die benötigten Koordinaten erhalten Sie am schnellsten über Google Maps, indem Sie dort einen gut wiederzufindenden Punkt rechtsklicken und im sich öffnenden Menü das angezeigte Koordinatenpaar anklicken. Dieses wird dadurch mit maximaler Nachkommastellenzahl in die Zwischenablage kopiert.



Abb. 207: Koordinatenanzeige in Google Maps

Ein Geländemodell der Halde Gotthelf in Dortmund-Hombruch lässt sich zum Beispiel über die beiden Eckpunktkoordinaten 51.468936,7.447377 und 51.472925,7.45353 erzeugen. BricsCAD lädt die fast 200.000 Höhenpunkte in wenigen Sekunden und stellt das digitale Geländemodell im Modellbereich dar.

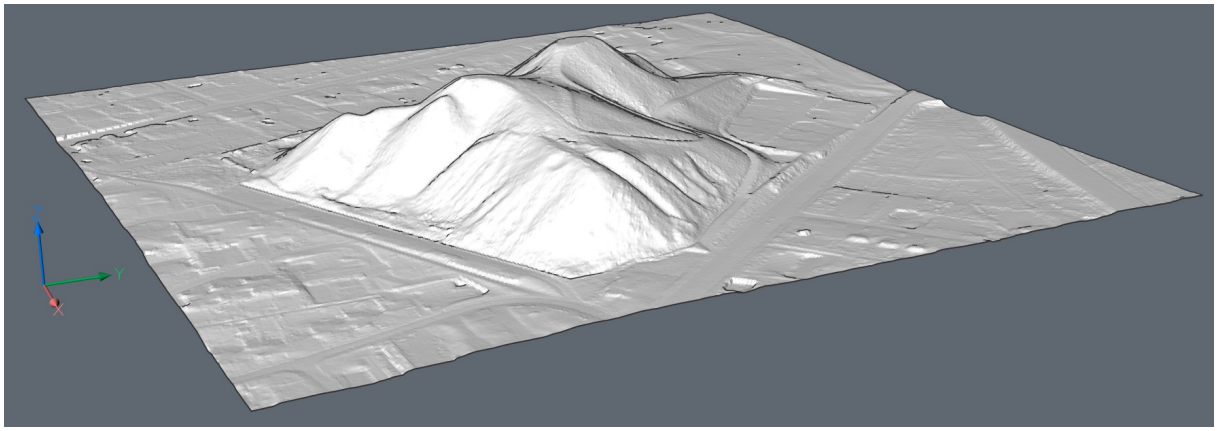


Abb. 208: TIN-Oberfläche

Dieses Modell ist 437 Meter breit (Ost-West) und 435 Meter lang (Nord-Süd). Es hat, wenn Sie es beim Import nicht vereinfachen lassen, eine horizontale Auflösung von einem Meter und eine vertikale Auflösung von einem Zentimeter. Leider ist es völlig gleichmäßig grau.

Wenn wir nun ein Luftbild anfertigen, das genau diese 437×435 m² abdeckt, dann können wir dieses Foto als Textur auf die zuvor erzeugte TIN-Oberfläche legen und erhalten dadurch eine recht fotorealistische Darstellung unseres Geländes.

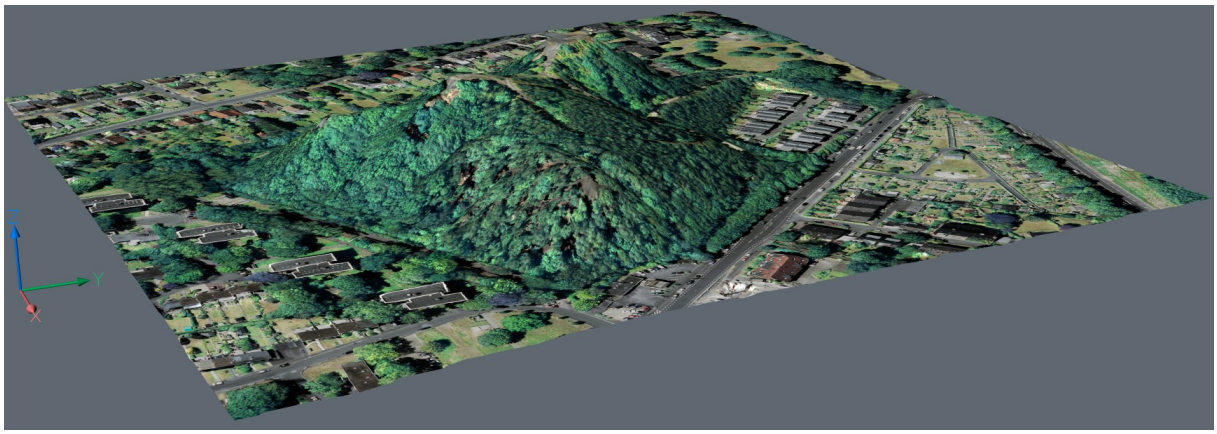


Abb. 209: Luftbild als Texturmaterial

Die einfachste Art, an so ein Luftbild zu kommen, besteht darin, ein Bildschirmfoto der „Satellitenansicht“ des zuvor über die beiden Eckpunkte bestimmten Kartenausschnitts anzufertigen[1]. Dieses kann dann, wie in Abb. 204 gezeigt, als Material definiert und der TIN-Oberfläche zugewiesen werden.

Bei der Materialdefinition müssen wir nur darauf achten, das Luftbild korrekt zu skalieren (hier also 437 Meter breit und 435 Meter hoch) und als Projektionstyp „Planar“ zu wählen, damit steile Bergflanken nicht falsch texturiert werden.

1 Wie das geht, steht im Kapitel 2.5 des Bauinformatik-Skriptes: https://martinvogel.de/python#page=36

Noch besser als aus Kartendiensten bildschirmkopierte Luftbilder eignen sich die mit 10 cm Pixelgröße ziemlich hochauflösenden Orthophotos[1] des Landesvermessungsamtes NRW[2]. Diese sind allerdings aufgrund ihres Dateiformats[3] etwas sperrig in der Anwendung.

2.13.7 Planieren und Abböschen

Damit wir eine sauber planierte Fläche in einer TIN-Geländeoberfläche mit korrekt abgeböschtem Einschnitt und Aushub anlegen können, benötigen wir nicht mehr als eine geschlossene Polylinie, welche die Begrenzung dieser Fläche darstellt.



Abb. 210: Umgrenzung eines Planums im Geländemodell

Um Erdarbeiten zu minimieren, wird üblicherweise versucht, ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Aushub und Auftrag zu finden. Die Umgrenzungslinie befindet sich daher oft teilweise unterhalb, teilweise oberhalb der Geländeoberfläche.

---

1 Während die „Satellitenansichten“ in Google Maps und Bing Maps meistens aus Bildflügen mit Kleinflugzeugen stammen, deren Bildmaterial starke Parallaxenverzerrungen aufweist, so dass Dächer oft weit neben der tatsächlichen Grundfläche eines Gebäudes abgebildet werden, sind Orthophotos hochgenau und nahezu parallaxenfrei.

2 https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/lusat/dop/

3 Es handelt sich um jeweils 100 Megapixel große 4-Kanal-Multispektralbilder (sichtbares Licht und nahes Infrarot) im RGBI-JPEG-2000-Format, die von vielen Grafikprogrammen nicht richtig verarbeitet werden.

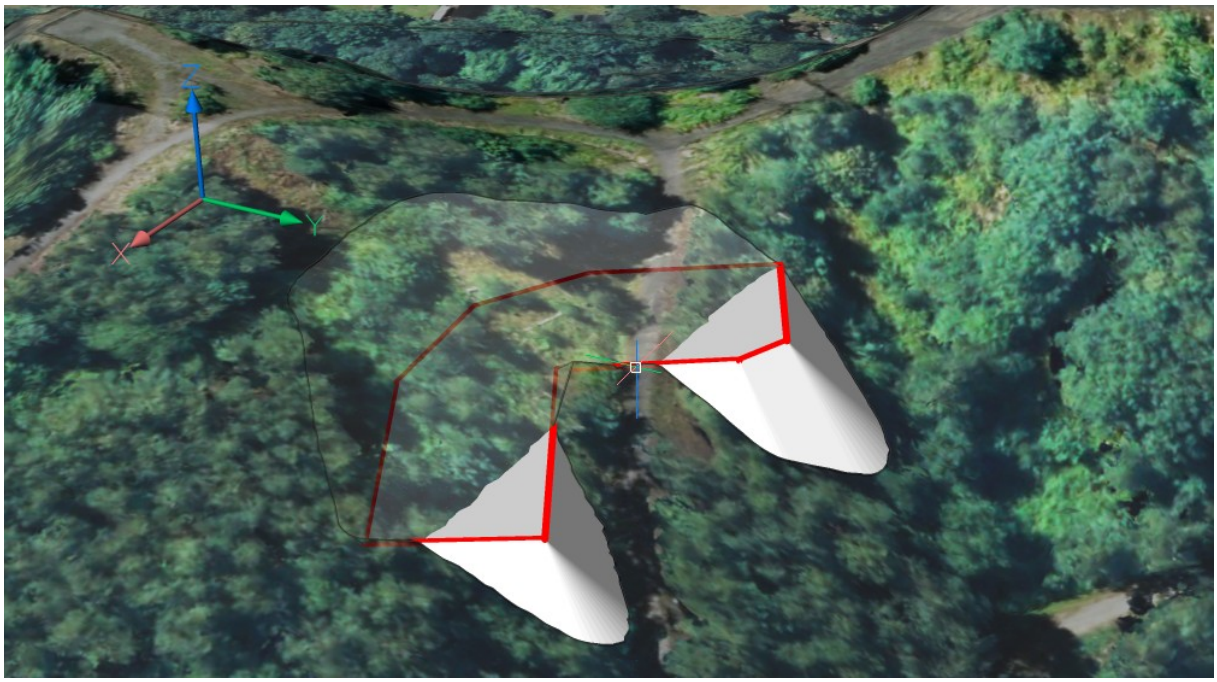


Abb. 211: Durch GRADING angelegte Böschung

Mit dem Befehl **GRADIERUNG**[1] werden Böschungen vom über das Gelände hinaus ragenden Rand der Polylinie bis hinunter zur TIN-Geländeoberfläche erzeugt. Der Winkel dieser Böschung muss jedes Mal angegeben werden.

Gleichzeitig werden Böschungen für den unterhalb der Geländeoberfläche liegenden Rand der Polylinie nach oben angelegt. Diese sind zunächst nicht sichtbar, denn das zu entfernende Geländevolumen wird zunächst noch genauso wie vor dem Aufruf des **GRADIERUNG**-Befehls dargestellt. Über das Eigenschaftenpanel entfernen wir diesen „Deckel“, indem wir die Eigenschaft „Umgrenzung“ auf „Ein“ stellen. Bei der Gelegenheit können wir auch den Böschungswinkel für den Einschnitt etwas steiler als den für die Aufschüttung machen.

1 Bei der Übersetzung gab es wieder einen kuriosen Unfall. Anstatt den mit BricsCAD 20 neu eingeführten Befehl **GRADING** korrekt mit **PLANIEREN** oder **ABBÖSCHEN** zu übersetzen, kam jemand auf die Idee, ihn **GRADUIEREN** zu nennen. Wie wollen aber keine Bachelorzeugnisse an Polylinien vergeben. Seit BricsCAD 23 heißt der Befehl in der deutschen Sprachversion **GRADIERUNG**, was nicht wirklich eine Verbesserung darstellt. Eine Gradierung ist in der Geologie eine Korngrößenverteilung innerhalb einer bestimmten Schicht.

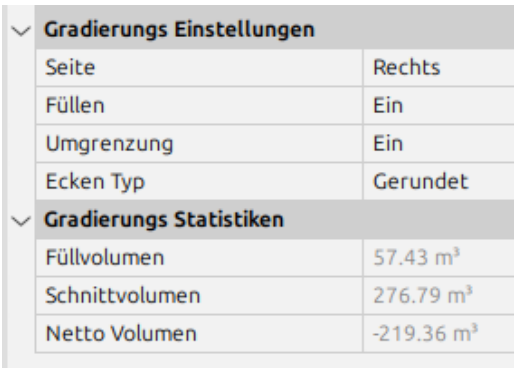


Abb. 212: Umgrenzungsdarstellung und Volumenberechnung

Senkrechte Wände können theoretisch nicht durch **GRADIERUNG** erzeugt werden, da BricsCAD die Eingabe eines Böschungswinkels „90“ ablehnt. Ein Winkel von 89.999° wird jedoch klaglos akzeptiert.

Auch die Darstellung von Höhenlinien ist an dieser Stelle möglich. Ändern Sie dazu die Eigenschaft „Konturen“ zu „Ein“ und wählen Sie geeignete Höhenlinienintervalle. Voreingestellt sind eine grüne Höhenlinie pro Höhenmeter und eine rote Isohypse alle 10 Höhenmeter.

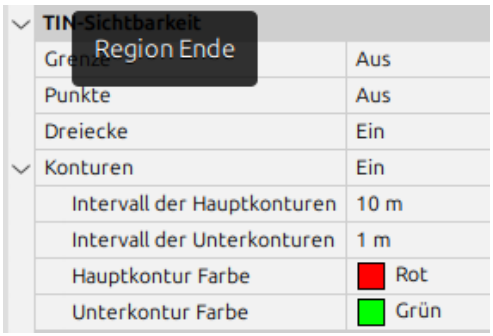


Abb. 213: Höhenlinien (Isohypsen)

Fertig ist das Planum mit sauberen Böschungen:

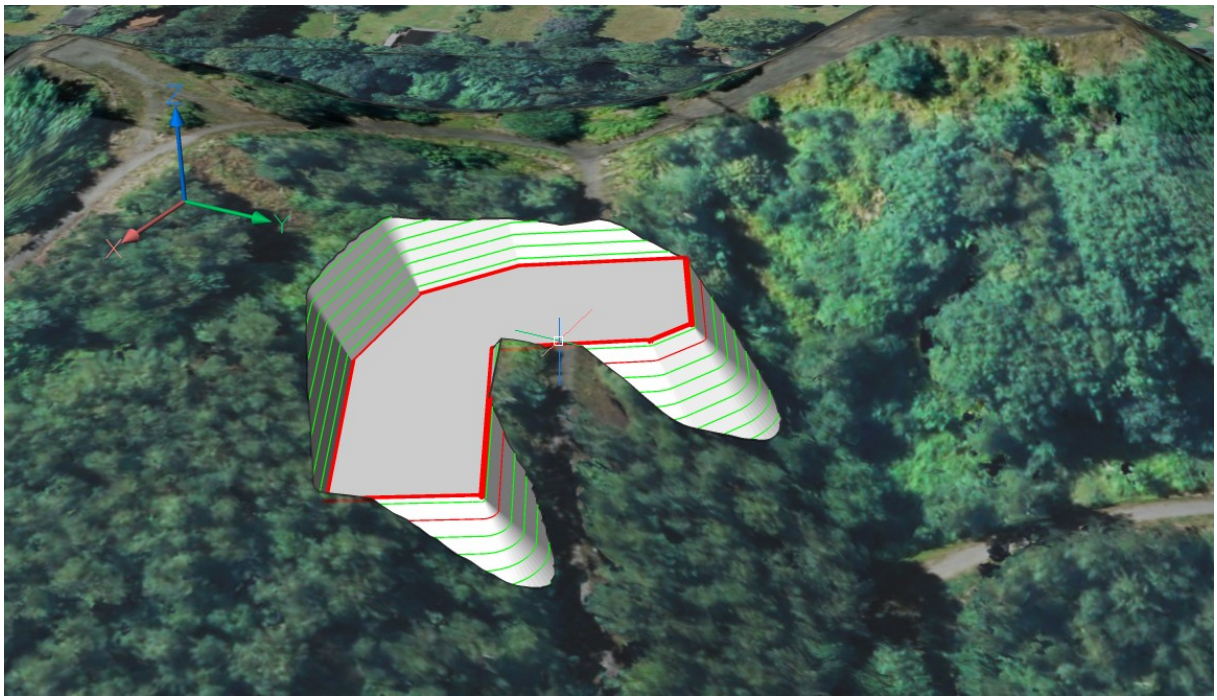


Abb. 214: Planum mit Aushub und Auftrag

Wenn Sie das Grundstück noch realitätsnäher modellieren möchten, sollten Sie die Polylinie vor dem Abböschen um 3° kippen, damit die Entwässerung der Fläche gewährleistet ist.

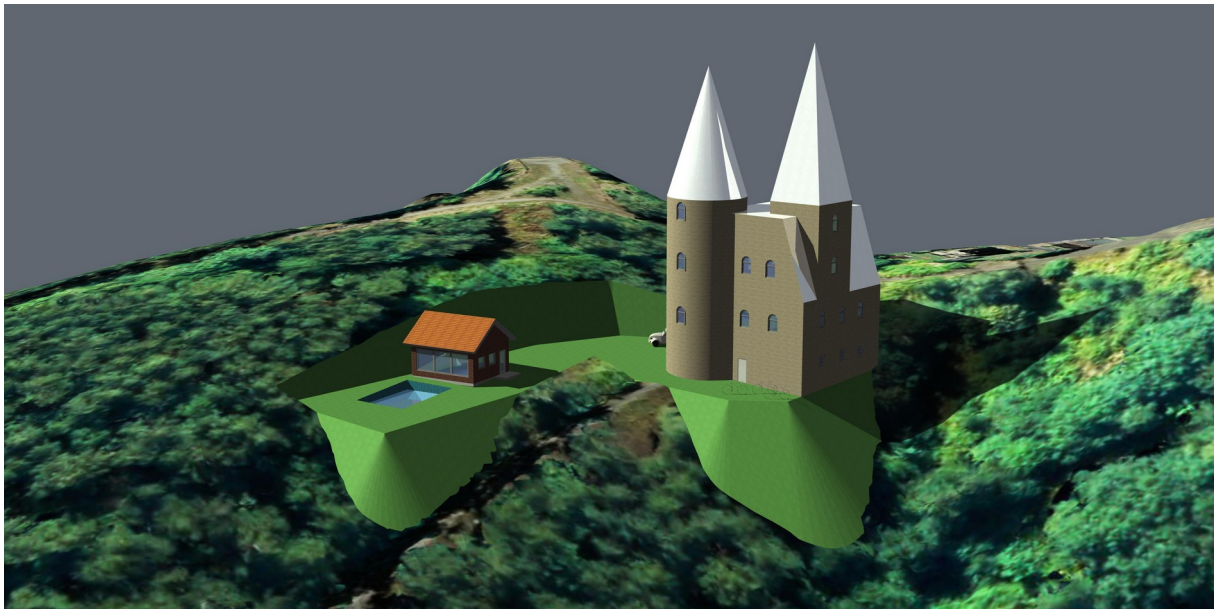


Abb. 215: Planum mit eingefügten Bauwerksmodellen

Auf dieser Fläche können Sie nun Bauwerke konstruieren oder zuvor erstellte Konstruktionen durch Anwenden der Befehls **EINFÜGE** und **XREF** als Block oder externe Referenz laden und in Ihrem Geländemodell anordnen.

2.14 Tipps, Tricks und lose Enden

Die Tage werden kürzer, das Sommersemester ist nun nahezu um und die große bewertete Hausarbeit ist zu bearbeiten. In diesem letzten Kapitel des Skriptes sollen offen gebliebene Fragen beantwortet werden und noch der ein oder andere Tipp nachgereicht werden, der in den Wochenkapiteln zu kurz gekommen ist.

Die Unterkapitel stehen daher in dieser Woche ziemlich unverbunden hintereinander.

2.14.1 Entfernen aus einer Auswahl

Wenn Sie eine große Zahl von Elementen einzeln angeklickt haben, um einen Befehl auf die Auswahl anzuwenden, ist es ärgerlich, versehentlich ein nicht im Auswahlsatz erwünschtes Element anzuklicken. Sie müssen den Auswahlvorgang nicht neu beginnen. Es genügt, die unerwünschten Elemente mit gedrückter Umschalttaste ⇧ anzuklicken, um sie wieder aus dem aktuellen Auswahlsatz zu entfernen.

2.14.2 Dynamisches BKS fixieren

Um ein dynamisch erzeugtes BKS nicht sofort beim Verlassen der definierenden Fläche wieder zu verlieren, können Sie es durch kurzes Antippen der Umschalttaste ⇧ fixieren. Ein erneuter Druck auf die Umschalttaste löst die Fixierung wieder.

2.14.3 BIM-Treppen

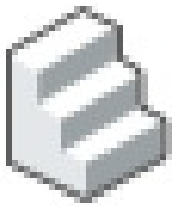


Abb. 216: Icon BIMTREPPE

Das Einfügen von Treppen ist erst sinnvoll, wenn Sie über der aktuellen Etage bereits eine neue Ebene angelegt haben. Sie platzieren dann zuerst den Antritt in der unteren Ebene und anschließend den Austritt in der oberen Ebene. BricsCAD versucht, beide Orte durch eine möglichst bequem zu gehende Treppe zu verbinden. Ist das nicht möglich, wird das

Treppensymbol rot dargestellt. Nach Wahl der beiden Punkte wird automatisch eine Treppenöffnung in der oberen Decke angelegt, die so groß ist, dass an jeder Stelle der Treppe 2 m Kopffreiheit vorhanden sind.

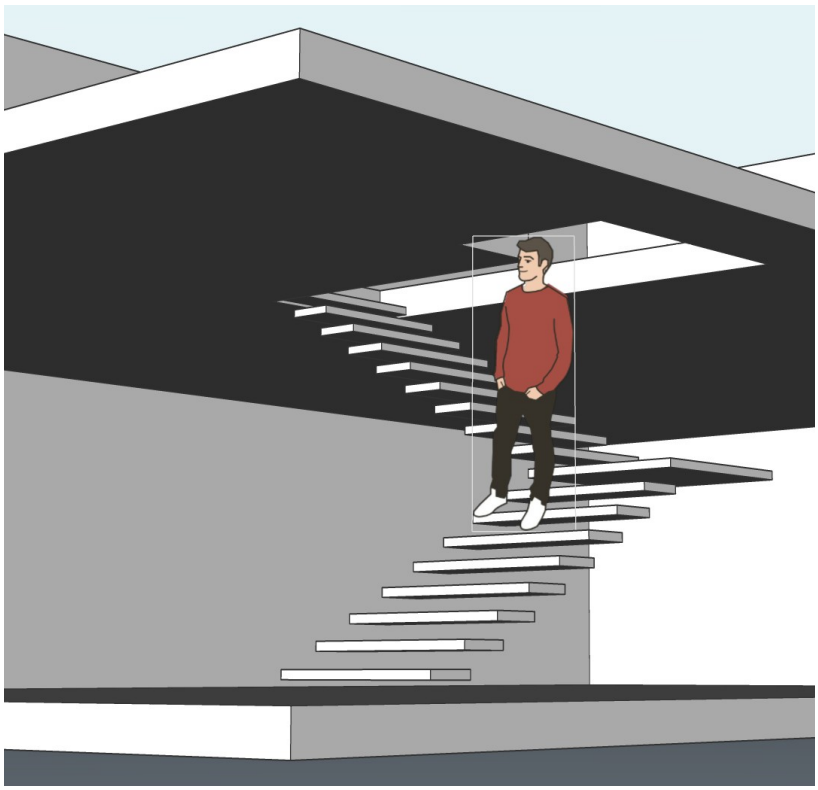


Abb. 217: BIM-Treppe mit 2 m Kopffreiheit

Treppen werden ohne tragende Konstruktionsdetails eingefügt. Damit die Stufen nicht im Raum herumschweben, sollten Sie sich noch etwas einfallen lassen.

2.14.4 Mit dem Buttermesser durchs Modell

Sie können Volumenkörper mithilfe frei definierter Ebenen in zwei getrennte Objekte schneiden. Sie benötigen dazu lediglich drei Punkte auf der schneidenden Ebene. Um senkrecht zur x-y-Ebene zu schneiden, genügen sogar nur zwei Punkte.



Abb. 218: Icon KAPPEN

Nach Aufruf des Befehls **KAPPEN** (kurz **KA**) wählen Sie zuerst die zu durchtrennenden Objekte aus. Falls die Ebene frei im Raum liegen soll, aktivieren Sie die Option **3P** und wählen drei nicht alle auf einer Geraden liegenden Punkte der Ebene aus. Ohne diese Option wird bereits nach Auswahl des zweiten Punktes gekappt.

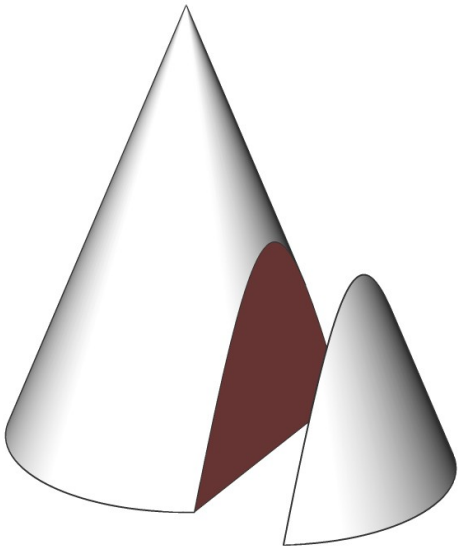


Abb. 219: Durch Kappen eines Kegels erhalten Sie eine Parabelfläche

Wenn Sie möchten, können Sie nun durch Anklicken entscheiden, welche der beiden „Hälften“ Sie behalten möchten – oder Sie behalten beide, indem Sie den Befehl mit der Eingabetaste, Leertaste oder rechten Maustaste beenden.

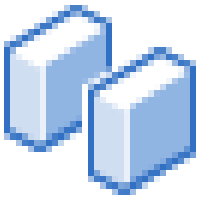


Abb. 220: Icon „Trennen“

Falls Sie auf einer Seite eines etwas verzweigteren Objekts nach dem Kappen mehrere unverbundene Teile erhalten, behandelt BricsCAD diese zunächst wie einen einzigen Volumenkörper. Erst der Befehl **VOLKÖRPERBEARB V T** (Hovertext „Trennen“) zerlegt diesen Volumenkörper in unabhängige Objekte.

2.14.5 Überlappende Bemaßung

Beim Bemaßen sollten Sie eine begonnene Maßlinie nicht durch erneute Aufrufe der Funktion „lineare Bemaßung“ fortsetzen, sondern grundsätzlich mithilfe der Bemaßungsoption „weiter“. Zum einen geht das viel schneller, zum anderen bemüht BricsCAD sich, Maßzahlen nicht auf Höhe der Maßlinie neben diese zu schreiben, wo sie den anderen Bemaßungen im Weg wäre.

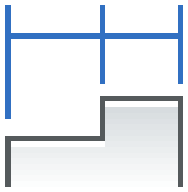


Abb. 221: Icon BEMWEITER

Wenn es auf der Maßlinie regelmäßig so eng wird, dass BricsCAD es vorzieht, Maßzahlen mit Führungslinien zu versehen und sie ein wenig außerhalb der Maßlinie zu platzieren, können Sie das dadurch unterbinden, dass Sie im Bemaßungsstil die Einstellung „Anpassen – Text innen“ auf „Erzwinge Text zwischen Hilfslinien“ setzen.

Wenn auch das nicht verhindert, dass sich Maßzahlen überlappen, sollten Sie darüber nachdenken, ob Sie das entsprechende Detail nicht vielleicht besser in einem größeren Maßstab in einem neuen Ansichtsfenster abbilden.

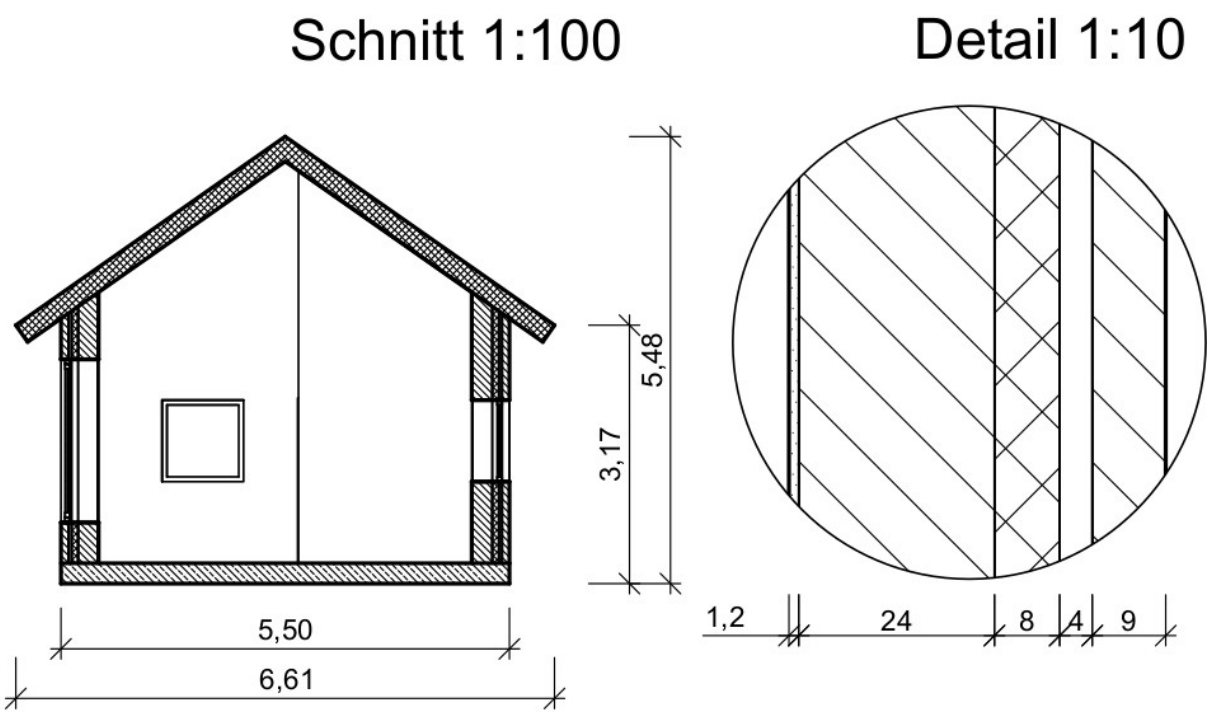


Abb. 222: Detail in eigenem Ansichtsfenster

2.14.6 Türanschlag austauschen

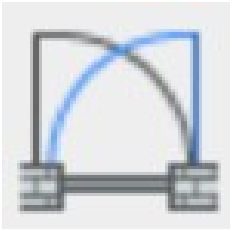


Abb. 223: Quad-Icon BIMUMKLAPPEN

Öffnet sich eine als BIM-Komponente eingefügte Tür zur falschen Seite, können Sie das mit dem Befehl **BIMUMKLAPPEN** korrigieren. Mit der Option **I** wechseln Sie die Wandseite, auf der sich die Tür öffnet und mit der Option **L** wechseln Sie dort zwischen Linksanschlag und Rechtsanschlag.

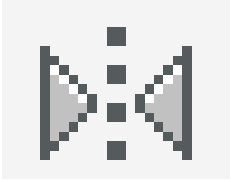


Abb. 224: Icon BIMUMKLAPPEN in der Multifunktionsleiste

Auch die Schichtenanordnung mehrschichtiger Wände kann mithilfe von **BIMUMKLAPPEN** umgekehrt werden.

2.14.7 Visueller Stil und PDF-Qualität

Verwenden Sie in Ansichtsfenstern mit Zeichnungselementen keinen anderen visuellen Stil als „Drahtmodell“ oder „2D-Drahtmodell“! Alle anderen visuellen Stile führen dazu, dass in der PDF-Datei keine richtigen Vektorelemente landen, sondern nur pixelig-matschig gerenderte Bitmap-Grafiken.

Abb. 225 zeigt einen im Original etwa 22 × 18 mm² großen Ausschnitt einer PDF-Datei, in dem sechs Ansichtsfenster in unterschiedlichen visuellen Stilen dasselbe Detail aus dem Modellbereich wiedergeben.

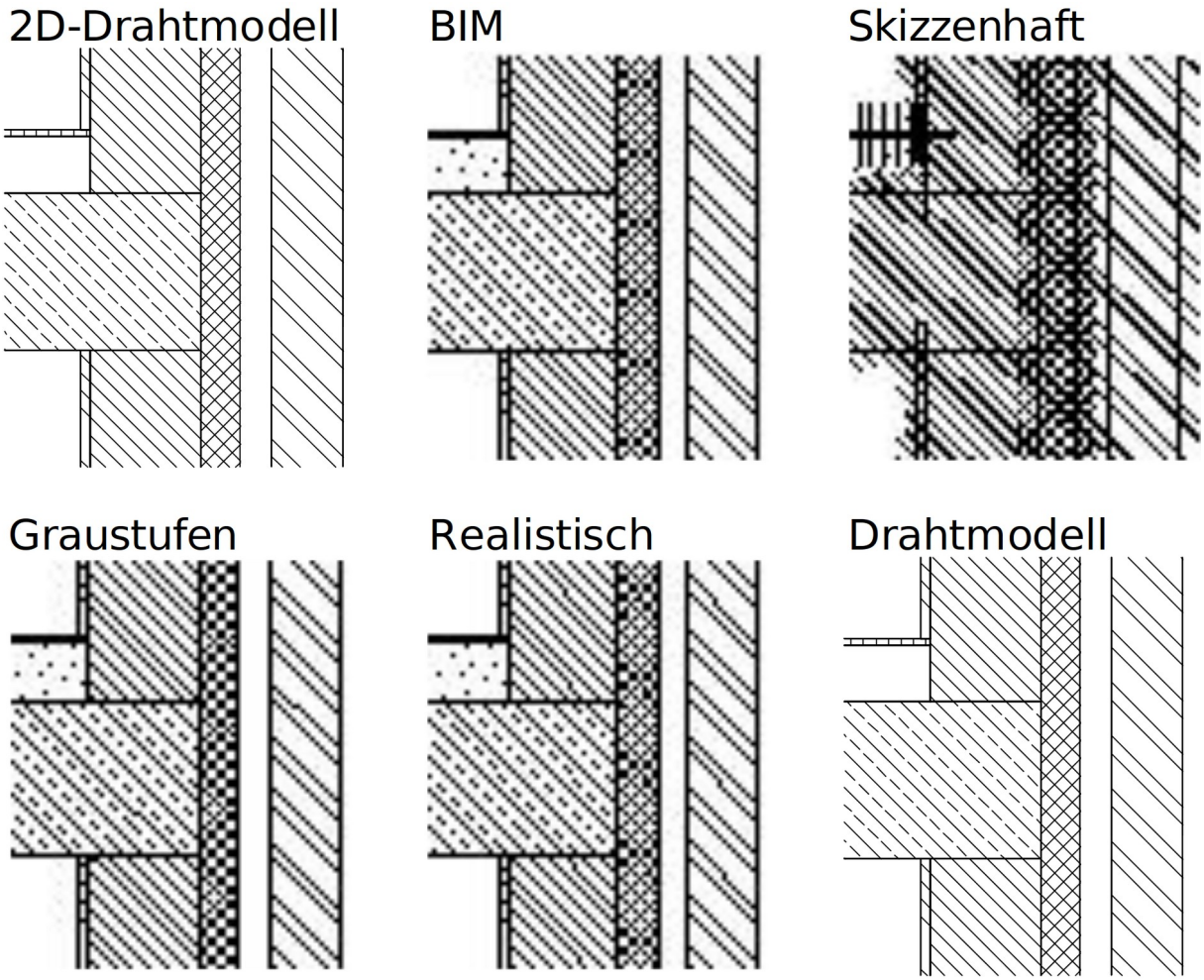


Abb. 225: PDF und visuelle Stile

Die gerenderten Ansichten sollten dekorativen Elementen wie zum Beispiel schattierten Perspektivansichten oder fotorealistischen Geländeeinpassungen vorbehalten bleiben.

2.14.8 Konstruktion einer Parabel

Obwohl Parabeln im Ingenieurwesen recht häufige Formen sind, besitzen weder AutoCAD noch BricsCAD eine Funktion, um diese direkt zu zeichnen.

Die scheinbar pfiffigste Methode besteht darin, einen Kegel anzuschneiden, darauf zweimal den Befehl **URSPRUNG** anzuwenden und sich über die perfekt durch eine quadratische Splinekurve approximierte Parabel zu freuen (Abb. 226). Enttäuschenderweise verliert die so erzeugte Kurve ihre perfekte Parabelform, sobald wir versuchen, sie mithilfe ihrer drei Griffe auf die gewünschte Lage und Größe zu ziehen und liegt mit ihrer Form dann irgendwo zwischen einer quadratischen und einer kubischen Parabel.

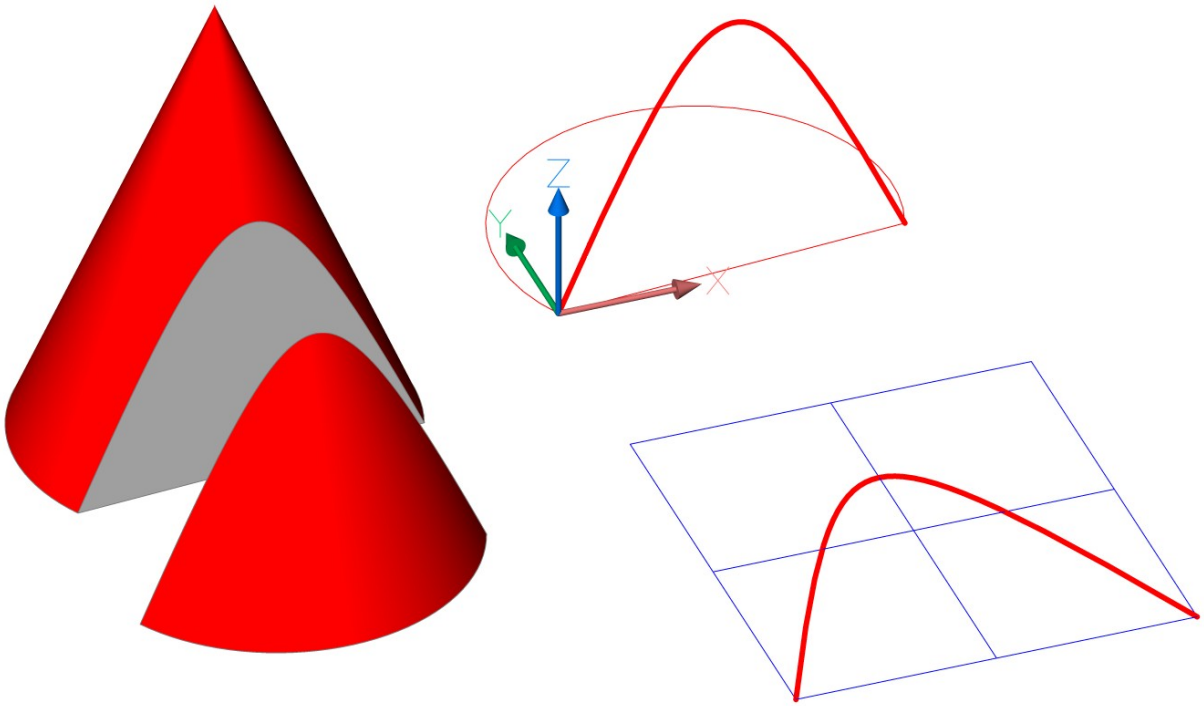


Abb. 226: Parabel aus Kegelschnitt

Einen besseren Dienst leistet uns die klassische Polylinie, welche eine Option zur Umwandlung in eine formstabile quadratische Splinekurve besitzt. Dazu müssen wir zuvor zwei Variablen auf einen geeigneten Wert setzen.

Die Variable **SPLINETYPE** legt fest, ob die Polylinie als quadratische oder kubische Parabel angenähert werden soll. Dazu ist sie für quadratische Parabeln auf den Wert 5 und für kubische Parabeln auf den Wert 6 zu setzen[1].

Die andere Variable mit dem Namen **SPLINESEGS** gibt an, durch wie viele gerade Linienstücke oder Bogenpaare die Splinekurve angenähert werden soll. Der Standardwert 8 ist fast immer zu klein und führt zu einer ziemlich eckigen Darstellung. Werte zwischen 20 und 40 sehen meistens recht gut aus. Um die Parabel mit Bogenpaaren anstelle von Linienstücken anzunähern, können wir **SPLINESEGS** auf einen negativen Wert, zum Beispiel −16, setzen.

Wir zeichnen die erzeugende Polylinie aus zwei Teilstücken, die im Start- und Endpunkt dieselbe Richtung wie die spätere Parabel haben. Die beiden Tangentenstücke treffen sich dadurch in der Mitte an einem Punkt, der doppelt so hoch wie der gewünschte Parabelstich liegt.

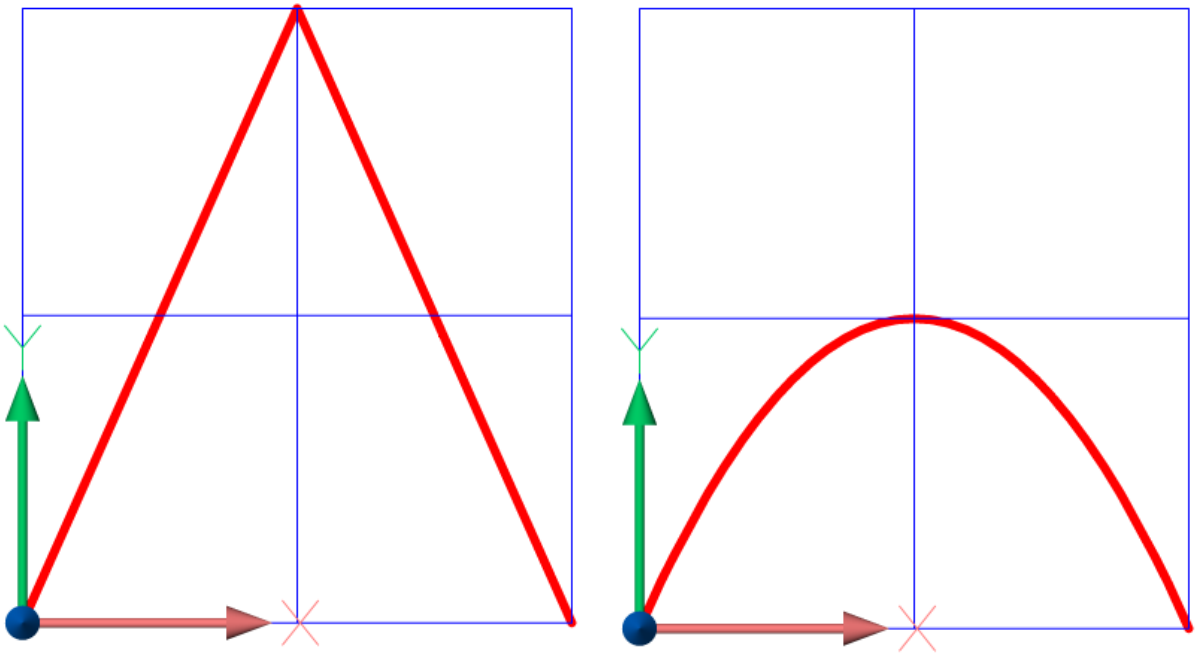


Abb. 227: Parabel aus Polylinie

Mit dem Befehl **PEDIT SP** wird die zuvor ausgewählte Polylinie dann näherungsweise zu einer quadratischen Parabel (Abb. 227).

1 Fragen Sie mich nicht! Vielleicht waren die Werte „2“ und „3“ zu naheliegend, vielleicht hat sich jemand auf dem Zehnerblock in der Tastenreihe geirrt und wollte seinen Fehler später nicht mehr zugeben.

Wenn wir die Funktionsgleichung der Parabel kennen, ist es wohl am einfachsten, einige Punkte der Kurve mit ein paar Zeilen Python berechnen zu lassen. Das hat den Vorteil, dass wir außer Parabeln auch andere Kurven berechnen können, zum Beispiel die Biegelinien von Trägern und Platten, Schleppkurven von Fahrzeugen, Klotoiden von Straßenführungen oder Kettenlinien.

Wenn wir die erwartete Durchbiegung eines Bauteils kennen, können wir es beispielsweise so herstellen, dass es nach dem Einbau unter ständiger Last vollkommen eben ist. Bei einem Stahlbetonbauteil würde dazu die Schalung gemäß Ihrer CAD-Zeichnung mit einer Überhöhung hergestellt.

Als Anwendungsbeispiel hier einmal ein Programm, das die Befehle zum Zeichnen einer Polylinie durch zehn Punkte einer quadratischen Parabel erzeugt:

```
def f(x):
    return 4 - 0.25 * (x - 4)**2

print("plinie")
for x in range(0, 9):
    print(f"{x},{f(x)}")
```

Die Ausgabe des Programms können wir dann ganz einfach durch „Copy and Paste“ in den Befehlseingabebereich von BricsCAD einfügen (Abb. 228).

```
plinie
0,0.0
1,1.75
2,3.0
3,3.75
4,4.0
5,3.75
6,3.0
7,1.75
8,0.0
```

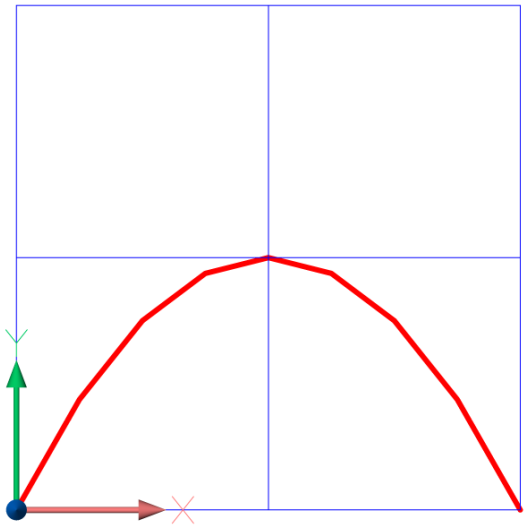


Abb. 228: Eine Parabel aus fünf Zeilen Python

Perfekt wäre es, wenn wir das CAD-Programm gar nicht verlassen müssten, um unser Python-Programm zu starten. Leider ist die Integration von Python in BricsCAD selbst noch nicht so weit, dass man damit bereits interaktiv konstruieren könnte.

Klassischerweise verwenden BricsCAD und AutoCAD zur Erweiterung der Programmfunktionen eine Variante der Sprache Lisp, eine der ältesten Programmiersprachen überhaupt[1]. Der große Vorteil von Lisp ist, dass wir damit den Befehlsumfang des CAD-Programms erweitern können und uns so beispielsweise einen eigenen Befehl **PARABEL** definieren können, der im Programm interaktiv abläuft.

```
; PARABEL.LSP Copyright (c) 1988, 2022 by Martin Vogel
;
; Zeichnet eine quadratische Parabel
;
; Wahlweise kann die Parabel durch drei Punkte bestimmt werden oder durch
; die Angabe von zwei Punkten und der Tangente im Startpunkt.
; Die Parabelgleichung wird im Textfenster von AutoCAD ausgegeben.

(DEFUN C:Parabel (/ OM p0 p02 p1 p12 pm xm ym pm2 t0 w a b c d n x dx
Befehle)
  (setVAR "CmdEcho" 0)
  (initGET 7)
  (setQ p0 (getPOINT "\nAnfangspunkt: "))
  (setQ x (car p0))
  (setQ p1 (getPOINT "\nEndpunkt: "))
  (initGET 7 "T t S s")
  (setQ pm (getPOINT "\nTangentenrichtung, Stich oder <Hilfspunkt>"))
  (IF (or (eq pm "t") (eq pm "T"))
      (PROGN
        (setQ t0 (/ (sin (setQ w (getangle p0 "\nTangentenrichtung: ")))
                    (cos w)))
        (setQ c (- (car p1) x))
        (setQ a (/ (- (cadr p1) (* t0 c) (cadr p0)) (* c c)))
        (setQ b (- t0 (* 2 a x)))
        (setQ c (+ (cadr p0) (* a x x) (- (* t0 x)))))
      (PROGN
        (IF (or (eq pm "s") (eq pm "S"))
```

1 Lisp gibt es seit 1958. Damals waren Computer noch aus Vakuumröhren und handgefädelten Kernspeichern aufgebaut. Die seltsamen Befehle „car“ und „cdr“ in Lisp-Programmen sind tatsächlich Bezeichnungen für Register des Großrechners IBM 704, für den der erste Lisp-Interpreter entwickelt wurde (https://de.wikipedia.org/wiki/IBM_704). Seit 1986 gehört der Lisp-Dialekt AutoLISP zum Lieferumfang des CAD-Programms AutoCAD.

```
            (setQ pm (LIST (/ (+ x (car p1)) 2)
                           (+ (/ (+ (cadr p0) (cadr p1)) 2)
                              (getREAL "Stich: "))))
      (setQ p02 (* x x))
      (setQ pm2 (* (car pm) (car pm)))
      (setQ p12 (* (car p1) (car p1)))
      (setQ D
       (- (+ (* p02 (car pm)) (* x p12) (* pm2 (car p1)))
          (+ (* p12 (car pm)) (* (car p1) p02) (* pm2 x))))
       (setQ a  (/ (- (+ (* (cadr p0) (car pm))
                         (* x (cadr p1))
                         (* (cadr pm) (car p1)))
                      (+ (* (cadr p1) (car pm))
                         (* (car p1) (cadr p0))
                         (* (cadr pm) x)))
                   D))
       (setQ b  (/ (- (+ (* p02 (cadr pm))
                         (* (cadr p0) p12)
                         (* pm2 (cadr p1)))
                      (+ (* p12 (cadr pm))
                         (* (cadr p1) p02)
                         (* pm2 (cadr p0))))
                   D))
       (setQ c  (/ (- (+ (* p02 (car pm) (cadr p1))
                         (* (car p0) (cadr pm) p12)
                         (* (cadr p0) pm2 (car p1)))
                      (+ (* p12 (car pm) (cadr p0))
                         (* (car p1) (cadr pm) p02)
                         (* (cadr p1) pm2 (car p0))))
                  D))))
(WRITE-LINE (StrCat "\nParabelgleichung: " (rtos a 2) "*x**2 + "
                    (rtos b 2) "*x + " (rtos c 2)))
(initGET 7)
(setQ n (getINT "\nAnzahl der Teilstuecke: "))
(setQ dx (/ (- (car p1) x) n))
(setQ Befehle '(COMMAND "PLINIE" p0))
(REPEAT n (setQ Befehle
          (APPEND Befehle
                  (LIST(LIST 'QUOTE
                             (LIST (setQ x (+ x dx))
                                   (+ (* a x x) (* b x) c)))))))
(setQ Befehle (APPEND Befehle '("")))
(setQ OM (getvar "OSMODE"))
(setVAR "OSMODE" 0)
(EVAL Befehle)
(COMMAND "PEDIT" "L" "A" "X")
```

```
  (setVAR "OSMODE" OM)
  (TERPRI)
)
```

Das Programm oben könnten wir beispielsweise als Datei „Parabel.lsp“ speichern und mit dem Befehl **APPLOAD** in BricsCAD laden (Abb. 229). Wenn wir dabei ein Häkchen bei der Option „AutoLaden“ setzen, erfolgt das Laden automatisch bei jedem Programmstart von BricsCAD, sodass uns der Befehl **PARABEL** von nun an immer zur Verfügung steht.

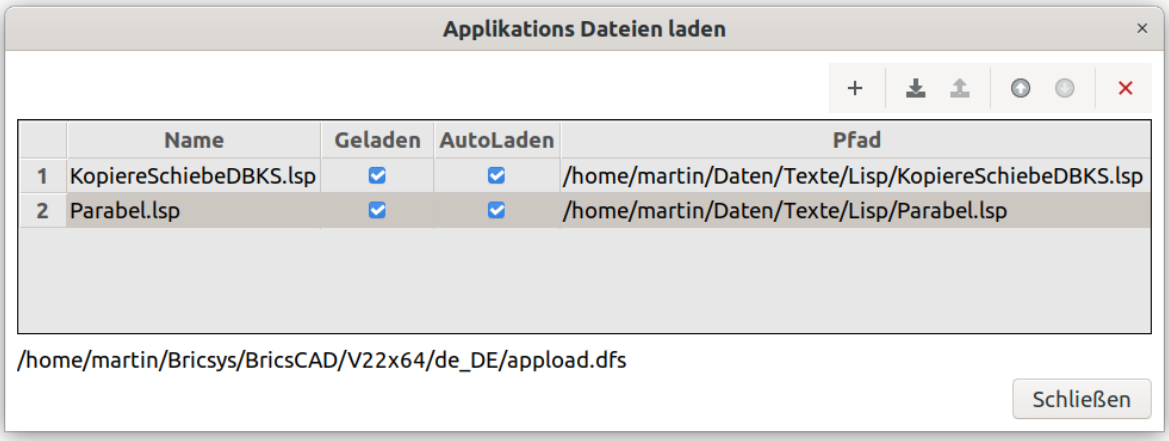


Abb. 229: Dialog APPLOAD

3 Anhang

3.1 Häufige Fehler

Was ging schief?	Ursache, Behebung
Linien und Objekte, die auf dem Bildschirm sichtbar sind, fehlen auf ausgedruckten Zeichnungen und in erzeugten PDF-Dateien.	Meistens befinden diese sich versehentlich auf Layern, denen das Attribut „nicht drucken“ zugewiesen wurde. Suchen Sie mal in der Layerliste des Zeichnungsexplorers nach durchgestrichenen Druckersymbolen. Wenn im Layout ganze Ansichtsfenster leer bleiben oder schwarz ausgefüllt werden, kann das daran liegen, dass BricsCAD beim Versuch, besonders aufwendige visuelle Stile zu rendern, der Speicher ausging. Beenden Sie andere Programme, vor allem den speicherhungrigen Webbrowser, verwenden Sie für 2D-Schnitte in Ansichtsfenstern den Stil „2D-Drahtmodell“ und schalten Sie die perspektivische Darstellung aus. Falls überhaupt nur wenige Elemente zu sehen sind, überprüfen Sie einmal, ob diese vielleicht noch in der Zeichnung als „ausgewählt“ dargestellt wurden und beenden Sie die Auswahl mit Esc.
In der erzeugten PDF-Datei werden Texte falsch dargestellt oder durch Folgen schwarzer Punkte ersetzt. Alle Layerinformationen sind verschwunden und ich kann die PDF-Datei in keinem Programm als Vektorgrafik importieren.	Verwenden Sie niemals den „Microsoft Print to PDF Druckertreiber“, um eine PDF-Datei zu erstellen, sondern nutzen Sie die in Ihr Anwendungsprogramm integrierte PDF-Export-Funktion.

Die Seitenränder in der PDF-Datei sind viel zu klein und der Maßstab passt auch nicht.	Deaktivieren Sie in den PDF-Exportoptionen die Einstellung „PDF Zoom zu Grenzen“!
Im Layoutbereich ist so ein gestricheltes Rechteck und in der PDF-Datei fehlen Striche am Rand.	Wählen Sie ein Seitenformat ohne unbedruckbaren Seitenrand. Nach Einstellung der Druckerkonfiguration „Print As PDF.PC3“ finden Sie ganz oben in der überlangen Papiergrößenliste die randlosen DIN-Blattformate „A0“ bis „A5“.
Das Programm wird plötzlich unerträglich langsam, obwohl die Zeichnung nur aus ein paar hundert Elementen besteht.	Es scheint insbesondere bei Verwendung hochauflösender Monitore Probleme mit Grafikkarten zu geben, deren Speicher zu knapp bemessen ist. Durch Verkleinerung des Programmfensters lässt sich das Problem eventuell abmildern. Als grobe Faustregel kann man sagen, dass für jedes Bildschirmpixel des 3D-Modellbereichs mindestens 1000 Byte VRAM auf der Grafikkarte vorhanden sein sollten.
Der Zeichnungsexplorer ist nur noch eine leere graue Fläche!	Das passiert recht schnell, wenn man versehentlich nach dem Aufruf des Zeichnungsexplorers nur eines seiner Unterpanels schließt, aber nicht den ganzen riesigen Dialog. Im Menü „Einstellungen“ des Zeichnungsexplorers finden Sie zu Ihrer Rettung den Menüpunkt „Vorgabelayout wiederherstellen“.

Schräge Linien werden bei mir als Treppen dargestellt, Text besteht aus kleinen Blöckchen.	Setzen Sie die Variable **ANTIALIASSCREEN** auf einen größeren Wert als 1 und/oder verwenden Sie einen anderen visuellen Stil als „2D-Drahtmodell“.
Die Buchstaben in den erzeugten PDF-Dateien sind nur als Umrisse zu sehen, obwohl die Variable **TEXTFILL** den Wert **1** hat.	Die Plotoption „Papierbereichsobjekte ausblenden“ im Dialog zur Seiteneinrichtung darf nicht aktiviert sein, wenn sich Text im Papierbereich befindet.
Die Funktion **DIFFERENZ** ist kaputt! Die beiden Volumenkörper sehen genauso aus wie vorher!	Normalerweise wird der Körper, der abgezogen wird, aus der Zeichnung entfernt. Wenn jedoch die Variable **DELETETOOL** den Wert **0** oder **AUS** hat, wird zwar das entsprechende Stück vom zuerst gewählten Körper abgezogen, der abzuziehende Körper bleibt jedoch in der Zeichnung. Die Körper, die sich zuvor durchdrungen haben, berühren sich jetzt nur noch. Von außen ist der Unterschied in den meisten visuellen Stilen nicht erkennbar. Im Drahtmodell- oder Röntgenmodus sieht man den Unterschied aber.
Meine Zeichnung ist weg, die Werkzeugleiste enthält komische Icons und es wird nur noch ein einziger Block angezeigt!	Willkommen im Blockeditor. Sie haben vermutlich gerade einen Block doppelgeklickt. Geben Sie zu Ihrer Erlösung das Zauberwort **BSCHL** ein und lesen Sie Kapitel 2.10.1 dieses Skripts noch einmal durch.
In der Multifunktionsleiste sind ganz viele Icons ausgegraut und nicht mehr anwählbar!	Vermutlich haben Sie etwas in die Suchbox oben rechts eingetippt. Jetzt werden nur noch die dazu passenden Icons angezeigt. Löschen Sie den Text, um wieder die ganze Multifunktionsleiste nutzen zu können.

Das BlickVon-Widget ist plötzlich verschwunden!	Überprüfen Sie die Variable **BLICKVON**. Diese sollte den Wert **EIN** besitzen. Falls sie diesen Wert hat, versuchen Sie einmal, das Programmfenster zu verkleinern und dann wieder zu maximieren. Das BlickVon-Widget ist für das Betriebssystem kurioserweise ein eigenes Programmfenster und gerät unter seltenen Umständen hinter das Hauptfenster des Programms.
Der Befehlseingabebereich ist nicht mehr da!	Drücken Sie Strg-9.
Die Multifunktionsleiste ist weg!	Drücken Sie Strg-F2.
Beim Bemaßen des Modells in einem Ansichtsfenster des Layoutbereichs werden falsche Maße angezeigt. Außerdem ist die Bemaßung nicht assoziativ.	Wenn kein Objektfang aktiv ist, werden im Layoutbereich nur die Millimeter auf dem Papier in die Maßketten eingetragen. Wenn das Problem trotz Objektfang weiter besteht, ist in dem betroffenen Ansichtsfenster wahrscheinlich die perspektivische Darstellung aktiviert. Schalten Sie sie über das Eigenschaftenpanel, das BlickVon-Widget oder mit dem Befehl PERSPECTIVE aus. Siehe Kapitel 2.4.3.
Meine extrudierte Polylinie ist ein Gitterzaun und kein Volumenkörper.	Sie war nicht geschlossen.
BricsCAD ignoriert sämtliche Befehle zur Zeichenreihenfolge. Ich kann keine Flächen nach vorne oder hinten legen.	Diese Befehle funktionieren ausschließlich im visuellen Stil „2D-Drahtmodell“. In allen anderen visuellen Stilen sollte besser mit echten 3D-Koordinaten gearbeitet werden.

Anstelle der untergelegten Rastergrafiken wird nur noch ein leeres Rechteck angezeigt. Die Grafikdatei wird aber im Zeichnungsexplorer als vorhanden angezeigt.	Das passiert wiederholbar, wenn der Pfadname der eingebundenen Grafikdatei oder der einbindenden Zeichnungsdatei nicht-ASCII-Zeichen enthält. Anscheinend ist BricsCAD hier nicht durchgängig zur Verarbeitung von Unicode-Zeichen fähig. Anstelle von "Lagepläne – Aufmaß „Müller“ ☺" sollten Sie besser Namen wie "Lageplaene_Aufmass_Mueller" vergeben. Grundsätzlich sind Sie auf der sicheren Seite, wenn Sie für Datei- und Verzeichnisnamen nur die Buchstaben von A bis Z, den Unterstrich und Ziffern verwenden. Achten Sie auch auf die Namen übergeordneter Verzeichnisse!

3.2 Schneller mit der Tastatur

Multifunktionsleisten, Werkzeugkästen und Menüs erleichtern den Einstieg in ein Programm, zum täglichen Arbeiten lohnt es sich jedoch, den oft viel schnelleren Weg über die Tastatur zu kennen. Wir unterscheiden hier die direkte Steuerung mit Abkürzungstasten, oft sind das Funktionstasten oder Tastenkombinationen, und Kurzbefehlen, die in den Befehlseingabebereich des Programms eingegeben werden.

3.2.1 Abkürzungstasten (Hotkeys)

Tasten-kombination	Funktion
F1	Öffnet die Hilfe-Webseite.
F2	Eingabeprotokollfenster anzeigen/verbergen
⇧ F2 Strg 9	Befehlszeile an/aus
F3 Schalter OFANG	2D-Objektfang an/aus
⇧ F3	Statusleiste an/aus
F4 Strg T	Schaltet den Tablettmodus[1] um.
Alt F4 Strg Q	Beendet das Programm.
F5 Strg E	Legt die **ISOEBENE** fest, falls Sie vorhaben sollten, im 2D-Modus Isometrien zu zeichnen. Funktioniert nur, wenn der Fangstil von rechtwinklig auf isometrisch umgestellt wird (**SNAPSTYL 1**).

1 Der Tablettmodus hat nichts mit unseren modernen Tablet-PCs zu tun. Als vor einem Vierteljahrhundert zu jedem anständigen CAD-Arbeitsplatz ein großes Digitalisiertablett im A2-Format gehörte, die Bildschirmauflösung der massigen Röhrenmonitore aber nach heutigen Maßstäben mitleiderregend gering war (oft nur 0,8 Megapixel), nutzte man die Möglichkeit, auf dem Tablett ein ausgedrucktes Werkzeugkasten-Menü zu befestigen und dieses, mithilfe eines speziellen mausähnlichen Eingabegeräts mit Fadenkreuzlupe, anstelle der kostbaren Bildschirmfläche zur Befehlseingabe zu verwenden.

Tasten-kombination	Funktion
F6 Schalter DBKS	Dynamisches BKS an/aus
F7 Strg G Schalter RASTER	Rasteranzeige an/aus
F8 Strg L Schalter ORTHO	Orthomodus (90°-Sperre) an/aus
F9 Strg B Schalter FANG	Fangmodus an/aus (Wirkung nur bei fest eingestelltem Fangwert)
F10 Schalter POLAR	Polare Fangwinkel an/aus
F11 Schalter OTRACK	Objektfangspur an/aus.
F12 Schalter QUAD	Quad-Cursormenü an/aus
Strg 1 Strg ⇧ P	Eigenschaftenpanel an/aus. Die Tastenkombination ist sinnvoll, um die Zeichenfläche schnell zu vergrößern. Damit das funktioniert, darf jedoch kein anderes als das Eigenschaftenpanel angezeigt werden und auch die senkrechte Panelleiste am rechten Rand darf nicht vorhanden sein.
Strg 2	Öffnet den Zeichnungsexplorer.

Tasten-kombination	Funktion
Strg 9 ⇧ F2	Befehlszeile an/aus
Strg 0	Führt die Befehle **BILDSCHBEREIN** zur Maximierung der Zeichenfläche und **BILDSCHBERAUS** zur Wiederherstellung der Menüs und Werkzeugkästen aus. Welche Elemente umgeschaltet werden, lässt sich mit der Variable **CLEANSCREENOPTIONS** einstellen.
Strg A	Wählt alle Objekte aus.
Strg C	Kopiert die Auswahl in die Zwischenablage.
Strg ⇧ C	Kopiert die Auswahl mit einem Basispunkt.
Strg F	Öffnet den Suchen/Ersetzen-Dialog.
Strg H	Schaltet die Möglichkeit um, in Gruppen Einzelobjekte zu wählen.
Strg I	Schaltet die Koordinatenanzeige in der Statusleiste um: aus / an / Polarkoordinaten / Geokoordinaten (Variable **COORDS**)
Strg J Strg M Eingabetaste Leertaste rechte Maustaste	Wiederholt den letzten Befehl, wenn gerade kein anderer Befehl aktiv ist.
Strg K	Bearbeitet den Hyperlink eines Objektes. Sie können jedes Objekt Ihrer Zeichnung anklickbar machen und mit einer beliebigen Webseite oder herunterladbaren Datei verknüpfen.
Strg N	Beginnt eine neue Zeichnung.

Tasten-kombination	Funktion
Strg O	Öffnet eine vorhandene Zeichnung.
Strg P	Plottet bzw. druckt die aktuelle Zeichnung.[1]
Strg R	Schaltet im Layout zum nächsten Ansichtsfenster um.
Strg S	Speichert die aktuelle Zeichnung unter dem zugewiesenen Namen.
Strg ⇧ S	Speichert die aktuelle Zeichnung unter einem neuen Namen.
Strg V	Fügt den Inhalt der Zwischenablage in die Zeichnung ein.
Strg ⇧ V	Fügt den Inhalt der Zwischenablage als neuen Block ein.
Strg X	Verschiebt die Auswahl in die Zwischenablage.
Strg Y	Macht die letzte Aktion doch nicht rückgängig.
Strg Z	Macht die letzte Aktion rückgängig.
Esc	Bricht den laufenden Befehl ab.
Bild ↓	Blättert die Ansicht eine Bildschirmseite nach unten.
Bild ↑	Blättert die Ansicht eine Bildschirmseite nach oben.
⇧←	Blättert die Ansicht eine Bildschirmseite nach links.
⇧→	Blättert die Ansicht eine Bildschirmseite nach rechts.
↑	Trägt vorherigen Befehlsnamen in die Befehlszeile ein.

1 Plotter unterschieden sich früher von Druckern dadurch, dass sie mit Stiften Vektorgrafiken auf Papier zeichneten, wogegen Drucker Texte und später flächige Rastergrafiken ausgaben. Inzwischen wurden Stiftplotter komplett durch Großformatdrucker abgelöst, die aber weiterhin „Plotter“ genannt werden, wenn man mit ihnen auch Bauzeichnungen ausdruckt.

Tasten-kombination	Funktion
↓	Trägt nächsten Befehlsnamen in die Befehlszeile ein.

3.2.2 Kurzbefehle

Einige häufig benutzte Befehle haben zusätzlich zu ihrem gelegentlich recht langen Namen einen Alias-Namen, der nur aus ein bis drei Buchstaben besteht. Dadurch sind diese Befehle über die Tastatur oft schneller aufrufbar als über die grafische Oberfläche.

Die folgende Tabelle enthält eine Auswahl mit besonders häufig benötigten Kurzbefehlen.

Kurzbefehl	Funktion
AB	**ABSTAND** ermittelt den räumlichen Abstand zwischen den beiden nächsten angeklickten Punkten.
AO	**APPLOAD** lädt externe Befehle aus Lisp-Programmdateien (Kapitel 2.14.8).
AS	**ANSICHT** lädt oder speichert die Kamera- und Zielpunkte benannter räumlicher Ansichten auf das Modell (Kapitel 2.5.5).
B	**BOGEN** zeichnet einen Bogen (Kapitel 2.3.7).
BA	**BASIS** erfragt den Basispunkt der aktuellen Zeichnung zum späteren Einfügen in andere Zeichnungen (Kapitel 2.10.1).
BB	**BEMBOGEN** bemaßt die Länge eines Bogens (Kapitel 2.7.3).
BBA	**BEMBASISL** startet eine Basislinienbemaßung (Kapitel 2.7.3).
BDU	**BEMDURCHM** erzeugt eine Durchmesserbemaßung (Kapitel 2.7.3).
BK	**EXPBKS** zeigt im Zeichnungsexplorer die definierten Benutzerkoordinatensysteme an (Kapitel 2.7.2).
BKS	Definiert ein Benutzerkoordinatensystem (Kapitel 2.7.2).

Kurzbefehl	Funktion
BL	**BLOCK** erzeugt einen neuen benannten Block (Kapitel 2.10.1).
BST	**BEMSTIL** zeigt im Zeichnungsexplorer die verfügbaren Bemaßungsstile an (Kapitel 2.7.3).
DE	**DEHNEN** verlängert lineare Elemente (Kapitel 2.9.8).
DH	**DREHEN** dreht Objekte in der x-y-Ebene um einen Punkt (Kapitel 2.9.2).
DI	**DIFFERENZ** zieht zwei Regionen oder Volumenkörper voneinander ab (Kapitel 2.8.5).
E	**EIGENSCHAFTEN** zeigt das Eigenschaften-Panel an.
EIN	**EINFÜGE** fügt einen Block oder eine andere Zeichnung ein (Kapitel 2.10.1).
EX	**EXTRUSION** erzeugt einen Volumenkörper aus einem Profil (Kapitel 2.8.6).
FA	**FASE** verbindet zwei Linien mit einer Fase (Kapitel 2.9.15).
FL	**FLÄCHE** ermittelt den Flächeninhalt eines Objekts oder Polygons in der x-y-Ebene.
GP	**GRUPPE** öffnet den Dialog zur Objektgruppierung (Kapitel 2.5.3).
GS oder **SCH**	**SCHRAFFUR** erlaubt das Schraffieren von Flächen in der x-y-Ebene (Kapitel 2.11). Merkhilfe: GS steht für Grenzschraffur.
ID	Gibt die Koordinaten des nächsten angeklickten Punkts zurück.
K	**KREIS** zeichnet einen Kreis (Kapitel 2.3.8).
KA	**KAPPEN** zerschneidet einen Volumenkörper (Kapitel 2.14.4).
KE	**KEIL** konstruiert einen Keil (Kapitel 2.7.1).
KO	**KOPIEREN** erzeugt Kopien der markierten Objekte (Kapitel 2.3.12).
L	**LINIE** zeichnet eine Linie (Kapitel 2.3.1).

Kurzbefehl	Funktion
LA	**LAYER** zeigt das Layer-Panel an (Kapitel 2.5.4).
LÄ	**LÄNGE** ändert die Länge eines Objekts (Kapitel 2.9.14).
LS	**LISTE** gibt eine Liste mit Objekteigenschaften aus.
MAT	**MATBROWSERÖFFN** zeigt das Panel mit den Rendermaterialien an (Kapitel 2.13.5).
MF	**MFÜHRUNG** legt eine Führungslinie mit Mehrzeilentext an.
ML	**MLINIE** zeichnet eine Multilinie (Kapitel 2.3.5).
MT oder **T**	**MTEXT** legt einen mehrzeiligen Text an (Kapitel 2.6.3).
OF	**OFANG** öffnet die Objektfangeinstellungen (Kapitel 2.2.7).
OO	**HOPPLA** macht die letzte Löschaktion (nicht den letzten Befehl!) rückgängig.
P	**PAN** erlaubt es, auch ohne mittlere Maustaste den Bildschirminhalt zu verschieben (Kapitel 2.2.4).
PE	**PEDIT** dient zum Bearbeiten von Polylinien (Kapitel 2.3.6).
PG	**POLYGON** zeichnet ein regelmäßiges Vieleck (Kapitel 2.3.9).
PL	**PLINIE** beginnt eine neue Polylinie (Kapitel 2.3.6).
RE	**RECHTECK** zeichnet ein Rechteck in der x-y-Ebene (Kapitel 2.3.9).
RG	**REGEN** baut die Bildschirmdarstellung neu auf.
RH	**REIHE** ordnet Objekte regelmäßig an (Kapitel 2.10.2).
RS	**RECHTSCHREIBUNG** überprüft Texte auf unbekannte Wörter.
S	**SCHIEBEN** verschiebt Objekte entlang eines Vektors (Kapitel 2.3.11).
SF	**SFÜHRUNG** legt eine Führungslinie mit Einzeilentext an.
TB	**TABELLE** legt eine Texttabelle an. Die Daten können aus einer CSV-Datei gelesen werden.
UM	**UMGRENZUNG** findet die Umgrenzung einer Fläche und er-

Kurzbefehl	Funktion
	zeugt daraus eine Polylinie (Kapitel 2.11.1).
UR oder **X**	**URSPRUNG** sprengt zusammengesetzte Objekte in einfachere Objekte auf.
V	**VARIA** ändert die Größe von Objekten (Kapitel 2.9.7).
VA	**VORANSICHT** erzeugt eine Druckvorschau mit der aktuellen Seiteneinstellung (Kapitel 2.2.3).
VB	**VERBINDEN** verbindet lineare Objekte zu einer Polylinie (Kapitel 2.9.3).
VS	**VERSETZ** erzeugt parallele Linien zu Grenzkanten (Kapitel (Kapitel 2.9.4).
W	**WBLOCK** schreibt Teile der Zeichnung in eine neue DWG-Datei (Kapitel 2.10.1).
WE	**WERKZEUGKASTEN** zeigt einen Werkzeugkasten an, dessen Namen Sie kennen, oder pflastert die Programmoberfläche mit allen vorhandenen Werkzeugkästen zu, wenn Sie die Frage leichtsinnig mit der Eingabetaste beantworten (Kapitel 2.2).
Z	Macht den letzten Befehl rückgängig.
ZE	**ZEIT** gibt Auskunft über die für die aktuelle Zeichnung benötigte Bearbeitungszeit.
ZL	**ZENTRUMSLINIE** zeichnet eine neue Linie mittig zwischen zwei andere, annähernd parallele Linien.
ZM	**ZENTRUMSMARKIERUNG** fügt eine kreuzförmige Markierung im Mittelpunkt eines Bogens oder Kreises ein.
ZO	**ZOOM** ist der Textbefehl zum Ersatz des Scrollrads (Kapitel 2.2.4).

3.3 Bewegung im Raum

Zum freien räumlichen Bewegen der Bildschirmansicht und zum Bewegen der imaginären Kamera im Raum gibt es eine Vielzahl von Tastenkombinationen. In der folgenden Tabelle stehen LT, MT und RT für das Drücken der linken, mittleren und rechten Maustaste. Der geschlängelte Pfeil ⇝ symbolisiert eine Bewegung der Maus.

Zoomen der Bildschirmansicht

Maus-/Tastatur-kombination	Funktion
Scrollrad	Schnelles Zoomen der Ansicht. Die Standardschrittweite beim Drehen des Mausrades ist recht grob. Dadurch lassen sich schnell Ansichtsänderungen über mehrere Größenordnungen vornehmen. Durch Verkleinerung des Wertes der Variable **ZOOMFACTOR** auf einen Wert von vielleicht 10 ist eine weichere Bewegung möglich. Mögliche Werte liegen zwischen 3 (sehr fein) und 100 (sehr grob). Wer abwechselnd an Apple-PCs und anderen Rechnern arbeitet, möchte vielleicht die Zoomrichtung beim Drehen des Mausrades vereinheitlichen. Durch Ändern des Werts der Variable **ZOOMWHEEL** von 0 auf 1 oder umgekehrt kehrt sich die Wirkungsrichtung um.
Strg ⇧ LT ⇝	Auch ohne Scrollrad ist ein feinstufiges Zoomen möglich.
Doppelklick MT	Zoom zu Grenzen. Alle Objekte, die sich nicht auf gefrorenen Layern befinden, werden optimal auf Bildschirmgröße gezoomt.

Verschieben der Bildschirmansicht

Maus-/Tastatur-kombination	Funktion
MT ⇝	Die Pan-Funktion verschiebt die Bildschirmansicht parallel zur Bildschirmfläche. Einige Mäuse besitzen am Mausrad zusätzlich zur mittleren Maustaste weitere Schalter, die bei seitlichem Druck auf das Rad auslösen. Dabei wird die Ansicht bei jedem Klick um die Hälfte verkleinert oder aufs Doppelte vergrößert. Das kann beim versehentlichen Auslösen während des Verschiebens irritierend sein.
Strg ⇧ RT ⇝	Wer keine Maus mit mittlerer Taste zur Hand hat, kann hilfsweise die rechte Maustaste verwenden, um die Pan-Funktion einzusetzen.

Drehen der Bildschirmansicht

Maus-/Tastatur-kombination	Funktion
Strg ⇧ MT ⇝	Freies Drehen um den Punkt, der beim Drücken der mittleren Maustaste unter dem Cursor liegt.
⇧ MT ⇝	Eingeschränktes Drehen um den Punkt, der beim Drücken der mittleren Maustaste unter dem Cursor liegt. Bei rein horizontalen Bewegungen der Maus behält die z-Achse ihre Richtung im Raum bei.
Strg RT ⇝	Freies Drehen um eine senkrecht zum Bildschirm stehende Achse.

Kamerabewegungen

Maus-/Tastatur-kombination	Funktion
Strg MT ⇝	Drehen der (imaginären) Kamera in alle Richtungen.
Strg ↑	Ein Schritt vor.
Strg ↓	Ein Schritt zurück.
Strg ←	Ein Stück nach links wenden.
Strg →	Ein Stück nach rechts wenden.
Alt LT ⇝	Kamera kontinuierlich vor und zurück bewegen und Blick nach links und rechts wenden.
Alt LT	Die letzte Tastenkombination ist auch ohne Bewegung der Maus sinnvoll, weil man so mit einem Klick den Horizont sauber ausrichten kann.
Alt MT ⇝	Kamera kontinuierlich auf und ab bewegen und seitlich nach links und rechts gleiten.

Bei einigen dieser Tastenkombinationen schaltet BricsCAD automatisch in die perspektivische Ansicht. Wenn Sie eigentlich auf einer einheitlich weißen (oder schwarzen) Zeichenfläche arbeiten und diese plötzlich grau wird und sich darüber ein blauer Himmel öffnet, haben Sie[1] vermutlich versehentlich eine der Tastenkombinationen oben ausgelöst. Nach einem Rechtsklick auf das BlickVon-Widget können Sie die perspektivische Darstellung wieder deaktivieren.

Die BricsCAD-Hilfe führt weitere Tastenkombinationen auf, deren Funktion ich jedoch nicht unter allen Betriebssystemen verifizieren konnte.

1 … oder Ihre Katze …

3.4 Indexfarben

Die Zahl der verfügbaren Farben wurde in der langen Geschichte von BricsCADs Vorbild AutoCAD mehrfach erhöht. Ursprünglich kannte das Programm nur sieben verschiedene Farben und konnte schwarz und weiß nicht unterscheiden, später wurde die Palette auf 247 vordefinierte Farbwerte erhöht und heute unterstützen BricsCAD und AutoCAD sogenannte RGB-Echtfarben, die sich aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau in jeweils 256 Abstufungen zusammensetzen.

3-Bit-Palette

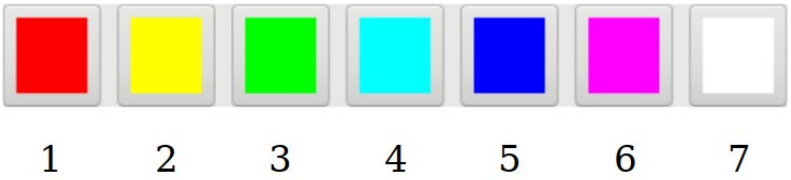


Abb. 230: Farben 1–7

Als die erste Farbpalette mit lediglich sieben Farbwerten in den 1980er Jahren für AutoCAD definiert wurde, war der Bildschirmhintergrund aufgrund technischer Unzulänglichkeiten grundsätzlich schwarz und alle in schwarzer Farbe aufs Papier zu bringenden Linien auf dem Bildschirm hell. Seitdem sind schwarz und weiß für AutoCAD dasselbe und die Farbnummer 7 bedeutet je nach Zusammenhang „schwarz“ oder „weiß“. BricsCAD hat diese historische Doppelbezeichnung von AutoCAD übernommen.

Die sieben Indexfarben der 3-Bit-Palette sind die einzigen Farbwerte in BricsCAD, die über ihre (englischsprachigen) Farbnamen angesprochen werden können: „red“ (1), „yellow“ (2), „green“ (3), „cyan“ (4), „blue“ (5), „magenta“ (6) und „white“ bzw. „black“ (7).

8-Bit-Palette

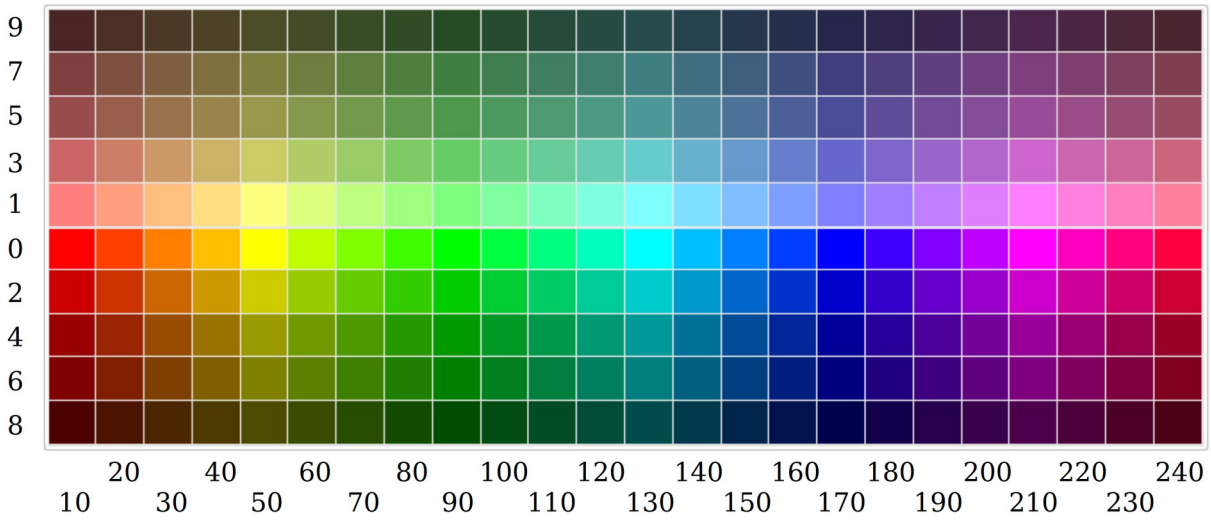


Abb. 231: Indexfarben 10–249

Die Farbnummer der später zu AutoCAD hinzugekommenen 8-Bit-Palette entspricht der Summe des Zeilen- und Spaltenwertes des jeweiligen Farbfeldes in Abb. 231. Die Farben der 3-Bit-Farbnummern 1–6 sind auf den Positionen 10, 50, 90, 130, 170 und 210 noch einmal zu finden.

Grauwerte



Abb. 232: Grauwerte der Indexfarben

Ein paar Grauwerte wurden auf die letzten 8 freien 8-Bit-Indexnummern aufgeteilt. Die höchste mit 8 Bit darstellbare Farbnummer 255 steht dabei für das nun endlich auch unzweideutig vorhandene echte Weiß.

Der einzige nicht für eine Farbe vergebene 8-Bit-Wert 0 steht für den Sonderwert „VonBlock“, der angibt, dass die Farbe eines Zeichnungselements identisch mit der Farbe des Blocks sein soll, in dem dieses Element enthalten ist. Der Sonderwert „VonLayer“ verlässt mit seiner Indexnummer 256 skurrilerweise den 8-Bit-Bereich.

Echtfarben

Für immer mehr Farbeinstellungen können in den letzten Programmversionen Echtfarben anstelle der eingeschränkten Indexfarben verwendet werden. Diese setzen sich aus je einem 8-Bit-Wert für die drei additiven Grundfarben Rot, Grün und Blau zusammen. Eine Farbe wird dann über das jeweilige RGB-Tupel definiert, z. B. **`226,0,26`** für das legendäre BO-Rot. Alternativ wird gelegentlich auch der entsprechende Hex-Wert (hier **`#E2001A`**) angezeigt.

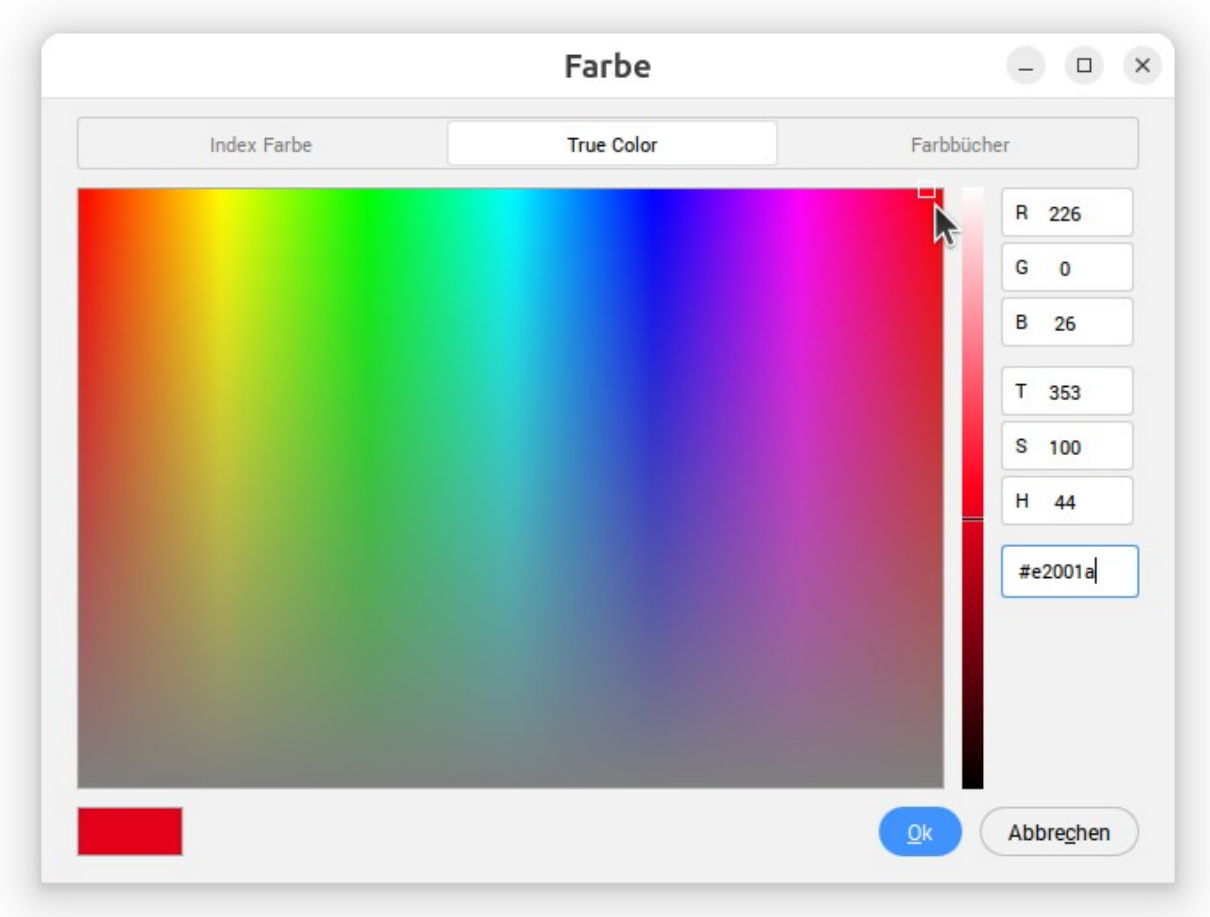


Abb. 233: Wahl eines Echtfarbwertes

In Befehlsskripten und im Befehlseingabereich werden Echtfarben im Format „RGB:Rotwert,Grünwert,Blauwert“ eingegeben, also beispielsweise **`RGB:226,0,26`**. Es ist darauf zu achten, dass keine Leerzeichen in diesem Ausdruck enthalten sein dürfen.

3.5 Zeichnungs- und Programmvariablen

In der folgenden Liste finden Sie eine kleine Auswahl der von BricsCAD verwendeten Variablen, mit denen Sie die Eigenschaften einer Zeichnung oder das Verhalten des Programms beeinflussen können. Die Spalte „Typ“ gibt an, ob es sich um eine Programmvariable handelt, die zeichnungsübergreifende Wirkung hat (P), eine Arbeitsbereichsvariable, die nur im aktuellen Arbeitsbereich gilt (A), oder eine Zeichnungsvariable, die in der gerade geöffneten DWG-Datei gespeichert wird (Z). In der Spalte „Kap.“ ist ein Link auf das Kapitel dieses Skripts, in dem die Variable vorgestellt wird.

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
AntiAlias-Screen	P	2.3.13	Je höher der Wert, desto natürlicher wirken schräge Linien auf dem Bildschirm. 1: Grobe, schnelle Darstellung 5: Maximalwert
AutoSnap	P	2.2.7 2.2.8	Hat normalerweise den Wert 127 und entspricht der Summe dieser Objektfangspurverfolgungsmodi: 1: Objektfangmarkierung anzeigen 2: Tooltip-Kurztexte anzeigen 4: Objektfang magnetisch 8: Polare Spurverfolgung 16: Objektspurverfolgung 32: Tooltips für die Spurverfolgungen anzeigen 64: Spurverlängerung vom letzten Punkt aus
BkgColor	P	2.2.1	Hintergrundfarbe des Modellbereichs. Entweder als Indexfarbnummer, Farbname oder RGB-Wert (siehe Kapitel 3.4.
CELTScale	Z	2.3.3	Linientypfaktor für neue Zeichnungsobjekte

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
CleanScreen-Options	P	3.2.1	Legt fest, welche Bildschirmelemente beim Drücken der Tastenkombination Strg 0 bzw. durch den Befehl **BILDSCHBEREIN** ausgeschaltet und **BILDSCHBERAUS** eingeschaltet werden. Die Variable ist die Summe folgender Werte: 1: Registerkartenreiter 2: Andockbare Panels 4: Werkzeugkästen 8: Multifunktionsleiste 16: Befehlseingabebereich 32: Statusleiste 64: Menüleiste (Voreinstellung: 15; 1+2+4+8)
ColorTheme	P	2.2.1	0: Dunkles Farbschema 1: Helles Farbschema
ComponentsPath	P	2.12.4	Das Verzeichnis, in dem BricsCAD Ihre Komponenten und Kategorien aufbewahrt.
CoOrds	P	3.2.1	Steuert die Koordinatenanzeige in der Statusleiste. 0: Koordinaten zeigen immer den zuletzt gewählten Punkt. 1: Koordinaten zeigen die Lage des Mauszeigers an. (Voreinstellung) 2: Bei der Wahl von Punkten, Entfernungen und Winkeln werden Polarkoordinaten angezeigt. 3: Koordinaten in geografischer Form als Breiten- und Längengrad.

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
DeleteTool	A	2.8.5 3.1	0: Zur Differenzbildung von anderen Volumenkörpern abzuziehende Objekte bleiben erhalten. Nur die Körper, von denen abgezogen wird, werden verändert. 1: Die abzuziehenden Objekte werden gelöscht. (Voreinstellung)
DelObj	P	2.8.6	Legt fest, was mit den Ursprungsobjekten erzeugter 3D-Objekte (zum Beispiel Extrusionspfade und -profile) geschieht. 0: Objekte bleiben erhalten 1: Profilobjekte werden gelöscht 2: Alle Ursprungsobjekte werden gelöscht Bei negativen Werten erfolgt vor dem Löschen eine Sicherheitsabfrage.
InsUnits	Z	2.3	Indexzahl der mit dem Befehl **EINHEIT** festgelegten Einfügungseinheit. Häufige Werte: 0: keine Einheit 1: Zoll 4: Millimeter 5: Zentimeter 6: Meter

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
InsUnits-Scaling	P	2.3	0: Keine Einheitenumrechnung beim Einfügen anderer Zeichnungen durch **EINFÜGE** 1: Korrekte Einheitenumrechnung im Modellbereich 2: Korrekte Einheitenumrechnung im Papierbereich 3: Korrekte Einheitenumrechnung in beiden Bereichen (Voreinstellung)
LevelOfDetail	Z	2.13.4	0: Zusammenstellungen (von Wänden und Decken) werden nicht angezeigt. 2: Sie werden angezeigt.
LTScale	Z	2.3.3	Linientypfaktor für die gesamte Zeichnung
MenuBar	P	2.2.2	0: Menüleiste wird versteckt. 1: Menüleiste wird angezeigt.
MirrText	Z	2.9.1	0: Text bleibt nach **SPIEGELN** lesbar. 1: Text wird durch **SPIEGELN** seitenverkehrt.
NavVCube-Display	Z	3.1	0: Das BlickVon-Widget ist ausgeblendet. 3: Das BlickVon-Widget ist sichtbar. Die Werte 1 und 2 werden nur von AutoCAD verwendet und setzen die Sichtbarkeit getrennt für die 2D- und 3D-Darstellung.
Object-IsolationMode	P	2.5.1	0: In frisch geöffneten Zeichnungen gibt es keine ausgeblendeten Objekte. (Voreinstellung) 1: Der beim Speichern vorhandene Ausblendezustand wird beim Öffnen wiederhergestellt.

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
PDFZoomTo-ExtentsMode	P	2.2.3	0: PDF-Dateien werden in korrekter Größe ausgegeben. 1: PDF-Dateien erhalten einen zusätzlichen Rand, verlieren den korrekten Maßstab und zeigen ggf. unerwünschte Objekte. Setzen Sie die Variable wieder auf 0.
PDMode	Z	2.10.4	Bestimmt das Aussehen von Punkt-Objekten. Kurioserweise legt der Wert 1 fest, dass Punkte *nicht* dargestellt werden und der Wert 0, dass sie als einzelner Punkt · angezeigt werden. Andere Symbole entstehen aus der Summe der folgenden Werte: 2: + 3: × 4: ' 32: ○ 64: □
PDSize	Z	2.10.4	Größe von Punkten. Der Wert 0 sorgt für Punktgrößen von 5 % der Höhe der sichtbaren Zeichenfläche. Positive Werte legen die absolute Größe in Zeicheneinheiten fest und negative Werte sind Prozentzahlen relativ zur Größe des Ansichtsfensters.
Perspective	Z	2.4.3	0: Ansicht des Modellbereichs in Parallelprojektion 1: Perspektivische Ansicht des Modellbereichs

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
PickAuto, PickDrag	P	2.5.2	Beide Variablen beeinflussen gemeinsam das Zeichnen von Auswahlrechtecken und Auswahl-Lassos. Besitzt **PickDrag** den Wert 0 und **PickAuto** den Wert 1, so werden nur Auswahlrechtecke verwendet. Die Eckpunkte des Rechtecks müssen einzeln angeklickt werden. (Voreinstellung bis V22) Wenn **PickDrag** den Wert 1 und **PickAuto** den Wert 1 aufweist, dann können die Auswahlrechtecke mit der Maus durch Klicken und Ziehen „aus der Bewegung“ aufgezogen werden. Hat **PickDrag** den Wert 0 und **PickAuto** den Wert 5, so werden Auswahlrechtecke durch separates Klicken zweier Punkte und Auswahl-Lassos durch Klicken und Ziehen aufgezogen. (Voreinstellung ab V23)
PickStyle	P	2.5.3	Steuert die Auswahl von Gruppen und Schraffuren. 0: Angeklickte Objekte werden immer einzeln ausgewählt. 1: Beim Anklicken eines Elements einer Gruppe wird die ganze Gruppe ausgewählt. 2: Beim Anklicken einer Schraffur oder ihrer Umgrenzung wird beides ausgewählt. 3: Option 1 und 2 sind gemeinsam aktiv. Die Tastenkombination Strg-H schaltet zwischen Option 0 und 1 oder zwischen 2 und 3 um.

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
PLineGen	Z	2.3.3	0: Linientypmuster werden in Polylinien so angepasst, dass sie in Knotenpunkten nicht mit einem Leerraum enden. 1: Die Anpassung geschieht nur für die Anfangs- und Endpunkte der gesamten Polylinie.
PolarAddAng	Z	2.2.6	Semikolongetrennte Liste zusätzlicher Polarfangwinkel
PolarAng	Z	2.2.6	0 … 359: Schrittwinkel für das Einrasten des Polarfangs
PSLTScale	Z	2.3.3	0: Linientypfaktor bezieht sich auf den Modellbereich 1: Linientypfaktor bezieht sich auf den Papierbereich
QuadIconSize	P	2.2.2	0 … 1: Setzt die Icongröße des Quads.
Render-Composition-Material	P	2.13.4 2.13.5	0: Materialien von Zusammenstellungen werden nicht dargestellt 1: Materialien werden fotorealistisch dargestellt. Abhängig vom Wert der Variable **LevelOfDetail** werden auch die Materialien der einzelnen Schichten einer Zusammenstellung gezeigt.
RibbonToolSize	P	2.2.2	0 … 2: Setzt die Icongröße der Multifunktionsleiste. Diese Möglichkeit wurde mit BricsCAD V25 abgeschafft.
ScrlHist	P	–	0 … 32767: Legt die maximal anzeigbare Zeilenzahl des mit F2 aufrufbaren Eingabeprotokolls fest. Standardwert: 256

Variable	Typ	Kap.	Bedeutung
SelectionModes	A	2.8.1	Legt fest, was beim Anklicken eines Volumenkörpers ausgewählt wird. Beim Wert 0 werden Volumenkörper immer als Ganzes gewählt. Möglich ist eine Summe aus folgenden Werten: 1: Kanten wählen 2: Flächen wählen 4: Erkannte Grenzen wählen 8: Eckpunkte wählen
SnapMarkerSize	P	2.2.7	Größe der farbigen Objektfangmarkierung. Sollte für hochauflösende Bildschirme auf einen größeren Wert gesetzt werden.
SnapMarker-Thickness	P	2.2.7	Linienstärke der farbigen Objektfangmarkierung.
SplineSegs	Z	2.14.8	−32768 … 32767: Anzahl der Liniensstücke (bei positiven Werten) oder Bogenpaare (bei negativen Werten), mit denen Splinekurven durch Polylinien approximiert werden. Standardwert: 8
SplineType	Z	2.14.8	Legt fest, ob Polylinien durch quadratische oder kubische Splinekurven approximiert werden. 5: quadratisch 6: kubisch Standardwert: 6
StatusBar	P	2.2	0: Statusleiste wird versteckt. 1: Statusleiste wird angezeigt.
VTDuration	P	2.5.5	0 … 5000: Animationsdauer beim Ansichtenwechsel in Millisekunden.
ZoomFactor, ZoomWheel	P	3.3	Stellen Feinheit und Richtung des Zoomens mit dem Mausrad ein. Standardwerte: 40 und 0.

Diese Liste gibt nur eine kleine Auswahl aus den hunderten von Systemvariablen in BricsCAD wieder. Eine vollständige Übersicht finden Sie in der BricsCAD-Systemvariablenreferenz (Kapitel 3.8).

3.6 Schraffurmusterdateien

BricsCAD kann um angepasste Schraffurmuster erweitert werden. Diese werden in kleinen Textdateien beschrieben und in dem Ordner abgelegt, der Ihnen angezeigt wird, wenn Sie in BricsCAD den Befehl **SUPPORTORDNER** eingeben.

Der Name einer Schraffurmusterdatei beginnt immer mit dem Namen des Schraffurmusters und wird um die Dateinamenerweiterung **.pat** ergänzt. Wenn Sie BricsCAD beispielsweise um ein Schraffurmuster für unbewehrten Beton ergänzen möchten, so können Sie die folgenden zwei Zeilen als Datei „unbewehrt.pat“ im Supportordner speichern:

```
*unbewehrt
45, 0,0, 2.5,2.5, 3,-2
```

Wenn der Name hinter dem Sternchen in der ersten Zeile mit dem Dateinamen übereinstimmt, wird das neue Schraffurmuster von BricsCAD beim Anlegen oder Bearbeiten einer Schraffur in der Palette angepasster Schraffurmuster angezeigt.

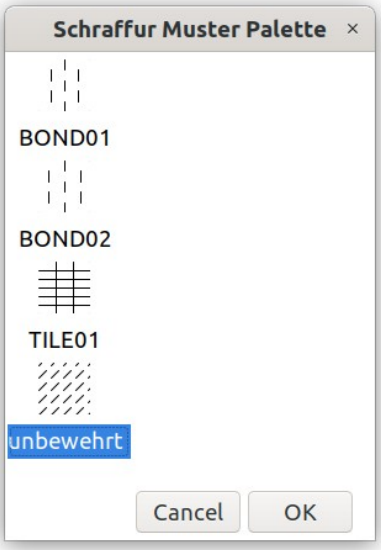


Abb. 234: Liste der mithilfe von PAT-Dateien angepassten Schraffurmuster

Ab der zweiten Zeile stehen in einer PAT-Datei jeweils 5, 7 oder mehr mit Kommas getrennte Zahlenwerte pro Zeile, mit denen die parallel zu wiederholenden Linien des Schraffurmusters definiert werden:

```
*SCHRAFFURNAME
w, x, y, v, a, s, -l
```

w ist der Winkel, in dem die Schraffurlinie gezeichnet werden soll, z. B. 0, 45 oder 90.

Die erste Schraffurlinie beginnt am Punkt ***x***, ***y*** relativ zum Schraffurursprung.

Alle folgenden Schraffurlinien können bei jeder Wiederholung um ***v*** Einheiten in Laufrichtung verschoben werden. Sichtbar ist diese Verschiebung nur bei gestrichelten Linien.

Der Abstand, mit dem die parallelen Schraffurlinien wiederholt werden sollen, ist unter ***a*** einzutragen. Gemessen wird er rechtwinklig zur Schraffurlinie.

Strichlänge ***s*** und Lückenlänge ***l*** bestimmen das Aussehen gestrichelter Linien. Der Lückenlänge ist immer ein Minuszeichen voranzustellen. Es können beliebig viele ***s***-***l***-Paare pro Zeile hintereinanderstehen. Wenn ***s*** und ***l*** in einer Zeile nicht angegeben werden, wird die Linie durchgezogen. Das Versatzmaß ***v*** ist dann ohne Bedeutung.

Ein interaktives Tutorial zum Erstellen eigener Schraffuren finden Sie auf der Webseite https://pattycake.io/docs/d/pat-from-scratch-intro-tutorial.

3.7 Videoverzeichnis

Video 1: Grußwort zum Online-Kurs 2021 (4:24).....5
Video 2: Kurzer Blick auf BricsCAD V19 (2:06).....12
Video 3: Zeichnen und Bearbeiten im Modellbereich (22:12).....41
Video 4: Modell und Layout, Ansichtsfenster, Maßstab (8:24).....59
Video 5: Layer, Gruppen, Ansichten (13:20).....67
Video 6: Beschriftung mit Stil (12:57).....79
Video 7: 3D-Grundlagen (20:01).....90
Video 8: Grundlagen der 3D-Modellierung (12:14).....104
Video 9: 2D-Bearbeitung für Fortgeschrittene (23:47).....116
Video 10: Regelmäßiges Anordnen (24:15).....132
Video 11: Schraffuren, Farbverläufe und Umgrenzungen (18:54).....156
Video 12: 3D-Modellierung und BIM (20:01).....168
Video 13: Schnittebenen und 2D-Blöcke (13:30).....182

3.8 Links und Literaturhinweise

Wenn im Text Bezug auf andere Werke genommen wird, finden Sie die entsprechenden Angaben direkt im Text oder als Fußnote. Anstelle einer wissenschaftlichen Literaturliste möchte ich Ihnen in diesem Kapitel daher lieber ein paar Tipps zum Weiterlesen zur Verfügung stellen:

BricsCAD V26 Handbuch

https://static.bricsys.com/help/Offline%20help/V26/de-DE/2_bricscad.pdf

Die offizielle Produkt-Dokumentation zu BricsCAD V26 liegt hier als mehr als 2400 Seiten umfassende PDF-Datei mit dem gesamten Inhalt der Online-Hilfe vor. Sie beschreibt die Konzepte und Bedienphilosophie des Programms. Wer einen PDF-Betrachter mit der Fähigkeit, Anmerkungen zu erstellen, verwendet, hat mit der 175 MB großen PDF-Datei ein unschätzbares Nachschlagewerk zur Verfügung.

BricsCAD V26 Befehlsreferenz

https://static.bricsys.com/help/Offline%20help/V26/de-DE/2_command_reference.pdf

Auf über 1800 Seiten finden Sie hier jeden einzelnen Befehl mitsamt aller Unterbefehle kurz erklärt.

BricsCAD V26 Systemvariablenreferenz

https://static.bricsys.com/help/Offline%20help/V26/de-DE/2_system_variable_reference.pdf

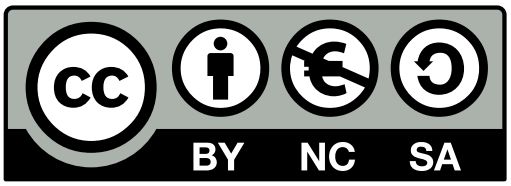
In Kapitel 3.5 erwähnte ich ja schon, dass die Möglichkeiten, an den hunderten von Stellschräubchen des Programms zu drehen, um es exakt an die eigenen Bedürfnisse anzupassen, in diesem Skript gar nicht umfassend wiedergegeben werden können. In der Systemvariablenreferenz finden Sie die vollständige Liste aller Variablen und kurze Erläuterungen zu der Bedeutung ihrer möglichen Werte.

3.9 Making-of

Mit Ausnahme von BricsCAD wurde für dieses Buch und die dazugehörigen Videos ausschließlich freie Software verwendet. Unter anderem waren folgende Projekte an der Realisierung dieses Werks beteiligt:

- **Ubuntu Linux** als stabiles und benutzerfreundliches Betriebssystem meiner Rechner:
  https://ubuntu.com/download/desktop
- **LibreOffice** als Textverarbeitung und einfacher Grafikeditor:
  https://de.libreoffice.org
- **Gimp** für die Foto- und Screenshotbearbeitung:
  https://www.gimp.org/
- **SimpleScreenRecorder** zum Einfangen der Bildschirmvideos:
  https://www.maartenbaert.be/simplescreenrecorder/
- **Screenkey** zur Anzeige von Tastendrücken in den Bildschirmvideos:
  https://www.thregr.org/~wavexx/software/screenkey/
- **Vokoscreen** zur Visualisierung von Mausklicks:
  https://linuxecke.volkoh.de/vokoscreen/vokoscreen.html
- **Kdenlive** zum Schneiden und Nachvertonen der Videos:
  https://kdenlive.org/de/
- **Audacity** zum Optimieren der Mikrofonaufnahmen (Normalisierung, Lautheitsangleichung etc.):
  https://www.audacityteam.org/
- **Peek**, um bewegte Vorgänge auf dem Bildschirm direkt als animiertes GIF zum Einfügen in die Moodle-Seiten des Kurses zu speichern:
  https://github.com/phw/peek
- **Python** für alles, was sich automatisieren lässt:
  https://www.python.org/

3.10 Lizenz



Der Inhalt dieses Werkes ist urheberrechtlich geschützt und steht unter einer Creative-Commons-Lizenz. Das heißt, dass ich zu Recht ziemlich sauer werden darf, wenn ich Inhalte aus diesem Buch irgendwo wiederfinde, wo sie als eigenes Werk der Kopistin oder des Kopisten ausgegeben werden.

Sie dürfen Teile dieses Textes für Ihre eigenen Werke verwenden, auch verändern und weitergeben, solange Sie sich an die Creative-Commons-Lizenzbedingungen halten. Die beiden wesentlichen Punkte dieser Bedingungen lauten: Ihr eigenes Werk muss auch wieder unter einer Creative-Commons-Lizenz stehen und Sie müssen stets den Urheber angeben.

Eine kommerzielle Nutzung dieses E-Books ist untersagt. Sie dürfen es also auch in veränderter Form nicht verkaufen oder auf gewerblich betriebene Plattformen wie Scribd oder Yumpu hochladen.

Weitere Informationen dazu finden Sie auf der Webseite

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/.

Alle Bildinhalte in diesem CAD-Skript, die keine eigenen Werke des Autors sind, mit Ausnahme urheberrechtlich geschützter Inhalte in Bildschirmkopien, stehen selbst ebenfalls unter einer Creative-Commons-Lizenz (die jeweilige Lizenz ist am Bild angegeben) oder sind gemeinfrei (public domain).

3.11 Download und Feedback

Dieses Vorlesungsskript wird bei Bedarf aktualisiert.

Die jeweils aktuellste Version stelle ich als PDF-Datei über den Link

https://martinvogel.de/cad

zum Herunterladen bereit.

Dieses Exemplar wurde am 8. Oktober 2026 veröffentlicht.

Über Anregungen und Kommentare freue ich mich immer sehr.
Sie sind herzlich eingeladen, mir eine Mail zu schicken:

martin.vogel@hs-bochum.de