



# Boolesche Operationen mit TurboCAD

## Rotationssymmetrische 3D-Teile erstellen

Nicht wenige Teile aus der Technik sind rotationssymmetrisch. Diese mit einem CAD-System zu zeichnen, gelingt auf elegante Art, wenn leistungsstarke Software, wie eben TurboCAD zur Verfügung steht. Es genügt, die Schnittdarstellung zu zeichnen und diese dann in einen 3D-Körper umzuwandeln, was per Rotation erfolgt. Das Ableiten der 3D-Körperkanten in Vorderansicht, Seitenansicht und Draufsicht, sowie die Konstruktion der Durchdringungskurven erledigt TurboCAD auf Knopfdruck. Kein Wunder, dass immer mehr Unternehmen auf den 3D-Zug aufspringen.

Rotationssymmetrische 3D-Teile werden mit TurboCAD auf einfachste Weise erstellt. Es genügt, zunächst die 2D-Kontur zu zeichnen. Diese wird beim Rotieren um eine Rotationsachse von TurboCAD in einen 3D-Körper umgewandelt. Dazu wird, wenn die 2D-Kontur fertig ist, einfach der Button „Rotation“ betä-

tigt. Anschließend betätigt man mit der linken Maustaste die 2D-Kontur, die rotiert werden soll.

Im nächsten Schritt wählt man die Rotationsachse aus, um die sich die Kontur drehen soll. In der Regel nimmt man dafür die Mittelachse des Teils. Um danach die Felge weiter bearbeiten zu können, muss zum einen

die Arbeitsebene festgelegt werden und zum anderen unbedingt die „Drahtmodell“-Ansicht aktiviert werden, da sonst nachfolgend gezeichnete Linien unter Umständen ausgeblendet werden.

Eine einfache Möglichkeit, eine neue Arbeitsebene festzulegen, um darauf zu zeichnen, bietet die Funktion „Arbeitsebene durch Facette“. Diese Funktion erlaubt es, durch das Anklicken der gewünschten Fläche die Arbeitsebene festzulegen. Dies geht jedoch nur mit der Pro-Funktion von TurboCAD. Daher sollte man beim Kauf von TurboCAD nicht am falschen Ende sparen. Schließlich erleichtert diese tolle Funktion die Zeichenarbeit ungemein.

### Klippen umschießen

In Sachen Arbeitsebene gibt es etwas Wichtiges zu beachten: Die Funktion „Automatische Arbeitsebene durch Facette“ sollte unbedingt deaktiviert werden, da dem Anfänger sonst unerklärliche Fehler passieren, die daraus resultieren, dass der Fang nicht an der dafür vorgesehenen Arbeitsebene erfolgt, sondern an einer ganz anderen. Die Arbeitsebene wird zwar von TurboCAD durch eine rote Linienfarbe kenntlich gemacht, doch achtet der Anfänger in der Regel Anfangs nicht darauf und wundert sich, warum er mit dem Zeichnen Probleme über Probleme hat.

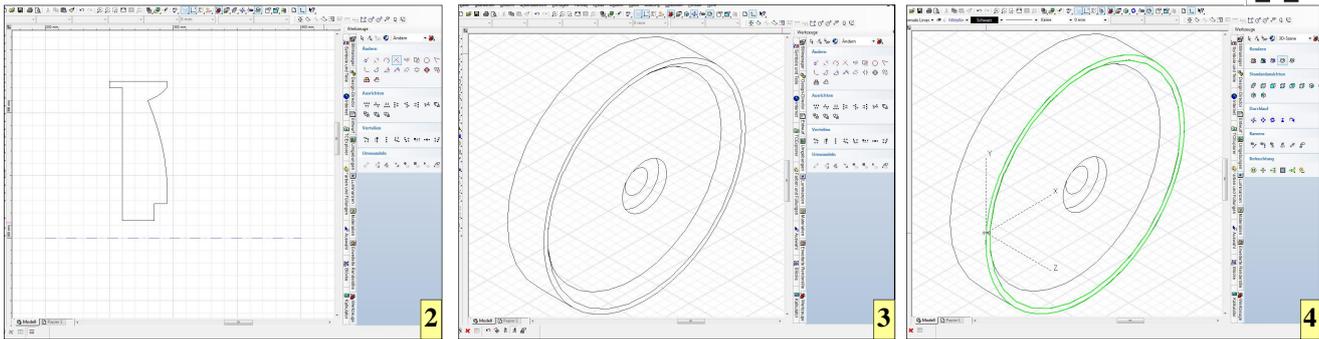
Nachdem die Arbeitsebene mit der Funktion „Arbeitsebene durch Facette“ festgelegt wurde, kann auf dieser wie gewohnt gezeichnet werden. Am Anfang sollten Hilfs- und Mittellinien eingezeichnet werden, um damit die gewünschte Kontur aufzubauen. Dies ist deshalb notwendig da es in TurboCAD anders nicht möglich ist, zum Ziel zu kommen, da am erzeugten Körper nicht alle Fangfunktionen zur Verfügung stehen, um beispielsweise Linien zu trimmen. Es spielt keine Rolle, ob man in der räumlichen Ansicht oder in einer zweidimensionalen Ansicht konstruiert. Erlaubt ist, was gefällt.

Die sicherste Basis bilden Mittellinien und Teilkreise, die vom



1

1 Obwohl TurboCAD zu den preiswerten Vertretern der CAD-Zunft zählt, lässt dessen Leistungsstärke staunen. Das ganze Spektrum der 3D-Teilerstellung wird von diesem Programm abgedeckt, wodurch es durchaus für ernsthafte Konstruktionen taugt. Insbesondere kleine Unternehmen und vor allem Schüler, Auszubildende und Studenten der Fachrichtung Maschinenbau sind gut beraten, sich das Programm auf den eigenen Rechner zu holen.



- 2 Eine 2D-Kontur bildet die Basis für einen 3D-Körper. TurboCAD erstellt diesen, indem die 2D-Kontur um eine Achse rotiert wird.  
 3 Nach der Rotation wird der 3D-Körper sofort als solcher erkennbar und steht nun für weiter Manipulationen zur Verfügung.  
 4 Starke Funktionen, wie etwa das einfache Erstellen von Arbeitsebenen, sorgt für sattes Konstruktionstempo.

Flanschmittelpunkt ausgehen beziehungsweise, dort ihren Mittelpunkt haben. Die Endpunkte für die Mittellinien sollten die Quadrantenpunkte bilden. Sobald die Linien gezeichnet sind, lässt sich diese um einen Winkel kopieren, sodass nach und nach die relevanten Punkte erstellt werden können, um die Durchdringungskontur aufzubauen.

### Eine Schwäche von TurboCAD

Wie bereits angesprochen, ist es sehr wichtig, dass Elemente, die tangential zueinander stehen, absolut exakt übereinstimmende Start- beziehungsweise Endpunkte haben. Dies wird am einfachsten über Zwangsbedingungen erreicht. Daher sollte der Button „Zwangsbedingungen automatisch hinzufügen“, der sich in der linken unteren Ecke verbirgt, beim Zeichnen eingeschaltet sein. Andernfalls riskiert man, dass sich etwa Linien oder Bögen nicht am entsprechenden Gegenstück kürzen beziehungsweise verlängern lassen.

Dennoch kommt es immer mal wieder vor, dass sich Elemente nicht problemlos trimmen lassen. Das ist ein großer Schwachpunkt von TurboCAD, dass diese Funktion nicht einwandfrei und stabil funktioniert. In besonders hartnäckigen Fällen hilft es, das unwillige Element zu löschen und neu zu zeichnen.

Zudem sollte unbedingt auch darauf geachtet werden, dass das Raster ausgeschaltet ist, wenn es nicht benötigt wird, denn auch hier lauert eine Fehlerquelle, die für jede Menge unbeabsichtigte Resultate sorgt. Manchmal

ist das Problem jedoch sehr hartnäckig. Besonders das Trimmen eines Bogens an eine Tangente macht nicht selten Probleme. Es geht manchmal schlicht nicht. Den Grund wissen nur die Programmierer von TurboCAD, wenn überhaupt. Zum Glück führen jedoch mehrere Wege ans CAD-Ziel.

Es hilft oft, zunächst Kreise zu zeichnen, an die eine Tangente gesetzt wird. Wenn sich der Kreis nach dem Auftrennen in einen Bogen nicht an diese Tangente trimmen lässt, dann werden einfach diese Bögen gelöscht und über die Funktion „Abrunden“ an den entsprechenden Stellen die Geraden oder Bögen mit Kreisübergängen erneut verbunden. Dieser Weg funktioniert garantiert und umgeht eine Schwäche von TurboCAD.

### Klonen ohne Reue

Über den Button „Einfache Extrusion“ wird anschließend aus der geschlossenen 2D-Kontur eine Extrusion erzeugt. Sinnvollerweise wird der Extrusionsweg als Maß in der Kontrollleiste eingegeben. Nachdem die Extrusion erstellt wurde, kann diese ebenso manipuliert werden, wie 2D-Elemente. Dies erleichtert die Konstruktion der Felge sehr, da die zwei ausstehenden Durchdringungskörper einfach zu einem Klon des ersten Körpers werden.

Auf der gegenüber liegenden Seite wird eine Aussparung eingebracht, um die Felge noch leichter zu machen. Das Vorgehen ist identisch, wie für jedes derartige Vorhaben: Zunächst die Arbeitsebene bestimmen. Danach die 2D-Kontur auf dieser Zeichnen, die Kontur extrudieren, diese dann zwei

**Wichtig:** Bei Tangenten funktioniert die Kürzen-Funktion im Fall Bogen/Linie nicht zuverlässig. Besser Linien zeichnen und anschließend abrunden!

Anzeige

**diebold**  
 Goldring Tooling  
 Spindle Technology

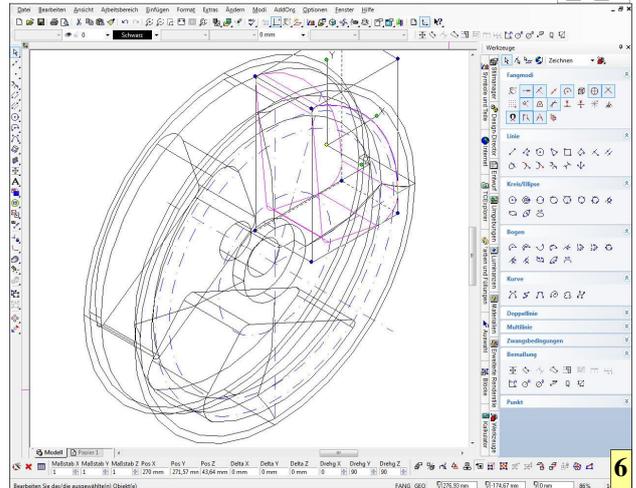
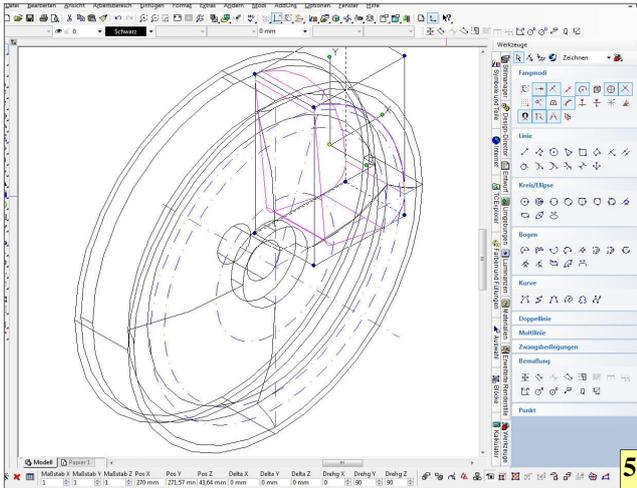
Innovation & Precision

„Der **JetSleeve** bietet Vielseitigkeit!“

...mit dieser Weltneuheit sparen Sie 1 €/min

[www.HSK.com](http://www.HSK.com)

[www.hsk.com](http://www.hsk.com)



**5** Nachdem die 2D-Kontur für den Durchdringungskörper gezeichnet wurde, kann dieser extrudiert werden.  
**6** TurboCAD besitzt Funktionen, die sehr viel Zeit beim anspruchsvollen Konstruieren sparen. So gibt es zum Beispiel die Kopier-Funktion auch für 3D-Körper, was die Konstruktion der Felge sehr erleichtert.

Mal auf dem Teilkreis kopieren und schließlich die Extrusionen vom Hauptkörper per Boolesche Funktion „abziehen“.

In der zylindrischen Senkung sind noch drei Kernbohrungen mit einem Durchmesser von fünf Millimeter einzubringen, die 15 Millimeter in den Felgenkörper ragen. Später werden hier M6-Gewinde eingebracht. Zur Befestigung des Reifens werden am Felgenumfang ebenfalls noch drei Bohrungen gebohrt, in die später ebenso ein M6-Gewinde eingearbeitet wird. Das Problem, hier eine Bohrung einzubringen, ist rasch gelöst, wenn man den Trick kennt, die Arbeitsebene entsprechend zu platzieren.

**Arbeitsebene verschieben**

TurboCAD bietet verschiedene Möglichkeiten, eine Arbeitsebene zu erstellen. Im Fall der Felge wurde bisher die Funktion „Arbeitsebene durch Facette“ genutzt. Diese Funktion ist wohl die am häufigsten genutzte, um Arbeitsebenen zu erstellen. Doch leider hilft sie beim Einbringen von Bohrungen am Felgenumfang nicht weiter. Dazu muss die zunächst die Funktion „Arbeitsebene nach Objekt“ genutzt werden und die dadurch erzeugte Arbeitsebene an die gewünschte Stelle verschoben werden.

Die Funktion verlangt das Teil, von dem die Arbeitsebene angezeigt werden soll. Die daraufhin gezeigte Arbeits-

ebene ist diejenige, auf der die 2D-Zeichnung erstellt wurde, um den 3D-Körper zu erstellen. Diese Arbeitsebene kann nun im Raum verschoben werden. In diesem Fall muss lediglich die Z-Achse angepasst werden, da es darum geht, einen Mittelpunkt für die Erzeugung eines Kreises zu konstruieren, aus dem später die benötigte Bohrung erstellt wird.

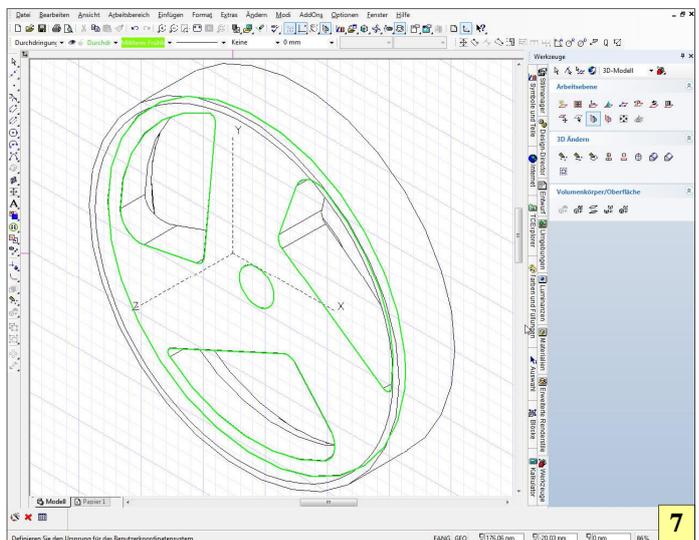
Eine besondere Stärke von TurboCAD ist es, Schnittpunkte, die sich beim Durchdringen der Arbeitsebene durch das Teil bilden, als Konstruktionselemente zu verwenden. Dadurch wird es extrem leicht, den Mittelpunkt für den Kreis zu erstellen. Dazu werden einfach Hilfslinien von Ecke zu Ecke gezeichnet, denn deren Schnittpunkt ergibt automatisch den Kreismit-

telpunkt. Sollten sich die Schnittpunkte nicht anwählen lassen, so ist unbedingt zu prüfen, ob der „Maus“-Button aktiv ist, denn dieser deaktiviert alle Fangfunktionen!

Leider kommt es manchmal vor, dass eine direkte Betätigung des Buttons dessen Funktion nicht deaktiviert. Man kann dies erzwingen, indem einmal auf ein anderes Layout umgeschaltet wird, die „Maus“-Funktion deaktiviert wird und dann das alte Layer wieder aktiviert wird. Auch dies ein Ärgernis, welches die TurboCAD-Entwickler hoffentlich bald in den Griff bekommen.

Nachdem nun endlich der Kreis gezeichnet ist, kann dieser extrudiert werden. Da die Schnittsebene fünf Millimeter tief in der Felge liegt,

**7** Nachdem mit Hilfe der Booleschen Funktion "Differenz" die Durchdringungskörper vom Hauptkörper "abgezogen" wurden, kann die Felge auf der Rückseite weiterbearbeitet werden. Zu diesem Zweck wird dort eine neue Arbeitsebene erstellt.





muss dies beim Erstellen der Extrusion berücksichtigt werden. In diesem Fall genügt es, den Button „Zweiseitige Extrusion“ zu aktivieren, damit TurboCAD die Extrusion, ausgehend von der Kreisposition, in beide Richtungen erzeugt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Bohrung in jedem Fall komplett durch die Felge geht.

Als nächster Arbeitsschritt steht das Kopieren der Extrusion an, denn es sind ja drei Bohrungen vorgesehen. Wichtig ist in diesem Fall, dass die Arbeitsebene auf der gleichen Ebene liegen muss, auf der sich der Drehpunkt für die Kopieraktion befindet. Die erzeugten Extrusionen können nun, wie bereits bekannt, mit der Booleschen Funktion „3D-Differenz“ von der Felge „abgezogen“, also entfernt werden, sodass als Endresultat die Bohrungen übrig bleiben.

Übrigens ist der Minuend, nach dem TurboCAD beim Anwenden der Funktion fragt, dasjenige Teil, das erhalten bleiben soll. Alle nachfolgend angeklickten Extrusionen werden von

diesem Teil „abgezogen“. Aus dem nun fertiggestellten 3D-Modell lassen sich jetzt die 2D-Ansichten erstellen. Wie bereits früher besprochen, werden die Ansichten aus dem 3D-Modell abgeleitet. Dazu wird dieses markiert und die Entwurf-Palette aufgerufen.

Dort wird mit dem Button „Teil/Baugruppe erstellen“ ein neues Teil erstellt. Die Standardansicht-Buttons erzeugen dann Ansichten, die einfach in den Papierbereich gezogen werden. Leider muss zum Bemaßen noch einmal ein Teil der Mittellinien und auch der Teilkreise gezeichnet werden, um die Bemaßung vornehmen zu können.

#### Maßtexte anpassen

Wenn es nötig ist, Maßtexte zu ändern, so kann dies auf zweierlei Art geschehen. Zum einen gibt es die Möglichkeit, in der Auswahl-Palette den Maßtext zu ändern (unabhängig davon, welches Maß tatsächlich das Element hat) und zum anderen können die Eigenschaften des Maßes per Rechtsklick mit der Maustaste aufgerufen werden. Dadurch kann im Feld „Suffix“ eine

Maßergänzung vorgenommen werden, die nur für dieses eine Maß gültig ist. Durch diese Technik ist es sogar möglich, Maße in Klammern zu setzen, wenn sie nur Hilfsmaße sein sollen. In diesem Fall steht im Präfix die öffnende und im Suffix die schließende Klammer.

Natürlich muss nicht für jedes Maß eine neue Maßlinie im Papierbereich gezeichnet werden, da etwa Radien an Körperkanten auch so von TurboCAD erzeugt werden. Dies erleichtert die Arbeit. Das Werkstück ist so zu bemaßen, dass es problemlos von einem Facharbeiter anhand der Zeichnung angefertigt werden kann.

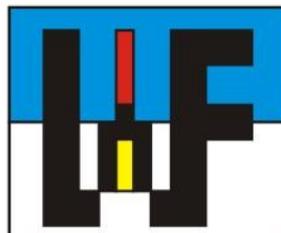
Es sind mehrere Möglichkeiten gegeben, alle Maße auf der Zeichnung unterzubringen. Die Kontur auf der Rückseite lässt sich problemlos bemaßen, wenn die entsprechende Ansicht eingefügt wird. Doch ist in diesem Beispiel auf dem Papier nicht genug Platz dafür vorhanden, da für das Papier-Blatt lediglich das DIN A2-Format gewählt wurde. Daher muss Platz gespart werden, indem nur die Kontur

Anzeige

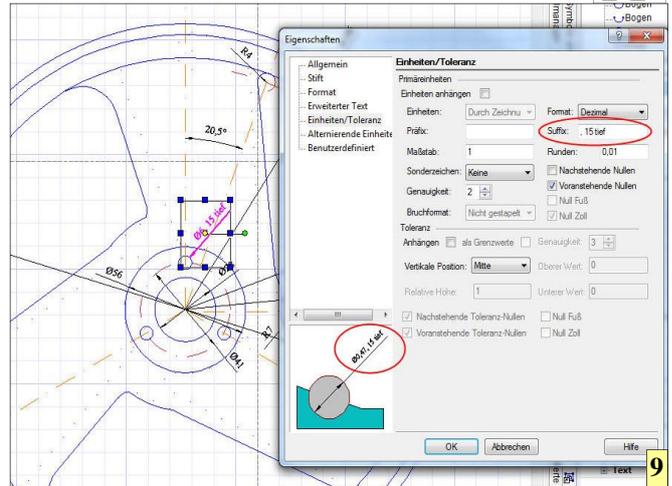
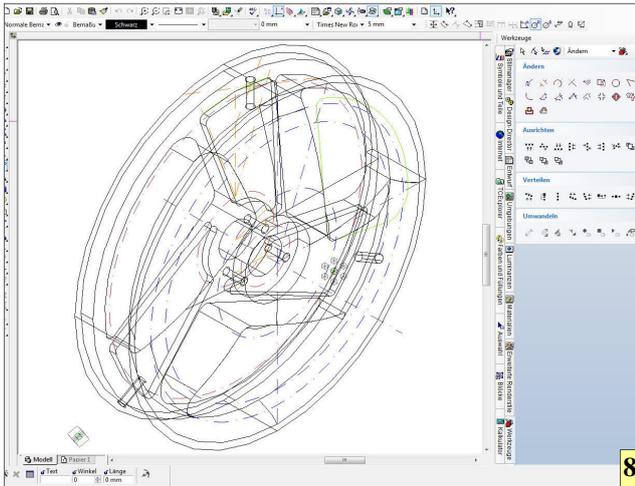
# WWW.weltderfertigung.de

Das Fachmagazin im Internet

CNC, CAD, CAM, ERP  
Branchenmeldungen  
KSS und Tribologie  
Blecbearbeitung  
Drehmaschinen  
Fräsmaschinen  
Spannsysteme  
Schleiftechnik  
Schneidstoffe  
Messtechnik  
Werkzeuge



Reinigung und Entsorgung  
Generative Technologie  
Forschungsnachrichten  
Wasserstrahltechnik  
Sicherheitstechnik  
Handwerkzeuge  
Funkenerosion  
Lasertechnik  
Sägetechnik  
Automation  
Logistik



**8** Der 3D-Körper ist fertig und bildet die Basis zum Ableiten der 2D-Ansichten für den Papierbereich.  
**9** Die Eigenschaften der Maßzahlen lassen sich per Maus-Rechtsklick individuell verändern. Dadurch können Beispielsweise Gewindeangaben, wie etwa M6 mit der Anzahl der Bohrungen, sowie der Tiefe kombiniert werden.

an einer beliebigen Stelle im Blatt eingezeichnet wird. Damit mit den TurboCAD-Funktionen diese Kontur erzeugt werden kann und nicht noch einmal eingezeichnet werden muss, müssen ein paar Tricks angewendet werden. Zum einen wird die Kontur noch einmal extrudiert, sowie ein Zylinder an der Position im Kreis eingefügt, da nur dieser von Wichtigkeit ist. Die Extrusion und der Zylinder sollten auf einem eigenen Layer, etwa „Hilfskörper“ liegen, damit sie jederzeit ausblendbar sind, wenn sie nicht benötigt werden.

Diese beiden Konturen können nun, wie zuvor die ganze Felge, von TurboCAD in eine Ansicht umgewandelt werden, die einfach in den Papierbereich gezogen wird. Auch hier funk-

tioniert das automatische Ausrichten, wenn man die Ansicht bei weiterhin gedrückter linker Maustaste über die Vorderansicht zieht.

**Nützliche Funktionen**

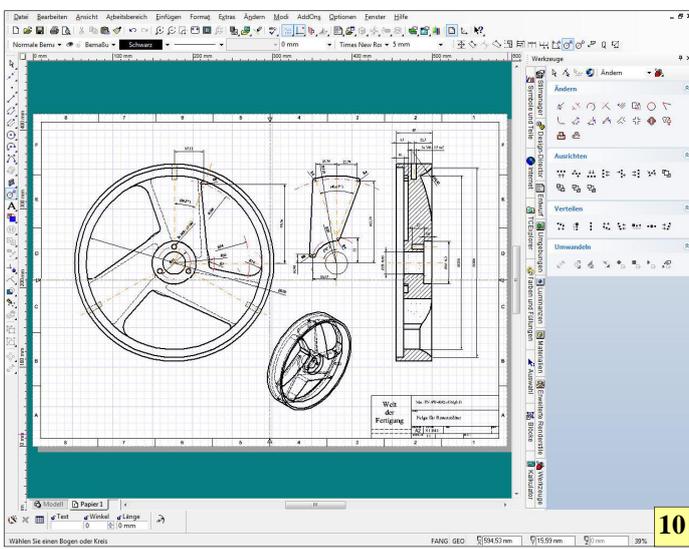
Beim Ausdrucken der Zeichnung bietet TurboCAD die Möglichkeit, diese auf einzelne Blätter zu verteilen. Diese Funktion ist nützlich, wenn man selbst nur einen A4-Drucker sein Eigen nennt, die Zeichnung jedoch im Format DIN A2 erstellt wurde. Die einzelnen A4-Blätter können per Klebestreifen dann zu einem A2-Format zusammengeklebt werden.

Alternativ besteht die Möglichkeit, die Zeichnung auf ein einzelnes Blatt zu drucken, indem die Zeichnung skaliert wird, was jedoch für viele Zwecke

völlig ausreichend ist. Natürlich ist es am Anfang immer möglich, dass sich Fehler beim Zeichnen mit TurboCAD einschleichen. Doch sind diese in den seltensten Fällen echte Hindernisse. So kann beispielsweise nachträglich die Stiftbreite der Kanten angepasst werden, wenn sich nach dem ersten Probeausdruck herausstellt, dass sich sichtbare und unsichtbare Kanten zu wenig voneinander abheben.

In diesem Fall wird die Ansicht angeklickt und die Auswahl-Palette aufgerufen. Dort kann man nun die entsprechenden Änderungen vornehmen. Das gleiche gilt für Maße, deren Eigenschaften jederzeit per Rechtsklick aufzurufen, sowie zu ändern sind. Natürlich darf auch nicht versäumt werden, immer mal wieder die Zeichnung zu sichern, um im Fall einer kurzen Stromunterbrechung nicht die ganze Arbeit umsonst getätigt zu haben.

Wie diese Beispiel zeigt, ist es sehr lohnend, sich mit 3D-CAD auseinanderzusetzen. Alleine die Durchdringungskurven der Felge zu zeichnen, nähme manuell sehr viel Zeit in Anspruch. Daher sollten insbesondere Studenten und Auszubildende sich intensiv mit 3D-CAD beschäftigen. Dazu kommt: Wer nur 2D-Kenntnisse hat, wird auf dem Arbeitsmarkt lediglich zweite Wahl sein. Ganz abgesehen davon, dass sich 3D-Wissen im Einkommen bemerkbar macht.



**10** Dank der hohen Leistungsfähigkeit von TurboCAD sind Zeichnungsansichten rasch erstellt. Selbst Durchdringungskurven sind in Sekundenbruchteilen auf dem Papier, was früher eine Sache war, die länger den Arbeitsfluss störte.