



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Layerkonzept	2
2.1	Regeln zum Layerkonzept	5
2.2	Layer-Beispiel.....	6
2.2.1....	Werkzeugkomponente rotationssymmetrisch	6
2.2.2....	Werkzeugkomponente nicht rotationssymmetrisch (Drehwerkzg.).....	9
2.2.3....	Werkzeugkombination rotationssymmetrisch	13
2.2.4....	Werkzeugkombination nicht rotationssymmetrisch (Drehwerkzg.).....	15
3	Datenkonzept	16
3.1	Nullpunkte und Bezugspunkte	16
3.1.1....	Rotationssymmetrisches Werkzeug	16
3.1.2....	Nicht rotationssymmetrisches Werkzeug (Drehwerkzeug).....	18
3.2	Regeln zum Datenkonzept.....	21
3.3	Regeln zur Bemassung der Werkzeugkombination.....	21
3.4	Bemassungsparameter.....	22



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

1 Einleitung

Als das BMG (**B**etriebs-**M**ittel-**G**rafik) Layer- und Datenkonzept der FHS (HOCHSCHULE FÜR TECHNIK, WIRTSCHAFT UND SOZIALE ARBEIT ST. GALLEN) - ehemals ISG - 1994 im Rahmen eines Projektes mit 8 Industriebetrieben, 1 Softwareanbieter und dem damaligen Institut F+E der ISG – heute MIT (Institut für **M**echatronik und **I**nformations-**T**echnologie) entwickelt wurde, sprach man ausschliesslich von 2D-Grafiken. Die Haupt-Einsatzbereiche waren die Werkzeug-Voreinstellung und NC-Programmiersysteme, bei denen die Werkzeuggrafiken auf 2D-Ebene zur Simulation benutzt wurden. Am MIT besteht seit dem die BMG-Zentrale, welche Werkzeuggrafiken verschiedener Werkzeuganbieter nach dem BMG Layer- und Datenkonzept konvertiert und Anwendern zur Verfügung stellt.

Inzwischen werden leistungsfähige 3D-Simulationssysteme im Markt angeboten, die komplexe Simulationen mit Kollisionsprüfung von umfangreichen Bearbeitungen auf mehrachsigen NC-Bearbeitungszentren auch ab ISO-Code 66025 ermöglichen. Mit diesen Systemen können komplette Maschinen mit allen Aggregaten und Spannmitteln modelliert werden. Die Kollisionsprüfung findet nicht nur im eingeschränkten Arbeitsraum einer Maschine statt, sondern erstreckt sich auf alle Komponenten einer Anlage und erkennt auch Kollisionen, die nicht unmittelbar nur im Zerspanungsraum oder im Umfeld Werkzeug, Werkstück und Spannmittel entstehen.

Für eine 3D-Simulation wird die Maschine modelliert, den Achsen werden kinematische Eigenschaften zugeordnet und mittels spezieller Software wird z. B. durch die Verarbeitung der NC-Sätze des ISO-Codes der virtuelle Bearbeitungsablauf realisiert. Diese Entwicklung ist für jede NC-Maschine einmal zu machen. Für jeden Bearbeitungsfall hingegen sind jedesmal die 3D-Volumen des Werkstückes, der Spannmittel und Werkzeuge neu bereit zu stellen. Die meisten 3D-Simulationssysteme verfügen über Schnittstellen zu gängigen 3D-CAD-Systemen. Damit können z. B. vorhandene 3D-Volumen von Werkstücken übernommen werden. Relativ aufwendig ist dagegen die Bereitstellung von Werkzeugen und Spannmitteln im 3D-Format, da hier meistens vorhandene 3D-Grafiken fehlen. Deshalb entsteht immer mehr die Forderung vor allem nach 3D-Komplettwerkzeugen. Bis die geeigneten Software-Tools zu einer rationalen Erstellung von 3D-Werkzeugkomponenten verfügbar sind, werden inzwischen als Kompromiss - allerdings ausschliesslich für rotationssymmetrische Werkzeuge – aus den Konturen vorhandener 2D-Werkzeuggrafiken durch Rotation einer Halbkontur um die Symmetrieachse 3D-Volumen erzeugt. Zusatzinformationen wie z. B. Vorschubrichtung, Schnitttrichtung etc. fehlen aber auch hier.

Da bei den 3D-Simulationssystemen die Simulation mit Materialabtrag stattfindet, müssen schneidende und nicht schneidende Werkzeugkomponenten unterschieden werden können. Im heute vorliegenden BMG Layer- und Datenkonzept wird diese Unterscheidung berücksichtigt. Ausserdem wurden im Datenkonzept die Regeln für Nullpunkte und Bezugspunkte bei nicht rotationssymmetrischen Werkzeugen (Drehwerkzeugen) ergänzt.

Zukunftsaspekte:

In einem abgeschlossenen Projekt sind neue featureorientierte Lösungen unter Einbezug der Parametrik zur automatischen Erstellung von 3D-Betriebsmittel-Grafiken aus erweiterten Normdaten realisiert worden.



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

2 Layerkonzept

Die Layerstruktur der BMG-Zentrale ist so konzipiert, dass alle Anforderungen zur Darstellung von Werkzeug-Komponenten sowie von Komplettwerkzeugen (Werkzeug-Kombinationen) erfüllt werden. Dies gilt vor allem für die Werkzeugvoreinstellung, als Information für die Werkzeugbeschaffung und -verwaltung. Für den Einsatz der Werkzeuggrafiken in 3D-Simulationssystemen werden die erforderlichen 3D-CAD-Modelle durch die Rotation von Hüllkonturen als Halbkontur um die Symmetrieachse aus 2D-Grafiken erzeugt. Diese Lösung ist allerdings nur auf rotationssymmetrische Werkzeuge beschränkt. Drehwerkzeuge müssen mit 3D-CAD-Systemen erzeugt werden.

Die Schnittstellenkonturen der Werkzeugkomponenten, welche bei den Komplettwerkzeugen durch die Montage der Werkzeugkomponenten unsichtbar werden, liegen auf den SK-Layern. Somit ist gewährleistet, dass diese Konturen bei Komplettwerkzeugen nicht dargestellt werden, da die Ansicht sonst sehr unübersichtlich wird. Andererseits kann es sinnvoll sein, z.B. unsichtbare Kühlkanäle sowohl in der Werkzeugkomponente wie im Komplettwerkzeug darzustellen, deshalb ist z.B. Layer 3 für die Zuordnung von unsichtbaren Linien wahlweise für WZ-Komponente und/oder WZ-Kombination vorgesehen und Layer SK3 ausschliesslich für die WZ-Komponente reserviert. Die Mittellinie für WZ-Komponenten liegt auf Layer SK4 und wird beidseitig um ca. 10 - 15 mm über die Plankanten hinaus gezeichnet. Würde man die gleiche Mittellinie auch für die WZ-Kombination verwenden, so würden sich die Mittellinien der WZ-Komponenten bei der WZ-Kombination an den Schnittstellen überdecken und es würde je nach dem eine durchgezogene Linie entstehen. Deshalb ist auf Layer 4 nur die Mittellinie der WZ-Kombination plaziert. Sie kann allerdings bereits bei der WZ-Komponente definiert werden, muss aber exakt zwischen der linken und der rechten Planfläche der Kontur von Layer 1 verlaufen und darf nicht länger als der Teil der Komponente sein, welcher in der Kombination dargestellt wird (Einsatzlänge).

Die Bemassung des Komplettwerkzeuges liegt auf Layer 2 oder 2L. Bei Bohr-/Fräswerkzeugen wird Layer 2 zugeordnet. Bei Drehwerkzeugen liegt die Vermassung auf Layer 2L, da hier die Darstellung des Komplettwerkzeuges um 180 Grad verdreht ist.

Für 3D-Simulations-Systeme werden bei rotationssymmetrischen Werkzeugen zusätzlich die Layer CUT und NOCUT benötigt. Zur Erzeugung einer 3D-Werkzeugkombination wird lediglich die Hüllkontur der relevanten Geometrie als Halbkontur des nicht schneidenden (NOCUT) und des schneidenden (CUT) Teiles der Werkzeugkomponenten um die Symmetrieachse rotiert. Alle anderen Layer werden dabei ausgeblendet. Die meisten CAD-Systeme fordern dazu geschlossene Konturen. Die Funktionsfähigkeit der schneidenden Werkzeugkomponente (CUT) bei der 3D Simulation mit Materialabtrag kann nicht in jedem Fall garantiert werden, da bei einzelnen Systemen z. B. geschlossene 3D-Objekte vorausgesetzt werden und keine konkaven Subobjekte erlaubt sind. Diese Regel gilt nicht für nicht rotationssymmetrische Werkzeuge (Drehwerkzeuge).

Die Tabelle auf der folgenden Seite zeigt die Zuordnung der einzelnen Linientypen und Farben zu den Layern. Im weiteren bietet die Darstellung des Layerbeispiels eine detaillierte Auskunft über die Aufteilung der einzelnen Layer.



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

BMG Layer-Konzept:

Layer	Format	Linientyp	Farbe	
1	KONTUR	_____	hellblau	
2	MASS R		weiss	
2L	MASS L		weiss	
3	HILFLINE	-----	rot	
4	CENTER	- - - - -	gelb	
5	RAHMEN	_____	weiss	
6	BESCHRIFTUNG	_____	dunkelblau	
CUT	KONTUR	_____	rot	
NOCUT	KONTUR	_____	weiss	
SK1	SK-KONTUR	_____	hellblau	
SK2	SK-MASS		weiss	
SK3	SK-HILFLIN	-----	rot	
SK4	SK-CENTER	- - - - -	gelb	
SK6	SK-BESCHRIFT	_____	dunkelblau	



Layer zu Komplettwerkzeug

Layer zu Werkzeugkomponente

Der Rahmen wird zur Weiterverarbeitung der Werkzeuggrafiken in Werkzeugverwaltungs- und NC-Programmiersystemen nicht benötigt. Zur Information ist es jedoch zu empfehlen, den Rahmen mit dem Zeichnungskopf auf dem separaten Layer 5 zu platzieren.

Die Farben der Layer gelten nur für die Darstellung am Bildschirm. Bei Ausgabe auf Plotter oder Drucker präsentieren sich die Farben wie auf der folgenden Seite dargestellt.



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Die Linientypen, Bezeichnungen und Farben der einzelnen Layer sind in folgender Tabelle dargestellt:

	FORMAT	LAYER
	KONTUR	1
	MASS-R	2
	MASS-L	2L
	HILFLINE	3
	CENTER	4
	RAHMEN	5
	BESCHRIFTUNG	6
	KONTUR	CUT
	KONTUR	NO CUT
	SK-KONT.	SK1
	SK-MASS	SK2
	SK-HFLIN	SK3
	SK-CENTE	SK4
	SK-BESCHRIFT.	SK6



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

2.1 Regeln zum Layerkonzept

Die unterschiedlichen Konturen sind wie beschrieben auf verschiedenen Layern zu plazieren.

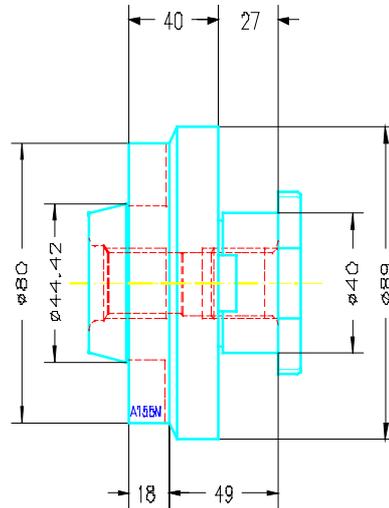
Für die Layerstruktur gelten folgende Regeln:

1. Aussenkontur, bei WZ-Kombinationen sichtbar (z.B Layer1)
2. Aussenkontur der Schnittstellen, bei WZ-Kombinationen nicht sichtbar (z.B. Layer SK1)
3. Innenkonturen (unsichtbare), nur bei WZ-Komponente darzustellen (z.B. Layer SK3)
4. Innenkonturen (unsichtbare), bei WZ-Komponente und WZ-Kombination darzustellen (z.B. Kühlmittelkanäle Layer 3)
5. Hüllkontur nicht schneidend zur Darstellung in Simulationssystemen (Layer NOCUT)
6. Hüllkontur schneidend zur Darstellung in Simulationssystemen (Layer CUT)
7. Bemassungen der WZ-Komponente (z.B. Layer SK2).
(Bemassungsparameter siehe Abschnitt 3.4 Seite 22)
8. Bemassungen, die auch für WZ-Kombinationen darzustellen sind (z.B. Layer 2)
(Bemassungsparameter siehe Abschnitt 3.4 Seite 22)
9. Mittellinie der Werkzeugkomponente (Layer SK4)
10. Mittellinie für die Werkzeugkombination (Layer 4, Länge = Einsatzlänge)
11. Texte zu Werkzeugkomponente (Layer SK6)
12. Texte zur Werkzeugkombination (Layer 6)

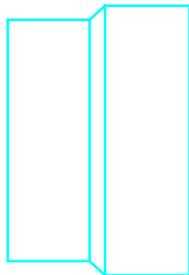


BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

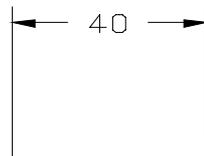
Alle Layer



Layer 1



Layer 2

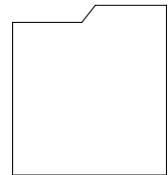


Layer 4

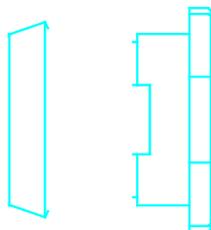


Layer 6

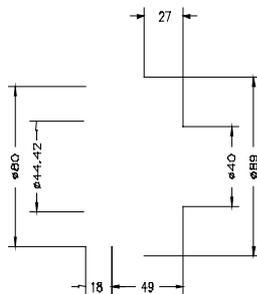
Layer NOCUT



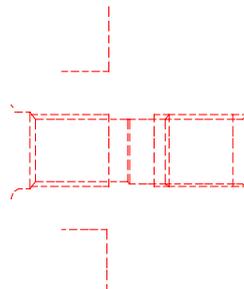
Layer SK1



Layer SK2

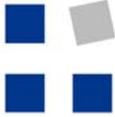


Layer SK3



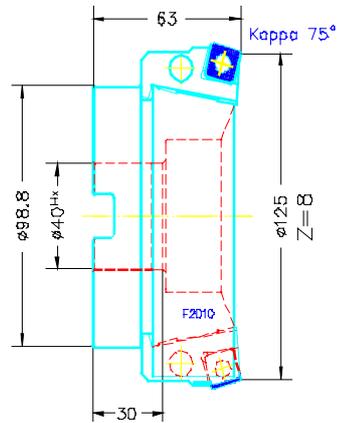
Layer SK4



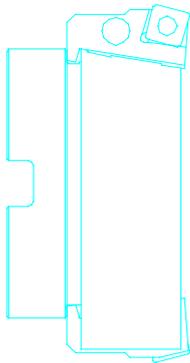


BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

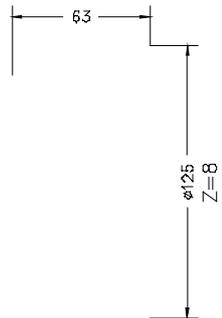
Alle Layer



Layer 1



Layer 2



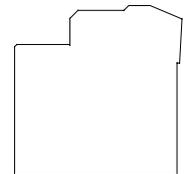
Layer 4



Layer 6



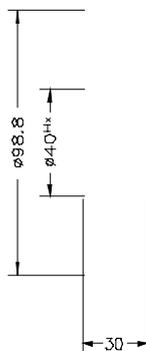
Layer NOCUT



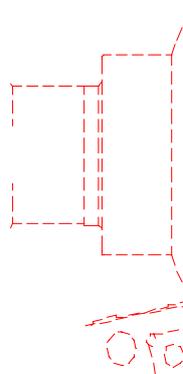
Layer CUT



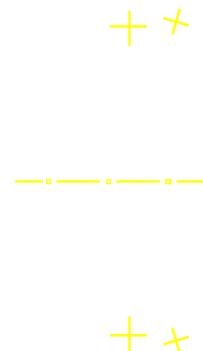
Layer SK2

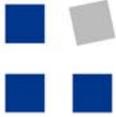


Layer SK3



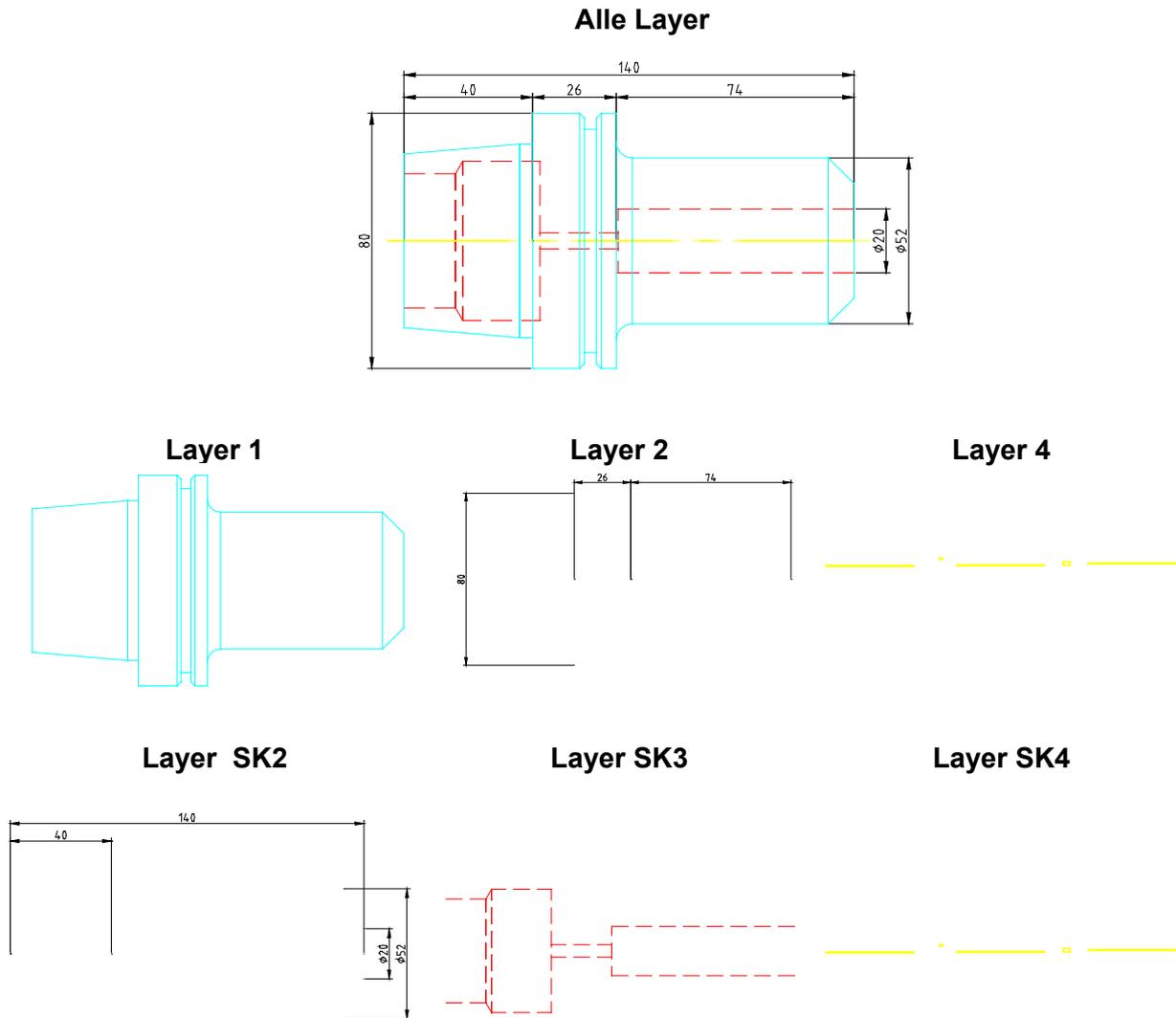
Layer SK4





BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

2.2.2 Werkzeugkomponente nicht rotationssymmetrisch (Drehwerkz.)

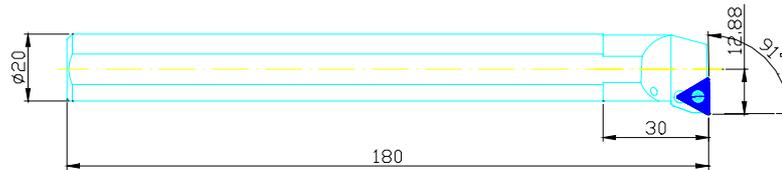




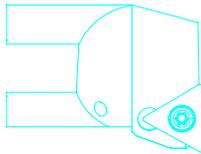
BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Alle Layer

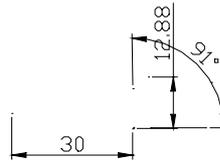
A20Q-STFCR11
2D093847



Layer 1



Layer 2L



Layer 4



Layer 6



Layer SK1



Layer SK2



Layer SK4



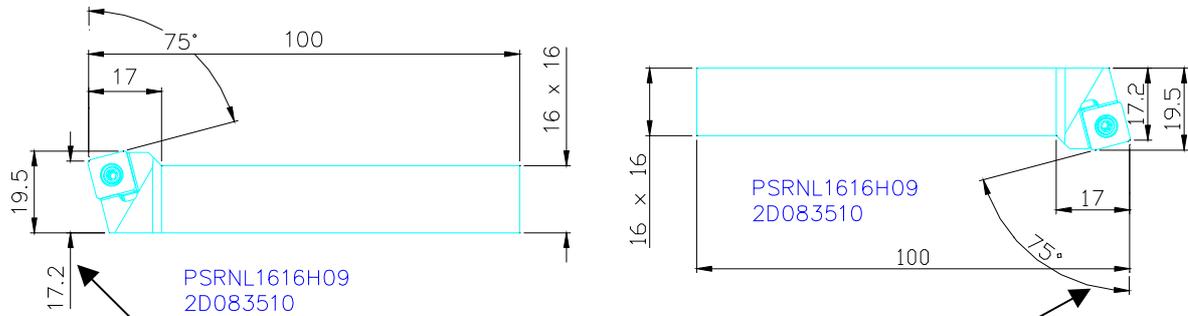
Layer SK6

A20Q-STFCR11
2D093847



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Alle Layer



Bemassungs-Layer der Komponente

Darstellung links: Layer 2L

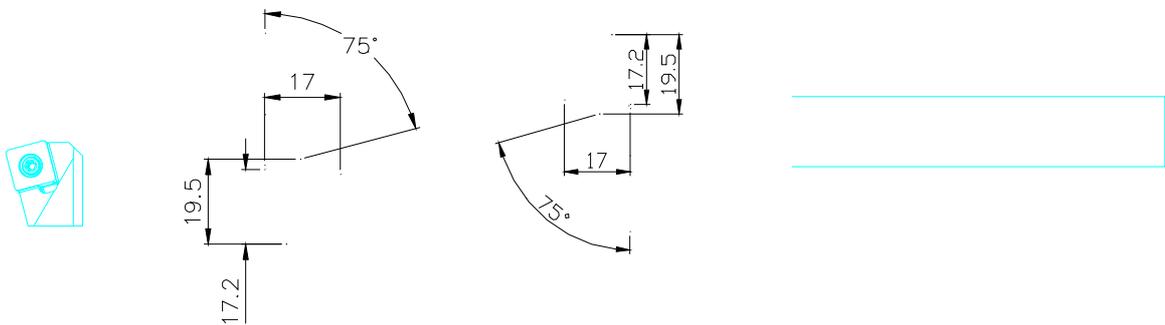
Darstellung rechts: Layer 2

Layer 1

Layer 2L

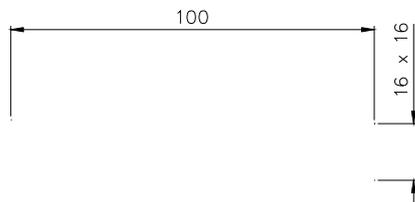
Layer 2

Layer SK1



Layer SK2

Layer SK6

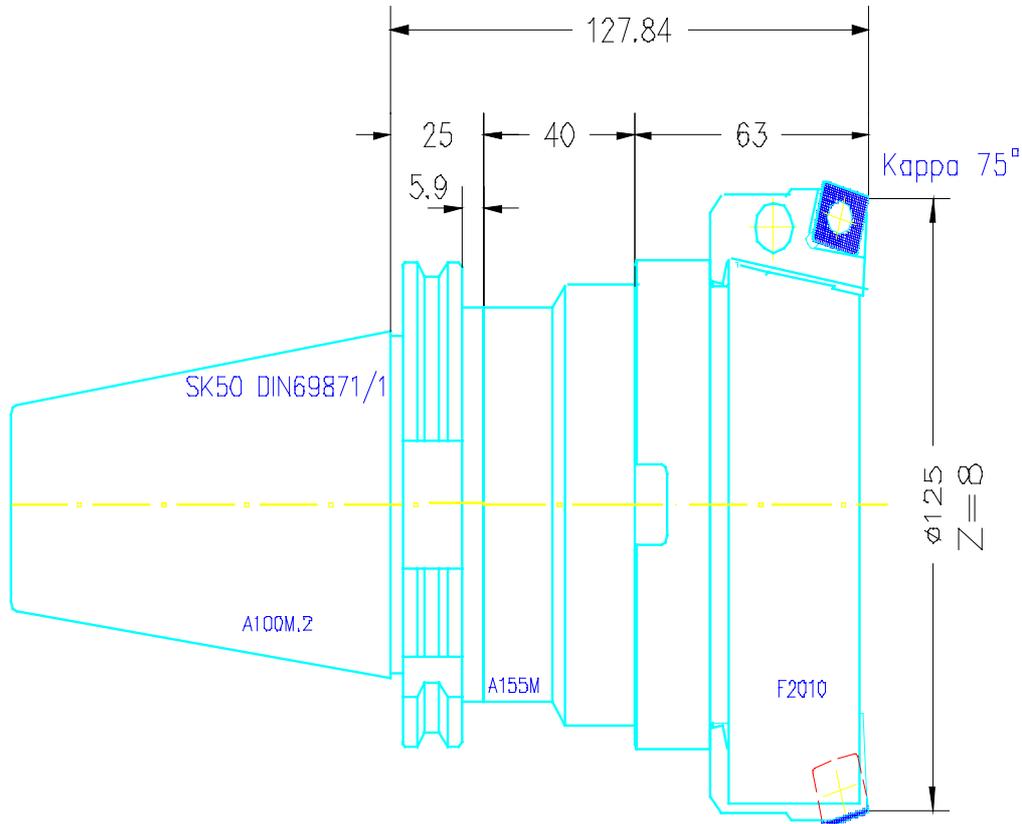


PSRNL1616H09
2D083510

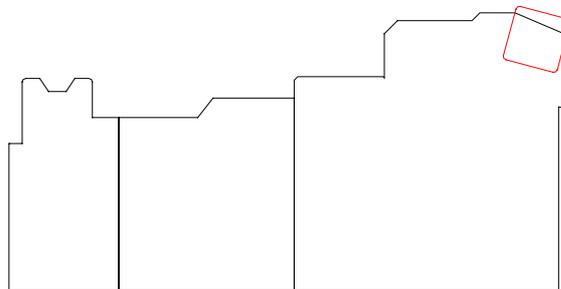
BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

2.2.3 Werkzeugkombination rotationssymmetrisch

Layer 1 - 6



Layer NOCUT und CUT

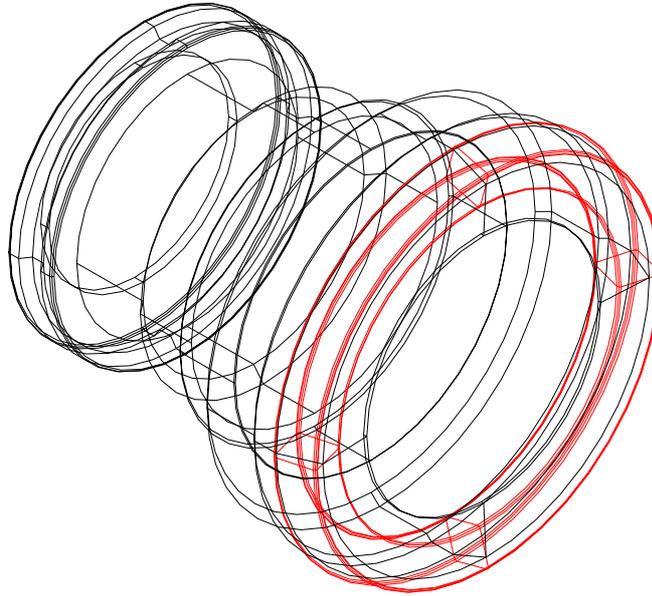


Die Hüllkonturen der einzelnen Werkzeugkomponenten von rotationssymmetrischen Werkzeugen müssen geschlossen sein und werden wie dargestellt als 2D-Grafik zur Erzeugung des 3D-Komplettwerkzeuges verwendet.

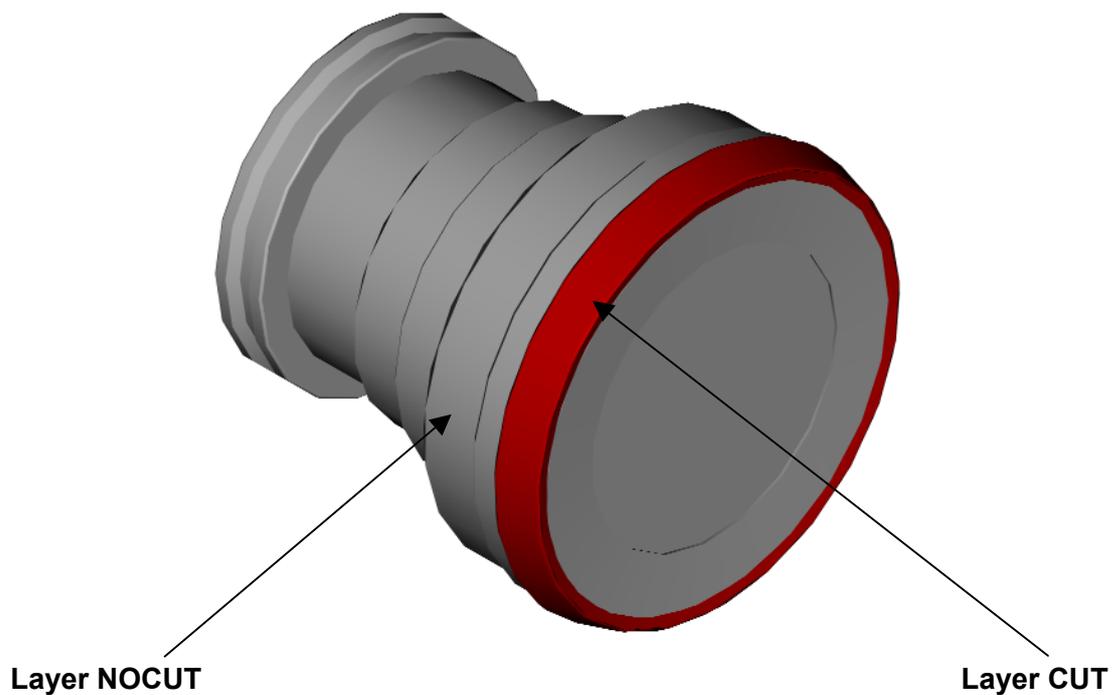


BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

3D-Komplettwerkzeug



Nach der Bildung eines Komplettwerkzeuges wird durch Rotation der Hüllkonturen der einzelnen Werkzeugkomponenten das 3D-Volumen für die Simulation erzeugt.

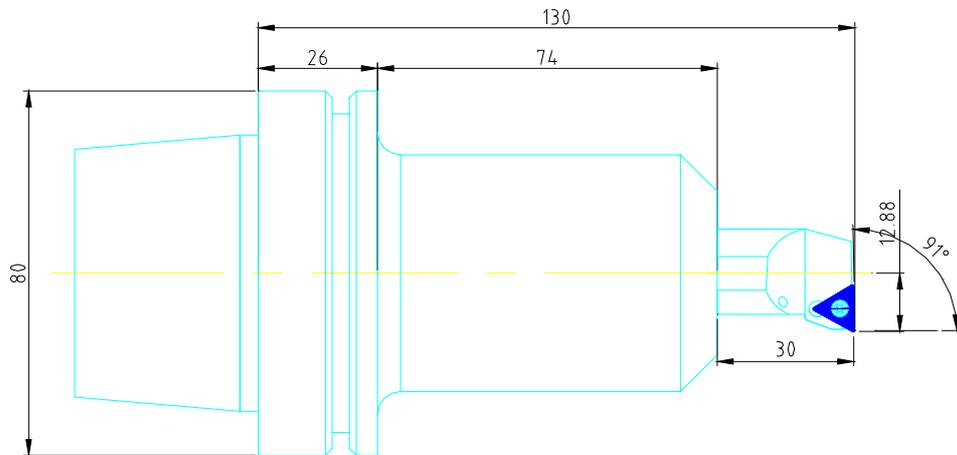




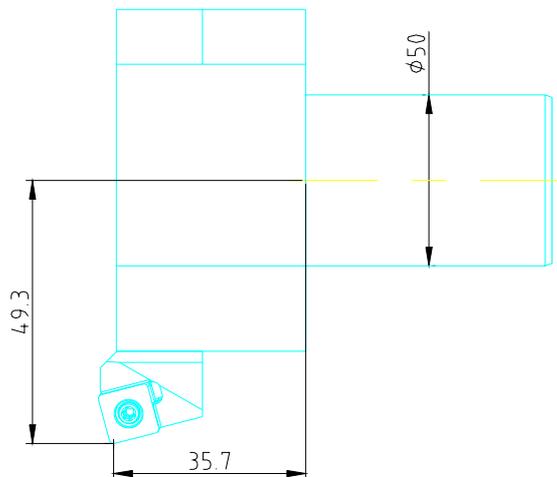
BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

2.2.4 Werkzeugkombination nicht rotationssymmetrisch (Drehwerkzg.)

Innen-Ausdrehstahl



Aussendrehstahl

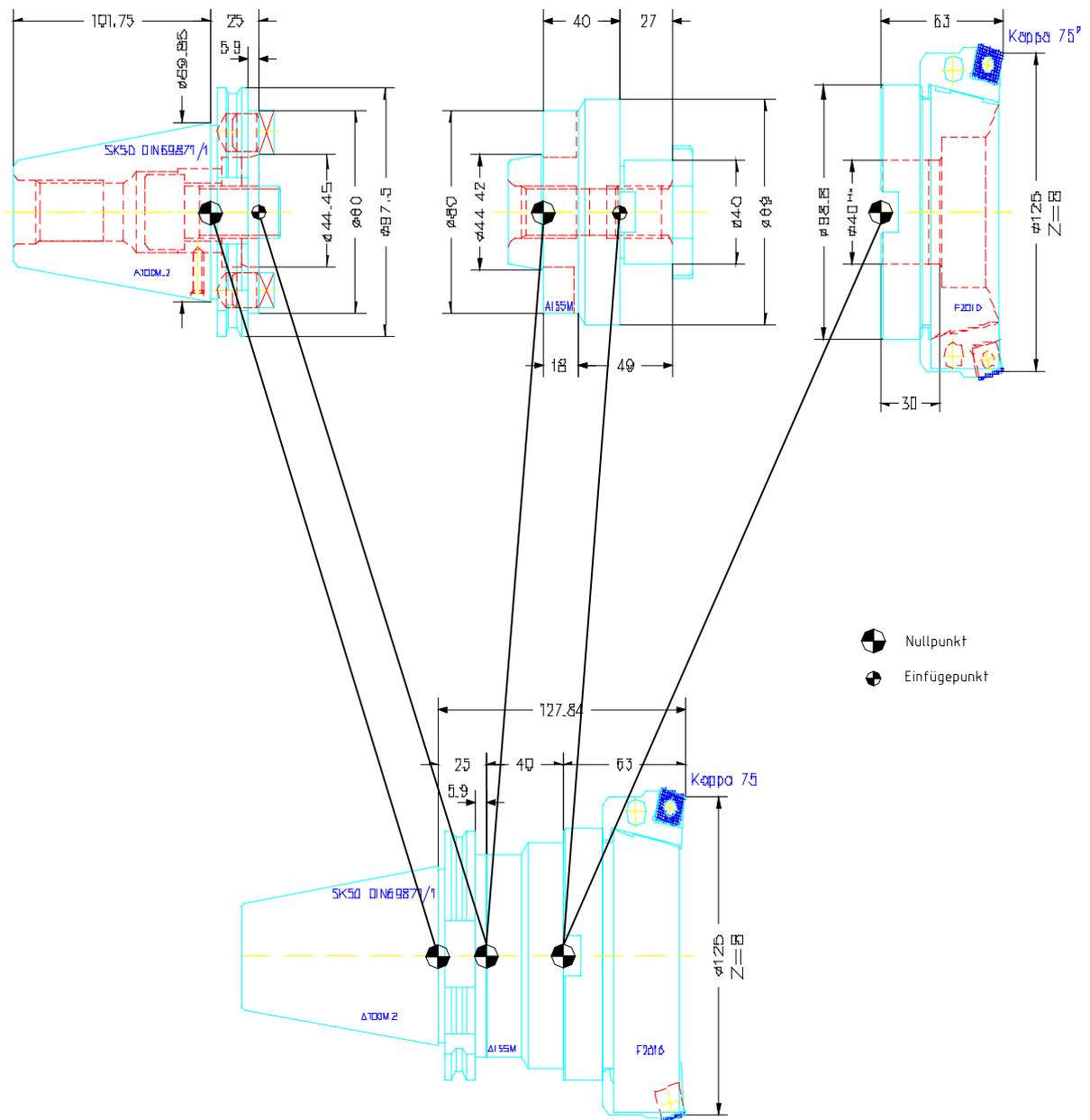


BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

3 Datenkonzept

3.1 Nullpunkte und Bezugspunkte

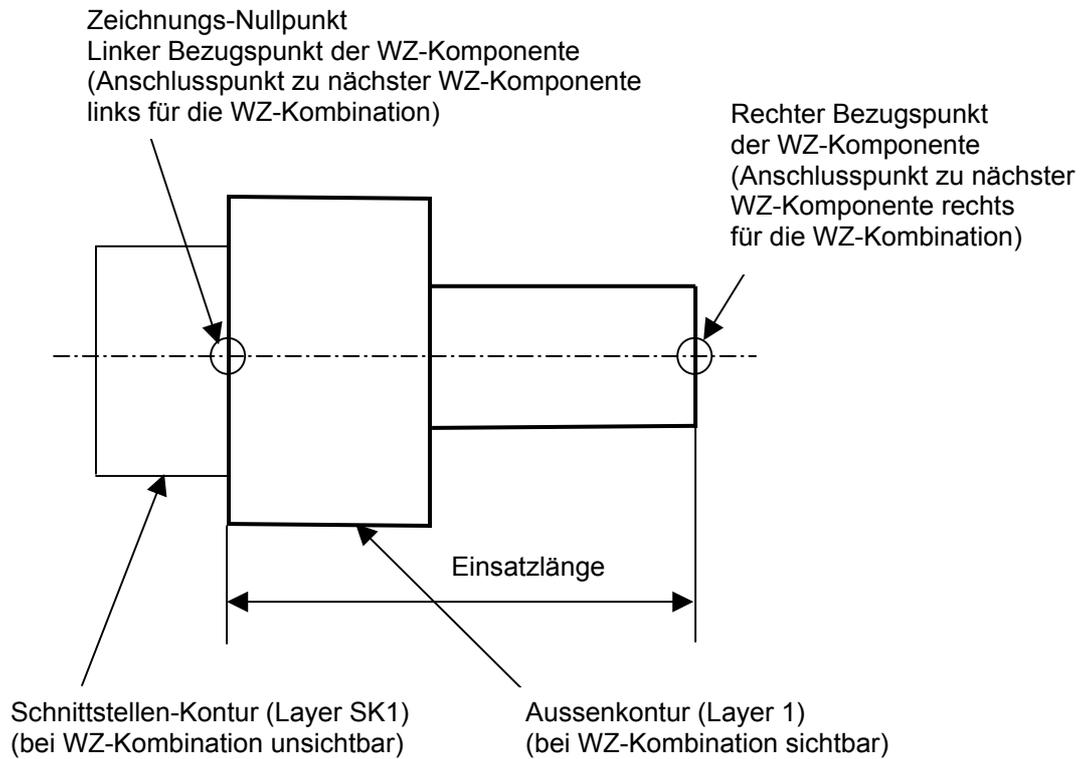
3.1.1 Rotations-symmetrisches Werkzeug





BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

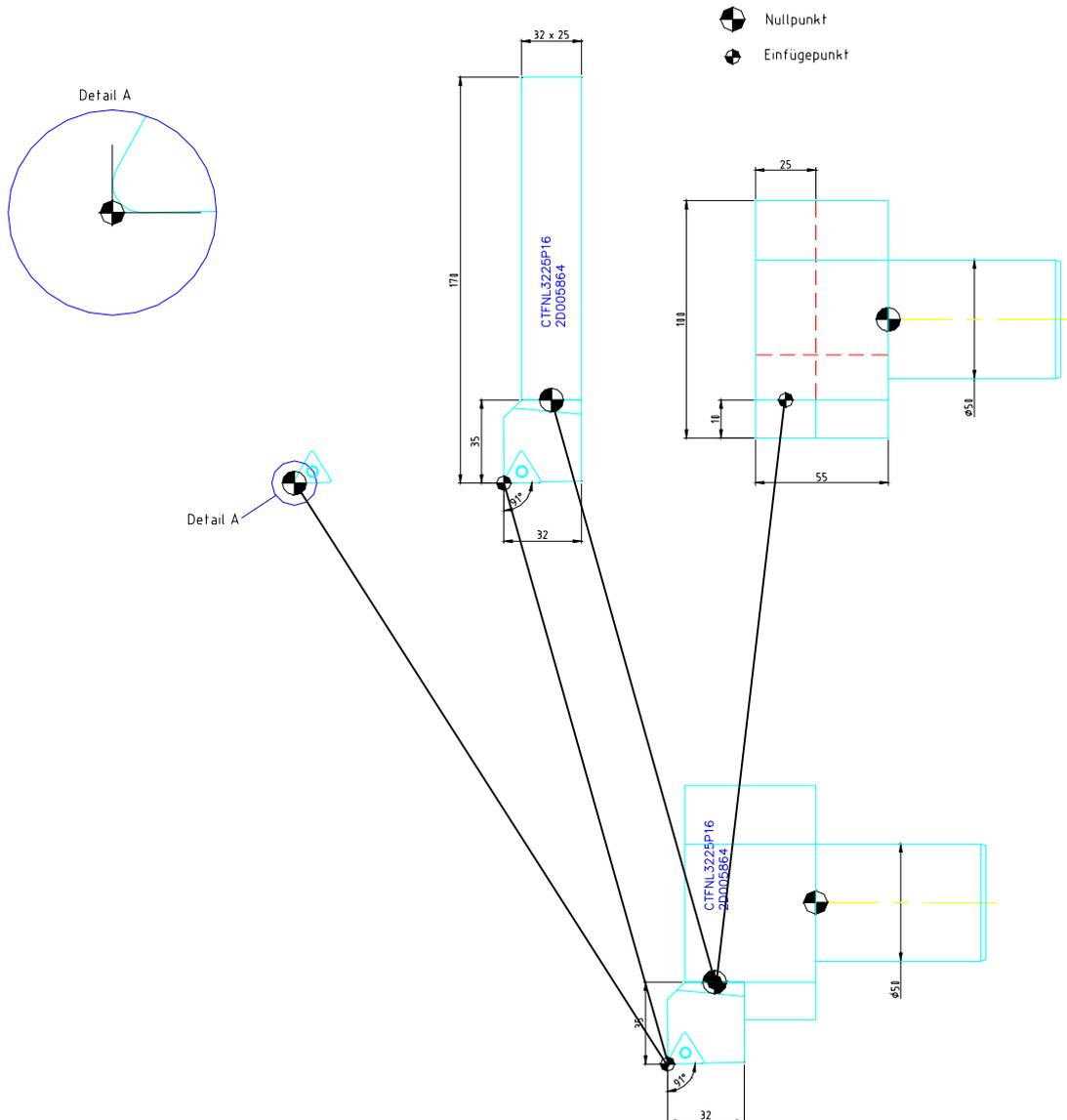
Vereinfacht dargestellt hier nochmals die Position des Zeichnungs-Nullpunktes und der Einsatzlänge bzw. des Bezugspunktes bei Werkzeugkomponenten:





BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

3.1.2 Nicht rotationssymmetrisches Werkzeug (Drehwerkzeug)



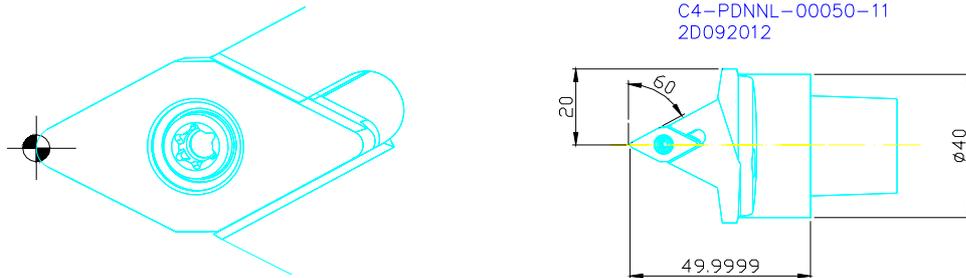
Der Nullpunkt der Wendeplatte liegt im theoretischen Schnittpunkt der Einstellmasse (L + Q) des Komplettwerkzeuges



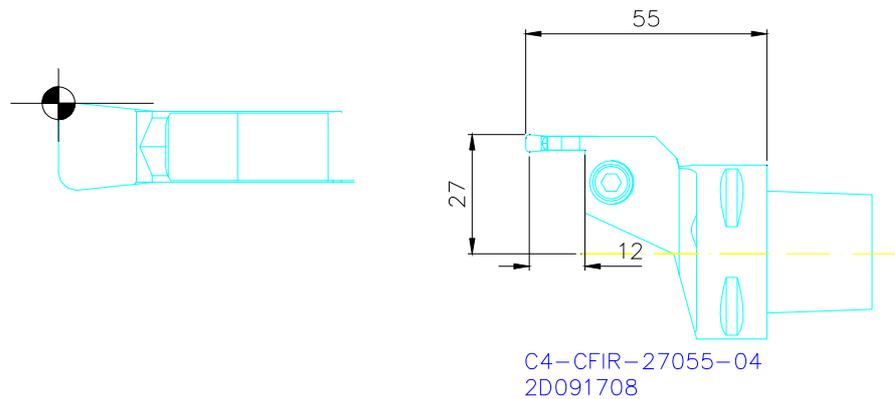
BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Weitere Beispiele der Nullpunktlage bei Wendeplatten:

Drehstahl symmetrisch

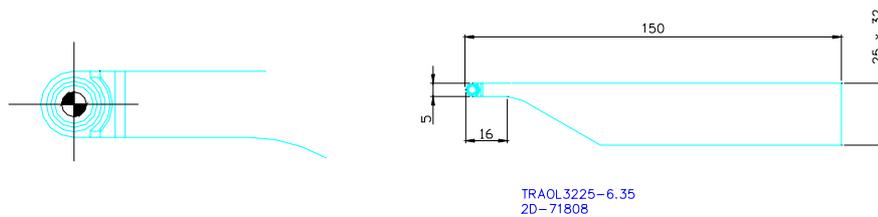


Stechstahl



Lage des Nullpunktes im linken Eckpunkt

Rundstahl



Lage des Nullpunktes abweichend in der Mitte der Wendeplatte



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

Die Positionen der Nullpunkte und Einfügepunkte bei Drehwerkzeugen sind Empfehlungen aus gemachten Erfahrungen in Werkzeugverwaltungssystemen (z. B. TDM, WinTool). Die Definition der Distanzen in X- und Y- bzw. Z-Richtung vom Nullpunkt bestimmt die Lage des Einfügepunktes.

Die Lage des Nullpunktes z. B. bei Drehstäben in der Schaftmitte auf der Auskraglänge ist deshalb sinnvoll, weil die Auskraglänge in den Werkzeuginformationen eines Werkzeugkataloges vorhanden ist. (Die Lage des Nullpunktes am Schaftende ist ungünstig, da die Schaftlänge je nach Hersteller unterschiedlich sein kann).

Der Nullpunkt der Wendeplatte liegt im theoretischen Schnittpunkt der Einstellmasse ($L + Q$) des Komplettwerkzeuges, bei Stechplatten im linken Eckpunkt.

Ausnahme: runde Wendeplatte. (Die Nullpunktlage in der Mitte der Wendeplatte ist ungünstig, ausser bei runden Wendeplatten, da die genaue Lage im Werkzeugkatalog meistens nicht vermasst ist).

Die Grafik einer Werkzeugkomponente ist so darzustellen, dass der Nullpunkt im Ursprung des Benutzer-Koordinatensystems liegt. Der Einfügepunkt dagegen wird in der Grafik nicht definiert. Seine Lage ergibt sich aus der Distanz in X- und Y- bzw. Z-Richtung vom Nullpunkt und eventuellen zusätzlichen Verschiebevektoren, die in der jeweiligen Anwendung definiert bzw. berechnet werden müssen.

Wegen der vielen Variationsmöglichkeiten bei den nicht rotationssymmetrischen Werkzeug-Kombinationen (Drehwerkzeuge) sind zusätzliche Daten als ergänzende Informationen für die korrekte grafische Darstellung, welche in den Werkzeugverwaltungssystemen angewendet wird, erforderlich. Dies sind:

bei Werkzeugkomponenten:

- die Distanz vom Nullpunkt zum Einfügepunkt der nächsten Komponente

bei Werkzeugkombinationen (Komplettwerkzeug)

- die Einsatzlage jeder Komponente nach dem kartesischen Koordinatensystem (Winkel)
- die Einsatzlage bei Drehstäben Normal oder Überkopf
- der Verschiebe-Vektor der Wendeplatte z. B. für linke und rechte Einstechstäbe.
- der Verschiebe-Vektor bei veränderter Auskraglänge (-breite)



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

3.2 Regeln zum Datenkonzept

Für die Grafikdaten der WZ-Komponenten gelten folgende Regeln:

- Der Nullpunkt liegt bei der rotationssymmetrischen WZ-Komponente im Schnittpunkt der Mittellinie und der linken Planfläche, welche in der WZ-Kombination sichtbar ist. (Layer 1)
- Die Einsatzlängen und die Kollisionsdurchmesser der einzelnen Werkzeugkomponenten sind in der WZ-Kombination anzugeben. Die Distanz der Masslinie von der Mittellinie bei rotationssymmetrischen Werkzeugen beträgt 75 mm. Falls der Werkzeugradius => 60 mm ist, so wird der Abstand der Längenvermessung in Intervallen von 15 mm zur Mittellinie vergrößert. Dies gewährleistet, dass die Längenmasse aller Werkzeugkomponenten beim Komplettwerkzeug auf der gleichen Höhe dargestellt werden.
- Ein Zeichnungsrahmen ist bei Bedarf auf einem separaten Layer darzustellen (Layer 5).

3.3 Regeln zur Bemessung der Werkzeugkombination

Die Werkzeugkombinationen sind nach folgenden Regeln zu bemessen:

- Gesamtlänge und Quermass (nur bei nicht rotationssymmetrischen Werkzeugen – Drehwerkzeuge) vom Nullpunkt des Werkzeughalters in der Maschinenspindel bis zur Schneidenspitze.
- Alle Einsatzlängen der einzelnen rotationssymmetrischen Werkzeugkomponenten (Abstand 75 mm zur Mittellinie oder um je 15 mm grösser)
- Falls der Durchmesser des Schneidwerkzeuges nicht der grösste ist, sollten die grösseren Kollisionsdurchmesser der weiteren Werkzeugkomponenten in der Werkzeugkombination bemast sein.

Diese Regeln werden im Layer-Beispiel verdeutlicht.



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

3.4 Bemessungsparameter

Zum Bemessungsstil in AutoCAD gelten folgende Parameterdefinitionen:

BEMALT Aus	Wahl von Alternativeinheiten
BEMALTD 2	Dezimalstellen für Alternativeinheiten
BEMALTU 25.40	Umrechnungsfaktor für Alternativeinheiten
BEMATDEZ 2	Dezimalstellen für Alternativtoleranz
BEMATNU 0	Nullen unterdrücken bei Alternativtoleranz
BEMAEINH 2	Alternativeinheiten
BEMAWNU 0	Nullen unterdrücken bei Alternativeinheiten
BEMANACH	Präfix und Suffix für Alternativtext
BEMASSO Ein	Assoziativbemaßung generieren
BEMPLG 4.57	Pfeillänge
BEMWEINH 0	Winkleinheit
BEMBLK	Name für Pfeilblock
BEMBLK1	Name für ersten Pfeilblock
BEMBLK2	Name für zweiten Pfeilblock
BEMZEN 0.09	Größe Zentrumspunkt
BEMFARM VONBLOCK	Farbe der Maß- und Führungslinie
BEMFARH VONBLOCK	Farbe der Hilfslinie
BEMFART VONBLOCK	Farbe des Maßtextes
BEMDEZ 2	Dezimalstellen
BEMVML 0.00	Verlängerung der Maßlinie
BEMIML 0.38	Maßlinien-Abstand
BEMVEH 5.00	Verlängerung der Hilfslinie oberhalb Maßlinie
BEMABH 0.00	Abstand der Hilfslinie
BEMPASS 3	Text einpassen
BEMABST 2.30	Abstand der Maßlinie vom Text
BEM AUS 0	Textausrichtung nach Maßlinie
BEMGFLA 1.00	Skalierfaktor für lineare Einheiten
BEMGRE Aus	Bemaßungsgrenzen generieren
BEMNACH	Präfix und Suffix für Maßtext
BEMRND 0.00	Rundungswert
BEMPFKT Aus	Pfeilblöcke trennen
BEMFKTR 0.00	Allgemeiner Skalierfaktor
BEMM1U Aus	Erste Maßlinie unterdrücken
BEMM2U Aus	Zweite Maßlinie unterdrücken



BMG (Betriebs-Mittel-Grafik) Layer- und Datenkonzept

BEMH1U Aus	Erste Hilfslinie unterdrücken
BEMH2U Aus	Zweite Hilfslinie unterdrücken
BEMZUG Ein	Aktualisieren der Bemaßungen beim Ziehen
BEMMAHU Aus	Maßlinie außerhalb Hilfslinie unterdrücken
BEMSTIL STANDARD	Aktueller Bemaßungsstil (schreibgeschützt)
BEMTOM 1	Text oberhalb der Maßlinie setzen
BEMTDEZ 4	Dezimalstellen für Toleranz
BEMTFAC 1.00	Toleranz bei der Skalierung der Textgröße
BEMTIH Aus	Text innerhalb Hilfslinien ist waagrecht
BEMTIL Aus	Text innerhalb Hilfslinien
BEMTM 0.00	Minus-Toleranz
BEMTAL Aus	Maßlinie zwischen Hilfslinien
BEMTAH Aus	Text außerhalb waagrecht
BEMTOL Aus	Maßtoleranz
BEMVAUS 1	Vertikale Ausrichtung der Toleranz
BEMTP 0.00	Plus-Toleranz
BEMSLG 0.00	Strichlänge
BEMTVP 0.00	Text vertikale Position
BEMTSTIL SIMPLEX	Textstil
BEMTXT 4.57	Texthöhe
BEMTNZ 0	Nullen unterdrücken bei Toleranz
BEMEINH 2	Einheit
BEMBTXT Aus	Vom Benutzer positionierter Text
BEMNZ 8	Null unterdrücken