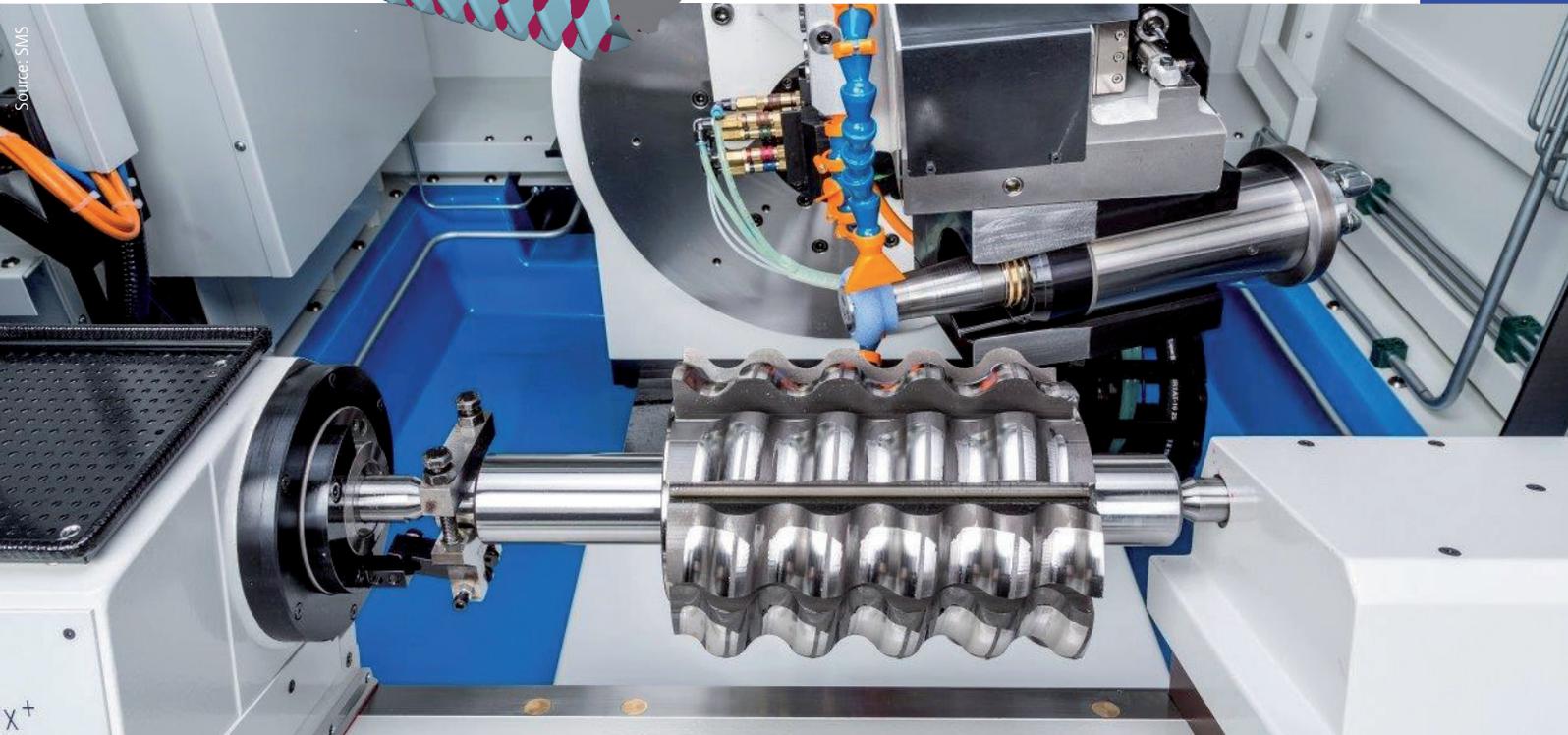
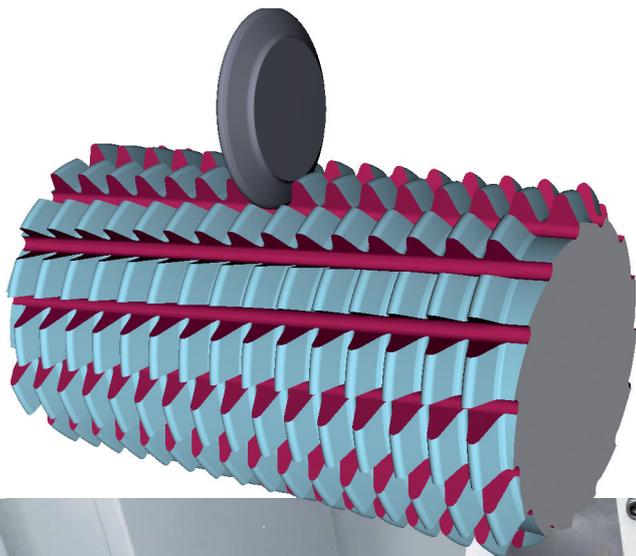


# PTM – Precision Tool Manufacturing

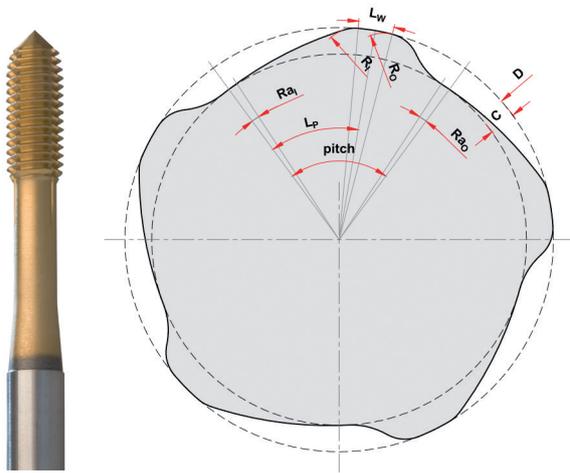


**„Engineering statt Empirie“ trifft als Slogan den funktionalen Kern des ESCO-Softwaresystems PTM: Werkzeugentwicklung, Machbarkeitsanalysen und Fertigungsautomatisierung auf der Basis der exakten mathematischen Abbildung der geometrischen und kinematischen Parameter erzeugen genaue, reproduzierbare und interpretierbare Ergebnisse!**

## **PTM: Im Kern eine virtuelle Maschine**

Bei der Fertigung von Präzisionswerkzeugen, Lauf- und Mitnahmeverzahnungen oder komplexen Präzisionsteilen aus dem Maschinen-, Anlagen- oder Automobilbau bleibt die Werkzeug- und Verfahrensentwicklung unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine Herausforderung. Hinzu kommen sehr hohe Qualitätsanforderungen, die an die Grenzen des Machbaren stoßen. Für eine effiziente Fertigung sind Trial-and-Error-Metho-

den nicht nur aus ökonomischen Gründen ungeeignet. Die Antwort auf diese Herausforderung: Die ESCO-Software PTM als virtuelle Maschine, lauffähig auf einem konventionellen PC. Wesentliche Entwicklungsschritte und Machbarkeitsanalysen werden qualitativ und quantitativ im Vorfeld der Fertigung durchgeführt. Kern der Software ist eine Bibliothek von Kinematikmodellen, die die Freiheitsgrade und Achsbewegungen der jeweiligen Fertigungsverfahren exakt abbilden. Ausgehend von der



## 1 Parametrierung der Hubkurve für Gewindeformer

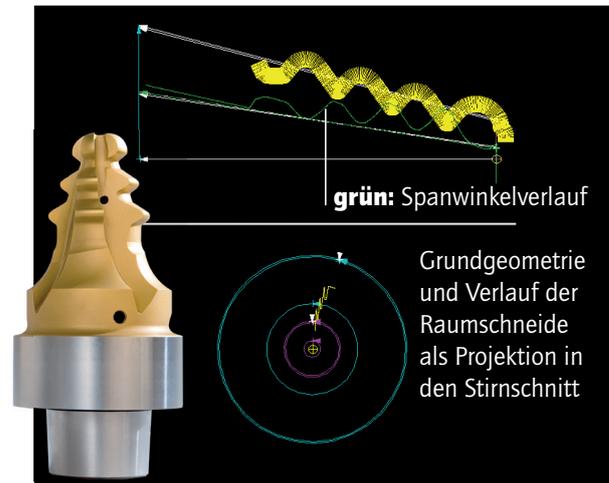
Geometrie des Werkstücks und der Grundparametrierung des Verfahrens berechnet PTM die Form und/oder Bahn des Werkzeugs. Die angeschlossene Fertigungssimulation gibt sofort Aufschluss über ggf. auftretende Machbarkeitsprobleme. Parametervariationen erlauben Grenzanalysen und Verfahrensoptimierungen.

### Flexibilität durch modularen Aufbau

PTM ist ein modular strukturiertes Baukastensystem. Im Sinne einer Arbeitsplan-Denkweise werden Werkstücke und Werkzeuge ausgewählt und über die Bearbeitungsverfahren miteinander verknüpft. Die Werkstückpalette und die Maschinen des Anwenders definieren den Umfang des jeweiligen PTM-Systems. Wachsen die Anforderungen hinsichtlich des Teilespektrums, des Maschinenparks oder neuer Technologien, kann PTM individuell mitwachsen: in weiten Bereichen durch Ergänzen von Standard-Modulen, darüber hinaus durch neue Lösungen aus der Systementwicklung und/oder individuell durch Customizing für spezielle Applikationen.

### Sonderlösung oder doch Standard?!

Ein „flexibler Standard“ in Form einer sinnvoll erweiterten Teile-Parametrierung beschreibt in der Regel einen Großteil der Variantenvielfalt einer Teilefamilie. Ein Normgewinde entsteht in PTM beispielsweise auf Knopfdruck aus der Basisparametrierung: Gewindetyp, Nenndurchmesser, Gangzahl und -richtung, Steigung und Toleranzfeldangabe reichen zur eindeutigen Beschreibung aus. Durch Umschalten des Gewindetyps auf „Sonderprofil“ gibt PTM nach der Standardparametrierung alle relevanten Geometrieparameter für eine schnelle und einfache „parametrische Umkonstruktion“ frei: Aus einem Trapezgewinde wird beispielsweise ein asymmetrisches selbsthemmendes Gewindeprofil. Der technologisch rele-



## 2 Konische Formfräser: Kontrolle der Geometrie und des Spanwinkelverlaufs

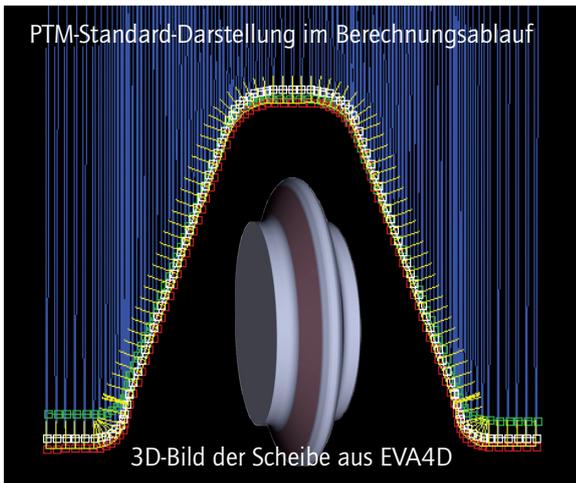
vante Hubverlauf eines Gewindeformers lässt sich ebenso einfach durch eine Handvoll Parameter beschreiben und variieren, Abb. 1. Ist eine Parametrierung nicht möglich, lässt sich die zu bearbeitende Geometrie über zum PTM-Basisumfang gehörende Fremdsystemschnittstellen einlesen. Die angeschlossenen Verfahren zur Hart- und/oder Weichbearbeitung von Werkstücken und Werkzeugen sind allgemeingültig einsetzbar, unabhängig davon, ob ein Norm- oder Sonderprofil bearbeitet werden soll.

### Sicheres Arbeiten, sichtbare und interpretierbare Ergebnisse

Die Verfahrenssimulation in PTM ist jeweils bidirektional durchführbar: Zu einem Werkstück lässt sich ein Werkzeug berechnen und umgekehrt. In der Regel ist die Vorgehensweise für einen neuen Auftrag wie folgt:

- Beschreibung der Werkstückgeometrie
- Simulation des Fertigungsverfahrens zur Berechnung des zugehörigen Werkzeugs und/oder der Bahn des Werkzeugs
- Einsatz des berechneten Werkzeugs in einer Fertigungssimulation mit Machbarkeitsanalyse, ggf. Parametervariationen zur Optimierung der Randbedingungen
- Übergabe der Daten/Programme an die reale Fertigung

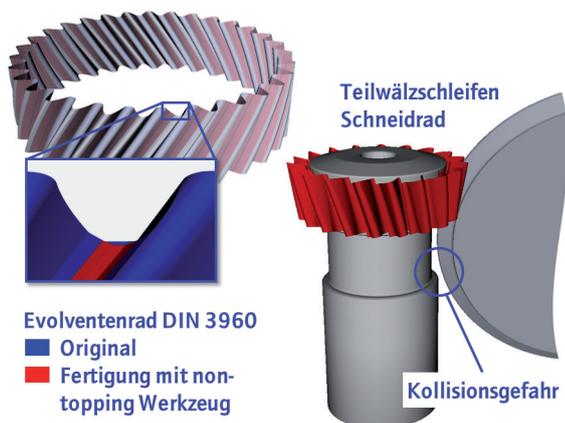
In jeder dieser Stufen unterstützt PTM den Anwender durch entsprechende Vollständigkeits- und Plausibilitätsprüfungen der eingegebenen Daten. Die jeweiligen Berechnungsergebnisse werden grafisch aufbereitet, Zusatzinformationen und ggf. kritische Bereiche sind farblich hervorgehoben. Abb. 2 zeigt beispielsweise nach der Definition von Profil und Spannut den Spanwinkelverlauf für einen konischen Formfräser, Abb. 3 die Kontrollgrafik nach der Berechnung einer Hinterschleifscheibe für die Wälzfräserfertigung. Die 2D-Darstellung als Standard-



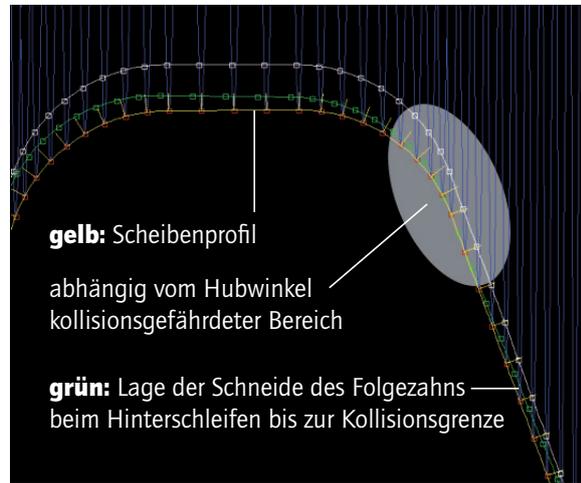
### 3 Hinterschleifen eines Wälzfräasers: Kontroll- und Analysegrafik nach der Schleifscheibenberechnung

Visualisierung in PTM zeigt die Ergebnisse bereits  $\mu$ -genau; die Grafik kann unmittelbar zur Detailanalyse mit CAD-ähnlichen Hilfsmitteln wie Zoom-Funktion, Koordinatenanzeige etc. genutzt werden. Die farblich unterschiedlich gekennzeichneten Ergebnisgeometrien und Zusatzinformationen geben dem Anwender einen schnellen Überblick über wesentliche Verfahrensrandbedingungen, z.B. in Verbindung mit parallel angezeigten quantitativen Informationen zur Abschätzung des Kollisionsverhaltens, Abb.4.

Enthält die PTM-Systemkonfiguration das Visualisierungstool EVA4D – „ESCO Visualisation Application 4D“ –, stehen auch für komplexe Teile und Fertigungsverfahren weitere anschauliche Analysemöglichkeiten für Teilegeometrie, Fertigungskinetik und bestehende Kollisionsprobleme zwischen Werkstück und Werkzeug oder zwischen Werkzeug/Werkzeugaufnahme und Störkonturen/Anbauteilen zur Verfügung, Abb. 5. Mit den genannten Leistungsmerkmalen ermöglicht PTM Mach-



### 5 Visualisierung und Analyse mit EVA4D

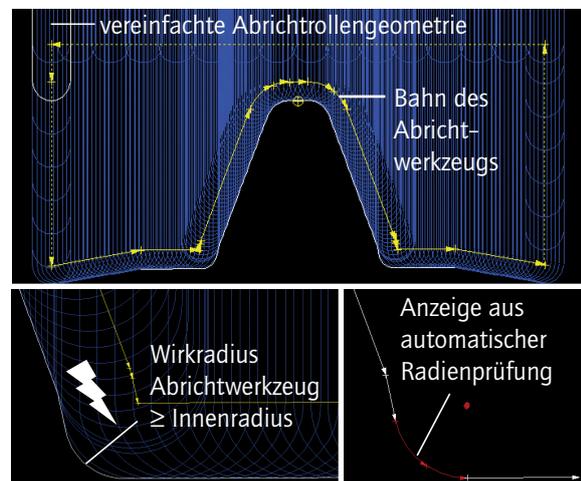


### 4 Grafische Analyse der Kollisionsbedingungen bei der Scheibenberechnung

barkeitsanalysen und die Bereitstellung von zuverlässigen Prozessdaten ressourcenschonend bereits vor dem realen Einsatz von Material und Maschine.

#### Von der virtuellen zur realen Maschine

Sämtliche Berechnungsergebnisse aus PTM sind zunächst maschinen- und steuerungsneutral. Die Anbindung an das zumeist heterogene, reale betriebliche Maschinenumfeld geschieht vorzugsweise über intelligente Postprozessoren. Das Ergebnis sind konventionelle NC-Programme oder Geometrie- bzw. Bahninformationen in einem maschinenkompatiblen XML-Format. Auch in diesem letzten Vorbereitungsschritt für die Fertigung steht die einfache und sichere Handhabung der Software im Vordergrund. Abb. 6 zeigt die grafische Kontrolle eines automatisch erzeugten NC-Unterprogramms zum Abrichten einer Profilschleifscheibe: im oberen Bildteil den angewählten Abrichtzyklus, unten im Bild das Ergebnis der Machbarkeitsanalyse. In diesem Fall ist der gewählte Wirkradius des Abrichtwerkzeugs zu groß.



### 6 Abrichtssimulation mit Machbarkeitsanalyse





engineering  
solutions  
consulting

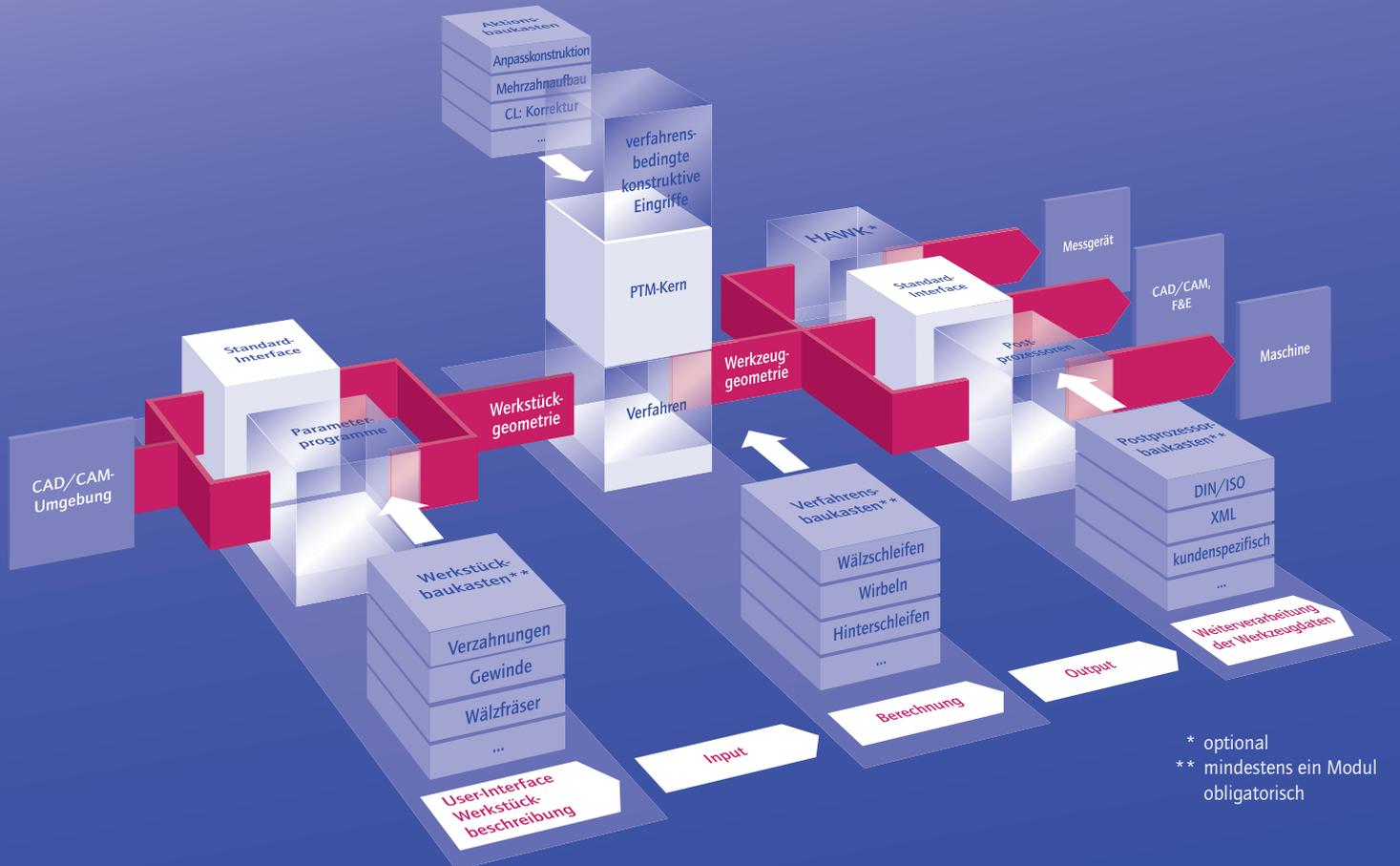
ESCO GmbH  
Kaiserstraße 100  
52134 Herzogenrath  
StädteRegion Aachen  
Deutschland

Phone +49(0)2407-50694-0  
Fax +49(0)2407-50694-40

info@esco-aachen.de  
www.esco-aachen.de



## PTM als Bestandteil einer integrierten Fertigungslösung



ESCO-Softwareprodukte sind als autarke Vollversion oder als homogener Bestandteil einer integrierten Fertigungslösung konfigurierbar und einsetzbar.

Durch das durchgängige Datenkonzept und interne Schnittstellen kommuniziert PTM unmittelbar mit der ESCO-Mess- und Auswertesoftware HAWK, im optimalen Fall im „ClosedLoop“. In der Werkzeugfertigung übernimmt HAWK beispielsweise die in PTM erzeugten

Werkzeugdaten, führt die Messung aus und übergibt die gemessenen Abweichungen zur automatischen Korrektur zurück an PTM. Zur Anbindung an innerbetriebliche IT-Lösungen wie CAD/CAM-Systeme oder Produktdatenbanken steht die standardisierte ESCO-XML-Schnittstelle zur Verfügung. Alternativ oder ergänzend zu diesem Interface gewährleisten bei Bedarf auch kunden- und/oder anwendungsspezifische Lösungen die Integration von PTM in das betriebliche Umfeld.