

Prozess-Planungsverfahren für KMU

Das digitale Baukastenprinzip

” *...fehlende Standards in den Datenstrukturen sowie weit verbreitete Daten-Redundanz verhindern bei KMU die Einführung einer bereichsübergreifenden, digitalen Prozesslenkung.*“



Dr.-Ing. Bernd Schniering
Geschäftsführender Gesellschafter

1.0

VORWORT

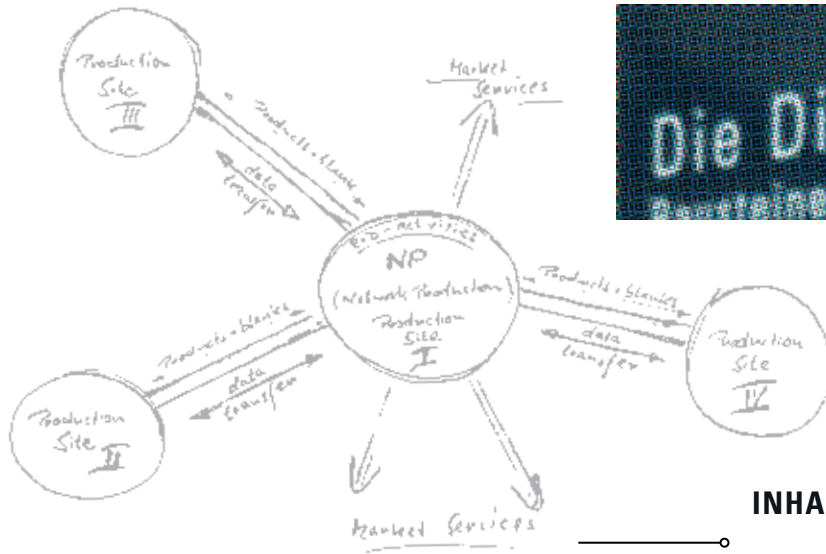
Seit 1988 arbeitet die Gesellschaft für angewandte Prozesslenkung (GAP) in Forschungs Kooperation mit technischen Universitäten und Hochschulen, u.a. aus Aachen, Dortmund, Stuttgart und Bochum, zusammen. Im Rahmen diverser Forschungsvorhaben werden Management Tools und digitale Lenkungssysteme für KMU (Kleine und mittelständische Unternehmen) in diesen Kooperationen zwischen Wissenschaft und Industrie entwickelt.

Mit der Gründung der GAP entstand parallel zur Werkzeugentwicklung und -produktion der Schumacher Precision Tools GmbH auf dem Gebiet dieser Management Tools am Stammsitz in Remscheid ein erweitertes Tätigkeitsfeld. Im Fokus stehen die Entwicklung digitaler Lenkungssysteme für industrielle KMU und die internationale Beratung anderer Industrieunternehmen auf dem Gebiet der digitalen Prozessoptimierung. Begleitet werden diese Entwicklungsaktivitäten der GAP durch einen engen Dialog mit unterschiedlichen Forschungs-

einrichtungen, Verbänden und Dienstleistungsunternehmen. So ergibt sich mit der kontinuierlichen Unterstützung der genannten Hochschulen und Universitäten, des Maschinenbau-Verbandes VDMA, Frankfurt, und diverser Industriepartner für die GAP ein detailliertes Bild über jeweils aktuelle Bedürfnisse kleiner und mittelständischer Industrieunternehmen. Es liegt nah, die so gewonnenen Erkenntnisse über Defizite in der industriellen Prozesslenkung bei KMU wissenschaftlich auszuwerten.

Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse über Lenkungsdefizite werden durch die GAP digitale Prozesslenkungssysteme entwickelt, die dieser Unternehmensklasse der industriellen KMU gerecht werden. Dabei fließen die Erfahrungen aus der Industriepraxis der Schumacher Precision Tools GmbH als traditionellem Werkzeughersteller in die neuen Systeme ein.

Dr.-Ing. Bernd Schniering



INHALT

- 1.0 VORWORT
- 2.0 SCHWERPUNKTE | ENTWICKLUNGSARBEIT DER GAP
- 3.0 BEISPIELE | AUS DEN BEREICHEN DER GAP-ENTWICKLUNGEN
 - 3.1 ToolDesign
 - 3.2 ToolSimulation
 - 3.3 ToolProduction
 - 3.4 ProfitAnalysis
- 4.0 NACHSPANN | DIE GAP UND DER MITTELSTAND



Prozessplanung
Planungsanalyse

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

SCHUMACHER
PRECISION TOOLS SINCE 1918

2.0

SCHWERPUNKTE ENTWICKLUNGSARBEIT DER GAP

Anspruch der GAP bei allen Entwicklungsarbeiten ist ein hoher Praxisbezug für den Einsatz neuer Lenkungssysteme in industriellen KMU. Die Forderung nach einem bereichsübergreifenden Charakter der Systeme führte in den letzten zwei Jahrzehnten zur Definition neuer Standards bei den KMU-Datenstrukturen und letztendlich zu einem alle Abteilungen eines Unternehmens umfassenden digitalen Baukastenprinzip.

Dabei haben sich die Rahmenbedingungen des Präzisionswerkzeugherstellers Schumacher Precision Tools als Versuchsfeld und Ideengeber sehr positiv ausgewirkt. Die Nutzung der bestehenden Marktverbindungen der Schumacher Precision Tools im Bereich mittelständischer Hersteller der KMU-Klasse mit den Schwerpunkten Deutschland und Europa haben zu den wünschenswerten Impulsen bei der jeweiligen Konzepterstellung der GAP geführt. Beteiligt sind auch asiatische Präzisionswerkzeughersteller, wie z.B. einer der Marktführer der Branche, die YG-1 Tool Co. aus Südkorea.

Die Koordination dieser industriellen Praxis der Präzisionswerkzeugindustrie mit dem bestehenden Netzwerk zu Forschungspartnern – Partnern wie RWTH Aachen, TU Dortmund, EDB (Education and Development Board), Singapore, UTM (University of Technology Malaysia), Kuala Lumpur, Malaysia – führte im Rahmen der Entwicklungen zu dieser praxisnahen Arbeitsgrundlage zwischen Industrie und Wissenschaft.

Eine Vorstandmitgliedschaft der GAP Geschäftsführung im Maschinenbau-Verband VDMA, Frankfurt, führt hier ergänzend zu einem exzellenten Einblick in notwendige Veränderungsprozesse der betrachteten Unternehmensklasse (KMU) als Antwort auf globale Märkte im Maschinenbau.



Prozessoptimierung

SCHWERPUNKTE DER AKTIVITÄTEN DER GAP AUF DEM GEBIET DER MANAGEMENT TOOLS:

Bereich **PROZESSENKUNG**

- › Auftragsdurchlauf – CAP/PPS
- › Rüstkostenminimierung
- › Datenmanagement – Produkt- und Prozessorientiert
- › Bereichsübergreifende digitale Prozesslenkung für KMU – nach ‚Industrie 4.0‘

Bereich **KONSTRUKTION**

- › Datenbankorientierte Parametrisierung
- › Variantenkonstruktion
- › Automatisierte CAD-Konstruktion unter Einsatz von Algorithmen
- › Produkteinsatz-Simulation mit FEM – Rapid Prototyping

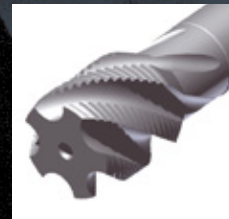
Bereich **KOSTEN- UND FINANZMANAGEMENT**

- › Kostenstellenplanung
- › Produktgruppen Ertragsanalyse
- › Break Even Analysis
- › Teil- und Vollkostenkalkulation
- › Liquiditätsplanung

Bereich **MASCHINENÜBERWACHUNG**

- › Datenbankorientierte Parametrisierung – Makros
- › Zustandsüberwachung
- › Werkzeugverschleiß-Analyse – Neuronale Netze

” ...mit den digitalen Modellen aus ToolDesign und den digitalen Fabrikatoren ‚3D-Drucker‘ in die Serienproduktion – mit dem selektiven Laserschmelzen oder dem Elektronenschrahlenschmelzen im Maschinenbau der Zukunft ...“



3D-Modell - Zerspanungswerkzeug
3D-Modell - Komponente



3.0

BEISPIELE AUS DEN BEREICHEN DER GAP-ENTWICKLUNGEN

ToolDesign | CAD-Konstruktion unter Anwendung von Algorithmen bei der Variatenkonstruktion

ToolSimulation | Simulativer Produkteinsatz unter Anwendung der Finite Elemente Methode (FEM)

ToolProduction | Die digitale Prozesslenkung für industrielle KMU nach ‚Industrie 4.0‘

ProfitAnalysis | Automatisierte Produktgruppen-Ertragsanalyse auf Voll- und Teilkostenbasis

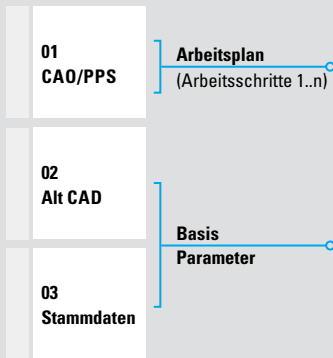
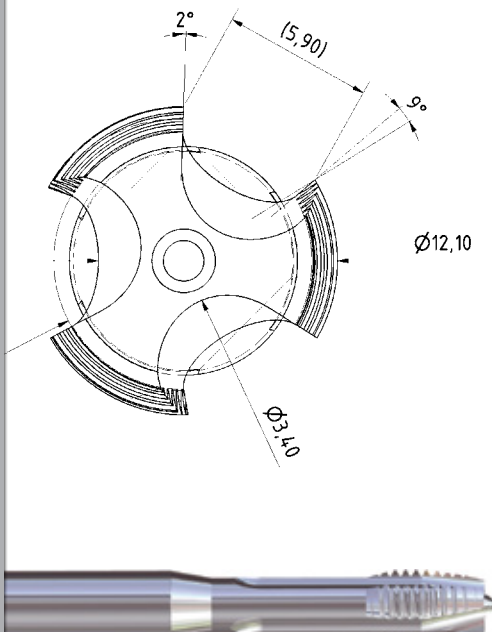
3.1

ENTWICKLUNG ToolDesign

Ausgelöst durch die aktuelle Veränderung der Marktbedingungen für die Präzisionswerkzeugindustrie wurde unter dem Namen **ToolDesign** in den vergangenen zehn Jahren durch die GAP die Entwicklung eines neuen Management Tools umgesetzt. **ToolDesign** konstruiert als Steuerungsmodul automatisch und mit Hilfe von Algorithmen Präzisionswerkzeuge – hier in erster Linie Gewindewerkzeuge, Spiralbohrer und Schaffräser. Bei diesen Gruppen handelt es sich um Werkzeuge mit einer sehr hohen Komplexität der für die Konstruktion erforderlichen Geometrie-Parameter – das sind bis zu 190 verschiedene Daten pro Werkzeugvariante.

Basis der Entwicklung von **ToolDesign** ist eine standardisierte GAP-Datenstruktur für Unternehmensprozesse. Im Unternehmen Schumacher Precision Tools beinhaltet diese Datenstruktur alle Technologiedaten der Bereiche Produkt, Produktion und Prozesslenkung und wird u.a. zur Erstellung der für die Produktion erforderlichen CAD-3D-Modelle der Produkte seit Jahren eingesetzt.

Nach menügeführter Auswahl der geplanten Werkzeug-Einsatzbedingungen durch den Bediener erstellt **ToolDesign** den kompletten Produktdatensatz neuer Werkzeugvarianten zusammen mit dem 3D-Volumenmodell. Gleichzeitig werden die für die Fertigung der neuen Werkzeugvariante benötigten Parameter zur Steuerung der CNC-Dreh-, Fräs- und Schleifmaschinen generiert. Der modulare Aufbau der GAP-Datenstruktur und der daraus resultierende digitale Baukasten ermöglicht eine bereichsübergreifende und redundanzfreie Vernetzung aller Prozessabläufe.



RWTH AACHEN UNIVERSITY		SCHUMACHER	
ToolDesign			
Tool CAD	› Konstruktionsvarianten › Zeichnungen / E-Drawing › Geometrische Daten	Tool Sim	› Bearbeitungszeiten › Kosten, Preise › Virtuelle Modelle › Daten für Rapid Prototyping
Tool Prod	› Produktionsdaten › Fertigungszeichnungen › CNC-Steuerung		

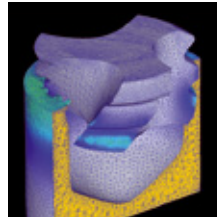
FUNKTIONSSCHEMA ToolDesign

Somit können Präzisionswerkzeughersteller mit dem System **ToolDesign** den stark gestiegenen Planungs- und Konstruktionsaufwand für die Herstellung komplizierter Produkte beherrschbar und reproduzierbar durchführen – dies vor dem Hintergrund, dass im Markt der Premium-Zerspanungswerkzeuge die Variantenvielfalt steigt und die Losgrößen gleichzeitig sinken.

Digitaler Messprozess



Digitaler Messprozess
FEM Simulation



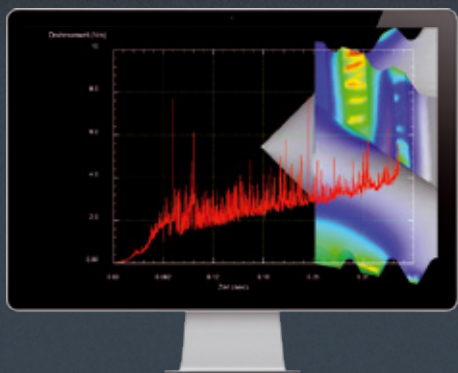
3.2

ENTWICKLUNG ToolSimulation

Das Modul **ToolSimulation** simuliert und quantifiziert die Einsatzleistung von definierten 3D-Werkzeugmodellen aus dem Modul **ToolDesign** bei der Zerspanung in definierten 3D-Werkstückmodellen mit deren Werkstoffeigenschaften.

Diese CAD-3D-Modelle der Werkzeugvarianten werden dem neuen System aus **ToolDesign** für den Simulationsprozess in **ToolSimulation** zur Verfügung gestellt. Durch umfangreiche Modifikation einer Standard-Simulationssoftware wird in dem GAP-F&E-Projekt der Simulationsprozess mit hoher Rechnerleistung umgesetzt. Dabei wird dem Bediener von **ToolSimulation** eingangs eine interaktive Werkstückbeschreibung für den Prozess ermöglicht. Dieses digitale Werkstück verfügt aus einer entsprechend aufbereiteten System-Datenbank über die für den Simulationsprozess erforderlichen Materialeigenschaften.

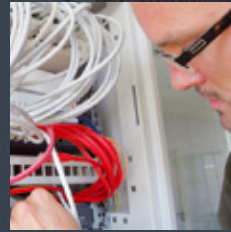
Neue Werkzeugvarianten werden so bereits vor Produktionsbeginn Simulations-Testläufen unterzogen und ggf. durch Modifikation der 3D-Modelle in **ToolDesign** weiter optimiert. Das Verfahren reduziert die Entwicklungszeit neuer Werkzeugvarianten und die Kosten für deren Feldversuche signifikant.



Drehmomentverlauf durch FEM Simulation

ToolSimulation – MERKMALE:

- › Digitale Aufbereitung von 3D-Volumenmodellen für den Simulationsprozess
- › Datenübernahme der 3D-Volumenmodelle der Werkzeuge aus **ToolDesign**
- › Entwicklung von 3D-Volumenmodellen der Werkstücke
- › Materialklassifizierung bei den Werkstück- und Werkzeugmodellen
- › Simulation – Test neuer Werkzeugvarianten
- › Ergebnisinterpretation



Prozessoptimierung am Schema
IT-Vernetzung

3.3

ENTWICKLUNG ToolProduction/Industrie 4.0

Moderne Produktionsanforderungen im Rahmen der aktuellen Initiative **„Industrie 4.0“** tragen den veränderten Rahmenbedingungen in der verarbeitenden Industrie Rechnung und führen zur Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der aus den 1980er Jahren stammenden CIM-Strategie (Computer Integrated Manufacturing). Dabei geht es in dieser ‚4. industriellen Revolution‘ um cyber-physische Systeme, die reale Objekte mit der virtuellen Fertigungslenkung verbinden. Das zu fertigende Produkt soll seine Prozesse im weitesten Sinne dezentral selbst steuern. Im Wertschöpfungsprozess von Produktionslinien mit dezentral verteilten Steuerungseinheiten, die sich nach **„Industrie 4.0“** untereinander selbst organisieren, zeigt sich das Potenzial dieses Zukunftsprojekts. Der ‚Vorläufer‘ CIM ging hier in der Regel noch von einer zentralen und damit inflexibleren Lenkung aus.

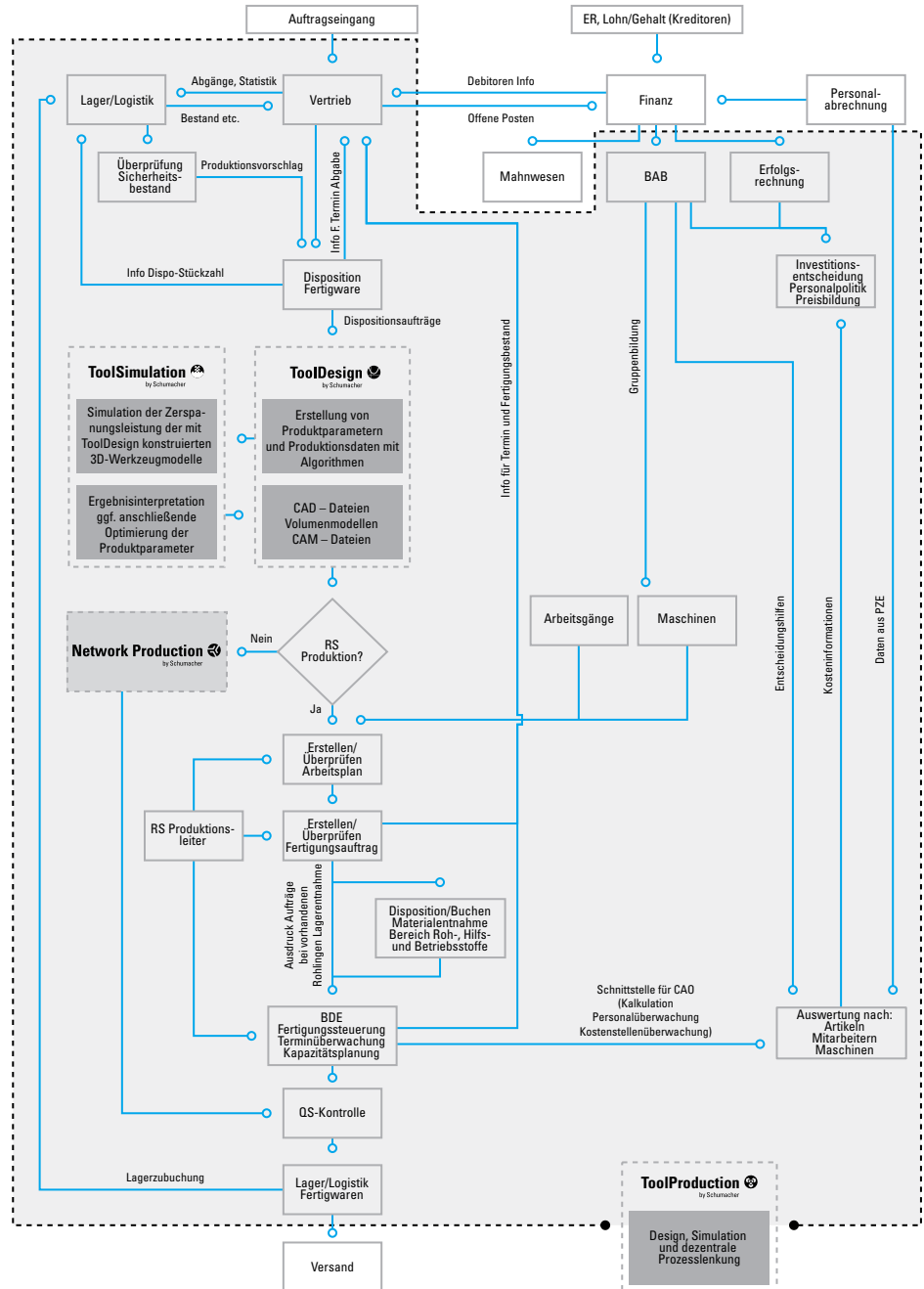
Diese neuen Faktoren der Digitalisierung wiederum gelten in der hier betrachteten Maschinenbauindustrie als maßgebliche Innovationstreiber.

Ziel des neuen GAP-Projekts ist die Entwicklung eines allumfassenden Systems zur Prozessplanung und -steuerung nach **„Industrie 4.0“**. Der Fokus liegt dabei auf der Herstellung rotationssymmetrischer Präzisionswerkzeuge. Unter dem Projektnamen **ToolProduction (TP)** wird die GAP den gesamten Prozess des Präzisionswerkzeugherstellers vom Auftragseingang, Konstruktion, Simulation, Produktion, QS-Management, Controlling bis hin zur Lager- und Distributionslogistik standortunabhängig digital abbilden. Die bereichsübergreifende Vernetzung wird durch das von der GAP entwickelte, digitale Baukastenprinzip ermöglicht. Herzstücke für **TP** sind dabei die beiden Module **ToolDesign** und **ToolSimulation** für die digitale Konstruktion und Einsatzsimulation der Werkzeuge.

SCHEMA DER INFORMATIONSTRÖME IN ToolProduction

Bei der Entwicklung von **ToolProduction** stützt die GAP sich auf ein in den 1980er Jahren entwickeltes CIM-Konzept, das im Unternehmen Schumacher Precision Tools vor mehr als 20 Jahren mit Unterstützung der RWTH Aachen in der Produktion am Standort Remscheid umgesetzt wurde.

Aus dieser zentralen Prozesslenkung von CIM soll mit **ToolProduction**, **ToolDesign** und **ToolSimulation** die Konzeption ‚Industrie 4.0‘ mit einer digitalen und dezentralen Lenkung aller Unternehmensbereiche umgesetzt werden.



3.4

ENTWICKLUNG ProfitAnalysis

Ergebnis-Interpretation



Controlling und Ergebnisinterpretation

Das digitale Baukastenprinzip für die bereichsübergreifende Prozesslenkung nach **„Industrie 4.0“** ermöglicht die Erweiterung der Prozessstrukturen in das betriebliche Rechnungswesen und führt im Rahmen der digitalen Prozesslenkung zu einem wertorientierten Abrechnungs- und Controlling-System, das eine Datenkanalisierung in Richtung

1. Betriebsmittel | 2. Produkt | 3. Personalressourcen

für betriebswirtschaftliche Auswertungen gewährleistet. Dieses Abrechnungs- und Controllingsystem wird im Rahmen des GAP-Moduls **‘ProfitAnalysis’** realisiert. Die Auswertungen aus Abrechnungs- und Controllingssystemen dient der Unternehmensführung als Unterstützung bei qualifizierten Management-Entscheidungen. Die Qualität der Entscheidungen hängt nicht zuletzt von der Richtigkeit und Aktualität der redundanzfreien Basisinformationen der digitalen Prozesslenkung nach **„Industrie 4.0“** ab. Die in der Beschreibung des GAP-Moduls **‘ToolProduction’** wesentliche Betriebsdatenerfassung (BDE) zur Signalisierung des Prozessfortschritts nimmt durch die Bereitstellung der Produkt-, Betriebsmittel- und personalbezogenen Daten eine Schlüsselstellung ein und schafft so die Voraussetzung dafür, dass einmal erfasste Daten durch Auswertung nach verschiedenen Merkmalen mehrfach und differenziert genutzt werden können. Der digitale Baukasten, der alle Unternehmensbereiche abdeckt, erlaubt die Vernetzung der Technik-Prozesse – also der Produktion – mit den jeweils relevanten Kostenstellen der Betriebsabrechnung (BAB) aus dem Finanzwesen des Unternehmens. So kann mit dem GAP-Modul **‘ProfitAnalysis’** prozessbegleitend die Kostenbewertung der jeweiligen Prozessschritte vom Lenkungssystem bereitgestellt werden.

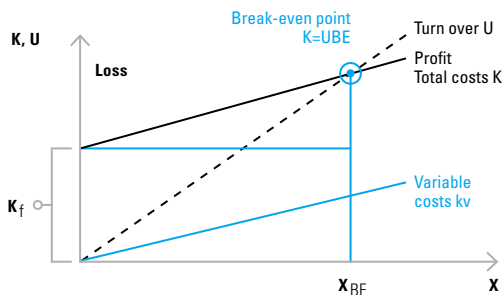
Der Transparenzgewinn für das Unternehmen durch diese vom System aufbereiteten Kosten- und Zeitinformationen ist wesentlich. Die Informationen sind prozessbegleitende Grundlage zum einen für eine zeitnahe Bewertung der einzelnen Prozessschritte. Zum anderen bietet das Lenkungssystem mit der Einbindung des Rechnungswesens in den Lenkungskreislauf die Grundlage für Managemententscheidungen auf Basis einer resultierenden Voll- und Teilkostenrechnung (Deckungsbeitragsrechnung) für die gefertigten Produkte. Über die Einzelbetrachtung dieser Produkte hinaus bietet der modulare Aufbau des digitalen Baukastens die Zusammenfassung definierter Produktgruppen für Gruppen-Ertragsanalysen.

Alle digital mit dem Rechnungswesen vernetzten Analysen werden ohne Inanspruchnahme zusätzlicher Personalressourcen von dem digitalen Prozesslenkungssystem der GAP im Rahmen von **‘ToolProduction’** bereitgestellt.

Structure and Steps of Management Accounting

BREAK-EVEN ANALYSIS

Total-Turn-Over-Cost-Model



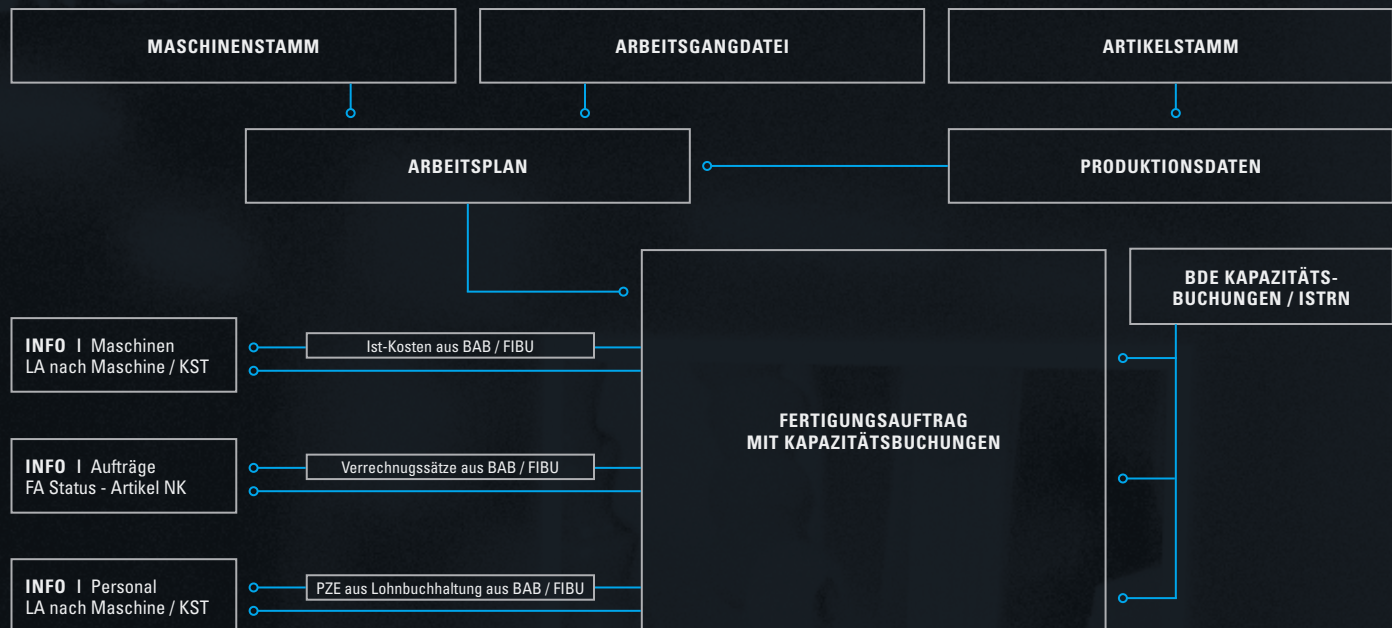
$$K = K_f + k_v \times X \quad U = p \times X \quad X = \text{No. of Products}$$

K_f = Fixed Costs
 K_v = Variable Costs
 U = Turn Over
 p = Price

Die Digitale Produktion

Bausteine der Umsetzung

GRUNDSTRUKTUR



4.0

NACHSPANN | DIE GAP UND DER MITTELSTAND

Kontakte zu Politik und Wirtschaft

LANDESPOLITIK

Erfahrungsaustausch in Remscheid zu industriellen KMU mit der Ministerpräsidentin des Landes NRW, Frau Hannelore Kraft



KOMMUNALPOLITIK

Informationsbesuch des Oberbürgermeisters der Stadt Remscheid zur Entwicklung am Wissenschaftsstandort der GAP



MEDIEN

Filmaufnahmen des südkoreanischen Fernsehen KBS zur digitalen Vernetzung bei Schumacher Precision Tools und der GAP



WIRTSCHAFT

Deutsch-Koreanische Konferenz in Berlin zu ‚Korea-Germany – Hidden Champion Conference‘ unter Beteiligung der GAP und des koreanischen Partners der Schumacher Precision Tools



GAP

Gesellschaft für angewandte Prozesslenkung

Küppelsteiner Straße 18-20
42857 Remscheid/Germany

Tel.: +49 (0) 21 91 / 97 04-60
Fax: +49 (0) 21 91 / 97 04-28