

Ziel: Bestimmung von anlagegebundenen, durch das Personal nicht unmittelbar zu beeinflussenden Zeitaufwänden im Arbeitsablauf.

Weg: Ermitteln der jeweiligen, anlagen-, verfahrens- und objektspezifischen Einflussgrößen (z. B. Durchmesser, Bearbeitungslänge, Material, Bearbeitungsgeschwindigkeit), Berechnen des erforderlichen Bearbeitungszeitaufwandes (Nutzungszeit) durch Prozesszeit-Formeln.

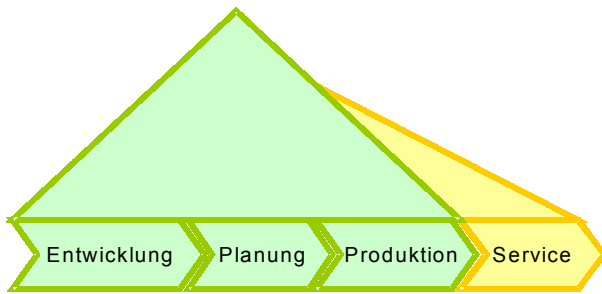
Vorteile/Chancen

- EDV-gestützte Berechnung Zeitbedarf
- exakte, von Messfehlern freie Zeitangaben
- Mehrfachnutzung der Daten
- Nutzung externer und interner Daten
- Entwickeln anlagegebundener Planzeiten

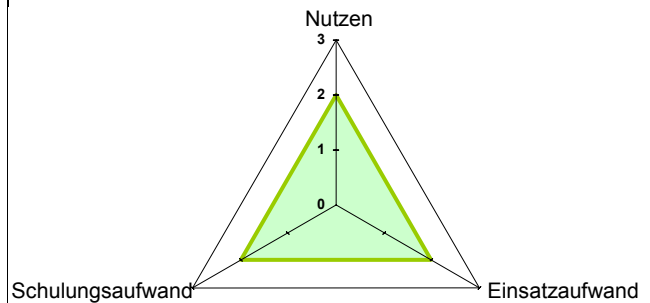
Nachteile/Risiken

- Optimierung Prozesszeit/-kosten
- Qualifikation ausführende Person

Wirkungsfelder über die Prozesskette



Aufwand/Nutzen



Einsatzgebiete

Arbeitsgestaltung	Führung/Motivation	PPS
Auftragsabwicklung	Gesundheits-, Arbeits- und Umweltschutz	Qualität
Controlling	Kontinuierliche Verbesserung	Robuste Prozesse
Datenermittlung	Logistik	Standards
Entgeltgestaltung	Personalentwicklung	Teamarbeit
Fabrik-/Prozessplanung	Produktentwicklung	Visuelles Management

Quantitative Ergebnisse

- Daten für Kalkulation und Prozessplanung
- Daten für Anlagenbelegung
- Richtwerte für Planung und Steuerung
- Optimale Prozesswerte u. Anlagennutzung
- Standards für Anlagenfahrer

Qualitative Ergebnisse

- Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten Produkt und Prozess
- Daten über Kapazitätsbedarf, Anlagennutzung u. Instandhaltung
- Sammlung Expertenwissen

Prinzip: Ermittlung der Zeitdauer für

1. maschinelle, selbsttätig ablaufende, vom Personal nicht direkt zu beeinflussende Ablaufabschnitte (z. B. als Bearbeitungs-, Beschickungs-, Werkzeugwechsel-, Transport-, Prüfzeit) durch Berechnung über Funktionen, die das Verfahren (Drehen, Fräsen, Schweißen, Beschichten,...), Werkstoffeigenschaften (Festigkeit, Durchmesser, Länge, ...) und Arbeitsweise (Drehzahl, Vorschub, Arbeitsgeschwindigkeit,...) als Einflussgrößen berücksichtigen.
2. weitere Zeiten für die Realisierung von Kundenaufträgen im Sinne von Lieferzeit (time to market) als Parameter zur Prozessmessung werden hierbei nicht einbezogen (siehe Durchlaufzeit, Prozessanalyse)

Vorgehensweise:

Ermittlung geeigneter Bearbeitungsdaten ausgehend von festgelegten Parametern (Werkstück, Verfahren, Betriebsmittel, Arbeitssystem, Mengen, Arbeitsplan, Arbeitsvorgängen, Werkzeuge, Spannart, ...) aus Tabellen, Katalogen, Datenbanken, Herstellerinformationen, Datensammlungen, Versuchen, Formeln und Modellen (Bild 1).

Nachfolgend ist das Vorgehen für spanende Bearbeitung beschrieben. (Betriebsmittel und Arbeitsgegenstand sind festgelegt)

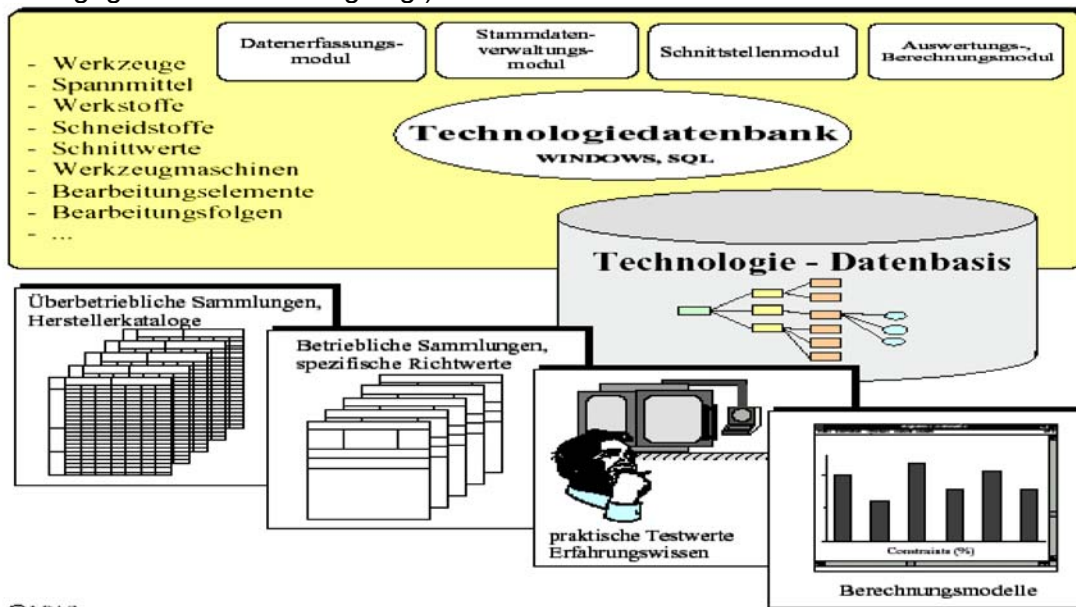
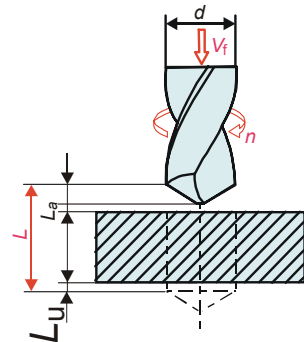


Bild 1: Prozesszeitermittlung aus Schnittwerten und Funktionalitäten über eine technologische Datenbank (Beispiel n. LPAS Nestler)

- Schritt 1** Ermittlung der Bearbeitungsdaten (Richtwerttabellen, Erfahrungswerte, Ähnlichkeiten), Werkstückspannung.
- Schritt 2** Bestimmung Bearbeitungsbereiche und Bearbeitungsstrategie (je Teilarbeitsvorgang, Geometrieanalyse, Bereichsabgrenzung, Bearbeitungsabfolge).
- Schritt 3** Auswahl Werkzeug
- Schritt 4** Ermittlung Schnittdaten (je Operation)
- Schritt 5** Generierung der Verfahrenbahnen (Anfahrstrategie, Schnittstrategie, Schnittaufteilung, Wegfahrstrategie)
- Schritt 6** Auftrags- und Maschinenbezogene Optimierung (Werkzeugwechsel, Reihenfolge, Schlittenbelegung, Simultanbearbeitung)
- Schritt 7** Berechnung der Hauptzeit unter Verwendung der verfügbaren Formeln (Beispiel Bohren REC-00)

Bezeichnungen:

t_h Hauptnutzungszeit	L Vorschubweg
d Werkzeugdurchmesser	f Vorschub je Umdrehung
l Bohrungstiefe	n Drehzahl
l_a Anlauf	i Anzahl der Bohrungen
l_u Überlauf	v_c Schnittgeschwindigkeit
l_s Anschnitt	v_f Vorschubgeschwindigkeit
σ Spitzenwinkel	



Sind beim Bohren, Senken oder Reiben die Drehzahl n und der Vorschub f konstant, so erfolgt die Berechnung der Hauptnutzungszeit t_h wie beim Drehen.

$$\text{Zeit} = \frac{\text{Weg}}{\text{Geschwindigkeit}} = \frac{\text{Vorschubweg}}{\text{Vorschubgeschwindigkeit}}; \quad t = \frac{L}{V_f}$$

Setzt man für die Vorschubgeschwindigkeit $V_f = n \cdot f$ und werden i Bohrungen hergestellt, so gilt:

$$\text{Hauptnutzungszeit} = \frac{\text{Vorschubweg} \cdot \text{Anzahl der Bohrungen}}{\text{Drehzahl} \cdot \text{Vorschub}}$$

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

Schritt 8 Dokumentation und Weitergabe. Berücksichtigung Erfahrungswerte, Pflege Datenbestände

Hilfsmittel (Werkzeuge):

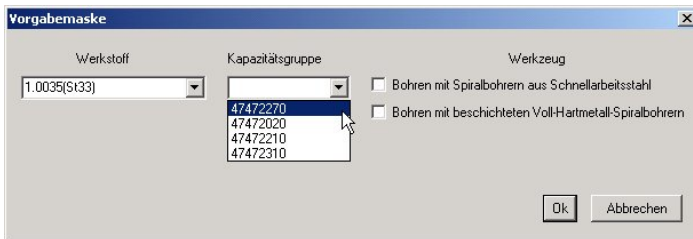
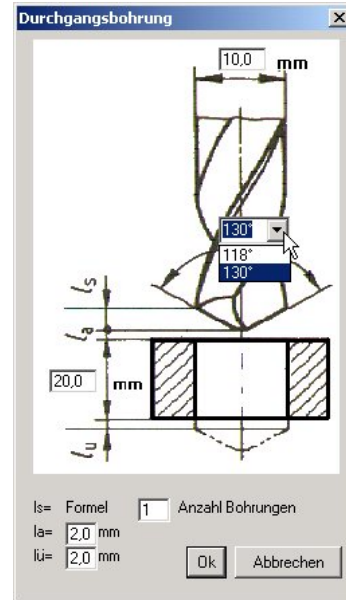
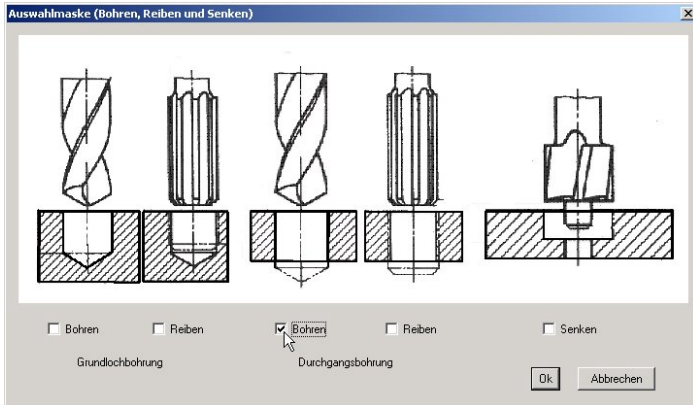
- Arbeitsplan, Zeichnung, Stückliste
- Teilebibliothek für Wiederholteile, Typenlösungen
- Technologie-Datenbank (Werkzeug-, Material-, Schnittdatentabellen, Erfahrungswert-Tabellen), Werkstoffkataloge
- Maschinenbibliothek, -karteien
- Werkzeugkataloge, Spannmittelkataloge

Ergänzende Methoden:

- Gruppentechnologie, Teilefamilienbildung
- Ähnlichkeitplanung, Variantenplanung
- Reihenfolgeoptimierung der Bearbeitung
- Zeitaufnahme
- Vergleichen und Schätzen
- Planzeiten

Demonstrationsbeispiel: Prozesszeitermittlung am Beispiel der Planung eines Bohrarbeitsganges (Quelle: Software ORTIMplan)

Über Auswahlmasken wird der Prozess mit seinen Einflussgrößen erfasst.



Aus hinterlegten Wertetabellen entnimmt die Software die passenden Daten:

(3):	Zugfestigkeit	Schnittgeschwindigkeit Vc	Hartmetallsorte
[10]: unlegierteBaustähle300bis500N/mm²	300..500	100	P40, F
unlegierteBaustähle500bis800N/mm²	500..800	85	P40, F
Einsatzstähle350bis550N/mm²	350..550	100	P40, F

Op	Q	M	W	Men	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP
(3)	1	1	(0,667)	Men:tnb	4747001	Teil in Vorrichtung placieren: mit Kran: Teil vom Bereitsteltisch mit Hand oder Balancer oder Kran aufheben und in Vorrichtung einlegen. Zeitwert gilt pro Teil MP: Teil/Balancer losgelassen					
4	1	1	0,380	Men:thu	4747003	Prozesszeit Bohren: 1: L 27,00 l 1,00 n 710,00 f 0,10					
5	1	1	0,200	Men:tob	4747005	Säubern Werkstücke: 1: Teil lösen und säubern Dieser PCO beinhaltet das Säubern der Werkstücke. Das Säubern des Werkstückes ist beendet, wenn der Mitarbeiter das Reinigungsmittel abgelegt hat. Dieser Zeitwert wird nur einmal pro Werkstück gerechnet.					
6	1	1	0,550	Men:tnb	4747004	Prüfen: 131006: Dieser PCO beinhaltet das Prüfen der mit diversen Prüfmitteln. Das Prüfen ist beendet, wenn der Mitarbeiter das Prüfmittel ablegt.					
(7)	1	1	(0,082)	Men:tnb	4747002	Teil in Kiste legen: von Hand: Teil in Kiste legen Zeitwert gilt pro Teil MP: Teil loslassen					

Hauptnutzungszeit
 Bohren:

$$t_h = \frac{L \cdot i}{n \cdot f}$$

Diese Arbeitsweise trifft in gleichem Maße auf andere Verfahren zu, die sich über bekannte Tabellenwerte und Formeln abbilden lassen (Drehen, Fräsen, Schweißen ...).

Gesetzliche Rahmenbedingungen:

Tarifliche Rahmenbedingungen:

Schulungsanbieter (Beispiele):

- REFA-Verband, Wittichstraße 2, 64295 Darmstadt; Tel.: 0 61 51/88 01-0;
e-Mail: REFA@refa.de; Internet: www.refa.de
- Technische Akademie Esslingen An der Akademie 5, 73760 Ostfildern Tel.: 0711/34008-22
e-mail: info@tae.de, Internet: www.tae.de
- Verein Deutscher Ingenieure, Graf-Recke-Str. 84, 40239 Düsseldorf, Tel.: 0211/62 14-0
e-Mail: kundencenter@vdi.de; Internet: www.vdi.de

Literatur:

- DEG-00: Degner, W., Lutze, H., Smejkal, E.: Spanende Formung. München: Hanser, 2000
- REC-00: Rechenbuch Metall. Haan- Gruiten: EUROPA-Lehrmittel, 2000
- TAB-00: Tabellenbuch Metall. Haan- Gruiten: EUROPA-Lehrmittel, 2000
- MEI-02: Meisterhans, H.: Betriebslehre für Techniker. Haan-Gruit.: EUROPA-Lehrmittel, 2000
- PER-00: Perovic, B.: Spanende und abtragende Fertigungsverfahren. Renningen: expert, 2000
- REF-97: REFA-Methodenlehre der Betriebsorganisation, Datenermittlung. München: Hanser, 1997
- SCH-02: Schönherr, H.: Spanende Fertigung. München: Oldenburg, 2002

Für Ihre Notizen: