

BERICHTE AUS DEM  
INSTITUT FÜR  
FERTIGUNGSTECHNIK  
UND SPANENDE  
WERKZEUGMASCHINEN  
UNIVERSITÄT HANNOVER



PRODUKTIONSTECHNIK

Dipl.-Ing. Thomas Baum, Gerlingen

# **Grafisch-interaktive Arbeitsplanung mit techni- schen Elementen**

Fortschritt-Berichte VDI  
Reihe **20**: Rechnerunterstützte  
Verfahren

Nr. **250**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>AUSGANGSSITUATION.....</b>	<b>4</b>
2.1	Arbeitsplan und Arbeitsplanerstellung.....	4
2.2	Systeme zur Arbeitsplanerstellung.....	6
2.3	Schnittstellen der Arbeitsplanung.....	9
2.4	Schlußfolgerungen .....	10
<b>3</b>	<b>STAND DES WISSENS .....</b>	<b>11</b>
3.1	<b>Beschreibung des Werkstücks.....</b>	<b>12</b>
3.1.1	Begriffsdefinitionen Technischer Elemente .....	13
3.1.2	Einsatzgebiete Technischer Elemente .....	15
3.1.3	Werkstückmodell für die rechnerunterstützte Arbeitsplanung .....	16
3.2	<b>Entwicklungsstufen der rechnerunterstützten Arbeitsplanung mit Technischen Elementen.....</b>	<b>18</b>
3.3	<b>Beschreibung der Fertigungsmöglichkeiten.....</b>	<b>20</b>
3.4	<b>Beschreibung des Planungswissens.....</b>	<b>22</b>
3.4.1	Automatische und interaktive Planung von Arbeitsgangfolgen ...	23
3.4.2	Spannlagenplanung .....	24
3.5	<b>NC-Programmierung mit Technischen Elementen .....</b>	<b>25</b>
3.6	<b>Konstruktion mit Technischen Elementen .....</b>	<b>27</b>
3.6.1	Arten von Volumenmodellen .....	28
3.6.2	Modellieren von Toleranzen im Volumenmodell .....	29
3.7	<b>Integration von Konstruktion und Arbeitsplanung mit Technischen Elementen.....</b>	<b>30</b>
3.7.1	Datenübernahme durch Elementerkennung und Elementumwandlung.....	31
3.7.2	Benutzerdefinierte Technische Elemente und Beschreibungssprachen .....	33
3.8	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>35</b>
4.1	Problemstellung.....	35
4.2	Zielsetzung .....	35
4.3	Vorgehensweise .....	36
<b>5</b>	<b>ABLEITUNG DER ANFORDERUNGEN AN DAS WERKSTÜCKMODELL .....</b>	<b>37</b>
5.1	Funktionen der Arbeitsplanung.....	38

---

5.2	Anforderungen an das Werkstückmodell .....	40
6	<b>WERKSTÜCKMODELL FÜR DIE GRAFISCH-INTERAKTIVE ARBEITS- PLANUNG.....</b>	<b>42</b>
6.1	Kategorien und Repräsentation von Technischen Elementen .....	45
6.2	Analyse der Elementbeziehungen.....	50
6.3	Toleranzen und Oberflächenangaben im elementorientierten Werk- stückmodell.....	52
6.4	Implizite Elementbeziehungen.....	55
6.5	Aufbau eines Werkstückmodells mit Technischen Elementen .....	55
6.6	Elementumwandlung.....	57
6.7	Definition von Technischen Elementen in Elementbibliotheken.....	59
7	<b>BETRIEBSMITTELMODELL UND BESCHREIBUNG VON BEARBEITUNGS- MÖGLICHKEITEN .....</b>	<b>62</b>
7.1	Analyse der Objektbeziehungen .....	64
7.2	Eigenschaften der Objekte.....	68
7.3	Verknüpfung von Werkstück- und Betriebsmittelmodell .....	69
8	<b>PLANUNGSPROZEß.....</b>	<b>73</b>
8.1	Spannlagenplanung.....	73
8.2	Ablauf des interaktiven Planungsprozesses mit Einbeziehung der Spannlagenplanung.....	75
8.3	Maschinenauswahl .....	76
8.4	Geometrieanalyse.....	80
8.5	Auswahl von Operationsfolgen und Werkzeugen unter Berück- sichtigung von expliziten und impliziten Elementbeziehungen .....	81
8.6	Auswahl von Schnittwerten .....	82
8.7	Optimierung der Bearbeitungsreihenfolge.....	83
9	<b>SYSTEMARCHITEKTUR EINES ELEMENTORIENTIERTEN ARBEITSPLA- NUNGSSYSTEMS .....</b>	<b>84</b>
9.1	Architekturübersicht.....	84
9.2	<b>Systemkomponenten und ihre Funktionen .....</b>	<b>85</b>
9.2.1	Elementmodellierer .....	85
9.2.2	Geometriemodellierer.....	86
9.2.3	Bibliotheksprozessor .....	87
9.2.4	Werkstückprozessor.....	87
9.2.5	Prozessor für Planungsinformationen .....	88
9.2.6	Technologiedatenbank.....	88

---

9.2.7	Arbeitsplaneditor .....	89
9.2.8	Optimiermodul .....	89
9.3	<b>Elementbibliothek .....</b>	<b>90</b>
<b>10</b>	<b>ENTWICKLUNG EINES PROTOTYPSYSTEMS .....</b>	<b>92</b>
<b>10.1</b>	<b>Elementorientiertes interaktives Arbeitsplanungssystem (ELIAS) ...</b>	<b>92</b>
10.1.1	Systemarchitektur von ELIAS .....	92
10.1.2	Dialogoberfläche von ELIAS .....	93
10.1.3	Klassenhierarchie von ELIAS .....	94
10.1.4	Aufbau des Werkstückmodells aus der Werkstückbeschreibung	96
10.1.5	Verknüpfung des Elementmodells mit dem Geometriemodell und der Grafik .....	98
10.1.6	Datenstruktur und Funktionsweise des Optimiermoduls .....	99
10.1.7	Arbeitsweise des Optimiermoduls .....	103
10.1.8	Betriebsmittelmodell und Beschreibung der Bearbeitungsmög- lichkeiten .....	105
<b>10.2</b>	<b>Elementorientiertes interaktives NC-Programmiersystem .....</b>	<b>109</b>
<b>11</b>	<b>ANWENDUNGSBEISPIELE .....</b>	<b>113</b>
<b>11.1</b>	<b>Arbeitsplanung mit ELIAS .....</b>	<b>113</b>
<b>11.1</b>	<b>NC-Programmierung mit NcS .....</b>	<b>119</b>
<b>12</b>	<b>BEWERTUNG UND AUSBLICK .....</b>	<b>124</b>
<b>12.1</b>	<b>Bewertung .....</b>	<b>124</b>
<b>12.2</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>126</b>
12.2.1	Weitergehende Umsetzung .....	126
12.2.2	Forschungsbedarf .....	126
<b>13</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>128</b>
<b>14</b>	<b>LITERATUR .....</b>	<b>130</b>