

Reorganisation der NC-Programmierung – Zuschnitttechnik¹

Dipl.-Ing. Jens Hoffmann, Dipl.-Ing Tomasz Wroniecki

1 Einleitung

Zielstellung ist die Erarbeitung eines Konzeptes für eine Reorganisation der NC-Programmierung im Bereich der Zuschnitttechnik des Auftraggebers mit dem Ziel, auf der Basis der CAD-Daten der zu fertigenden Teile kurzfristig und flexibel die benötigten maschinen- und steuerungsspezifischen NC-Programme bereitstellen zu können. Die teilespezifischen Anforderungen der Werkstücke und die fertigungstechnischen Möglichkeiten der vorhandenen Anlagentechnik sowie deren Auslastung sind dabei zu beachten.

2 Ist-Stand

2.1 Maschinenteknik

Die derzeitige Situation im Bereich der Zuschnitttechnik wird durch eine große Vielfalt an Fertigungsverfahren und im Einsatz befindlicher Maschinenteknik charakterisiert.

- Laserschneidanlagen (aktuell 6 Anlagen)
4 Hersteller, 6 Maschinentypen, 3 Steuerungstypen
- Stanzanlagen (aktuell 2 Anlagen)
2 Hersteller, 2 Maschinentypen, 2 Steuerungstypen
- Autogen- und Plasmabrennanlagen (aktuell 1 Anlage)
1 Hersteller, 1 Maschinentyp, 1 Steuerung

Insgesamt 9 Anlagen von 5 verschiedenen Herstellern mit 4 verschiedenen Steuerungen

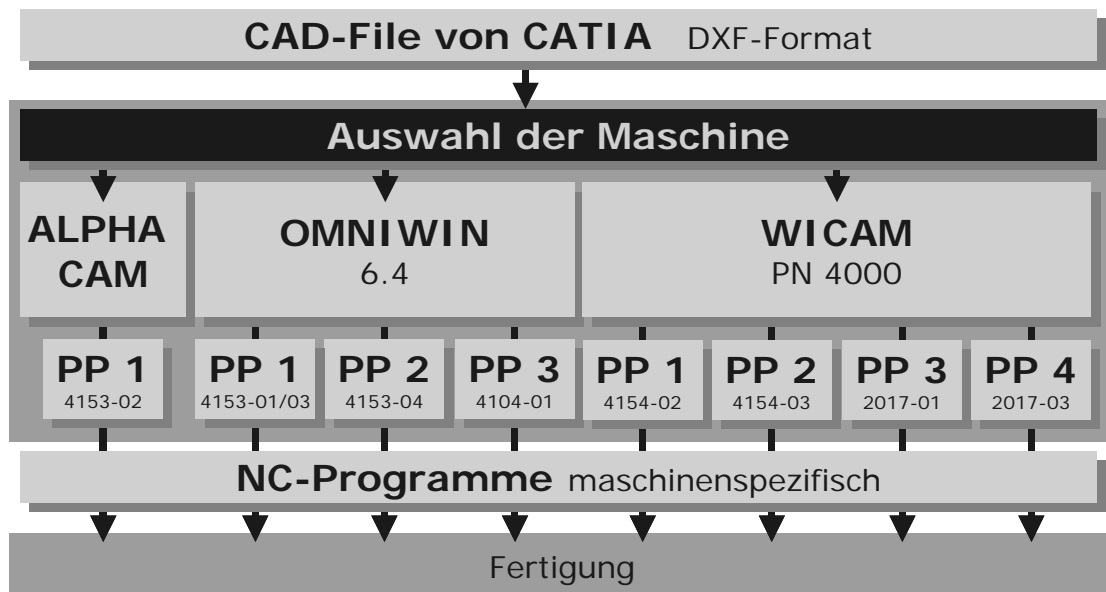


Bild 1: Aktuelle Struktur der NC-Programmierung Zuschnitttechnik bei Bombardier Bautzen
Zuordnung der Postprozessoren (PP)

¹ Industrieprojekt mit der Firma Bombardier Transportation GmbH

2.2 NC-Programmierung

Innerhalb der NC-Programmierung Zuschnitttechnik befinden sich aktuell die Programmiersysteme Alpha CAM, OMNIWIN 6.4 und WiCAM PN 4000 im Einsatz. Es ist jeweils die aktuelle Version verfügbar und die Systeme befinden sich in der aktiven Softwarepflege. Die Programmiersysteme sind jeweils bestimmter Zuschnitttechnik zugeordnet.

Die Struktur der NC-Programmierung von der Bereitstellung der CAD-Daten bis zur Übergabe der NC-Daten an die Fertigung ist im Bild 1 dargestellt.

Die CAD-Daten werden aus dem Catia-Datensatz im DXF-Format erzeugt und auf einem Server bereitgestellt. Parallel dazu existieren die entsprechenden Auftragsdaten im SAP-System des Unternehmens. Nach der Erstellung der NC-Programme werden diese auf einem Server der Fertigung zur Verfügung gestellt. Der Werker kann über einen PC am Arbeitsplatz die Daten abrufen und zur Maschine übertragen. Die Auftragsverwaltung und -überwachung erfolgt wiederum über das SAP-System.

2.3 Zusammenfassung

Die derzeitige Situation im Bereich der NC-Programmierung für die Zuschnitttechnik kann wie folgt charakterisiert werden

- 3 verschiedene NC-Programmiersysteme mit fester Zuordnung zu bestimmten Maschinen im Einsatz
 - ➔ 3 verschiedene Verfahren
 - 4 verschiedene Maschinenhersteller
 - 3 verschiedene Steuerungshersteller
 - 3 verschiedene NC-Programmiersysteme

Aus dieser Vielfalt an im Einsatz befindlicher Anlagentechnik und Software ergibt sich ein relativ hoher Aufwand in der NC-Programmierung (speziell beim kurzfristigen Wechsel der Zuordnung von Bearbeitungsaufgaben zwischen den verschiedenen Anlagen).

Problematisch ist aktuell die unterschiedlich starke Auslastung der verschiedenen Anlagen. Diese bewegt sich in einer Spanne von ca. 25 % ... 200 %. Zur Realisierung aller anstehenden Fertigungsaufgaben ist es deshalb erforderlich, die verschiedenen Fertigungsaufträge auch aus dieser Sicht aufzuteilen. Durch die sehr heterogene Struktur der Zuschnitttechnik ist dies bisher nur mit großem Aufwand – der Neuerstellung der NC-Programme, teilweise mit neuem Durchlauf der NC-Programmierung – möglich.

Günstiger wäre die Bereitstellung von NC-Programmen erst unmittelbar vor Fertigungsbeginn. Nähere Betrachtungen zu diesem Schwerpunkt sind im Abschnitt 4.5 zu finden.

3 Teilesortiment

3.1 Überblick

Auf der vorhandenen Zuschnitttechnik werden ebene Blechteile bearbeitet. Die vorhandene Maschinenteknik mit ihren jeweiligen technischen Parametern bedingt eine Zuordnung der zu fertigenden Teile zu bestimmten Anlagen. Zu den

wesentlichen Kriterien gehören u.a. Material, Abmessungen sowie die Schnittart (Gradschnitt, Fase)

Die Definition dieser Daten erfolgt in der Konstruktion. Sie sind entweder im CAD-Datensatz oder auch im SAP-System im Rahmen der Teileverwaltung enthalten und können von dort bereitgestellt werden. Diese Daten stehen bei der Zuordnung der Fertigungsaufgabe den entsprechenden Eigenschaften der Maschinen gegenüber. Das sind u.a. Arbeitsraum, Schneiddicke, Schneidgüte und „Verfahrcharakteristik“.

Die vorhandene Maschinenteknik besitzt bestimmte, für das bearbeitbare Teilesortiment ausschlaggebende Eigenschaften /HOF-07/)

3.2 Klassifizierungsvorschlag

Der Klassifizierungsschlüssel sollte nur solche Informationen enthalten, die für eine automatische Zuordnung der Teile relevant sind. Es werden Elemente der Codierung von Eigenschaften (z.B. Material) sowie der direkten Nutzung von Daten (z.B. Abmessungen eingesetzt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Klassifizierungsvorschlag für die Teile auf der Basis der Eigenschaften der Zuschnitttechnik

Maschinenparameter		Umsetzung im Teile-Klassifizierungssystem	
Anlagen- technik	Hersteller	Keine Umsetzung	
	Steuerung	Keine Umsetzung	
	Einteilung	Kennziffer	0 Grobblech 1 Feinblech
	Fertigungsverfahren	Kennziffer (bei Bedarf)	1 Laserschneiden 2 Autogen-/Plasmaschneiden 3 Stanzen/Scheren/Nibbeln
	NC-Programmiersystem	Keine Umsetzung	
Material	Art	Kennziffer	1 S355 2 S235JR 3 CrNi 4 Al
	Stärke [mm]	Direkte Angabe in mm	
	Schnittgüte Mindestanforderung	Direkte Angabe in mm	
Arbeitsbereich	X [mm]	Direkte Angabe in mm	
	Y [mm]	Direkte Angabe in mm	
Besonderheit		Keine Umsetzung	

Mit diesen Kennwerten wird das Teil hinreichend für die Zuordnung der Zuschnitttechnik charakterisiert. Diese Informationen können unter den Nutzerdaten des jeweiligen Datensatzes abgelegt werden.

Im Ergebnis der Klassifizierung kann die Zuordnung der Fertigungsaufgabe zu einer oder mehreren Anlagen erfolgen. In diesem Fall ist es erforderlich, durch zusätzliche Kriterien (z.B. aktuelle Auslastung, Fertigungskosten) eine Rangfolge für mögliche Anlagen aufzustellen und die entsprechenden NC-Programme bereitzustellen.

Eine praktische Umsetzung ist auf das IT-Umfeld des Unternehmens abzustimmen, zum Beispiel durch die Integration entsprechender Informationen in den SAP-Datensatz bzw. die Auswertung entsprechender bereits vorhandener Informationen.

4 Ansätze zur Reorganisation

4.1 Strukturelle Reorganisation

Die aktuelle Situation der NC-Programmierung Zuschnitttechnik wird durch folgende Vor- und Nachteile charakterisiert:

Vorteile

- Funktionierende Lösung auf der Basis der Kopplung verschiedener Systeme
- Ausnutzung der speziellen Eigenschaften der Maschinen durch die NC-Programmiersoftware möglich

Nachteile

- Geringe Flexibilität in AV und Fertigung
- Hoher Aufwand in der Arbeitsvorbereitung
- Hoher Aufwand für die Softwarepflege und Schulung
- Hoher Wartungsaufwand (mehrere Systeme → mehrere Ansprechpartner)

Darauf aufbauend sind drei Ansätze zur Reorganisation möglich:

1. Ersatz der vorhandenen Anlagentechnik im Bereich der Zuschnitttechnik durch Anlagen eines Herstellers mit einheitlicher Steuerungstechnik, Installation eines damit in Verbindung stehenden neuen NC-Programmiersystems.
2. Ersatz der an der vorhandenen Anlagentechnik installierten Steuerungen durch einen einheitlichen Steuerungstyp (eventuell bei gleichzeitiger Modernisierung der Anlagen sowie Installation eines damit in Verbindung stehenden neuen NC-Programmiersystems).
3. nur Einsatz eines einheitlichen NC-Programmiersystems für alle vorhandenen der Zuschnittanlagen ohne technische Veränderungen an der Anlagentechnik.

4.1.1 Ansatz 1: Einsatz neuer Anlagentechnik und NC-Programmierung

Dieser Ansatz bedingt die komplette Auswechslung der vorhandenen Zuschnitttechnik. Ziel ist der Einsatz von Anlagen eines einzigen Herstellers in Verbindung mit einheitlicher Steuerungstechnik. In der Fertigungsvorbereitung ist dazu nur der Einsatz eines Programmiersystems erforderlich.

Vorteile

- Maximale Flexibilität in der AV und in der Fertigung
- Minimaler Aufwand zur Programmerstellung, z.T. identische Programme auf verschiedenen Maschinen nutzbar
- Optimale Abstimmung NC-Programmierung → Steuerung → Maschine
- Ein Ansprechpartner für die gesamte Hard- und Software

Nachteile

- Bei vorhandener Fertigung nur mit hohem Investitionsaufwand realisierbar
- Abhängigkeit von jeweils einem Hersteller
- Kann zu Kompromissen bei der Leistungsfähigkeit der Anlagen führen

4.1.2 Ansatz 2: Einsatz neuer CNC-Steuerungen und NC-Programmierung

Ein weiterer möglicher Ansatz ist die Ausrüstung der vorhandenen Maschinen mit einheitlicher Steuerungstechnik, eventuell in Verbindung mit einer Modernisierung

der Anlagentechnik. In der Fertigungsvorbereitung ist im Anschluss daran ebenfalls nur der Einsatz eines Programmiersystems für alle Anlagen erforderlich.

Vorteile

- Reduzierte Vielfalt der Steuerungen → reduzierter Aufwand bei der Erstellung der Programme (nur ein Postprozessor notwendig)
- Erhöhung der Flexibilität in der Arbeitsvorbereitung und teilweise in der Fertigung

Nachteile

- Relativ hoher Aufwand für die Umrüstung und Anpassung an die vorhandene Maschinenteknik
- Abhängigkeit von jeweils einem Hersteller (Steuerung, Software)

4.1.3 Ansatz 3: Nur Reorganisation der NC-Programmierung

Der geringste Aufwand bei gleichzeitig kurzfristiger Realisierbarkeit ist der Hauptvorteil des Ansatzes 3 zur Reorganisation der NC-Programmierung. Hierbei wird lediglich die Fertigungsvorbereitung durch den Einsatz eines einzigen Programmiersystems für alle Anlagen verändert.

Vorteile

- Weitere Nutzung der vorhandenen Maschinen- und Steuerungstechnik
- Flexibilität in der Arbeitsvorbereitung erhöht
- Relativ geringe zusätzliche Kosten (Anschaffung / Erweiterung der CAM-Software)
- Geringerer Aufwand für die Softwarepflege und Schulung

Nachteile

- Geringere Flexibilität in der Fertigung
- (meist) keine optimale Anpassung der Software an die vorhandene Maschinenteknik möglich

4.1.4 Bewertung der strukturellen Ansätze zur Reorganisation

Die drei unterschiedlichen Ansätze für die Reorganisation der NC-Programmierung Zuschnitttechnik sind bei der Umsetzung in ihrem Umfang sehr verschieden. Alle umfassen eine Veränderung innerhalb der Arbeitsvorbereitung. Hierbei hat die Vereinheitlichung der Software für die NC-Programmierung höchste Priorität. Nur dadurch kann die Effizienz und vor allem die Flexibilität – auch in der Fertigung – erhöht werden. Welche Software dafür in Frage kommt wird in den folgenden Abschnitten näher untersucht.

Die beiden Szenarien, die Veränderungen an der vorhandenen Zuschnitttechnik umfassen, sind durch wesentliche Eingriffe in diese gekennzeichnet. Damit in Verbindung steht auch ein wesentlicher höherer Kostenrahmen. Dieser bewegt sich beim Ansatz 1 im Bereich von mehreren Millionen Euro für den gesamten zu erneuernden Maschinenpark.

Der Ansatz 2 mit der Vereinheitlichung der Steuerungstechnik ist eine Übergangslösung. Sie setzt voraus, dass diese Umrüstung aktuell sinnvoll ist. Sie kann nur effektiv bei den Anlagen angewendet werden, die noch eine hinreichend große Restlaufzeit bis zur Stilllegung haben. Diese sollte min. 5 Jahre betragen. Die Kosten dazu sind, abhängig vom Grad der gleichzeitigen Modernisierung, für eine Anlage im

Bereich von ca. 50.000 € bis ca. 500.000 €. Dies sind Erfahrungswerte, die mit konkreten Angeboten unterlegt werden müssen.

Die Einführung eines einheitlichen NC-Programmiersystems ohne Veränderungen an der vorhandenen Maschinenteknik wird einen Gesamtkostenaufwand von ca. 200.000 € kaum übersteigen.

4.2 Anwendungslösungen für die NC-Programmierung

4.2.1 Vorbemerkungen

In jedem der im vorigen Abschnitt genannten Szenarien zur Reorganisation der Fertigung sowie der Fertigungsvorbereitung (speziell der NC-Programmierung) im Bereich der Zuschnitttechnik ist der Einsatz eines einheitlichen NC-Programmiersystems für die Erstellung der NC-Programme vorgesehen. Auf diesen Komplex sollen sich die Untersuchungen in diesem Abschnitt konzentrieren.

Beim Ansatz 1 stellt die Nutzung eines speziell auf diese Anlagen abgestimmten NC-Programmiersystems das Optimum dar. Bei der Mehrzahl der Anlagenanbieter wird dies als einheitliche Lösung bereitgestellt. Auf Grund der bereits genannten hohen finanziellen Anforderungen für die Realisierung dieser Lösung, soll an dieser Stelle nicht auf diesen Ansatz eingegangen werden.

Prinzipiell sind folgende Lösungen für eine Vereinheitlichung der NC-Programmierung möglich:

- Ausbau eines der vorhandenen NC-Programmiersysteme zur Nutzung für alle relevanten Maschinen bzw. zumindest für Maschinengruppen
- Einführung eines bisher bei Bombardier Bautzen nicht genutzten NC-Programmiersystems für alle relevanten Maschinen
 - Erweiterung des vorhandenen CAD-Systems CATIA um entsprechende CAM-Funktionalitäten
 - Einsatz eines selbständigen NC-Programmiersystems (CAD-NC-Kopplung)
- Einsatz eines Konvertierungsmoduls für NC-Programme bei weitere Nutzung eines bisherigen Programmiersystems

Eine spezielle Anforderung aus der NC-Programmierung ist der direkte Zugriff auf Informationen des CAD-Modells

4.2.2 Bewertungskriterien

Der Bewertung der verschiedenen Systeme liegen folgende Kriterien zu Grunde:

- Sollkriterien (diese Eigenschaften sind zu erfüllen)
 - Programmierbare Verfahren (Laser- / Brennschneiden / Stanzen / Nibbeln)
 - Vorhandene neutrale Schnittstellen (DXF, IGES, STEP)
 - Vorhandene Direktschnittstelle zu CATIA
 - Geometrische Grundfunktionen
 - Rechteck-/Teileschachtelung
 - Verfügbarkeit eines CAD-Moduls (Konstruieren von Geometrien u.a.)
 - Nachbearbeitungsmöglichkeit von Geometrien
 - Technologische Funktionen
 - Einsatz von Makros zur NC-Programmierung
 - Nutzung von Strategien (Erstellung durch Systemhersteller / Anwender)
 - Simulation
 - Kollisionsüberwachung , Prozessüberwachung

- Postprozessoren
 - Verfügbarkeit generalisierter, anpassbarer Postprozessoren
 - Verfügbarkeit von Postprozessoren für die vorhandene Anlagentechnik
 - Erstellung der notwendigen technologischen Unterlagen
 - Zeitkalkulation
- Werkzeugverwaltung
- Anbindung an das SAP-System zwecks Auftragsverwaltung, Betriebsdatenverwaltung, Teileprogrammverwaltung
- Optionale Kriterien
 - Geometrische Grundfunktionen
 - Feature-Erkennung und Verarbeitung
 - Automatische Bestimmung der Abarbeitungsreihenfolge der Teile nach Bedienervorgabe
 - Restplattenhandling
 - Restplattenverwaltung und – Nutzung
 - Programmierung spannender Fertigungsverfahren

Die Ergebnisse der Analyse verschiedener Systeme ist im Bericht /HOF-07/ dokumentiert.

4.3 Einsatz eines Konvertierungsmoduls

Eine zusätzliche Option zur Gestaltung der NC-Programmierung ist die Erstellung eines speziellen Konverters für den NC-Code. Dieser ist in der Lage, NC-Programme einer speziellen NC-Steuerung in den NC-Code einer anderer Steuerungen umzuwandeln. Es handelt sich dabei um eine Lösung für einen bestimmten begrenzten Einsatzfall.

Diese Konverter müssen auf Kundenanforderung programmiert werden . Sie stellen meist eine kurzfristige Lösung dar. Entweder lohnt sich der Einsatz entsprechender Postprozessoren für die NC-Programmierung nicht mehr, da die betreffende Anlagentechnik kurzfristig außer Betrieb geht oder das vorhandene NC-Programmiersystem wird nicht mehr weiterentwickelt bzw. dessen Ablösung steht unmittelbar bevor, sodass die Bereitstellung von Postprozessoren für neue Anlagentechnik vermieden werden soll. Je nach Aufwand für die Erstellung des Konverters werden die speziellen Möglichkeiten der betreffenden CNC-Steuerung (bzw. ihr Befehlsumfang) mehr oder weniger gut ausgenutzt. Sie stellen damit einen Kompromiss bei der NC-Programmierung dar.

Im Rahmen der Reorganisation der NC-Programmierung Zuschnitttechnik bei Bombardier Bautzen kann ein solcher Konverter als kurzfristige und kostengünstige Lösung zu Erhöhung der Flexibilität der Fertigung zum Einsatz kommen. Möglich ist der Einsatz speziell auf Rechnern in der Fertigung. Bei Bedarf kann ein NC-Programm kurzfristig für eine andere Maschine durch den Werker verfügbar gemacht werden. Diese Flexibilisierung ermöglicht eine Verbesserung der Auslastung der Anlagentechnik sowie eine Reduzierung von Stillstandszeiten.

4.4 Zugriff auf CATIA-CAD-Daten

Die Anforderung nach dem direkten Zugriff auf Informationen aus den CAD-Modellen, die im CATIA-Format vorliegen, kann auf zwei Wegen erfüllt werden:

1. Einsatz eines NC-Programmiersystems mit Direktschnittstelle zu CATIA.
Damit würde der bisher übliche Einsatz einer DXF-Schnittstelle entfallen und der NC-Programmierer hat Zugriff auf alle im CAD-Modell enthaltenen Daten.
2. Nutzung eines kostenlosen Viewers für CATIA-Daten als zusätzlicher Software parallel zum Datenfluss für der NC-Programmierung.

Beim Einsatz einer Direktschnittstelle ist ein entsprechendes Regime für den Zugriff auf die Konstruktionsdaten einzurichten. Es kommt jedoch zu einer wesentlichen Verringerung der bekannten Probleme bei der Nutzung von neutralen Schnittstellen. Das Zugriffsregime ist bei der Nutzung von Viewern kein Problem. Durch die Nur-Lese-Funktion kann keine Manipulation der CAD-Daten erfolgen.

4.5 Organisatorische Ansätze zur Verbesserung der Maschinenauslastung

Eine Anforderung an die Reorganisation der NC-Programmierung Zuschnitttechnik ist die Flexibilisierung der Erstellung der NC-Programme unter dem Gesichtspunkt der besseren (und gleichmäßigeren) Auslastung der Anlagentechnik.

Bei der weiteren Nutzung der derzeit vorhandenen Anlagentechnik setzt dies die Bereitstellung der NC-Programme in den entsprechenden steuerungsspezifischen NC-Datenformaten voraus. Der dafür erforderliche Aufwand kann bei Nutzung eines einheitlichen NC-Programmiersystems für alle Anlagen wesentlich minimiert werden. Erst bei der Auswahl der Postprozessoren wird die zu nutzende Maschine definiert, nicht bereits (wie bisher) zu Beginn der NC-Programmierung. Der Aufwand, für verschiedene Anlagen die erforderlichen NC-Programme zu erstellen, ist bei dieser Form sehr gering und beschränkt sich auf einen zusätzlichen Postprozessorlauf. Aus diesem Grund sind verschiedene Szenarien für die Flexibilisierung der Zuordnung der Fertigungsaufträge zur vorhandenen Anlagentechnik denkbar:

1. Erstellung von NC-Programmen parallel für alle technisch nutzbaren Anlagen durch die Arbeitsvorbereitung.
Der Abruf des aktuell zu nutzenden Programms erfolgt über die IT-Struktur durch den Werker unmittelbar vor Fertigungsbeginn; es ist eine organisatorische Absicherung gegen Mehrfachfertigung im PPS-System zu integrieren, bei Bedarf kann auch eine Prioritätsvorgabe bestimmter Anlagen unter technisch-technologischen Restriktionen vorgenommen werden.
2. Erzeugung des NC-Programms nur für die bevorzugte Anlage durch die Arbeitsvorbereitung, Erstellung weiterer NC-Programme erst nach Anforderung durch die Fertigungsplanung bzw. durch den Werker mittels eines zusätzlichen Postprozessorlaufs.
3. Erzeugung des NC-Programms erst nach Aufforderung durch die Fertigung für die relevante Anlage, entweder in der Arbeitsvorbereitung oder durch die Werker vor Ort durch Starten des entsprechenden Postprozessorlaufs.

Der geringste Aufwand entsteht bei der Umsetzung des Ansatzes 3, jedoch ist hier die ständige Verfügbarkeit des Postprozessors notwendig. Die größte Flexibilität ist bei Ansatz 1 gegeben, wobei in diesem Fall jedoch ein Teil der Postprozessorläufe als Verlust eingeplant wird. Ansatz 2 stellt einen Kompromiss dar, der bei kurzfristigen Umplanungen der Fertigung besonders kritisch ist.

5 Zusammenfassung

Eine Reorganisation der NC-Programmierung Zuschnitttechnik ist vor allem aus der Sicht der Flexibilisierung der Fertigung erforderlich. Zu empfehlen ist der Einsatz

eines einheitlichen NC-Programmiersystems für alle vorhandenen Anlagen im Bereich des Laser- und Brennschneidens sowie des Stanzen und Nibbelns.

Die folgenden Lösungen sind speziell unter dem Aspekt der Flexibilisierung der Maschinennutzung zu empfehlen.

Kurzfristig:

Einsatz eines Konvertierungsmoduls zur Umwandlung von NC-Programmen in ein anderes NC-Format

Umgehung eines zusätzlichen Durchlaufes der NC-Programmierung bei Wechsel der Zuschnitttechnik und damit kurzfristige Flexibilisierung der Fertigung. Erstellung der Software nur für besonders häufig genutzte Maschinenwechsel.

Mittelfristig:

Einsatz eines einheitlichen NC-Programmiersystems in der NC-Programmierung Zuschnitttechnik.

Auswahl und Einführung eines Systems entsprechend eines Kriterienkataloges (Pflichtenheftes) und einer Einführungskonzeption.

Langfristig:

Komplette technische Neuausstattung der Zuschnitttechnik.

Bereitstellung neuer Anlagentechnik als Ersatz für die vorhandenen Maschinen als Umsetzung eines Konzeptes zur Neustrukturierung dieses Teilbereiches der Fertigung. Eventuell Einsatz von Anlagentechnik aus „einer Hand“ und entsprechende Gestaltung der Arbeitsvorbereitung / NC-Programmierung.

Literatur

/HOF-07/ Hoffmann, J.; Nestler, A.; Wroniecki, T.: Reorganisation der NC-Programmierung – Zuschnitttechnik. Abschlussbericht zum Projekt. TU Dresden, 2007