Prof. Dr.-Ing. Dieter H. Müller, Dr.-Ing. Stefan Klöcker, Dipl.-Ing. Dirk Hennigs
Bremer Institut für Konstruktionstechnik BIK, Universität Bremen, BRD

Integrierte Konstruktionsdatenverwaltung mit Hilfe einer Engineering-Database

1. Zusammenfassung

Das schnelle Finden und Wiederverwenden von existierenden Konstruktionsdaten mit Hilfe rechnerunterstützter Suchprogramme ist eine zur Rationalisierung des Konstruktionsprozesses bekannte Strategie. Konventionelle Zeichnungsverwaltungssysteme (ZVS) konnten sich aufgrund einiger entscheidender Mängel nicht in dem erhofften Maße durchsetzen.

Nach einer kurzen Darstellung der Probleme und Mängel konventioneller Systeme sowie einer aktuellen Definition zum Verständniss des Begriffes Konstruktionsdatenwiederverwendung, werden neue Möglichkeiten der Engineering-Database (EDB) bzgl. dieser Problematik diskutiert. Anschließend werden auf dieser Grundlage die Hauptanforderungen an ein modernes Konstruktionsdatenverwaltungssystem formuliert. Die Konzeption und Realisierung eines diese Forderungen erfüllenden Systems wird an einem Praxisbeispiel dargestellt.

2. Aufbau und Probleme konventioneller Systeme

Herkömmliche Systeme nutzen die Instrumente der Klassifikation und der Sachmerkmalleisten nach der DIN 4000. Für die Anwendung von Sachmerkmalleisten wird das Teilespektrum soweit untergliedert, daß Gruppen ähnlicher Gegenstände entstehen, für die jeweils derselbe Satz von Sachmerkmalen zur hinlänglichen Beschreibung führt. Die Mängel und Probleme dieser Systeme sind hinreichend bekannt und sollen hier nur stichpunktartig aufgeführt werden:

- Unvollständigkeit der Bauteilbeschreibung
- Inflexibilität gegenüber Merkmalsänderungen
- Hoher Erfassungsaufwand der Merkmalsausprägungen
- Mangelnde Integration der Daten
- Hoher Einführungsaufwand

Eine durchgehende Integration der Systeme in das gesamtbetriebliche Umfeld ist nicht gegeben. Die Systeme werden meist als reine Zeichnungsverwaltung in der Konstruktion eingesetzt. Ein weiteres Problem ist die hohe Fehleranfälligkeit des Klassifizierungssystems beim Erfassen der Teile. Aufgrund der fehlenden sprachlich formal exakten Repräsentationsform der Klassifizierung sind eindeutig reproduzierbare Klassifizierungsergebnisse häufig nicht möglich (semantische Mehrdeutigkeit der verbalen Klassifizierung). Dies führt häufig zu falsch und damit für die Recherche unbrauchbar klassifizierten Teilen.

3. Verständnis des Begriffes Wiederverwendung

Die Wiederverwendung im konventionellen Sinn versteht sich als die Verwendung von Wiederhol- bzw. Ähnlichteilen innerhalb der Konstruktion. Die ein Wiederholteil beschreibenden Zeichnungen werden vollständig, die ein Ähnlichteil beschreibenden Zeichnungen selektiv der Wiederverwendung zugeführt. Dies ist ein rein quantitativer Ansatz (Reduzierung der Teilevielfalt durch Verwendung existierender Zeichnun-

gen). Der Wiederverwendungsgedanke ist hier auf die Konstruktions- und Entwicklungsabteilungen beschränkt. Ein fortschrittlicher Ansatz erfordert die Ausdehnung des Gedankens auf weitere, im Idealfall auf alle an der Produktenstehung beteiligten Unternehmensbereiche.

Konstruktionsdaten werden in den der Konstruktion nachgeschalteten Prozessen in vielfältiger Weise weiterverarbeitet. Je nach Abteilung werden unterschiedliche Informationsmengen aus den ursprünglichen Unterlagen extrahiert. Wichtig ist, daß diese mit einem möglichst geringen und im günstigsten Fall ohne notwendigen Nach- bzw. Aufbereitungsaufwand bereitgestellt werden. Diese Wieder- und Weiterverarbeitung entspricht einem qualitativem Ansatz. Die gesamtbetriebliche Weiterverarbeitung und Bereitstellung der Konstruktionsdaten ist ein zentraler Bestandteil in diesem Ansatz. Im weistesten Sinne sollte der Wieder- und Weiterverwendungsgedanke auf alle am Prozess der Produktenstehung beteiligten Bereiche ausgedehnt werden. Dies ist ein Grundgedanke der EDB. Im folgenden soll untersucht werden, wie dieser Ansatz durch die Möglichkeiten des CAD und der EDB in ersten Schritten realisiert werden kann.

4. Vergleich zwischen der EDB und der ZVS

Unter der EDB werden all diejenigen Funktionen zusammengefaßt, die für die Speicherung, die Verwaltung, den Transfer und die Bereitstellung der Produkt- und Dokumentendaten erforderlich sind. Die EDB ist ein technisches Datenbank- und Kommunikationssystem für die Verwaltung und Bereitstellung aller produktbeschreibenden Daten während des gesamten Produktentstehungsprozesses /1/. Bezüglich der Systemklassen und Leistungsmerkmale verschiedener EDB's sind teilweise erhebliche Unterschiede vorhanden, auf die aber an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden soll. Zielsetzung ist ein Vergleich der Systeme bzgl. der Möglichkeiten der Teileverwaltung. Die Projektverwaltung, die Verwaltung des Freigabe- und Änderungswesen, usw. bleiben hier unberücksichtigt. Die folgenden Aussagen lassen daher keinesfalls eine Gesamtbewertung zu.

Die Strukturierung des Teilespektrums hat die Funktionen Gliederung, Archivierung und Wiederfinden von Informationen zum Ziel. Diese basiert existentiell auf den Säulen Klassifizierung, Identifizierung und Beschreibung /DIN 85/. Die praktische Umsetzung dieser Sachverhalte vollzieht sich gemeinhin mit den Instrumenten Klassifikation und Sachmerkmalleisten. Sie stellen die Grundelemente der konventionellen Systeme (ZVS) und auch der EDB dar. Hier ist demnach kein grundsätzlicher Unterschied vorhanden. Betrachtet man nur die Such- und Selektionsfunktionen, so stellt die EDB im Grundsatz keine entscheidenden Neuerungen zur Verfügung. Die unter Pkt.2 dargestellten Hauptmängel können demnach nicht zufriedenstellend verbessert werden. Anzumerken ist jedoch, daß durch eine Reihe von Zusatzfunktionen, z.B. grafische Visualisierung, Primitive- und Complex-Views, rückwärtsgerichtete Suche und Online-Recherche die Systeme wesentlich benutzerfreundlicher gestaltet sind, womit eine deutlich höhere Akzeptanz bei dem Anwender erreicht werden kann.

Eine verbesserte Möglichkeit ist durch den Konstruktionsstammsatz (KSS) der EDB gegeben. Der KSS (**Bild 1**) ist die Basis der Unterlagenverwaltung. Er bildet den Kern mit allen anwendungsspezifischen Schnittstellen. Der KSS ist durch die eindeutige Teilenummer gekennzeichnet und garantiert eine homogene Verwaltung aller Daten, die im Konstruktions- und Planungsprozess von den einzelnen Abteilungen erstellt werden /2/. Alle in der Konstruktions- und Planungsphase entstehenden Unterlagen werden mit dem Konstruktionsstammsatz logisch und physikalisch verknüpft. Damit ist eine einheitliche und abteilungsübergreifende Zugriffsmöglichkeit gegeben, die die Realisierung der geforderten Ansätze ermöglicht.

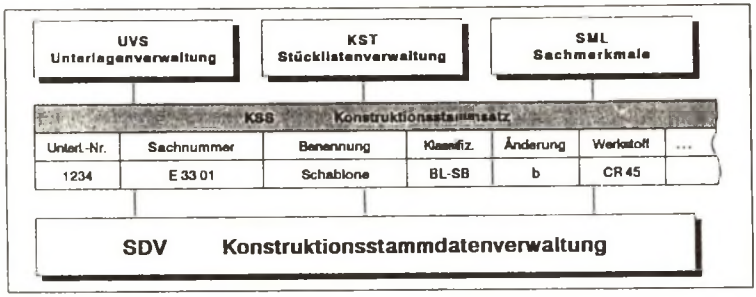

Bild 1 . Der Konstruktionsstammsatz als Basis der EDB /2/

Zusammenfassend lassen sich folgende Anforderungen stellen:

1) Integration der Konstruktionsdatenverwaltung in das betriebliche Umfeld. Die Bereitstellung von Konstruktionszeichnungen soll so erfolgen, daß der nötige abteilungsspezifische Aufbereitungsaufwand (i.d.R. eine Zeichnungsreduzierung) möglichst minimiert und im Idealfall automatisiert wird.

2) Realisierung einer einheitlichen abteilungsunabhängigen Klassifikationsstruktur im Konstruktionsstammsatz, die nur wo nötig um abteilungspezifische Strukturen erweitert werden soll.

5. Praxisbeispiel - Konzeption des Systems

In **Bild 2** ist das Gesamtkonzept dargestellt. Die Originalzeichnung enthält alle geometrischen und technologischen Informationen. Die technologischen (z.B. Werkstoffe, Toleranz- und Oberflächenangaben, etc.) werden direkt in den Stammsatz übernommen. Ein in der Makrosprache des CAD-Systems umgesetzter Reduzierprozessor führt nun die Zeichnungsreduzierung durch. Dieser erzeugt anhand der Originalzeichnung mehrere anwendungsspezifisch unterschiedlich reduzierte CAD-Dateien, die demselben Stammsatz zugeordnet werden.

Die reduzierten Zeichnungen haben je nach Anwendung einen unterschiedlichen Umfang. Die temporäre Zwischendatei enthält nur die Grundkontur des Bauteiles. Diese wird als Pixelgraphik gespeichert und dem Stammsatz zugeordnet. Bei der Recherche kann diese als Pixelgraphik aufgerufen werden. In einer späteren Phase soll auf der Grundlage der Grundkontur ein Modul geschaffen werden, das bei geeigneten Bauteilen die geometrische Klassifikation automatisch durchführt.

Im Rahmen dieses Prototypen wird die Aufbereitung für unterschiedliche Anwendungen innerhalb einzelner Abteilungen der Konstruktion, der Montage, der Qualitässicherung und der Layoutplanung betrachtet. Die Umsetzung wird im nächsten Kapitel anhand eines Beispieles näher erläutert. Entscheidend für einen möglichst hohen Wieder- und Weiterverarbeitungsgrad ist eine durchgängige abteilungsübergreifende Klassifikationsstruktur. Hierzu wird der Konstruktionsstammsatz der EDB genutzt.

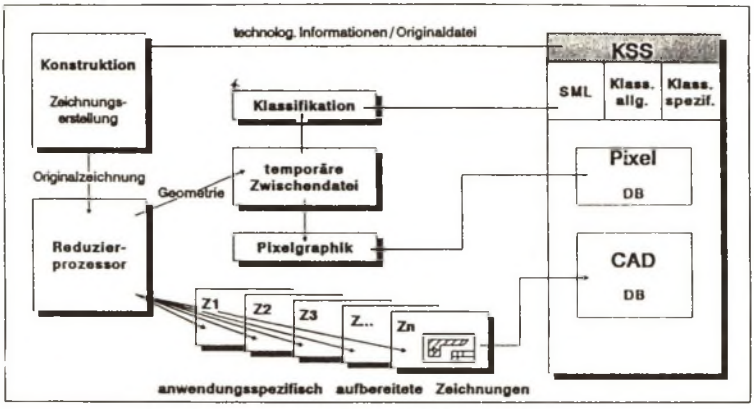

Bild 2. Konzeption des Prototypen

6. Praxisbeispiel - Realisierung der Komponenten

6.1. Klassifizierungsstrategie

Das System wurde anhand der Produktstruktur eines mittelständischen Herstellers von Montagestraßen entworfen. Exemplarisch soll hier die Struktur für die Baugruppenklassifikation in ihren Grundzügen vorgestellt werden.

Eine funktionsorientierte Baugruppenklassifikation sollte realisiert werden. Demnach mußte die Struktur der funktionalen Erzeugnisgliederung der Montagemaschinen abgebildet werden. In dieser hierarchisch gegliederten Struktur sind einzelnen Funktionseinheiten abgegrenzt worden, die dann in der letzten Stufe in den jeweils spezifischen Sachmerkmalleisten münden. Die prinzipielle Struktur ist in **Bild 3** dargestellt. Bei der Untersuchung der Baugruppen zeigte sich, daß die in den verschiedenen Abteilungen benötigten Klassifizierungen vorwiegend ähnliche Grundstrukturen aufweisen. Dadurch konnte eine in den obersten Ebenen gemeinsame Struktur für die Baugruppenklassifizierung in den jeweiligen Abteilungen festgelegt werden (**Bild 4**).

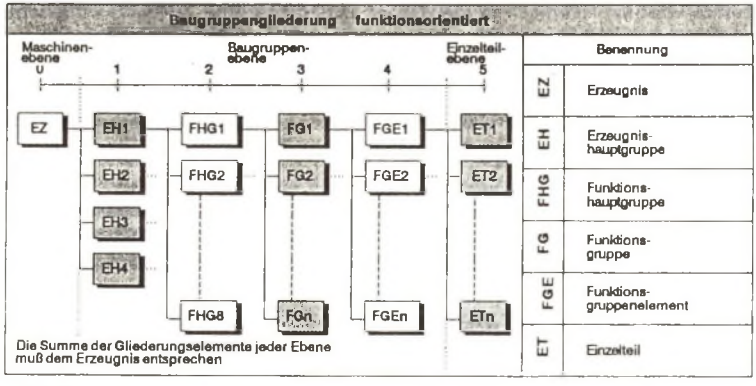

Bild 3. Struktur der Baugruppenklassifizierung

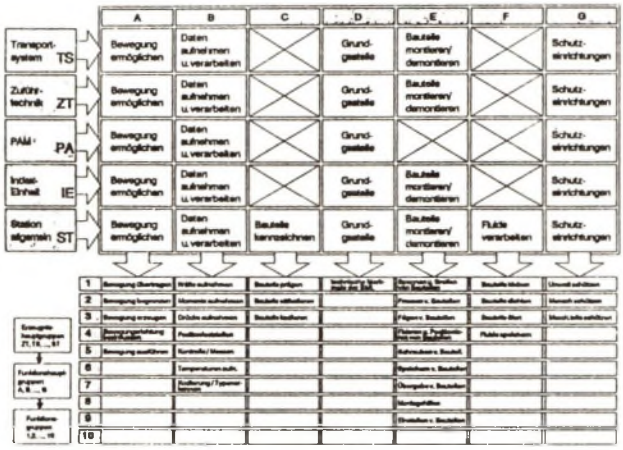

Bild 4. Gemeinsame Klassifizierungshierachie

Dieses Selektionsschema wurde als Auswahlmenü innerhalb der EDB implementiert. Je nach gewählter Hauptgruppe werden bei der Suche nur hierfür aufbereitete Zeichnungen als Ergebnis geliefert. Bei einer Änderung der vollständigen Originalzeichnung werden die abteilungsabhängig reduzierten Zeichnungen neu angelegt und anschließend für die Weiterverarbeitung freigegeben. Die logische Verknüpfung der Originalzeichnung und aller dazugehörigen reduzierten Zeichnungen erfolgt über entsprechende Verknüpfungen im Konstruktionsstammsatz.

6.2. Reduzierprozessor

Bei der Weiterverarbeitung der Konstruktionsunterlagen müssen diese für die jeweiligen Abteilungen so aufbereitet werden, daß sie nur die hier benötigten geometrischen und technologischen Informationen enthalten. Nicht benötigte Informationen werden gelöscht, z.B. nicht benötigte Baugruppen, Einzelteile, Grund- und Formelemente sowie zeichnungsspezifische Angaben. Es wurden vier mögliche Detaillierungsgrade für die reduzierte Darstellungsform der Originalzeichnung definiert, deren Umfang in **Bild 5** dargestellt ist.

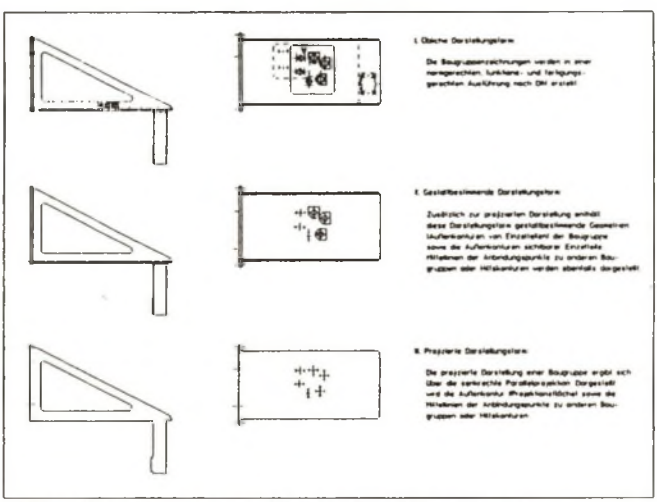

Bild 5 . Darstellungsform der verschiedenen Detaillierungsgrade

Zeichnungsanalysen in den einzelnen Abteilungen, bei den die Häufigkeit benötigter Zeichnungsinhalte untersucht wurde, haben ergeben, daß die in **Bild 6** aufgeführten Darstellungsformen in den Abteilungen am häufigsten benötigt werden. Die Originalzeichnungen sollen daher durch den Reduzierprozessor auf diese Darstellungsformen reduziert werden. Weiterhin ist eine Datei mit der Grundkontur für die Pixelgraphik zu erzeugen.

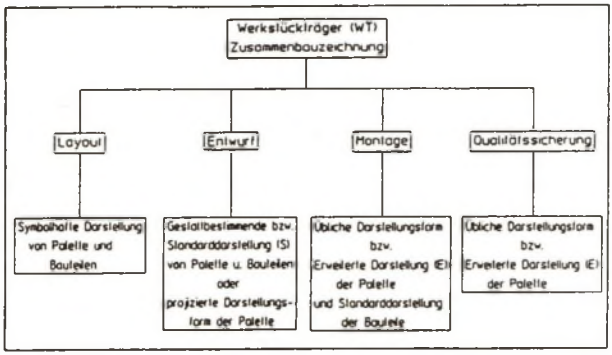

Bild 6 . Benötigte Darstellungsformen

Die Reduzierung erfolgt nun über die Modifizierung der Layer- und der Teilestruktur des CAD-Systems. Die Teilestruktur stellt eine logische Zusammenfassung von Zeichnungselementen und Zeichnungseinheit dar (z.B. Einzelteile, Baugruppen, Schnittdarstellungen, Einzelheiten, Hilfskonturen, Zeichnungsrahmen, Schriftfeld, Texte, etc.). Über die hierarchisch angelegte Teilestruktur ist man u.a. in der Lage untergeordnete Elemente durch Editieren eines übergeordneten Elementes gemeinsam zu modifizieren. Soll z.B. eine Seitenansicht gelöscht werden, muß nicht jedes Grundelement dieser Ansicht gelöscht werden, sondern nur die Zeichnungseinheit "Seitenansicht" in der Teilestruktur. Die Auflösung der Teilestruktur ist der zentrale Gegenstand der Zeichnungsreduzierung. Als zweite Möglichkeit ist das Löschen bzw. Setzen einzelner Layer gegeben. Eine Grundvoraussetzung ist die konsequente Einhaltung der Layerbelegung und der Teilestruktur bei der Zeichnungserstellung.

Die Reduzierung erfolgt nun in den folgend dargestellten Schritten:

1.) Löschen von Zeichnungsrahmen, Schriftfeld, Bemerkungen und Hinweistexten (stamm- und strukturbezogene Angaben)
2.) Positionsnummern (nur bei Zusammenbauzeichnungen)
3.) Bemaßungen, Koordinaten und Darstellungsangaben
4.) Güte-, Qualitäts- und Behandlungsangaben (z.B. Toleranz- und Oberflächenangaben)
5.) Reduzierung der bildlichen Darstellung nicht benötigter Zeichnungsinhalte (z.B.: Einzelheiten, Schnittdarstellungen, Seitenansichten, Einzelteile, Baugruppen, Hilfskonturen)
6.) Reduzierung des Detaillierungsgrades durch Löschen nicht benötigter geometrischer Informationen (z.B.: verdeckte Körperkanten, Schraffuren, Bruchlinien, Mittellinien, komplexe Darstellungsformen für z.B Gewinde im Tausch gegen eine vereinfachte Darstellungsform)
7.) Reduzierung der Teilestruktur durch Auflösen der Teilestruktur

In den folgenden Bildern sind je ein Beispiel für eine reduzierte Einzelteil- und eine reduzierte Baugruppenzeichnung dargestellt. **Bild 7** zeigt den Zustand der Restzeichnung nach der Ausführung der jeweils einzelnen Reduzierungsschritte. **Bild 8** zeigt die Aufbereitung einer Baugruppenzeichnung für die Weiterverarbeitung in der Montageplanung.

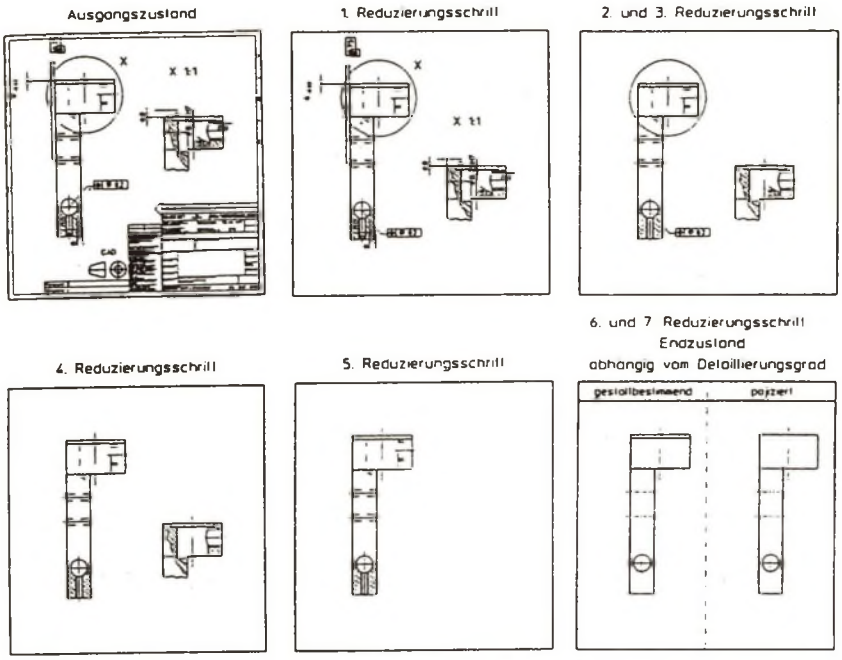

Bild 7. Beispiel / Ausführung der Reduzierung einer Einzelteilzeichnung

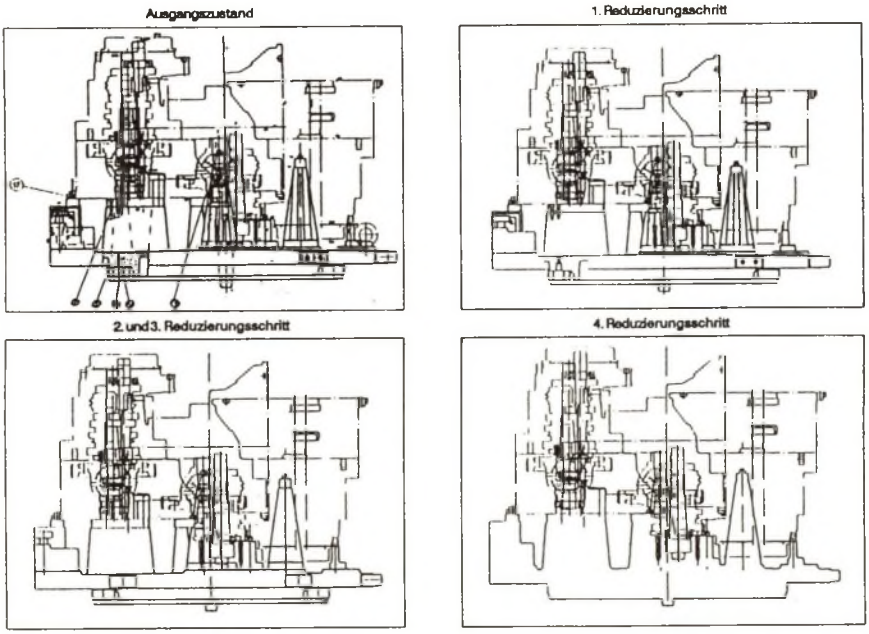

Bild 8. Beispiel / Ausführung der Reduzierung einer Baugruppenzeichnung

7. Ausblick

Bei der Erprobung des Verfahrens wurden primär die Funktionen des CAD-Systems genutzt, die aber erst durch die Möglichkeiten der EDB bzgl. der Datenbereitstellung im vollen Umfang sinnvoll nutzbar gemacht werden können. Beim derzeitigen Entwicklungsstand des Verfahrens kann davon ausgegangen werden, daß die Aufbereitung der Original-Zeichnungen künftig allgemein angewandt werden sollte, um eine Wieder- und Weiterverarbeitung von Konstruktionen mit geringem Arbeitsaufwand zu ermöglichen. Es könnten auch weitere Konstruktions- und Betriebsbereiche in die Anwendung des Verfahrens eingebunden werden. So besteht der Wunsch nach einer Extraktion von Geometriedaten für andere Anwendungen, z.B. für die Programmierung von NC-Maschinen in der Arbeitsvorbereitung oder die Erstellung von Strom- und Wartungsplänen.

8. Quellennachweis

/1/ **Friedmann T., Jungfermann W.**
EDM: Weichenstellung für die Zukunft
CAD-CAM-Report Nr.9, S.118-127,1992

/2/ **Eigner, Hiller, Schindewolf, Schmich**
Engineering Database, strategische Komponente in CIM-Konzepten, Carl Hanser-Verlag, München,1991

/3/ **Müller, Roland**
Datenbankgestützte Teileverwaltung und Wiederholteilsuche,
Dissertation, Universität München, 1990

/4/ **Platz, Ulrich**
Wiederholteilnutzung in integrierten Konstruktionssystemen am Beispiel des Werkzeugbaus,
Dissertation, RWTH Aachen, 1990

/5/ **Ulrich, Carsten**
Konzept und Erprobung eines Verfahrens zur einheitlichen Ablage und Wiederverwendung von Konstruktionsdaten auf dem CAD-System HP/ME-10, unveröffentlichte Diplomarbeit,
Universität Bremen, 1993

/6/ **Thoben, Klaus-Dieter**
Ausnutzung systematisch vorbereiteter Wiederholeffekte zur Senkung des Konstruktionsaufwandes,
Dissertation, Universität Bremen, 1989

Gutachter: Ryszard Knosala