

DXF-Datenaustausch

Analyse des „Formblatt zum DXF-Datenaustausch“ des DBV

Arbeit am Lehrstuhl Informatik im Bauwesen von Gerhard Pütz

BAUHAUS - UNIVERSITÄT WEIMAR

1. Inhaltsverzeichnis

1. INHALTSVERZEICHNIS	1
2. DXF GRUNDLAGEN	2
2.1. WAS IST DXF	2
2.2. WIE FUNKTIONIERT DXF.....	2
2.3. DER DXF-STANDARD.....	2
2.4. DIE ENTWICKLUNG DES DXF-STANDARDS	3
3. AUFBAU EINER DXF-DATEI	3
3.1. DER KOPFTEIL (HEADER-ABSCHNITT).....	4
3.2. DER TABELLENABSCHNITT (TABLES-ABSCHNITT)	4
3.3. DIE BLOCKDEFINITIONEN (BLOCKS-ABSCHNITT)	4
3.4. DER GEOMETRISCHE TEIL (ENTITIES-ABSCHNITT)	5
4. ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN VON DXF	5
4.1. ZEICHNUNGEN AUSTAUSCHEN	5
4.2. ZEICHNUNGEN ERZEUGEN.....	6
4.3. ZEICHNUNGEN AUSWERTEN	6
4.4. ZEICHNUNGEN MANIPULIEREN	6
4.5. ZEICHNUNGEN ARCHIVIEREN	7
5. FUNKTIONSWEISE DES DXF-DATENAUSTAUSCHS	7
5.1. GRUNDSÄTZLICHE REGELN ZUM AUSTAUSCH VON DXF-DATEN	7
5.2. DATENAUSTAUSCH MIT <i>AUTOCAD</i>	8
5.3. DATENAUSTAUSCH MIT ANDEREN CAD-SYSTEMEN	9
5.4. NOTWENDIGKEIT VON VEREINBARUNGEN ZUM DATENAUSTAUSCH	12
5.5. FORMBLATT DES DVB ZUM DXF-DATENAUSTAUSCH	13
5.6. ERLÄUTERUNGEN ZUM FORMBLATT DXF-DATENAUSTAUSCH.....	14
5.7. DER DXF-TEST	17
6. PROBLEME BEIM DATENAUSTAUSCH UND IHRE BEHEBUNG	20
6.1. DIE ÜBERTRAGUNG FUNKTIONIERT NICHT.....	20
6.2. DIE ZEICHNUNG WIRD NUR BRUCHTEILHAFT ÜBERTRAGEN	20
6.3. DIE DARSTELLUNG DER ZEICHNUNG WEICHT VOM ORIGINAL AB	21
6.4. DIE FUNKTIONALITÄT DER ZEICHNUNG WEICHT VOM ORIGINAL AB	21
6.5. MÖGLICHKEIT EINER PROGRAMMGESTEUERTEN PROBLEMBEHEBUNG.....	22
7. LITERATURVERZEICHNIS	22

2. DXF Grundlagen

2.1. Was ist DXF

Für die Bezeichnung DXF sind in der Literatur verschiedene Erklärungen zu finden. So wird DXF oftmals als Abkürzung für *Drawing Interchange Format* verstanden. Logischer ist jedoch *Drawing Exchange File Format* da hier der Ursprung des X in DXF geklärt ist. Fast jedes CAD- beziehungsweise CAE System unterstützt den Austausch von Daten mittels DXF-Format. Mit Hilfe von DXF ist es deshalb möglich, Zeichnungen von einem System auf ein beliebiges, anderes System zu übertragen. DXF ist das zurzeit meist benutzte Format zum Austausch von Zeichnungsdaten in digitaler Form.

2.2. Wie funktioniert DXF

Beim Abspeichern von Zeichnungen im DXF Format werden die systeminternen Zeichnungsinformationen strukturiert in einer ASCII-Datei mit der Endung *.dxf abgespeichert. Dadurch erhält man in der Regel sehr große Dateien mit langsamen Zugriff, was einen erheblichen Nachteil dieser Methode darstellt. Mehr zum Aufbau einer DXF-Datei in Abschnitt 3.

2.3. Der DXF-Standard

DXF ist kein *genormter Standard*, sondern vielmehr ein *Industriestandard*. Deshalb existiert auch keine offizielle Stelle, die den Standard verwaltet, zulässige Änderungen erlaubt oder Prüfungen durchführt. DXF ist ein proprietäres Format der Firma *Autodesk, Inc.* Das bedeutet *Autodesk* definiert und pflegt den DXF-Standard. Der DXF-Standard wird von *Autodesk* mit jedem Versionswechsel von *AutoCAD* neu angepasst. Somit besteht indirekt eine Referenz, anhand derer festgelegt werden kann, was DXF ist und was nicht. Von *Autodesks* Festlegungen abweichend bringen jedoch viele Firmen eigene DXF-Varianten heraus um spezielle Objekte ihrer Programme zu implementieren und für den Datenaustausch nutzbar zu machen. Diese speziellen Varianten werden als *DXF-Dialekte* bezeichnet.

2.4. Die Entwicklung des DXF–Standards

Autodesk, Inc. entwickelte DXF zum Austausch von Zeichnungen von *AutoCAD* nach *AutoCAD*. Die intern binär gespeicherten Daten wurden in einer festen Reihenfolge als ASCII Textdatei geschrieben, dann per Diskette auf einen anderen Rechner übertragen und vom dortigen *AutoCAD* wieder eingelesen. Mit dem weltweiten Erfolg von *AutoCAD* etablierte sich DXF als intensiv genutztes Datenaustauschformat und wurde auch von anderen Grafikprogrammen zum Datenaustausch verwendet. Mit jeder neuen Version von *AutoCAD* wurden neue Datenstrukturen notwendig und die DXF-Definition immer neu angepasst. Alles was im CAD Bereich als sinnvoll und implementierbar erschien, hat sich im Laufe der Zeit in *AutoCAD* und damit auch in DXF angesammelt. Es kamen *3D-Elemente* und Strukturierungsmöglichkeiten wie *Layer* und *Blöcke* hinzu. Datenelemente und Strukturen in DXF entsprechen somit den aktuellen CAD-Funktionalitäten. Die Entscheidung welche Elemente und Strukturen dem Stand der Technik entsprechen und damit in den DXF-Standard aufgenommen werden, nimmt sich die Firma *Autodesk, Inc.* als Erfinder des Formates heraus.

3. Aufbau einer DXF–Datei

Eine DXF-Datei enthält nicht nur Informationen für die rein geometrische Übertragung der Zeichnung. Sie kann auch Informationen enthalten die zur Voreinstellung des Zielsystems notwendig sind. Im Allgemeinen ist eine DXF–Datei in 4 Abschnitte unterteilt:

- Kopfteil mit allgemeinen Informationen
- Tabellen
- Blockdefinitionen
- Geometrischer Inhalt der Zeichnung

3.1. Der Kopfteil (Header-Abschnitt)

Der Kopfteil dient zur Definition einer spezifischen Arbeitsumgebung. Die aktuellen Einstellungen des Quellsystems werden hier abgespeichert und können so dem Zielsystem als Voreinstellung dienen. In ihm wird beispielsweise angegeben, ob die Bemaßung im Zielsystem assoziativ erfolgen soll. Ferner läßt sich die Voreinstellung für Darstellungsattribute von Maßketten detailliert beschreiben (Maßpfeile, Maßstriche, anwenderdefinierte Symbole, Rundung, Position des Maßtextes etc.).

3.2. Der Tabellenabschnitt (Tables-Abschnitt)

Der Tabellenabschnitt enthält Definitionstabellen für die Darstellung geometrischer Informationen (Linientypen, Layer, Textdarstellung, Symbolbibliotheken etc.), die Darstellung von Bemaßung, die Darstellung am Bildschirm (Ausschnitte) und Einstellungen einer Arbeitsumgebung wie Benutzerkoordinatensystem, Ansichtsfenster, etc..

3.3. Die Blockdefinitionen (Blocks-Abschnitt)

Im Abschnitt für Blockdefinitionen erlaubt DXF geometrische Grundobjekte zu einem komplexen Objekt in einem Block zusammenzufassen. Ein Block entspricht also ungefähr einem *Makro* allgemeiner Auffassungen. Ein so definierter Block kann später beliebig oft als Einzelobjekt in der DXF-Datei referenziert werden. Die Blockdefinitionen werden aber nicht nur für Objekte benutzt, die der Anwender zusammengestellt hat, sondern auch für programmdefinierte Relationen. Schraffuren und assoziative Maßketten werden in sogenannten *Pseudoblöcken* abgelegt. Für eine Schraffur wird beispielsweise jede einzelne Schraffurlinie als Element im *Pseudoblock* abgelegt, so dass dieser Schraffurblock als ganzes gelöscht oder auch neu generiert werden kann. Maßketten werden analog behandelt.

3.4. Der Geometrische Teil (Entities-Abschnitt)

Im letzten Abschnitt werden die geometrischen Daten der Zeichnung definiert. Hier werden die Linien, Polygone, Kreise, Kreisbogen, Texte etc. mit verschiedenen Attributen (Layer, Farbe, Strichstärke, Linientyp, etc.) gespeichert. Weiter werden Installationsanweisungen für die zuvor definierten Blöcke gegeben, bei denen *Translation*, *Rotation* und *Skalierung* für jede Instanz des Blocks festgelegt sind. Auch die *Pseudoblöcke* für Schraffuren und Maßketten werden hier installiert. Wichtig ist, dass im geometrischen Abschnitt nur die Installation von Blöcken definiert ist, nicht mehr aber die einzelnen Blockkomponenten.

4. Anwendungsmöglichkeiten von DXF

Die Hauptanwendung für DXF ist und bleibt der Datenaustausch. Darüber hinaus bietet DXF aber auch einfache Möglichkeiten, Zeichnungen zu erzeugen, auszuwerten oder zu manipulieren. Die wichtigsten Anwendungen von DXF sind:

- Zeichnungen austauschen
- Zeichnungen erzeugen
- Zeichnungen auswerten
- Zeichnungen manipulieren
- Zeichnungen archivieren

4.1. Zeichnungen austauschen

Die wichtigste Bedeutung hat DXF selbstverständlich beim Austausch von Zeichnungsdaten zwischen Anwendern und Anwendungsprogrammen. Sie können heute mit einem beliebigen CAD-Programm erzeugte Zeichnungen via DXF in fast jedes andere CAD-Programm übertragen. Zusätzlich hat sich DXF aber so weit durchgesetzt, dass auch andere Softwareprodukte DXF-Daten lesen oder erzeugen können. Dazu gehören beispielsweise alle besseren Programme zur technischen Dokumentation, d.h. alle größeren *Desktop-Publishing-Programme* wie *PageMaker* oder *QuarkXPress* und viele komfortable Textsysteme. Viele weitere Berechnungs-

und Präsentationsprogramme sind in der Lage, in DXF gespeicherte Zeichnungen auszuwerten. Weiteres zum DXF-Datenaustausch wird in Abschnitt 5 erörtert.

4.2. Zeichnungen erzeugen

Eine DXF-Datei ist eine reine ASCII Datei und ihr Aufbau recht einfach strukturiert. Im Prinzip läßt sich eine CAD-Zeichnung auch dadurch erzeugen indem man mit einem Editor eine Textdatei erzeugt, die Syntax von DXF anwendet und die Datei mit der Endung `*.dxf` speichert. Dadurch eine einigermaßen komplexe Zeichnung zu erstellen wäre natürlich sehr aufwendig. Hat man jedoch die Prinzipien von DXF verstanden, läßt sich auch leicht ein Programm entwickeln, das eine DXF-Datei und damit eine CAD-Zeichnung, erzeugt, manipuliert oder auswertet.

4.3. Zeichnungen auswerten

Der einfache Aufbau einer DXF-Datei macht es ebenfalls einfach eine Zeichnung von einem beliebigen Programm auswerten zu lassen. *NC-Programmiersysteme*, *Textprogramme* und *Präsentationssoftware* nutzen die in einer DXF-Datei gespeicherten Daten für ihre Zwecke.

4.4. Zeichnungen manipulieren

Eine DXF-Datei enthält eine vollständige Darstellung der CAD-Zeichnung. Wenn man eine CAD-Zeichnung nach DXF wandelt und anschließend wieder einliest, erhält man im Idealfall exakt wieder die ursprüngliche Zeichnung. Manchmal ist es aber gar nicht erwünscht exakt dieselbe Zeichnung zu erhalten. Werden in der ASCII-Textdatei Werte geändert, so ändert sich die eingelesene Zeichnung entsprechend. Es ist also möglich die Zeichnung über diesen Weg zu manipulieren. Für diese Zwecke bieten sich spezialisierte Programme an, welche praktisch jede Manipulation einer DXF-Datei erlauben.

4.5. Zeichnungen archivieren

Trotz des größeren Speicherbedarfs ist es sinnvoll CAD-Zeichnungen als DXF-Dateien zu archivieren. Dies kann schließlich auch in komprimierter Form geschehen. Egal welches CAD-System zukünftig eine Firma einsetzt, DXF-Daten werden auch künftige CAD-Systeme lesen können. Was auch immer die Zukunft im Bereich der CAD-Programme mit sich bringt, wird man auch mit einfachen Programmen immer in der Lage sein, alte Zeichnungen anzuzeigen und für eine weitere Verarbeitung bereitzustellen.

5. Funktionsweise des DXF-Datenaustauschs

Bevor man mit dem Austausch von DXF-Daten beginnt, sollten einige grundsätzliche Regeln beachtet werden.

5.1. Grundsätzliche Regeln zum Austausch von DXF-Daten

Jede DXF-Datei ist am besten als eigenständiges, bereinigtes Dokument zu konzipieren. Deshalb sollte jeder Erzeuger von DXF-Daten dafür sorgen, dass Verweise auf andere Pläne, Datenbanken oder andere planexterne Dokumente gelöscht werden. Ebenso ist darauf zu achten, dass keine leeren Layer oder Testlayer mit übergeben werden.

Viele Systeme bieten Hilfslinien (virtuelle Linien, Fluchtlinien) an, welche meist sehr spezifisch gehandhabt werden und bei der Übertragung zu Problemen führen können. Solche Hilfslinien sind deshalb auf separate Layer abzulegen oder vor der Konvertierung zu löschen.

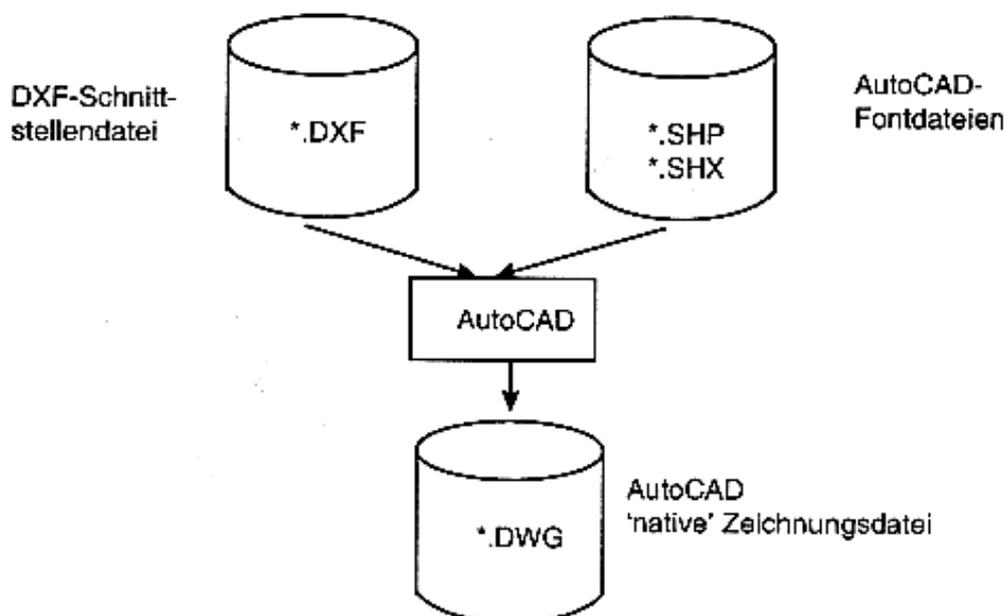
Die Übertragung von Schriftsätzen (Fonts) über DXF ist nicht möglich. Das einzige, was übertragen werden kann, ist der Name des Fonts, die Breite, Höhe und der Neigungswinkel. Damit das Planlayout einigermaßen stimmt, sollten *vektororientierte Standardschriftsätze* verwendet werden. Intelligente Schriftarten wie *PostScript*- oder *True-Type-Fonts* sind nicht übertragbar. Deswegen sollte auf solche Schriften schon im Voraus verzichtet werden.

Genauso sollten gegebenenfalls Umlaute und Sonderzeichen nach Möglichkeit nicht verwendet werden, da deren Übergabe zwischen verschiedenen Systemen nicht immer einwandfrei funktioniert.

5.2. Datenaustausch mit *AutoCAD*

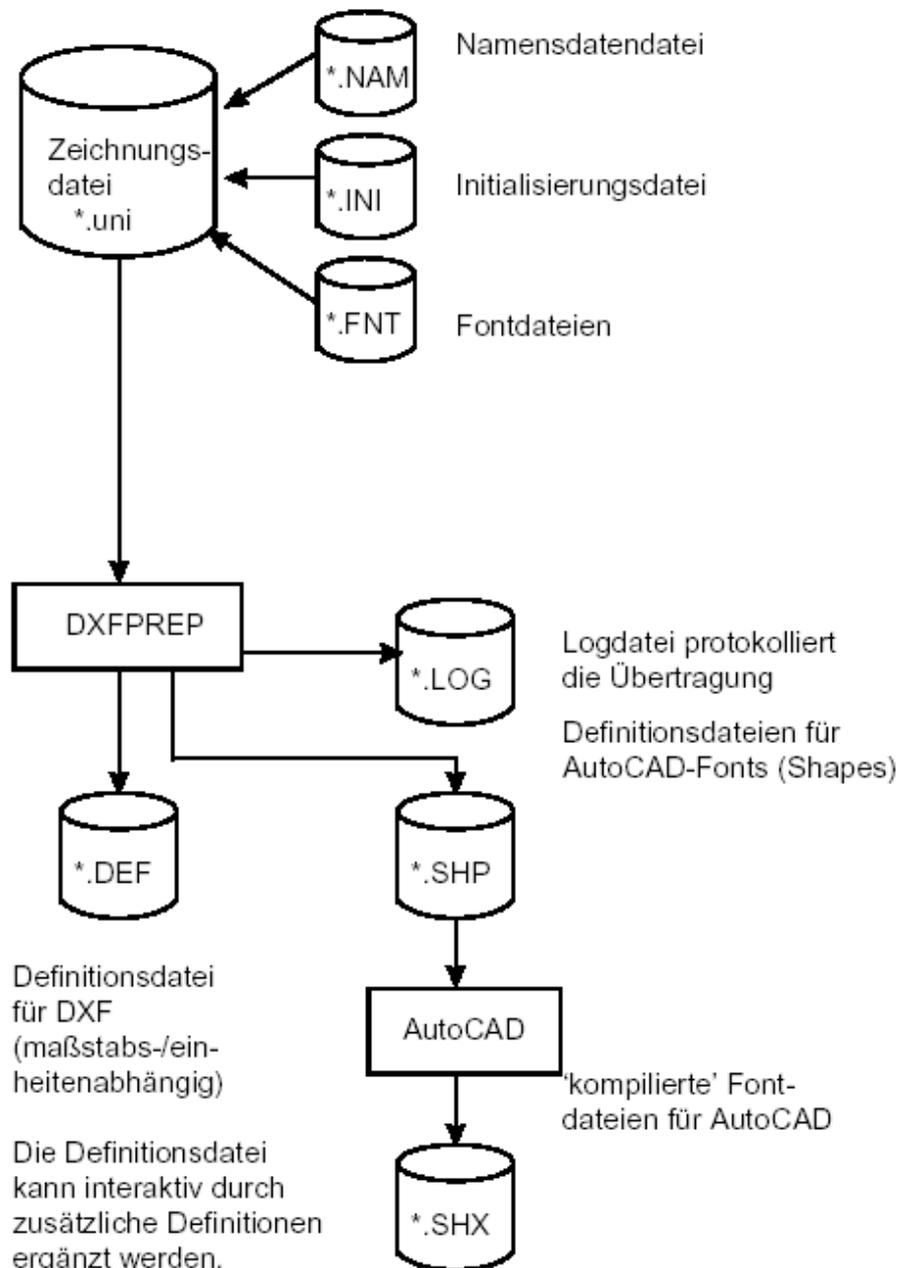
Standardmäßig werden Zeichnungen in *AutoCAD* als *.dwg Dateien abgespeichert. Das Speichern im DXF-Format erfolgt in *AutoCAD* über den Befehl *Erstellen*. Das Einlesen geschieht ganz normal über den *Öffnen-Dialog*. Intern verwendet *AutoCAD* dazu DXF-Prozessoren (Konverter), die standardmäßig Bestandteil von *AutoCAD* sind und laufend bezüglich funktionaler Erweiterungen aktualisiert werden. Sie sind, bis auf wenige Ausnahmen, ein vollständiges Abbild der *AutoCAD* Datenbasis. Auf Basis von DXF-Schnittstellendaten und SHP- bzw. SHX-Fontdefinitionen kann *AutoCAD* auch eigene Zeichnungsdaten erzeugen.

Einlesen von DXF-Daten nach *AutoCAD*:



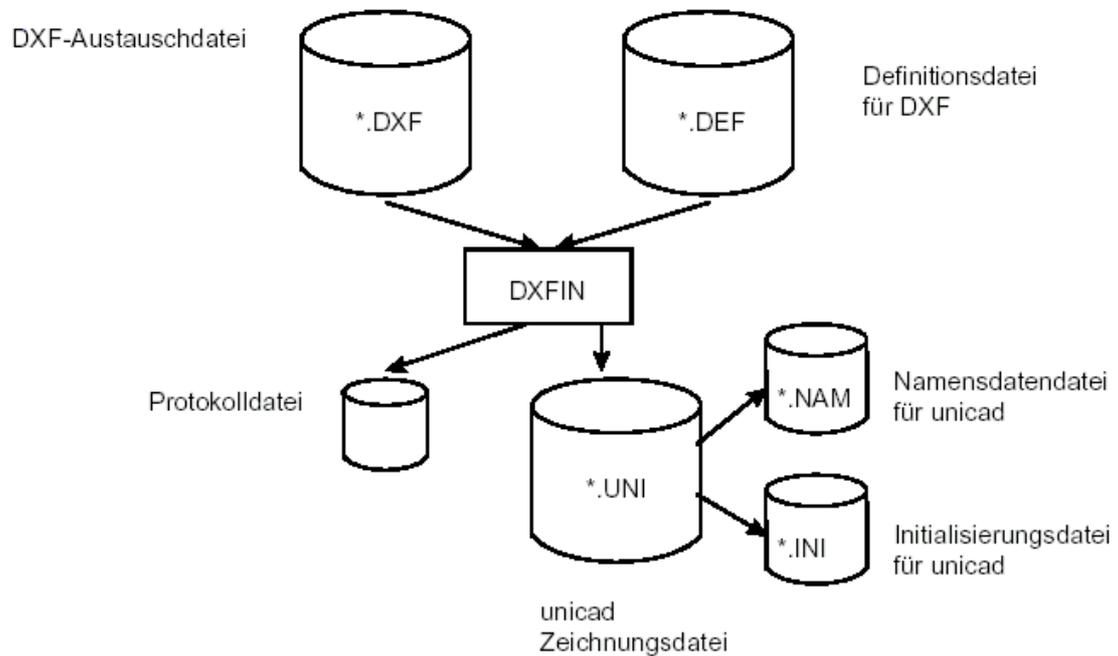
5.3. Datenaustausch mit anderen CAD-Systemen

In anderen CAD-Systemen erfolgt das Abspeichern einer Zeichnung als DXF-Datei beziehungsweise das Einlesen von DXF-Daten ebenfalls mittels DXF-Konvertern. Bei *Unicad* stehen hierfür die Konverter DXFIN und DXFOUT zur Verfügung. In der Regel werden diese als Zusatzmodule angeboten und müssen vom Anwender selbst an Änderungen im DXF-Standard angepasst werden. Andere CAD-Systeme sind bei der Abbildbarkeit eigener Definitionen auf die Konventionen von *AutoCAD* eingeschränkt. Ebenso können oftmals nicht alle Definitionen von DXF verarbeitet werden. Manche Programme, wie zum Beispiel *Unicad*, müssen zusätzlich für die Übernahme und Ausgabe von DXF-Daten vorbereitet werden. Diese Vorbereitung bezieht sich vor allem auf die eindeutige Zuordnung von programmspezifischen Definitionen wie Sprache, Ebenen, Farben, Linientypen, Textfonts, Symbole, etc. zu den analogen DXF-Definitionen. Meist übernimmt ein zusätzliches Programm wie zum Beispiel *DXFPREP* in *Unicad* diese Aufgabe. Auf der Basis einer Zeichnungsdatei und zugehöriger Definitionsdateien erzeugt dieses Programm die analogen Definitionsdateien für DXF (* .def). Das Erzeugen einer Definitionsdatei ist nachfolgend für das CAD-System *Unicad* dargestellt:

Erzeugen einer DEF-Datei in Unicaad:

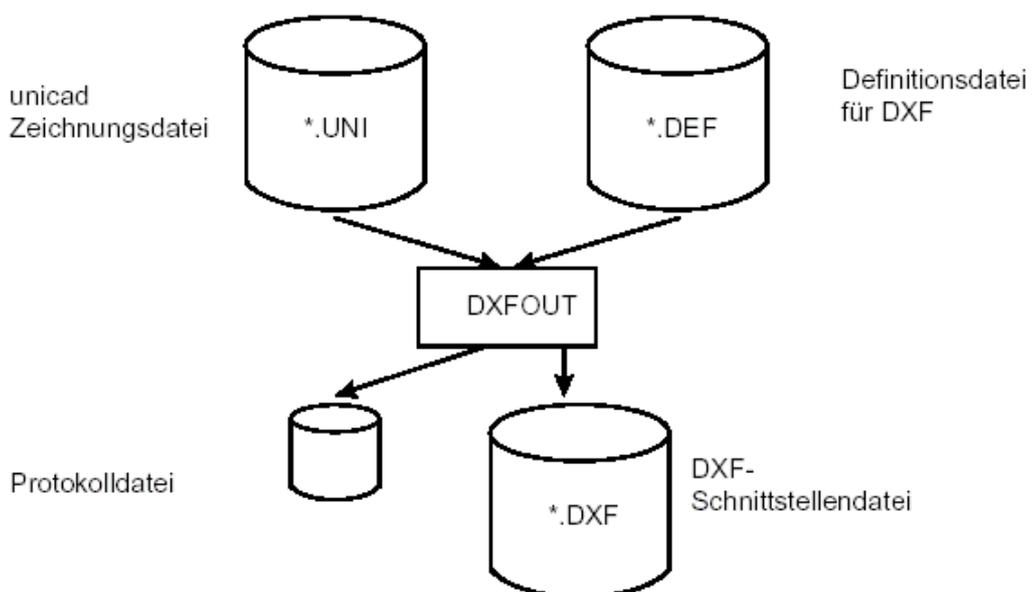
Mit Hilfe dieser Definitionsdatei und den DXF-Schnittstellendaten, kann der DXF-Konverter (DXFIN) DXF-Dateien einlesen und als eigene Zeichnungsdateien weiterverarbeiten.

Einlesen von DXF-Daten nach Unicad (DXFIN):



Ebenso kann der DXF-Konverter (DXFOUT), mit Hilfe der Definitionsdatei, aus eigenen Zeichnungsdateien DXF-Dateien generieren.

Generieren von DXF-Daten aus Unicad (DXFOUT):



5.4. Notwendigkeit von Vereinbarungen zum Datenaustausch

DXF macht es möglich, mit einem beliebigen CAD Programm erzeugte Zeichnungen in fast jedes andere CAD Programm zu übertragen. Werden Daten von einem CAD-System zum anderen übertragen, führt dies jedoch meist zu Unzulänglichkeiten, da jedes grafische System anders strukturiert ist. Je nachdem wie ähnlich sich die Datenstrukturen der Programme sind, kann die Übertragung zufriedenstellend oder mangelhaft sein.

Der DXF-Standard wird von *Autodesk* gepflegt. Daher ist DXF auch vollständig auf die Strukturen und Objekte von *AutoCAD* abgestimmt. Von anderen CAD-Systemen verwendete Strukturen und Objekte werden zum Teil nicht unterstützt. Daher ist es sinnvoll, gewisse Informationen über das sendende beziehungsweise empfangende System zu besitzen. Ebenso wichtig ist der Austausch von Informationen über die Ordnungsstruktur wie Layer, Stiftbelegung, Verwendung von Blöcken etc.

Dieser Informationsaustausch kann zum Beispiel über das Formblatt zum DXF-Datenaustausch des DBV erfolgen. Mit Hilfe dieses Formblattes ist man in der Lage den Datenaustausch zu planen.

Darüber hinaus kann es sinnvoll sein, den Datenaustausch auf das Wesentliche zu beschränken. So sollte man zum Beispiel auf nicht unbedingt notwendige komplexe Strukturen, mit denen eines der beteiligten Systeme Schwierigkeiten hat, verzichten. Die getroffenen Vereinbarungen helfen einen effizienten Datenaustausch zu organisieren und mögliche Probleme rechtzeitig zu erkennen und zu beheben.

5.5. Formblatt des DVB zum DXF-Datenaustausch

DXF-Datenaustausch

Projektbezogene Vereinbarungen

1. Projektinformationen

Projekt: _____

	Sender der Daten	Empfänger der Daten
Firma		
Projektleiter		
	Tel. _____	Tel. _____
	eMail _____	eMail _____
Ansprechpartner CAD/EDV		
	Tel. _____	Tel. _____
	eMail _____	eMail _____

2. Sendendes CAD-System

Name: _____ Version: _____

Unterstützte AutoCAD-Version der DXF-Schnittstelle:

ACAD 12 ACAD 13 ACAD 14 _____

3. Verwendetes Betriebssystem

MS-DOS Windows Windows-NT UNIX _____

Version: _____

4. Eigenschaften der Zeichnungen

Einheit der Zeichnungen:

m cm mm inch _____

Hauptmaßstab der Pläne:

1:500 1:250 1:200 1:100 1:50 1:25

Werden Nebenmaßstäbe verwendet? Ja Nein

Lage des gemeinsamen Koordinatenursprungs _____

5. Stiftbelegung beim Plotten

Zuordnung Stiftnummer ↔ Farbe ↔ Strichstärke beim Plotten

Stift-Nr.	Farbe	Strichstärke

Falls diese Tabelle nicht ausreicht, bitte Liste mit vollständiger Stiftbelegung beifügen.

6. Verwendung externer Blöcke

Werden externe Blöcke verwendet: Ja Nein

Wenn ja, Erläuterungen zu Punkt 5 beachten.

7. Verwendung von Layern

Bitte Zuordnungsliste verwendete Layer ↔ Bedeutung der Layer beifügen

8. Verwendung von Schriftarten

Im Rahmen des Datenaustauschs sollen nach Möglichkeit nur ISO-Schriftarten verwendet werden. Wenn möglich, bitte Liste mit Namen der Textfonts und Schriftprobe beifügen.

9. Verwendung von Linientypen

Sofern möglich, bitte Liste mit Namen der Linientypen und maßstäblichen Ausdruck der Typen beifügen.

10. Medium für den Datenaustausch

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> ISDN ID Trans | <input type="checkbox"/> ISDN Euro File | <input type="checkbox"/> Modem |
| <input type="checkbox"/> Disk 3.5" 1.44 MB | <input type="checkbox"/> ZIP-Medium | <input type="checkbox"/> CD-Rom ISO 9660 |
| <input type="checkbox"/> DAT-Band | <input type="checkbox"/> Video 8-Band | <input type="checkbox"/> eMail |

Sonstige: _____

11. Sicherungsverfahren

- | | | |
|---|---------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> COPY | <input type="checkbox"/> BACKUP | <input type="checkbox"/> Wintip |
| <input type="checkbox"/> tar | <input type="checkbox"/> cpio | <input type="checkbox"/> wbak/rbak |
| <input type="checkbox"/> komprimiert mit: _____ | | <input type="checkbox"/> selbstentpackend |

Sonstige: _____

12. Kontrollplot

Zu jedem DXF-Datenaustausch gehört ein maßstäblicher, max. 50% verkleinerter Kontrollplot. Bitte beifügen.

Aufgestellt am: _____

Unterschrift

5.6. Erläuterungen zum Formblatt DXF-Datenaustausch

Zweck der Vereinbarungen ist es, für konkrete Projekte einen effizienten Datenaustausch zu ermöglichen.

5.5.1. Projektinformationen

Das Formblatt wird für jedes Projekt auf der Grundlage des aktuellen Kenntnisstandes vom Projektleiter bzw. vom CAD–Beauftragten ausgefüllt. Grundsätzlich füllt der Sender das Formblatt aus. Ist ein Datenaustausch in zwei Richtungen vorgesehen, füllen beide Partner ein Formblatt aus. Informationen, die nicht bekannt sind, sind beim Softwarehersteller oder Vertreiber zu erfragen.

5.5.2. Sendendes CAD – System

Die Angabe der unterstützten *AutoCAD* Version, die der DXF–Schnittstelle zugrunde liegt, ist wegen des unterschiedlichen Leistungsumfangs beim DXF–Datenaustausch notwendig.

5.5.3. Verwendetes Betriebssystem

Je nach Betriebssystem können Formatierung der ASCII–DXF–Dateien (Zeilenendekennungen), die Formatierung der Datenträger und die Programme für Datenträgerzugriff und (De–)Komprimierung der Dateien variieren. Daher ist die Angabe von Betriebssystem und Version erforderlich.

5.5.4. Eigenschaften der Zeichnungen

Bei den Zeichnungseigenschaften ist zwischen Einheit und Maßstab zu unterscheiden. Einheit ist die im CAD–System verwendete Zeichnungseinheit, im Normalfall Meter, Zentimeter oder Millimeter. Die Zeichnungsinhalte in einer DXF–Datei müssen maßstabsunabhängig vorliegen und dürfen deshalb nicht aus der Zeichnung im Plotformat generiert werden.

Die Angabe des Maßstabs dient der internen Zuordnung zwischen maßstabsabhängigen Informationen (z.B. Konstruktionselemente wie Linie, Polygon) und maßstabsunabhängigen (z.B. Elementeigenschaften wie Texthöhe, Schraffurabstand).

Bei der Verwendung von Nebenmaßstäben muss das Verfahren geklärt werden. Übliche Verfahren sind:

- Zeichnungselemente werden innerhalb einer Zeichnung mit einem Faktor belegt.
- Blöcke innerhalb einer Zeichnung werden skaliert.
- Maßstabsunabhängige Zeichnungselemente werden mit Hilfe des "Papierbereichsmodus" von *AutoCAD* / DXF zu einem Plan mit verschiedenen Maßstabsbereichen montiert.

Die Verwendung eines einheitlichen Koordinatenursprungs ist sowohl im Hochbau als auch in der Verkehrswegeplanung empfehlenswert. Im Hochbau sollte man sich auf einen projektspezifischen Koordinatenursprung einigen, im Verkehrswegebau wird man die Daten sinnvollerweise in Gauß–Krüger–Koordinaten austauschen.

5.5.5. Stiftbelegung beim Plotten

Je nach System erfolgt die Festlegung der Strichstärke beim Plotten über Stiftnummer oder Farbe. Die Spalten 1 und 3 oder 2 und 3 der Tabelle sind entsprechend auszufüllen.

5.5.6. Verwendung externer Blöcke

Die Verwendung externer Blöcke beim Datenaustausch sowie deren Weitergabe bedarf einer gründlichen Vorbereitung und Absprache der tauschenden Parteien. Ist eine solche Vorbereitung nicht möglich bzw. bringt die Verwendung externer Blöcke keine Vorteile, sollte auf deren Austausch verzichtet werden. Externe Blöcke sind dann vor dem Datentransfer zu lösen bzw. an die Zeichnungsdatei zu binden.

5.5.7. Verwendung von Layern

Layer (Folien, Ebenen) dienen der Strukturierung einer Zeichnung. Eine sinnvolle Layerdefinition und eine konsequente Verwendung sind gerade beim Datenaustausch unerlässlich. Deshalb sollte diesem Formblatt eine, nach Möglichkeit für das ganze Projekt gültige, Layerliste beigefügt werden.

5.5.8. Verwendung von Schriftarten

Bei Verwendung von ISO-Schriften sind die geringsten Abweichungen innerhalb der verschiedenen CAD-Systeme zu erwarten. Wird davon abgewichen, kann es sinnvoll sein, Textfonts im SHP- oder SHX-Format zu übergeben (falls das empfangende System solche Dateien verarbeiten kann). Eine Liste mit Schriftproben erleichtert die Zuordnung der Namen des Textfonts vom sendenden zum empfangenden System.

5.5.9. Verwendung von Linientypen

Falls ein anderes System als *AutoCAD* verwendet oder von den *AutoCAD*-Standard-Linientypen abgewichen wird, muss eine Liste mit einem maßstäblichen Ausdruck der Linientypen beigefügt werden um die richtige Wiedergabe der Linientypen in der Zeichnung überprüfen zu können.

5.5.10. Medium für den Datenaustausch

Zur Bestimmung des optimalen Mediums ist eine Absprache mit dem Empfänger der Daten erforderlich. Das vereinbarte Medium ist anzugeben.

5.5.11. Sicherungsverfahren

Für Archivierung und Komprimierung stehen in der Regel verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Eine Absprache mit dem Empfänger der Daten ist erforderlich. Das vereinbarte Sicherungsverfahren ist anzukreuzen.

5.5.12. Kontrollplot

Ein Kontrollplot der DXF-Datei ist für jeden Plan unbedingt erforderlich, da beim DXF-Datenaustausch Probleme beim Übersetzen, Senden und Empfangen auftreten können.

5.7. Der DXF-Test

Um die Datenübertragungsqualität weiter zu erhöhen und den Konfigurationsaufwand zu vermindern, fordern manche Firmen zusätzlich zu

Formblättern einen DXF-Test. Der Test enthält alle Teile des späteren Datenaustausches und kann beispielsweise folgenden Ablauf haben:

5.6.1. Testablauf

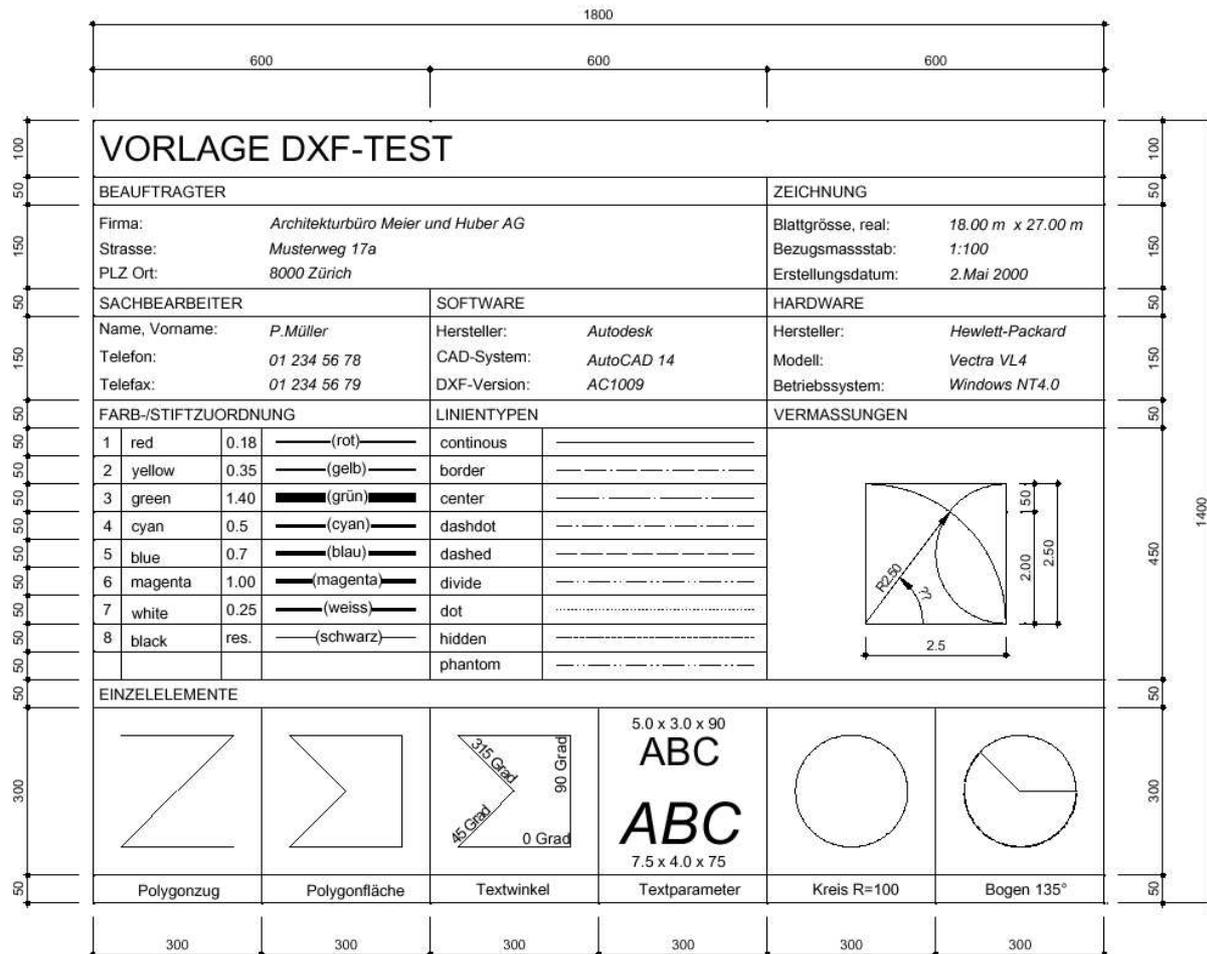
1. Der *Sender* erstellt auf dem später zum Einsatz kommenden CAD-System (Quellsystem) eine Testgrafik in Form unten abgebildeter Vorlage
2. Die Grafik ist gemäß der Vereinbarung mit der entsprechenden Schnittstelle des Quellsystems in eine DXF-Datei umzuwandeln und in einem zulässigen Format auf Diskette zu kopieren.
3. Zusammen mit einem Datenlieferschein wird der beschriftete Datenträger dem Empfänger geliefert.
4. Der Empfänger kopiert den Inhalt des Datenträgers auf den Zielrechner und liest die Datei auf dem Zielsystem über dessen DXF-Schnittstelle ein.
5. Am Bildschirm werden die Grafikelemente mit den Vorgaben verglichen. Abweichungen werden auf der Vorlage markiert und protokolliert.
6. Aufgrund des Protokolls wird beurteilt, ob die Qualität der Grafik für den Datenaustausch ausreicht.
7. Ist der Entscheid negativ und reicht die Übertragungsqualität nicht aus, schickt der Empfänger eine Kopie des Testprotokolls an den Sender zurück. Dieser nimmt die notwendigen Korrekturen vor und fährt mit Schritt 2 fort.
8. Ist der Entscheid positiv, folgt die Definition projektspezifischer Konventionen, z.B. Umfang, Inhalt und Informationstiefe der gelieferten Pläne. Der Sender soll künftig sämtliche Projektdaten mindestens in der protokollierten Qualität liefern. Die Einstellungen des Quellsystems sind so zu sichern, dass sie jederzeit verfügbar sind, falls zum Beispiel ein Zurücksetzen der Systemeinstellungen nötig sein sollte.

5.6.2. Testzeichnung

Die beim DXF-Test verwendete Testzeichnung sollte in mehrere Schichten (Layer) gegliedert sein. Für die Beschriftung sollten Vektorfonts verwendet werden. Folgende Layeraufteilung wäre zum Beispiel sinnvoll:

- *Konstruktion* (Blattrahmen und Feldeinteilungen)
- *Beschriftung* (Beschriftungselemente, jedoch ohne Maßzahlen)
- *Vermaßung* (Maßlinien, Hilfslinien und Maßzahlen)

Die Testzeichnung könnte wie folgt aussehen:



Zum Testen der Übertragungsqualität können zum Beispiel folgende Dinge untersucht werden:

- Inwieweit stimmen Original und übertragene Datei optisch überein?
- Ist ein Polygonzug nach der Übertragung noch ein Polygonzug, oder besteht er nur aus aneinandergereihten Linien?

- Ist eine Polygonfläche als geschlossener Polygonzug erkannt worden?
- Ist ein Kreis (CIRCLE) oder Bogen (ARC) auch nicht als Polygonzug übergeben worden?
- Besteht eine Schraffur auch nicht aus einzelnen Linien?

6. Probleme beim Datenaustausch und ihre Behebung

Das Portieren einer Zeichnung mittels DXF klappt trotz guter Vorbereitung nicht immer so wie gewollt. So läßt sich zum Beispiel die Zeichnungskopie oftmals nicht so weiterbearbeiten wie die Quelldatei. Folgende Umstände können beim Datenaustausch mittels DXF auftreten.

6.1. Die Übertragung funktioniert nicht

Dieser Fall tritt häufiger auf als vermutet. Es stellt sich die Frage: Ist die erzeugte DXF-Datei fehlerhaft oder hat das einlesende Programm Mängel? Eine vernünftige Klärung erhält man, indem man versucht die beanstandete Datei mit *AutoCAD* einzulesen und damit der Erfinder des DXF-Standards zum Schiedsrichter wird. Der Anteil der nicht mit *AutoCAD* einlesbaren DXF-Dateien wird auf etwa 5% geschätzt. Die Tendenz ist aber abnehmend.

6.2. Die Zeichnung wird nur bruchteilhaft übertragen

Dies ist immer dann der Fall, wenn die Schnittstellen nicht den vollen Umfang von DXF abdecken oder schlicht Fehler haben. Dabei kann sowohl bei der Übertragung zu DXF als auch bei der Rückgewinnung von Daten aus DXF Information verloren gehen. Je nach Organisation der Zeichnung können dabei erhebliche Teile bis hin zum gesamten Inhalt verloren gehen. Der entstehende Datenverlust ist vor allem dann unangenehm, wenn er nur an wenigen, aber dafür wichtigen Stellen auftritt. Gehen wesentliche Teile des Plans verloren, wird dies schnell bemerkt. Fehlen nur Details, so wird dies häufig erst sehr viel später bei der Bearbeitung des Plans oder auch gar nicht bemerkt. Gegen Datenverlust aus diesem Grund kann man sich aber durch sorgfältige Vorbereitung sehr zuverlässig schützen.

6.3. Die Darstellung der Zeichnung weicht vom Original ab

Solche Abweichungen sind der Regelfall. Er tritt auch dann auf, wenn zwar sämtliche Objekte des Plans in DXF abgebildet werden konnten, das Zielsystem aber andere Verfahren als das Quellsystem zum Darstellen verwendet. Leichte Abweichungen in der Darstellung kommen in der Praxis fast immer vor. Es gilt diese Abweichungen so gering wie möglich zu halten und auf nicht wesentliche Zeichnungsteile zu beschränken.

Übliche Problempunkte sind:

- Farbdarstellung
- Linientypen (Strichstärke, Strichelung)
- Zeichensätze
- Textfonds

Diese Abweichungen sind zwar meistens nicht sinnentstellend, können aber doch negativ auffallen. Hier gilt wieder, dass eine Absprache zwischen Produzent des Originals und späterem Empfänger das Ausmaß der Abweichungen auf ein erträgliches Maß reduzieren kann.

6.4. Die Funktionalität der Zeichnung weicht vom Original ab

Die Funktionalität der unterschiedlichen CAD-Systeme ist immer verschieden, so dass bei der Bearbeitung einer übertragenen Zeichnung ganz andere Funktionen zur Verfügung stehen als bei der Bearbeitung des Originals. Die Frage ist hier, wie unterschiedlich sich gleichartige Objekte bei einer Manipulation verhalten, die in analoger Weise im Quellsystem auch möglich war. Dieses Verhalten wird im Wesentlichen davon bestimmt, in welcher Weise komplexe Objekte und Relationen übertragen werden können. Folgende Objekte und Relationen kennt DXF:

- Folien bzw. Layer
- Makros bzw. Blöcke
- Maßketten

6.5. Möglichkeit einer programmgesteuerten Problembehebung

DXF-Dateien besitzen ein mit jedem Texteditor lesbares ASCII-Format. Rein theoretisch könnten alle DXF-Fehler durch editieren der DXF-Dateien beseitigt werden. Allerdings verhindert meist die Größe einer DXF-Datei diese Vorgehensweise. Wer hat schließlich Lust in tausenden Zeilen von DXF-Code nach Fehlern zu suchen und beherrscht die Syntax von DXF? Ebenso lassen sich große Dateien nicht einfach mit einem gewöhnlichen Texteditor öffnen. Ein Auseinanderschneiden der DXF-Dateien und die Korrektur der kleineren Teile stellen eine ebenso mühselige Prozedur dar. Deswegen werden häufig fehlerhafte DXF-Dateien und somit auch die DXF-Datenübertragung aufgegeben.

Die beste Methode DXF-Fehler zu korrigieren, wäre der automatische Eingriff in die Struktur durch eine intelligente DXF-Schnittstelle (Konverter). Es ist bereits gelungen einen universellen DXF-Konverter zu entwickeln, der DXF-Fehler erkennt und automatisch beseitigt. Die Datenbank des Programms beinhaltet bereits mehrere tausend Regeln und Fakten über die DXF-Struktur. Die Datenbank des Konverters wird ständig durch ein selbstlernendes Programmmodul erweitert, so dass die Konvertierung bei intensiver Nutzung immer bessere Ergebnisse liefert.

7. Literaturverzeichnis

- [1] Rudolph / Stürznickel / Weissenberger, *Der DXF-Standard*, Rossipaul Verlagsgesellschaft mbH München, 1993
- [2] Karl Beuke, *CAE im Planungsprozess*, Weimar 1999, Seite 58–63 mit Anhang: *Formblatt DXF-Datenaustausch* des DBV
- [3] *Bauinformatik*, Verlagsgesellschaft R. Müller Köln, September/Oktober 1994, Seite 198-206
- [4] *Bauinformatik*, Werner-Verlag GmbH Düsseldorf, Mai/Juni 1991, Seite 126–133
- [5] *Richtlinie Datenaustausch*, LO/BL Support, 2. Mai 2000
- [6] *Handbuch für den CAD-Datenaustausch*, Hochbauamt Kanton Graubünden, November 1999, Version 2.0