

Richtlinie BFS-RL 03-110

Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau - Teil 2: Datenmodell

BFS-RL 03-110

Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau - Teil 2: Datenmodell

**Empfehlungen des
Arbeitsausschusses Informationstechnologie**

Schnittstellenversion: April 2000
Stand des Dokumentes: 26.05.2000

Copyright-Klausel mit Haftungsausschluss

© Copyright - Klausel

Bei der Zusammenstellung von Texten und Abbildungen wurde mit größter Sorgfalt vorgegangen. Trotzdem können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Autoren, der Verlag und der Hersteller können für fehlerhafte Angaben und deren Folgen keine Haftung übernehmen. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind daher ausgeschlossen. Für alle Hinweise und Verbesserungsvorschläge sind Herausgeber und Verlag stets dankbar. Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung von elektronischen Medien.

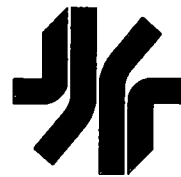
Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, besonders die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Bildentnahme, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Weg und der Nachspeicherung und Auswertung von Datenverarbeitungsunterlagen, bleiben auch bei Verwendung von Teilen des Werkes, der Verlag vorbehalten. Rechtsansprüche aus der Benutzung der vermittelten Daten sind ausgeschlossen. Bei gewerblichen Zwecken dienender Vervielfältigung ist an den Verlag gemäß § 54 UrhG eine Vergütung zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

Herausgeber:

bauforumstahl e. V., Düsseldorf

Vertrieb:

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf



Mitglied der
Europäischen
Konvention für
Stahlbau EKS

STANDBESCHREIBUNG PRODUKTSCHNITTSTELLE STAHLBAU – TEIL 2:

DATENMODELL

DSTV-Arbeitsausschuß EDV

Schnittstellenversion: April 2000
Stand dieses Dokumentes: 26.5.2000

Aufgestellt von:

E. Backx
M. Falck
J. Friedrich
H.-W. Haller
C. Hörenbaum
M. Huhn
H.-D. Koch
H. Münninghoff
W. Rustler
C. Trinkner

Inhalt**1 Allgemeines**

- 1.1 Anwendungsbereich dieser Beschreibung 3
- 1.2 Umfang dieser Beschreibung 3

2 Aufbau und Syntax der Schnittstelle

- 2.1 Schnittstellendefinition 4
- 2.2 Austauschdateien 4
- 2.3 Zeichensatz 5
- 2.4 Attributstypen 6
- 2.5 Aufbau und Syntax des HEADER-Abschnittes 7
- 2.6 Aufbau und Syntax des DATA-Abschnittes 7

3 Generelle Vereinbarungen

- 3.1 Einheiten 8
- 3.2 Koordinatensysteme 8
- 3.3 Mehrfachverweise 9
- 3.4 Datum und Objektidentität - UNIQUE IDENTIFIER 10

4 Inhalt des HEADER-Abschnittes

- 4.1 Entity FILE_DESCRIPTION 11
- 4.2 Entity FILE_NAME 11
- 4.3 Entity FILE_SCHEMA 12

5 Inhalt des DATA-Abschnittes

- 5.1 Übersicht über alle Entities 13
- 5.2 Verweisstruktur der Entities 15
- 5.3 Bauwerksdaten
 - 5.3.1 Entity OWNER 16
 - 5.3.2 Entity BUILDING_SITE 16
 - 5.3.3 Entity ARCHITECT 16
 - 5.3.4 Entity SPECIFICATION 16
- 5.4 Daten für Geometrie und Strukturierung
 - 5.4.1 Entity VERTEX 17
 - 5.4.2 Entity POLYLINE 18
 - 5.4.3 Entity VERTEX_LIST 19
 - 5.4.4 Entity POLYLINE_LIST 19
 - 5.4.5 Entity RASTER_1 20
 - 5.4.6 Entity RASTER_2 22
 - 5.4.7 Entity RASTER_3 24
 - 5.4.8 Entity RASTER_LINE 24
 - 5.4.9 Entity STRUCTURE 26
 - 5.4.10 Entity CUSTOM_ENTITY 27
- 5.5 Querschnitt & Material
 - 5.5.1 Entity MATERIAL 28
 - 5.5.2 Entity CROSS_SECTION 29
 - 5.5.3 Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION 35

5.6 Statisches System	
5.6.1 Entity SUBSTRUCTURE	37
5.6.2 Entity CROSS_SECTION_ELEMENT	38
5.6.3 Entity CSE_LIST	39
5.6.4 Entity NODE	40
5.6.5 Entity BOUNDARY_CONDITION	41
5.6.6 Entity ELEMENT	43
5.6.7 Entity ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY	46
5.6.8 Entity ELEMENT_ECCENTRICITY	48
5.6.9 Entity ELASTIC_SUPPORT	50
5.7 Einwirkungen	
5.7.1 Entity ACTION	51
5.7.2 Entity ACTION_COMBINATION_RULE	52
5.7.3 Entity ACTION_COMBINATION	53
5.7.4 Entity NODAL_ACTION	54
5.7.5 Entity ELEMENT_ACTION	55
5.8 Ergebnisse aus statischer Berechnung	
5.8.1 Entity NODAL_REACTION	58
5.8.2 Entity ELEMENT_REACTION	60
5.9 Entwurf	
5.9.1 Entity MEMBER	62
5.9.2 Entity MEMBER_LOCATION	66
5.10 Konstruktion	
5.10.1 Entity CUTOUT	71
5.10.2 Entity HOLE	73
5.10.3 Entity SIGNATURE	75
5.10.4 Entity COLD_BEND	76
5.11 Oberflächenbehandlung: Entity SURFACE	78
5.12 Verbindungen	
5.12.1 Entity CONNECTION	80
5.12.2 Entity CONNECTION_ELEMENT_LOCATION	82
5.12.3 Entity BOLT	85
5.12.4 Entity BOLT_ELEMENT	86
5.12.5 Entity WELD	89
5.12.6 Entity GLUE	93
6 Beispiele	
6.1 Entwurf einer Stahlhalle	94
6.2 Szenario: Entwurf => Statik	99
6.3 Szenario: Statik => CAD	103
6.4 Rahmen mit Gehrungen	104
6.5 Beispiel: Biegesteifer Stirnplattenstoß	106
7 Schrifttum	110
8 Sachregister	111
9 Änderungen zur Vorversion	114

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich dieser Beschreibung

Die Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau ist in drei Teile unterteilt: Teil 1 soll dem Anwender von Software, in der die Produktschnittstelle implementiert ist, zur Erläuterung der Problematik des Datenaustausches im Stahlbau und der allgemeinen Beschreibung der Produktschnittstelle dienen. In diesem Teil 2 der Standardbeschreibung sind die bindenden Vorschriften zu Aufbau und Syntax der Austauschstrukturen durch die Definitionen der Entities des Datenmodells für die aktuelle Version 4/2000 sowie einige Beispiele für Austauschdateien gegeben. Der Teil 3 der Standardbeschreibung befaßt sich mit der Festlegung von Implementierungsbereichen und Konformitätsanforderungen. Ein weiterer Teil ist in Bearbeitung, der sich mit der Durchführung von Konformitätsprüfungen befaßt.

1.2 Umfang dieser Beschreibung

Die aktuelle Version 4/2000 der Produktschnittstelle Stahlbau deckt den folgenden Datenumfang für Tragwerke aus Stahl ab:

- Allgemeine Bauwerksdaten für Geometrie, Raster, Material und Querschnitte
- Daten für statische Systeme von Stabtragwerken: statische Teilsysteme, Knoten, Knotenlagerbedingungen, diskrete Federn, statische Elemente, Elementmechanismen, elastische Bettung
- Einwirkungen für statische Berechnungen: Einwirkungsfälle, Knoten- und Elementeinwirkungen, Einwirkungskombinationen
- Ergebnisse aus statischer Berechnung: Knoten- und Elementverformungen, Auflagerreaktionen und Schnittgrößen
- Daten für den groben Entwurf: stabförmige Bauteile und Bleche
- Daten für die detaillierte Konstruktion und die CNC-Fertigung: beliebige Gehrungen, Ausklinkungen, Lochbilder, Bauteilkennzeichnungen und Kantungen
- Daten für Beschichtungen von Bauteilen
- Detaillierte Daten für Verbindungsmittel: Schrauben, Schweißnähte und Klebungen

2 Aufbau und Syntax der Schnittstelle

2.1 Schnittstellendefinition

Das Datenmodell der Produktschnittstelle Stahlbau besteht aus sogenannten Entities, mit denen Objekte und Zustände dieser Objekte beschrieben werden können. Jedes Entity hat einen Namen und eine genau definierte Liste von Attributen. Mit den Entities werden sozusagen die Typen der in den Austauschdateien verwendeten Datensätze definiert. Ein Datensatz ist ein instanziiertes, also mit Attributswerten belegtes Entity. In den folgenden Abschnitten wird der Begriff Entity oftmals nicht korrekt verwendet: mit der Formulierung „Verweis auf Entity XY“ beispielsweise ist immer ein Verweis auf einen Datensatz vom Entity-Typ XY gemeint.

Die in dieser Beschreibung verwendete Tabellennotation zur Definition der Entities ist äquivalent zur Beschreibung der Entities in der Sprache EXPRESS, wie es in [ISO 10303-11] gefordert ist. Das entsprechende EXPRESS-Schema „PSS_2000_04“ kann über den DStV bezogen werden (<http://www.deutscherstahlbau.de> oder contact@deutscherstahlbau.de).

In dem Fall, daß Widersprüche zwischen den Tabellen und Formulierungen in dieser Beschreibung und den Entity-Definitionen des EXPRESS-Schemas auftreten, gilt das EXPRESS-Schema. In dem Fall, daß Widersprüche zwischen den Tabellen und Formulierungen in dieser Beschreibung und den Beispielen auftreten, gelten die Tabellen und Formulierungen.

2.2 Austauschdateien

Die Syntax und der Aufbau des Austauschdateien entspricht [10303-21]. Demzufolge gilt:

- Die Austauschdateien beginnen mit der Zeichenfolgen „ISO-10303-21;“ und enden mit „END- ISO-10303-21;“.
- Die Austauschdateien sind in die Bereiche HEADER-Abschnitt (siehe Abschnitt 2.5) und DATA-Abschnitt (siehe Abschnitt 2.6) aufgeteilt. Beide Abschnitte dürfen nur einmal innerhalb einer Austauschdatei vorkommen. Der HEADER-Abschnitt muß vor dem DATA-Abschnitt stehen.
- Sowohl im HEADER- als auch in DATA-Abschnitt werden alle Informationen in Form von Datensätzen geschrieben. Ein Datensatz trägt den Namen des zugrundeliegenden Entity-Typs, die mit Werten belegte Attributliste sowie eine Datensatznummer, wenn er im DATA-Abschnitt steht. Die Syntax der Datensätze ist in den Abschnitten 2.5 und 2.6 beschrieben.
- Kommentare können an beliebigen Stellen, also auch innerhalb eines Datensatzes auftreten. Ein Kommentar beginnt mit „/*“ und endet mit „*/“. Alles, was innerhalb dieser Zeichen steht, wird beim Lesen ignoriert.
- Datensätze können sich über mehrere Zeilen in einer Austauschdatei erstrecken.
- Die Zahl der Zeichen, die in jeder Zeile vorkommen dürfen, ist unbegrenzt.

Beispiele vollständiger Austauschdateien sind im Abschnitt 6 zu finden.

2.3 Zeichensatz

In der Produktschnittstelle Stahlbau wird der Zeichensatz nach [10303-21] verwendet. Tabelle 1 zeigt den Standardzeichensatz und die Erweiterung zum vollen Alphabet nach ISO 8859. Die Zeichen sind dort in Anführungsstrichen (“Zeichen”) angegeben und durch das Zeichen “|” getrennt.

Zeichensatz nach [10303-21]			
Leerzeichen	“ ”		
Ziffern	“0“ “1“ “2“ “3“ “4“ “5“ “6“ “7“ “8“ “9“		
Kleinbuchstaben	“a“ “b“ “c“ “d“ “e“ “f“ “g“ “h“ “i“ “j“ “k“ “l“ “m“ “n“ “o“ “p“ “q“ “r“ “s“ “t“ “u“ “v“ “w“ “x“ “y“ “z“		
Großbuchstaben	“A“ “B“ “C“ “D“ “E“ “F“ “G“ “H“ “I“ “J“ “K“ “L“ “M“ “N“ “O“ “P“ “Q“ “R“ “S“ “T“ “U“ “V“ “W“ “X“ “Y“ “Z“		
Sonderzeichen	“!“ “”“ “*“ “\$“ “%“ “&“ “.” “#“ “+“ “;“ “_“ “(“ “)” “?“ “/“ “:“ “;“ “<“ “=“ “>“ “@“ “[“ “]“ “{“ “ “ “}“ “^“ “~“		
„Reverse Solidus \“	“ \ “		
Apostroph	“ ’ “		
Erweiterung nach [8859-1]: Kontrolldirektive “\S\“			
ä	“\S\ä“	Ä	“\S\Ä“
ö	“\S\ö“	Ö	“\S\Ö“
ü	“\S\ü“	Ü	“\S\Ü“
ß	“\S_“		

Tabelle 1: Zeichensatz der Produktschnittstelle Stahlbau

2.4 Attributstypen

Folgende Typen von Attributen werden gemäß [10303-11] und [10303-21] in der Produktschnittstelle Stahlbau verwendet:

Typ	Beispiel	Bemerkung
BOOLEAN	.T. .F.	Bool'scher Datentyp: Wahr oder Falsch
ENUM (ENUMERATION)	.STEEL.	Aufzähltyp. Der Wert des Attributs steht zwischen zwei Punkten. Die hier gültigen Werte sind in der Beschreibung des Attributes beim STEP-Entity angegeben und beschrieben.
INT (INTEGER)	12 +12 -12 012 00 1 2 12.0 + 12	Ganze Zahl; gültige Beispiele ungültige Beispiele
Liste	(#1,#2,#3)	Eine Liste besteht aus einer beliebigen Anzahl von gleichartigen Attributen (welche auch wieder Listen sein dürfen). Das Beispiel zeigt eine Liste mit drei Verweisen auf andere Datensätze.
REAL	1.0 1. 1.0E0 0.001E3 0.001E+3 100.0E-2 0.001E3.0 1E1 .5	Reelle Zahl; gültige Beispiele ungültige Beispiele
SELECT	Verweis oder Liste	Zwei oder mehrere verschiedene Typen von Attributen sind an der entsprechenden Stelle zulässig. Das Programm, das die STEP-Datei einliest, muß alle Möglichkeiten auswerten können. ¹⁾
STRING	'Beispiel'	Strings können eine Länge von max. 32767 (incl. Steuerzeichen) haben. Sie stehen zwischen Apostrophstrichen. Zeilenumbrüche innerhalb von Strings werden ignoriert. Texte können mit Hilfe der Steuerzeichen \N (=Zeilenvorschub) und \F (=Seitenvorschub) strukturiert werden.
Verweis	#1	Verweise auf andere Datensätze bestehen aus einem "#" und nachfolgend einer ganzen Zahl.

Tabelle 2: Attributstypen der Produktschnittstelle Stahlbau

¹⁾ Nach [10303-1:TC] gilt folgende Regel für die Instanziierung eines Attributes vom Typ SELECT:

- Ist der Wert des Attributes vom Typ „Verweis“ nach Tabelle 2, ist die Syntax der Attributsbelegung identisch mit der eines einfachen Verweises.

Bsp: Der Wert des Attributes LTYP ist ein Verweis auf ein Entity POLYLINE_LIST.

```

...
#9=POLYLINE(1, (#3, #4, #5));
#10=POLYLINE_LIST(1, (#9));
#11=MEMBER(1, #2, #1, $, 'A6', 'Laenge als POLYLINE', #10, $, $, $);

```

- Ist der Wert des Attributes von einem der Typen INTEGER, REAL, STRING oder ENUMERATION, muß bei der Instanziierung des Attributes das sogenannte *Keyword* dem eingeklammerten Attributswert voranstellen. Das Keyword gibt den Typ des Attributes an, wie er im EXPRESS-Schema definiert ist. In den Beschreibungen der betroffenen Entities dieser Beschreibung sind die *Keywords* für die einzelnen Typen angegeben.

Bsp: Der Wert des Attributes LTYP ist eine reelle Zahl, der im EXPRESS-Schema definierte Typ des Attributes heißt LAENGEN_TYP:

```
...  
#3=MEMBER(1,#2,#1,$,'A1','Laenge als REAL',LAENGEN_TYP(2000.0),  
$, $, $);
```

Für alle Attribute, die in den Entity-Definitionen als optional gekennzeichnet sind (Spalte „opt.“), und die zum Zeitpunkt des Beschreibens der Austauschdatei nicht bekannt und deshalb noch undefiniert sind, muß als entsprechender Wert ein "\$" ausgegeben werden. Alle anderen Attribute müssen mit einem entsprechenden Wert belegt werden.

Für einige der optionalen Attribute sind Default-Werte definiert (Spalte „Default“). Ist ein solches Attribut in einem Datensatz undefiniert („\$“-Belegung), ist der Default-Wert von einer einlesenden Applikation anzunehmen. Eine schreibende Applikation, die den Wert eines solchen Attributes nicht ausdrücklich „kennt“, darf jedoch nicht aus „Unwissenheit“ den Default-Wert setzen. Sie muß stattdessen das Attribut undefiniert lassen.

2.5 Aufbau und Syntax des HEADER-Abschnittes

Der HEADER-Abschnitt beginnt mit "HEADER;" und endet mit "ENDSEC;". Innerhalb des HEADER-Abschnittes sind die Datensätze folgendermaßen aufgebaut:

```
KEYWORD (ATTRIBUTSLISTE);
```

wobei KEYWORD in diesem Fall der Name des entsprechenden Entities ist.
Vergleiche außerdem Abschnitt 2.2.

2.6 Aufbau und Syntax des DATA-Abschnittes

Der DATA-Abschnitt beginnt mit "DATA;" und endet mit "ENDSEC;". Innerhalb des DATA-Abschnittes sind die Datensätze folgendermaßen aufgebaut:

Jeder Datensatz beginnt mit einem "#", gefolgt von der Datensatznummer, die innerhalb der STEP-Datei nur einmal vorkommen darf. Es schließt sich ein Gleichheitszeichen und das Keyword (Name des Entities) an. Nach dem Schlüsselwort folgt in Klammern eine in der Definition des Entities festgelegte Liste von Attributen (es müssen immer alle Attribute im Datensatz enthalten sein). Die Attribute sind durch Kommata getrennt.

Syntax eines Datensatzes:

```
#DATENSATZNUMMER=KEYWORD (ATTRIBUTSLISTE);
```

wobei KEYWORD der Name des entsprechenden Entities ist.

Beispiel:

```
#1020=VERTEX(1,1.0,1.0,1.0,0.0);
```

Vergleiche außerdem Abschnitt 2.2.

3 Generelle Vereinbarungen

3.1 Einheiten

Grundeinheiten:

Abmessungen	mm (Millimeter)
Kraft	N (Newton)
Winkel	° (Grad, math. positiv, siehe Bild 2)
Temperaturdifferenz	K (Kelvin)
Gewicht	kg (Kilogramm)
Zeitdauern	s (Sekunde)

Alle hier nicht angegebenen Einheiten werden aus den Grundeinheiten zusammengesetzt.

Datums- und Zeitangaben:

Diese Werte werden in Zeichenketten in folgendem Format geschrieben:

Datum und Zeit '1998-12-24T12:00:00'
(Jahr-Monat-TagTStunde:Minute:Sekunde)

3.2 Koordinatensysteme

Globales Koordinatensystem:

Das globale Koordinatensystem (WCS) ist das Bezugskoordinatensystem für die Einfügung von Bauteilen im Raum (siehe Abschnitt 5.9.2) und die Lage von statischen Teilsystemen im Bauwerk (siehe Abschnitt 5.6.1). Die XY-Ebene entspricht der Grundebene, die Z-Achse zeigt nach oben (siehe Bild 1).

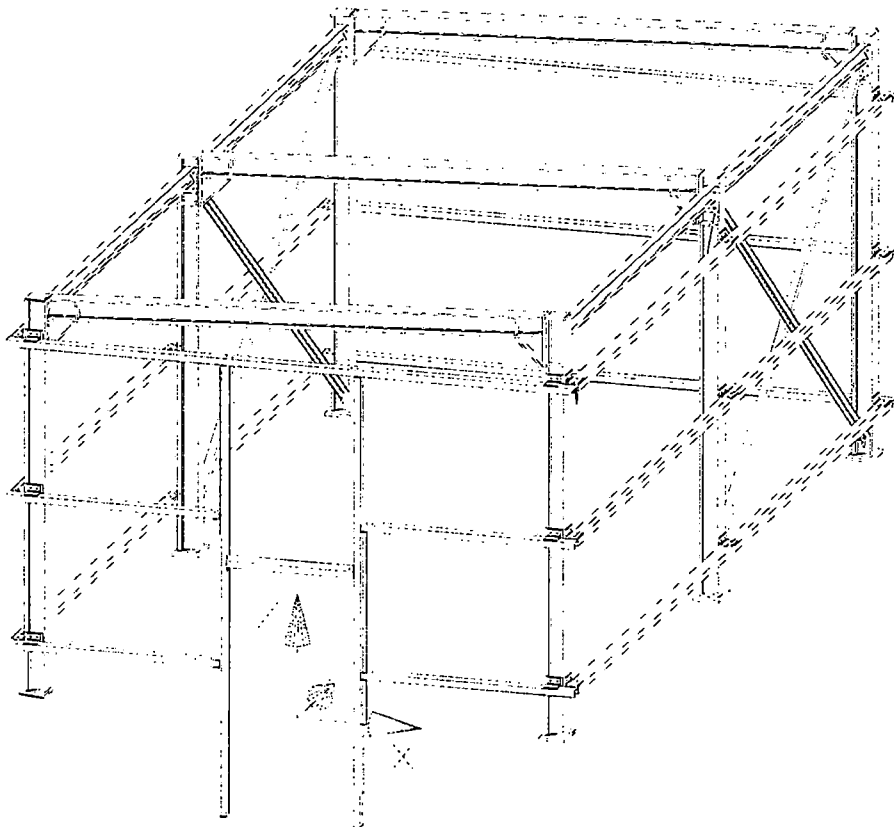


Bild 1: globales Koordinatensystem

Weitere Koordinatensysteme

Die Definitionen weiterer Koordinatensysteme finden sich u.a. in den Abschnitten 5.6.1 (Koordinatensystem des statischen Teilsystems SCS), 5.6.6 (Elementkoordinatensystem ECS) und 5.9.2 (Einfügekoordinatensystem von Bauteilen).

Erläuterung zu Koordinatensystemen:

Ein Koordinatensystem bezieht sich auf das im jeweiligen Fall angegebene übergeordnete Koordinatensystem, z.B. das Koordinatensystem einer Bauteilposition (Entity MEMBER) bei einer Kontur.

Ein Koordinatensystem wird mit drei Punkten definiert:

- K^I Ursprungspunkt des neuen Koordinatensystems
- K^J Punkt auf der pos. X-Achse des neuen Koordinatensystems
- K^R Punkt auf der pos. X-Z-Ebene des neuen Koordinatensystems.

Jeder dieser drei Punkte wird durch einen Verweis auf einen Datensatz vom Entity-Typ VERTEX (z.B. #123) angegeben.

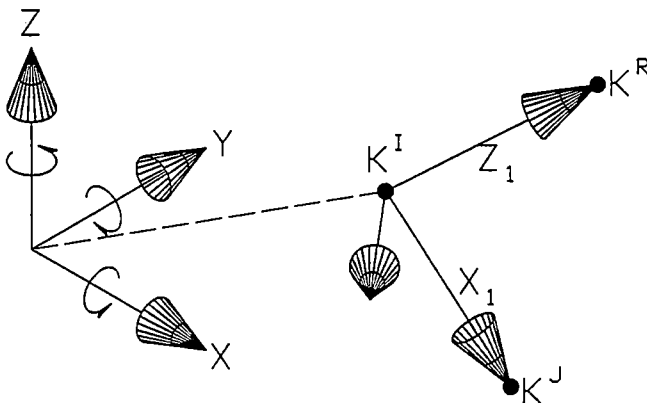


Bild 2: Definition von Koordinatensystemen und positive Drehrichtungen

3.3 Mehrfachverweise

Im Format der Produktschnittstelle Stahlbau ist es oft möglich, von mehreren Stellen aus denselben Datensatz oder aber mehrere identische Datensätze zu referenzieren. Das Ergebnis dieser zwei Möglichkeiten ist unterschiedlich, da im ersten Fall die verweisenden Objekte einen gewissen Zusammenhang erhalten, der bei nachträglichen Änderungen der Austauschstrukturen Auswirkungen haben kann.

Derartige semantische Zusammenhänge sind erwünscht, sofern die Zusammenhänge sinnvoll sind. Die Entscheidung liegt allerdings bei der Applikation. Ausgenommen davon ist der Zusammenhang zwischen Bauteilen (Entity MEMBER_LOCATION) und Bauteilpositionen (Entity MEMBER): Identische Bauteile müssen auf dieselbe Position verweisen, siehe dazu das Beispiel in Abschnitt 6.1.

Problematisch können mehrere Verweise auf denselben Datensatz insbesondere dann sein, wenn aus verschiedenen Implementierungsbereichen verwiesen wird, siehe dazu auch Teil 3 der Standardbeschreibung.

3.4 Datum und Objektidentität - UNIQUE IDENTIFIER

Die Entities CUSTOM_ENTITY, NODE, ELEMENT, ACTION, MEMBER_LOCATION und CONNECTION haben ein Attribut ID: Durch diesen UNIQUE IDENTIFIER besteht die Möglichkeit, den Datensätzen dieser Entity-Typen Objektidentitäten zu geben. Für diesen UNIQUE IDENTIFIER gelten folgende Regeln:

1. Das Attribut ID ist vom Typ STRING.
2. Für die Belegung des Attributs werden keine festen Regeln gemacht. Es wird aber empfohlen, daß der Name des Bearbeiters, Datum und Uhrzeit und z.B. eine interne Nummer darin auftaucht.

Beispiel:

```
...  
#1023=NODE('C.Hoerenbaum_1998-10-29T11:04:28_Kn36',36,  
          '1998-10-29T11:04:28',#998,#147);
```

3. Datensätze mit Objektidentität dürfen nicht gelöscht werden.
4. Werden Datensätze mit ID verändert, etwa infolge der Weiterbearbeitung eines Projektes durch eine andere Applikation, darf die ID nicht verändert werden.
5. Diejenigen Entities mit Objektidentität besitzen außerdem ein Datumsattribut. In diesem Attribut muß beim Erzeugen des Datensatzes das Datum der Erzeugung eingetragen werden. Wird der Datensatz später verändert, wird das Datum der Änderung eingetragen.

Ein Anwendungsbeispiel ist im Szenario der Abschnitte 6.2 und 6.3 zu finden. Im Teil 3 der Standardbeschreibung sind außerdem weitere Regeln für den Umgang mit IDs beim Einlesen und Manipulieren von Datensätzen gegeben, die die einlesende Applikation nicht interpretieren kann.

4 Inhalt des HEADER-Abschnittes

Der HEADER enthält genau die drei in diesem Abschnitt definierten Standardentities nach [10303-21]. Von jedem Entity-Typ muß genau ein Datensatz existieren; die Datensätze müssen in der unten angegebenen Reihenfolge vorkommen.

4.1 Entity FILE_DESCRIPTION

FILE_DESCRIPTION			
Attribute	Nr	Typ	Inhalt
(DESCRIPTION)	[1]	Liste aus STRING	Beschreibung des Inhalts der Austauschdatei
IMPLEMENTA- TION_LEVEL	[2]	STRING	Implementierungsbereich der die Austauschdatei erzeugenden Applikation, siehe Teil 3 der Standardbeschreibung

4.2 Entity FILE_NAME

FILE_NAME			
Attribute	Nr	Typ	Inhalt
NAME	[1]	STRING	Name der Austauschdatei mit Dateierweiterung
TIME_STAMP	[2]	STRING	Datum und Uhrzeit der Erzeugung der Austauschdatei
(AUTHOR)	[3]	Liste aus STRING	Namen der Bearbeiter der Austauschdatei
(ORGANI- ZATION)	[4]	Liste aus STRING	Namen und Adressen der Firmen, denen die Bearbeiter angehören.
PREPROCES- SOR_VERSION	[5]	STRING	Programmname und -version des Programms, mit dem die Austauschdatei erzeugt wurde.
ORIGINA- TING_SYSTEM	[6]	STRING	Programmname und -version des Programms, mit dem die Daten der Austauschdatei erzeugt wurden.
AUTHORI- ZATION	[7]	STRING	Name der den Austausch autorisierenden Person oder Gesellschaft

TIME STAMP:

Beispiel: '1998-08-04T19:04:28'

AUTHOR, ORGANIZATION:

Die Liste AUTHOR enthält die Namen aller Bearbeiter der Austauschdatei, die Liste ORGANIZATION die Namen und Adressen der Firmen, in der die Bearbeiter beschäftigt sind. Bei Weiterbearbeitung eines Projektes wird der Name jedes neu hinzukommenden Bearbeiters an die Liste AUTHOR und die Firma entsprechend an die Liste ORGANIZATION angehängt.

PREPROCESSOR VERSION:

Hier wird eine eventuell verwendete STEP-Tools genannt, ansonsten wird ein Leereintrag (") gemacht.

ORIGINATING SYSTEM:

Hier wird der Name der Applikation, die Daten erzeugt oder zuletzt bearbeitet hat, genannt.

4.3 Entity FILE_SCHEMA

FILE_SCHEMA			
Attribute	Nr	Typ	Inhalt
SCHEMA_IDENTIFIERS	[1]	Liste aus STRING	Name des EXPRESS-Schemas der aktuellen Version der Produktschnittstelle in Großbuchstaben.

Die Version der Produktschnittstelle wird über den Namen des zugehörigen EXPRESS-Schemas angegeben. In diesem Fall ist das: ('PSS_2000_04'). Die Liste enthält lediglich ein Listenelement.

Beispiel für den HEADER der Austauschdatei 'exchange.stp':

...

```
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('Beispiel fuer einen HEADER'), '2(OUT)/3(OUT)');
FILE_NAME('exchange.stp',
          '1998-12-22T07:58:12',
          ('C. Hoerenbaum', 'V. Hueller'),
          ('Universitaet Karlsruhe (TH), 76128 Karlsruhe, Germany',
           'DSTV, Sohnstr. 65, 40237 Duesseldorf, Germany'),
          'STEP Tool Box XY - Release 1.05',
          'CAD-System YZ, Version 3.1',
          'Lehrstuhl fuer Stahl- und Leichtmetallbau, Universitaet
           Karlsruhe (TH), 76128 Karlsruhe, Germany');
FILE_SCHEMA(('PSS_2000_04'));
ENDSEC;
...
```

5 Inhalt des DATA-Abschnittes

5.1 Übersicht über alle Entities

Allgemeine Daten:

OWNER	Bauherr
BUILDING_SITE	Bauort
ARCHITECT	Architekt
SPECIFICATION	Baubeschreibung
VERTEX	Scheitelpunkt
POLYLINE	Polygonzug
VERTEX_LIST	Liste aus Scheitelpunkten
POLYLINE_LIST	Liste aus Polygonzügen
RASTER_1	rechteckiges Achsraster
RASTER_2	rechteckiges Bandraster
RASTER_3	beliebiges Raster
RASTER_LINE	Rasterlinie
STRUCTURE	Struktur (Gruppen von Bauteilen, Elementen, Knoten, Einwirkungen, Polylinien usw.)
CUSTOM_ENTITY	Applikationsrelevante Daten
MATERIAL	Material
CROSS_SECTION	Querschnitt
COMPOSITE_CROSS_SECTION	Zusammengesetzter Querschnitt

Statikdaten:

SUBSTRUCTURE	statisches Teilsystem
CROSS_SECTION_ELEMENT	Element des idealisierten Querschnittes
CSE_LIST	Liste aus CROSS_SECTION_ELEMENTs
NODE	statischer Knoten
BOUNDARY_CONDITION	Lagerbedingung
ELEMENT	statisches Element
ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY	Randbedingungen vom Element zum Knoten
ELEMENT_ECCENTRICITY	Exzentrizität vom statischen Element zum Knoten
ELASTIC_SUPPORT	elastische Bettung
ACTION	Einwirkung
ACTION_COMBINATION_RULE	Regeln zur Kombination von Einwirkungen
ACTION_COMBINATION	Einwirkungskombination
NODAL_ACTION	Knoteneinwirkung
ELEMENT_ACTION	Elementeinwirkung
NODAL_REACTION	Auflagerreaktion bzw. Knotenverformung
ELEMENT_REACTION	Elementergebnis

Entwurfsdaten:

MEMBER	Position
MEMBER_LOCATION	Bauteil (= Positionseinfügung)

Konstruktionsdaten:

CUTOUT	Verschneidung
HOLE	Kreisrundes Loch oder Lochbild mit entspr. Löchern
SIGNATURE	Bauteilsignierung
COLD_BEND	Abkantung

Daten von Oberflächenbehandlungen:

SURFACE	Oberflächenbehandlung
---------	-----------------------

Daten von Verbindungen:

CONNECTION	Verbindung
CONNECTION_ELEMENT_LOCATION	Eingefügtes Verbindungsmittel
BOLT	Schraubengarnitur, Bolzen, Niet, Kopfbolzendübel
BOLT_ELEMENT	Schraubenelement
WELD	Schweißnahtquerschnitt
GLUE	Klebung

5.2 Verweisstruktur der Entities

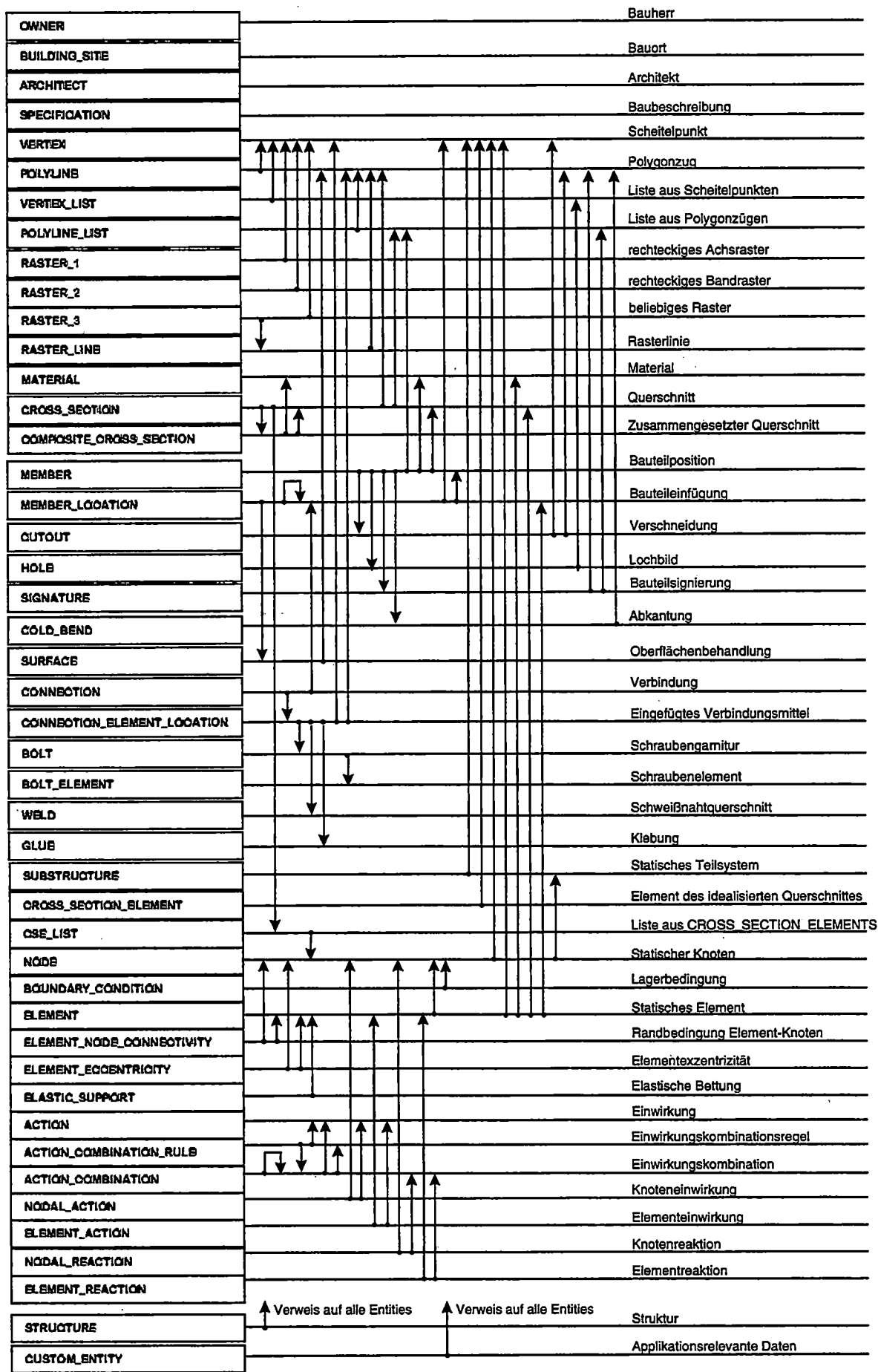


Bild 3: Verweisstruktur der Entities

5.3 Bauwerksdaten

In einer Austauschdatei darf von jedem der in diesem Abschnitt definierten Entity-Typen nur jeweils ein Datensatz vorkommen.

5.3.1 Entity OWNER

OWNER (Bauherr)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
BEZ	[1]	STRING	-	Name und Adresse des Bauherrn	-

Beispiel:

```
...
#1=OWNER('Universitaet Karlsruhe (TH)\N\D-76128 Karlsruhe');...
```

5.3.2 Entity BUILDING_SITE

BUILDING_SITE (Bauort)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
BEZ	[1]	STRING	-	Bauort	-

Beispiel:

```
...
#2=BUILDING_SITE('Kaiserstrasse 12\N\D-76128 Karlsruhe');...
```

5.3.3 Entity ARCHITECT

ARCHITECT (Architekt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
BEZ	[1]	STRING	-	Name und Adresse des Architekten	-

Beispiel:

```
...
#3=ARCHITECT('Dipl.-Ing. H. Muster\N\Hauptstr. 1\N\D-70563 Stuttgart');
...
```

5.3.4 Entity SPECIFICATION

SPECIFICATION (Baubeschreibung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
BEZ	[1]	STRING	-	Beschreibung des Projektes	-

Beispiel:

```
...
#4=SPECIFICATION('Erweiterung Mensa');...
```

5.4 Daten für Geometrie und Strukturierung

5.4.1 Entity VERTEX

VERTEX (Scheitelpunkt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
X	[2]	REAL	opt.	X-Koordinate	-
Y	[3]	REAL	opt.	Y-Koordinate	0.0
Z	[4]	REAL		Z-Koordinate	-
ALPHA	[5]	REAL	opt.	Einschließungswinkel $0^{\circ} \leq \alpha < 360^{\circ}$	0.0

Beispiel:

```
/* VERTEX.STP */
...
#116=VERTEX(1,0.0,1.0,2.0,270.0);
...
```

Ein Scheitelpunkt, der von einem CROSS_SECTION_ELEMENT (siehe Abschnitt 5.6.2) referenziert wird, wird nur über Y- und Z-Koordinaten beschrieben. Das Attribut X bleibt in diesem Fall offen.

Alle anderen Scheitelpunkte müssen die Angabe der X- und die Z-Koordinaten enthalten, die Y-Koordinate ist in diesem Fall optional (Default: Y = 0.0). Der Winkel ALPHA ist in Abschnitt 5.4.2 erklärt.

5.4.2 Entity POLYLINE

POLYLINE (Polygonzug)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(V)	[2]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity VERTEX	-

Das Entity POLYLINE beschreibt offene oder geschlossene, zwei- oder dreidimensionale Linienzüge. Es ist kein bestimmter Umlaufsinn vorgeschrieben.

Zweidimensionale Polygonzüge werden in der XZ-Ebene definiert. Die Y-Koordinaten, die die Höhen der Scheitelpunkte in 3D-Polygonzügen angeben, werden ignoriert, wenn das verweisende Attribut einen zweidimensionalen Polygonzug benötigt (z.B. bei der Definition von Sonderquerschnitten, siehe Abschnitt 5.5.2).

Ausrundungen zwischen zwei Punkten eines Polygonzuges werden durch einen Einschließungswinkel definiert (Der Einschließungswinkel wird in dem dem Kreisbogen folgenden VERTEX-Entity angegeben). Ein Kreisbogen kann nur dann definiert werden, wenn sich beide Punkte (Anfangspunkt und Endpunkt des Bogens) auf der gleichen Höhe befinden, d.h. die Y-Koordinaten identisch sind. Ist dies nicht der Fall, wird der Einschließungswinkel ignoriert.

Beispiel:

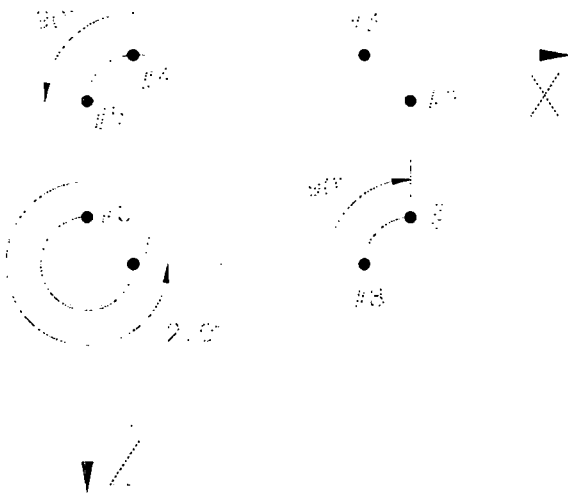


Bild 4: Polygonzug

```
/* POLYLINE.STP */
...
#1=VERTEX(1,120.0,0.0,70.0,-90.0);
#2=VERTEX(2,120.0,0.0,20.0,0.0);
#3=VERTEX(3,100.0,0.0,0.0,0.0);
#4=VERTEX(4,20.0,0.0,0.0,0.0);
#5=VERTEX(5,0.0,0.0,20.0,90.0);
#6=VERTEX(6,0.0,0.0,70.0,0.0);
#7=VERTEX(7,20.0,0.0,90.0,270.0);
#8=VERTEX(8,100.0,0.0,90.0,0.0);
#10=POLYLINE(1, (#1,#2,#3,#4,#5,#6,#7,#8,#1));
...
```


5.4.5 Entity RASTER_1

RASTER_1 (rechteckiges Achsraster)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
BEZ	[2]	STRING	opt.	alphanumerische Bezeichnung des Rasters	-
KI	[3]	Verweis auf Entity VERTEX	-	Rasterkoordinatensystem bezogen auf Weltkoordinatensystem, (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[4]				
KR	[5]				
A_X	[6]	REAL	-	Achsabstand der Rasterachsen in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
A_Y	[7]	REAL	opt.	Achsabstand der Rasterachsen in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
A_Z	[8]	REAL	opt.	Achsabstand der Rasterachsen in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_X	[9]	INT	-	Anzahl der Rasterachsen in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_Y	[10]	INT	opt.	Anzahl der Rasterachsen in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_Z	[11]	INT	opt.	Anzahl der Rasterachsen in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_X	[12]	STRING	-	Bezeichnung der Rasterachsen in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_Y	[13]	STRING	opt.	Bezeichnung der Rasterachsen in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_Z	[14]	STRING	opt.	Bezeichnung der Rasterachsen in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-

Mit RASTER_1 werden ein-, zwei- oder dreidimensionale, rechtwinklige Achsraster mit gleichbleibenden Achsabständen beschrieben. Ist eines oder mehrere der Attribute für eine der drei Achsrichtungen undefiniert, hat das Raster in dieser Richtung keine Ausdehnung. Ein eindimensionales Raster wird beispielsweise definiert, indem lediglich die Attribute [6], [9] und [12] belegt werden.

S_X, S_Y, S_Z: Bezeichnungstyp der Rasterlinien in den Richtungen x, y, z. Es wird jeweils die Bezeichnung der ersten Rasterachse angegeben, die für die folgenden Rasterachsen der entsprechenden Richtung sinngemäß fortgeführt werden muß.

Beispiele:

Si = 'a' => a, b, c, ..., z, aa, ab, ac, ...
Si = '1' => 1, 2, 3, ...
Si = 'I' => I, II, III, IV, V, ...
Si = 'Ia' => Ia, Ib, Ic, ..., Iz, IIa, IIb, IIc, ...
Si = 'A1' => A1, A2, A3, ...

Die erste Achse einer Rasterichtung liegt immer im Ursprung des Rasterkoordinatensystems.

Beispiel: räumliches, rechtwinkliges Achsraster

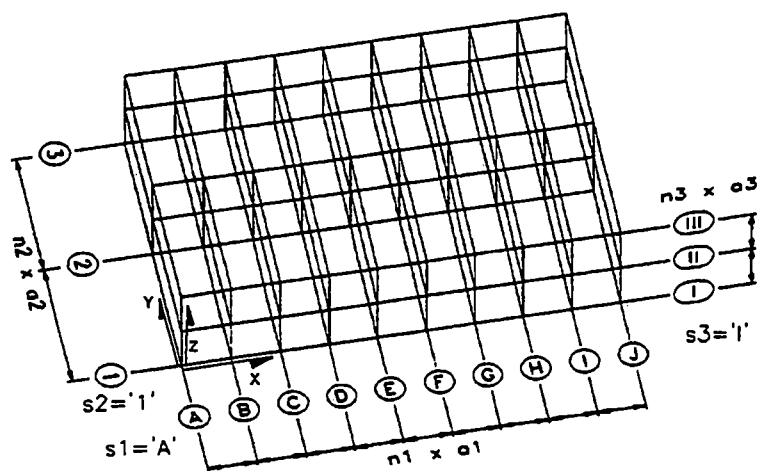


Bild 5: räumliches, rechtwinkliges Achsraster [HALL94]

```
/* RASTER1.STP */
...
#1=VERTEX(1,1.0,0.0,0.0,0.0);
#2=VERTEX(2,0.0,1.0,0.0,0.0);
#3=VERTEX(3,0.0,0.0,1.0,0.0);
#4=RASTER_1(1,'Räumliches Achsraster',#1,#2,#3,
            3000.0,8960.0,3250.0,10,3,3,'A','1','I');
...
```

5.4.6 Entity RASTER_2

RASTER_2 (rechteckiges Bandraster)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
BEZ	[2]	STRING	opt.	alphanumerische Bezeichnung des Rasters	-
KI	[3]	Verweis auf Entity VERTEX	-	Rasterkoordinatensystem bezogen auf Weltkoordinatensystem, (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[4]				
KR	[5]				
A_X	[6]	REAL	-	Lichter Abstand der Rasterbänder in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
B_X	[7]	REAL	-	Breite der Rasterbänder in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
A_Y	[8]	REAL	opt.	Lichter Abstand der Rasterbänder in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
B_Y	[9]	REAL	opt.	Breite der Rasterbänder in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
A_Z	[10]	REAL	opt.	Lichter Abstand der Rasterbänder in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
B_Z	[11]	REAL	opt.	Breite der Rasterbänder in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_X	[12]	INT	-	Anzahl der Rasterbänder in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_Y	[13]	INT	opt.	Anzahl der Rasterbänder in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
N_Z	[14]	INT	opt.	Anzahl der Rasterbänder in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_X	[15]	STRING	-	Bezeichnung der Rasterbänder in x-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_Y	[16]	STRING	opt.	Bezeichnung der Rasterbänder in y-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-
S_Z	[17]	STRING	opt.	Bezeichnung der Rasterbänder in z-Richtung des Rasterkoordinatensystems	-

Mit RASTER_2 werden ein-, zwei- oder dreidimensionale, rechtwinklige Bandraster mit gleichbleibenden Abständen zwischen den Rasterbändern und gleichbleibender Breite der Rasterbänder beschrieben. Ist eines oder mehrere der Attribute für eine der drei Achsrichtungen undefiniert, hat das Raster in dieser Richtung keine Ausdehnung.

S_X, S_Y, S_Z: Siehe Abschnitt 5.4.5.

Das erste Rasterband einer Rasterichtung beginnt immer im Ursprung des Rasterkoordinatensystems.

Beispiel: ebenes, rechtwinkliges Bandraster

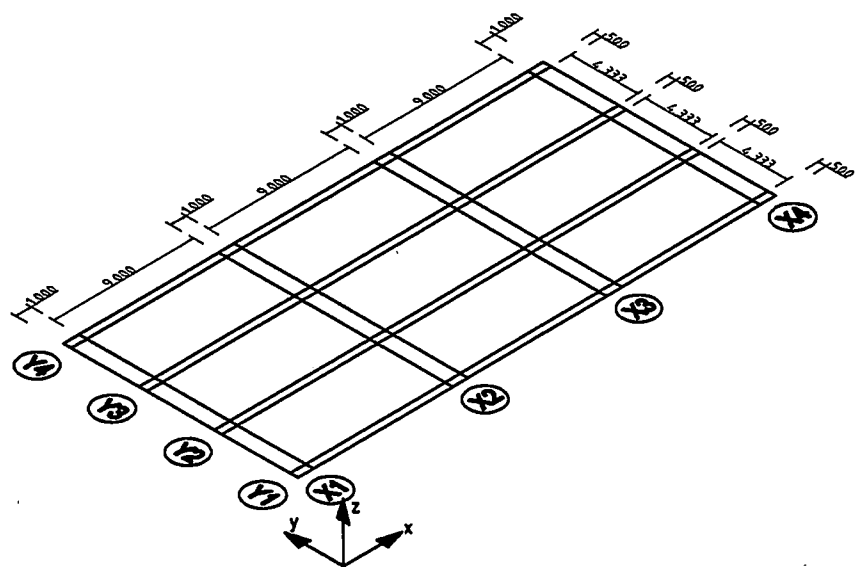


Bild 6: ebenes, rechtwinkliges Bandraster [HALL94]

```
/* RASTER2.STP */
...
#1=VERTEX(1,1.0,0.0,0.0,0.0);
#2=VERTEX(2,0.0,1.0,0.0,0.0);
#3=VERTEX(3,0.0,0.0,1.0,0.0);
#4=RASTER_2(1,'Ebenes Bandraster',#1,#2,#3,
            9000.0,1000.0,4833.0,500.0,$,$,4,4,$,'X1','Y1',$);
...
```

5.4.7 Entity RASTER_3

RASTER_3 (beliebiges Raster)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
BEZ	[2]	STRING	opt.	alphanumerische Bezeichnung des Rasters	-
KI	[3]	Verweis auf Entity VERTEX	-	Rasterkoordinatensystem bezogen auf Weltkoordinatensystem, (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[4]				
KR	[5]				
(R_LINE)	[6]	Liste	-	Liste mit Verweisen auf Entities RASTER_LINE als Rasterlinien.	-

Mit RASTER_3 werden beliebige - auch unregelmäßige - Raster beschrieben.

5.4.8 Entity RASTER_LINE

RASTER (Rasterlinie)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
BEZ	[2]	STRING	-	Alphanumerische Bezeichnung der Rasterlinie	-
POLY	[3]	Verweis	-	Verweis auf Entity POLYLINE	-

Mit dem Entity RASTER_LINE werden einzelne Rasterlinien durch Verweis auf Entity POLYLINE im Rasterkoordinatensystem definiert. Jede einzelne Rasterlinie trägt eine Bezeichnung. Ein sinnvolles Bezeichnungsschema ist somit Aufgabe der erzeugenden Applikation.

Beispiel: Kreissegmentraster

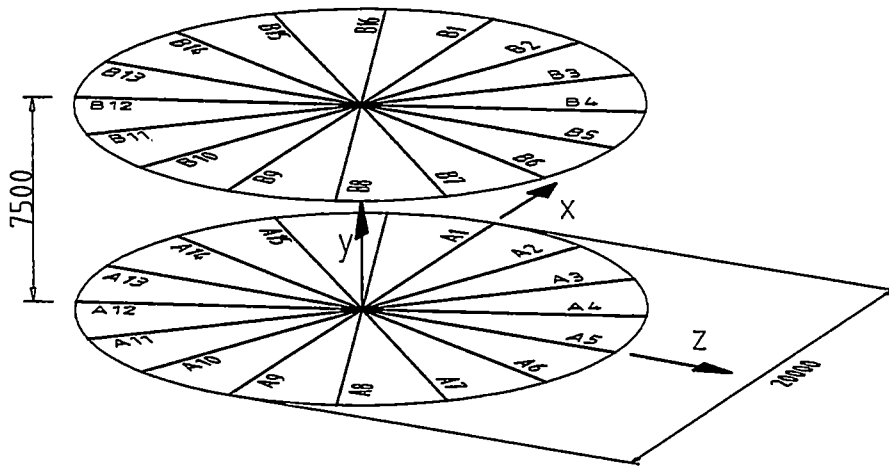


Bild 7: Kreissegmentraster

```

/* RASTER2.STP */
...
/* Scheitelpunkte Ebene A */
#1=VERTEX(1,0.0,0.0,0.0,$);
#2=VERTEX(2,10000.0,0.0,0.0,$);
...

/* Polygonzuege Ebene A */
#33=POLYLINE(1, (#1,#2));
#34=POLYLINE(2, (#3,#4));
...

/* Rasterlinien Ebene A */
#53=RASTER_LINE(1, 'A1', #33);
#54=RASTER_LINE(2, 'A2', #34);
...
#68=RASTER_LINE(16, 'A16', #48);

/* Scheitelpunkte Ebene B */
#101=VERTEX(41,0.0,7500.0,0.0,$);
#102=VERTEX(42,10000.0,7500.0,0.0,$);
...

/* Polygonzuege Ebene B */
#133=POLYLINE(21, (#101,#102));
#134=POLYLINE(22, (#103,#104));
...

/* Rasterlinien Ebene B */
#153=RASTER_LINE(21, 'B1', #133);
#154=RASTER_LINE(22, 'B2', #134);
...
#168=RASTER_LINE(36, 'B16', #148);

/* Raster */
#171=VERTEX(75,0.0,0.0,0.0,$);
#172=VERTEX(76,0.0,1000.0,0.0,$);
#173=VERTEX(77,1000.0,0.0,0.0,$);
#174=RASTER_3(1, 'Kreissegmentraster', #171, #172, #173,
  (#53, #54, #55, #56, #57, #58, #59, #60, #61, #62, #63, #64, #65, #66, #67, #68,
   #153, #154, #155, #156, #157, #158, #159, #160, #161, #162, #163, #164, #165,
   #166, #167, #168));
...

```

5.4.9 Entity STRUCTURE

STRUCTURE (Strukturierung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
TYP	[2]	ENUM		Art der Strukturierung	-
BEZ	[3]	STRING	opt.	Bezeichnung der Struktur	-
APPL	[4]	STRING	opt.	Applikation	-
(ENT)	[5]	Liste		Liste mit Verweisen auf beliebige Entities	-

Datensätze beliebiger Entity-Typen können mit dem Entity STRUCTURE zu „logischen“ Gruppen zusammengefaßt und damit strukturiert werden.

Davon ausgenommen sind Zusammenhänge, die durch andere Entities beschrieben werden können, z.B. werden Baugruppen über das Entity MEMBER_LOCATION definiert, statische Elemente werden durch das Entity SUBSTRUCTURE in statischen Teilsystemen zusammengefaßt, durch das Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION werden Querschnittsteile zu einem zusammengesetzten Querschnitt vereint, usw.. Diese Strukturen dürfen nicht mit dem Entity STRUCTURE beschrieben werden.

TYP:

.STRUCTURAL_ANALYSIS.

Instanzen sind relevant für eine statische Berechnung

.LOGICAL_STRUCTURE.

Instanzen haben einen in BEZ beschriebenen Zusammenhang

.USER.

Anwenderdefinierte Struktur

Das Attribut APPL beschreibt, welche Applikation eine anwenderdefinierte Struktur benutzt.

Beispiel: Benennung von Bauteilen, die statisch nachgewiesen werden sollen (nicht zu verwechseln mit statischem Teilsystem):

```

...
/* MEMBER */
#165=MEMBER(1,#98,#97,$,'P001','Stuetze',LAENGEN_TYP(6000.00),$,$,$);
#167=MEMBER(2,#98,#97,$,'P002','Riegel',LAENGEN_TYP(11770.00),$,$,$);
...

/* MEMBER_LOCATION */
#197=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML1',1,'1998-10-29T12:55:00',
    #165,$,$,$,#1,#2,#65,.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#198=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML2',2,'1998-10-29T12:55:00',
    #165,$,$,$,#3,#4,#66,.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#199=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML3',3,'1998-10-29T12:55:00',
    #167,$,$,$,#5,#6,#67,.M.,0.00,115.000,$,$,$,$,$);

#200=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML4',4,'1998-10-29T12:55:00',
    #165,$,$,$,#7,#8,#68,.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#201=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML5',5,'1998-10-29T12:55:00',
    #167,$,$,$,#9,#10,#69,.M.,0.00,115.000,$,$,$,$,$);
#202=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-03-28T18:45:00_ML6',6,'1998-10-29T12:55:00',
    #165,$,$,$,#11,#12,#70,.M.,0.00,$,$,$,$,$);

...
#501=STRUCTURE(1,.STRUCTURAL_ANALYSIS., 'Rahmen1 fuer statische
    Berechnung', $, (#197,#198,#199));
...

```

5.4.10 Entity CUSTOM_ENTITY

CUSTOM_ENTITY (Applikationsrelevante Daten)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER, siehe Abschnitt 3.4	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum der Erstellung oder Änderung dieses Datensatzes	-
(ENT)	[4]	Liste mit Verweisen	opt.	Verweise auf beliebige Entities	-
(INT_LIST)	[5]	Liste aus INTEGER	opt.	Listen mit Daten, die lediglich für die erzeugende Applikation von Bedeutung sind.	-
(REAL_LIST)	[6]	Liste aus REAL	opt.		
(STRING_LIST)	[7]	Liste aus STRING	opt.		
TYP	[8]	BOOLEAN		Verweispflege erforderlich oder nicht erlaubt	-

Dies Entity gibt einer Applikationen die Möglichkeit, Daten, die durch andere Sprachmittel der Produktschnittstelle nicht beschrieben werden können, in eine Austauschdatei zu schreiben. Die Daten können auf andere, schnittstellenkonforme Datensätze verweisen. Da das CUSTOM_ENTITY Objektidentität hat, darf es von anderen Applikationen nicht gelöscht werden. Datensätze vom Entity-Typ CUSTOM_ENTITY dürfen außerdem nur von der Applikation verändert werden, von der sie erzeugt wurden. Davon ausgenommen sind die Verweise im Attribut (ENT), abhängig vom Wert des Attributes TYP:

TYP:

- .T. Die Verweise im Attribut (ENT) müssen gepflegt werden, das heißt, daß bei Änderung der Verweisadresse eines von hier referenzierten Datensatzes die Referenz im Attribut (ENT) des CUSTOM_ENTITIES angepaßt werden muß.
- .F. Die Verweise im Attribut (ENT) dürfen nicht gepflegt werden, das heißt, daß bei jeglicher Veränderung eines vom CUSTOM_ENTITY referenzierten Datensatzes (auch beim Löschen des referenzierten Datensatzes) die Referenz im Attribut (ENT) des CUSTOM_ENTITIES gelöscht werden muß.

Sofern das CUSTOM_ENTITY auf andere, schnittstellenkonforme Datensätze verweist, die ebenfalls Objektidentität haben und deshalb nicht gelöscht werden dürfen, wird durch Belegung des Attributes TYP = .T. gewährleistet, daß die Daten diesen Objekten zugeordnet bleiben. Verweist das CUSTOM_ENTITY auf Datensätze ohne Objektidentität, muß damit gerechnet werden, daß diese Objekte gelöscht werden.

Beispiel: zusätzliche Zeichnungsinformationen

```
...
#4=RASTER_2(1,'Ebenes Bandraster',#1,#2,#3,
            9000.0,1000.0,4833.0,500.0,$,$,4,4,$,'X1','Y1',$);
#5=CUSTOM_ENTITY('C.Hoerenbaum_1998-10-29T11:04:28_CUSTOM1',1,
                '1998-10-29T11:04:28',(#4),$,$,
                ('Layer: RASTER','Farbe: BLAU','Linientyp: ISO_02_W100'),.F.);
...
```

Anmerkung:

Durch das CUSTOM_ENTITY dürfen nur Sachverhalte beschrieben werden, die mit anderen Sprachmitteln der Produktschnittstelle nicht beschrieben werden können.

5.5 Querschnitt & Material

5.5.1 Entity MATERIAL

MATERIAL (Material)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
BEZ	[2]	STRING		Bezeichnung nach [DSTV98a]	-
E	[3]	REAL	opt.	Elastizitätsmodul	-
G	[4]	REAL	opt.	Schubmodul	-
RHO	[5]	REAL	opt.	spezifische Dichte	-
ALPHA_T	[6]	REAL	opt.	Temperaturausdehnungskoeffizient	-
F_Y_K	[7]	REAL	opt.	Streckgrenze	-
F_U_K	[8]	REAL	opt.	Zugfestigkeit	-
EPS_U_K	[9]	REAL	opt.	Grenzdehnung	-
GAMMA	[10]	REAL	opt.	Sicherheitsbeiwert	-

Beispiel:

```
/* MATERIAL.STP */
...
#113=MATERIAL(1, 'S235JG', $, $, $, $, $, $, $, 1.1);
#114=MATERIAL(2, 'Zugprobe_1', 208500.0, $, $, $, 351.0, 470.0, 0.178, $);
...
```

Die Attribute [3] bis [9] haben nur dann eine Bedeutung, wenn die die Materialbezeichnung (Attribut BEZ) nicht gemäß [DSTV98a] ist.

5.5.2 Entity CROSS_SECTION

CROSS_SECTION (Querschnitt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
TYP	[2]	ENUM		Profiltyp	-
DEF	[3]	Verweis	opt.	Abhängig vom Profiltyp: Verweis auf Entity POLYLINE (zweidimensional), Verweis auf Entity POLYLINE_LIST, Verweis auf Entity CSE_LIST oder Verweis auf Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION	-
BEZ	[4]	STRING		Bezeichnung; für Standardquerschnitte siehe [DSTV98a]	-
REIHE	[5]	STRING	opt.	Benutzerdefinierte Profilreihe	-
H	[6]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
B	[7]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
TS	[8]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
TG	[9]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
R1	[10]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
R2	[11]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
R3	[12]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
K	[13]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
H2	[14]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
H3	[15]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
B2	[16]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
B3	[17]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
F1	[18]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
F2	[19]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
F3	[20]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
T1	[21]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
C	[22]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
ALPHA_S	[23]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
ALPHA_G	[24]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
EY	[25]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
EZ	[26]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-

CROSS_SECTION (Querschnitt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ALPHA	[27]	REAL	opt.	siehe Bild 8	-
A	[28]	REAL	opt.	Querschnittsfläche	-
IY	[29]	REAL	opt.	Flächenmoment 2. Grades um y-Achse	-
IZ	[30]	REAL	opt.	Flächenmoment 2. Grades um z-Achse	-
IETA	[31]	REAL	opt.	Flächenmoment 2. Grades um η -Achse	-
IZETA	[32]	REAL	opt.	Flächenmoment 2. Grades um ζ -Achse	-
IT	[33]	REAL	opt.	Torsionsflächenmoment 2. Grades	-
WYP	[34]	REAL	opt.	Widerstandsmoment um y-Achse (größte z-Koordinate)	-
WYN	[35]	REAL	opt.	Widerstandsmoment um y-Achse (kleinste z-Koordinate)	-
WZP	[36]	REAL	opt.	Widerstandsmoment um z-Achse (größte y-Koordinate)	-
WZN	[37]	REAL	opt.	Widerstandsmoment um z-Achse (kleinste y-Koordinate)	-
WT	[38]	REAL	opt.	Torsionswiderstand	-
CM	[39]	REAL	opt.	Wölbwiderstand	-
WPLY	[40]	REAL	opt.	Plastisches Widerstandsmoment um die y-Achse	-
WPLZ	[41]	REAL	opt.	Plastisches Widerstandsmoment um die z-Achse	-
AY	[42]	REAL	opt.	Schubfläche für Berücksichtigung der Schubverformung in y-Richtung	-
AZ	[43]	REAL	opt.	Schubfläche für Berücksichtigung der Schubverformung in z-Richtung	-
ASY	[44]	REAL	opt.	Schubfläche zur Ermittlung der Schubspannungen aus den Querkraften in y-Richtung	-
ASZ	[45]	REAL	opt.	Schubfläche zur Ermittlung der Schubspannungen aus den Querkraften in z-Richtung	-
YM	[46]	REAL	opt.	Abstand Schwerpunkt/Schubmittelpunkt in y-Richtung	-
ZM	[47]	REAL	opt.	Abstand Schwerpunkt/Schubmittelpunkt in z-Richtung	-
G	[48]	REAL	opt.	DIN-Gewicht	-
GH	[49]	REAL	opt.	Handelsgewicht	-
U	[50]	REAL	opt.	Mantelfläche [mm ² /mm]	-

TYP:

- .I. I-Profil
- .L. L-Profil, ungespiegelt
- .U. U-Profil
- .B. Blech, Flacheisen, Tränenblech usw.
- .RU. Rundstahl
- .RO. Rohr
- .M. Rechteckrohr

.C.	C-Profil
.T.	T-Profil
.Z.	Z-Profil, ungespiegelt
.KA.	Kranschiene Form A
.KF.	Kranschiene Form F
.KQ.	Kranschiene Form Q
.CCS.	Zusammengesetzter Querschnitt
.PL1.	Beliebiger Querschnitt mit Außen- und Innenkonturen
.PL2.	Beliebiger Querschnitt als Linienzug
.SO.	Sonderprofil
.CSE.	idealisiertes Sonderprofil für Statikprogramme

Die Standardprofiltypen wurden entsprechend [DSTV98b] gewählt und um die Profiltypen .Z., .KA., .KF., .KQ., .CCS. (zusammengesetztes Profil), .PL1. (beliebiger Querschnitt, definiert durch Außen- und Innenkonturen, z.B. Strangpressprofil oder gewalztes Sonderprofil), .PL2. (beliebiger Querschnitt, definiert durch Linienzug, z.B. kaltgeformtes dünnwandiges Profil) sowie .CSE. erweitert. Der Profiltyp .CSE. beschreibt ein idealisiertes Profil für Statikprogramme, das aus beliebigen CROSS_SECTION_ELEMENTS (siehe Abschnitt 5.6.2) zusammengesetzt ist

DEF:

Abhängig vom Wert des Attributes TYP wird hier auf folgende Entities verwiesen:

Für TYP=.PL1. ist der Wert des Attributes DEF ein Verweis auf einen Datensatz vom Entity-Typ POLYLINE_LIST ist. Die POLYLINE_LIST verweist wiederum auf zweidimensionale POLYLINES, wobei das erste Listenelement die Außenkontur, die weiteren Listenelemente die Innenkonturen des Querschnittes definieren.

Für TYP=.PL2. wird direkt auf eine zweidimensionale POLYLINE verwiesen, die den Mittellinienquerschnitt beschreibt.

Für TYP=.CCS. wird auf COMPOSITE_CROSS_SECTION (siehe Abschnitt 5.5.3) verwiesen.

Für TYP=.CSE. verweist DEF auf eine CSE_LIST (siehe Abschnitt 5.6.3), von der aus auf CROSS_SECTION_ELEMENTS (siehe Abschnitt 5.6.2) verwiesen wird. Aus diesen CROSS_SECTION_ELEMENTS setzt sich der Querschnitt zusammen. Werden mehrere dieser CROSS_SECTION_ELEMENTS durch denselben VERTEX definiert, sind sie an diesem Punkt miteinander verbunden, anderenfalls besteht keine tragende Verbindung.

BEZ:

Genaue Profilbezeichnung. Standardprofile werden gemäß [DSTV98a] bezeichnet. Die Attribute [6] bis [50] haben in diesem Fall keine Bedeutung, ausgenommen Bleche nach [DSTV98a], deren Kontur nicht über einen Verweis auf ein Entity POLYLINE definiert ist: In diesem Fall gibt das Attribut B die Querschnittsbreite an, siehe Beispiel 3 im Abschnitt 5.9.1.

REIHE:

Hier werden Profilreihen vom Benutzer definiert. Wenn dieses Attribut angegeben ist, handelt es sich nicht um ein Standardprofil nach [DSTV98a].

Attribute [6] bis [27]:

Querschnitte, die durch Attribut BEZ gemäß [DSTV98a] nicht beschrieben werden können, werden durch die Attribute [6] bis [27] laut Bild 8 (TYP=.I. bis .KQ.) definiert. Für TYP=.PL2. gibt TS die Blechdicke an (siehe Beispiele). Bei nicht näher definierten Sonderprofilen vom TYP=.SO. definieren h und b den Hüllkörper. Für TYP=.CSE. gibt TS die Blechdicke an (siehe Beispiel Abschnitt 5.6.3).

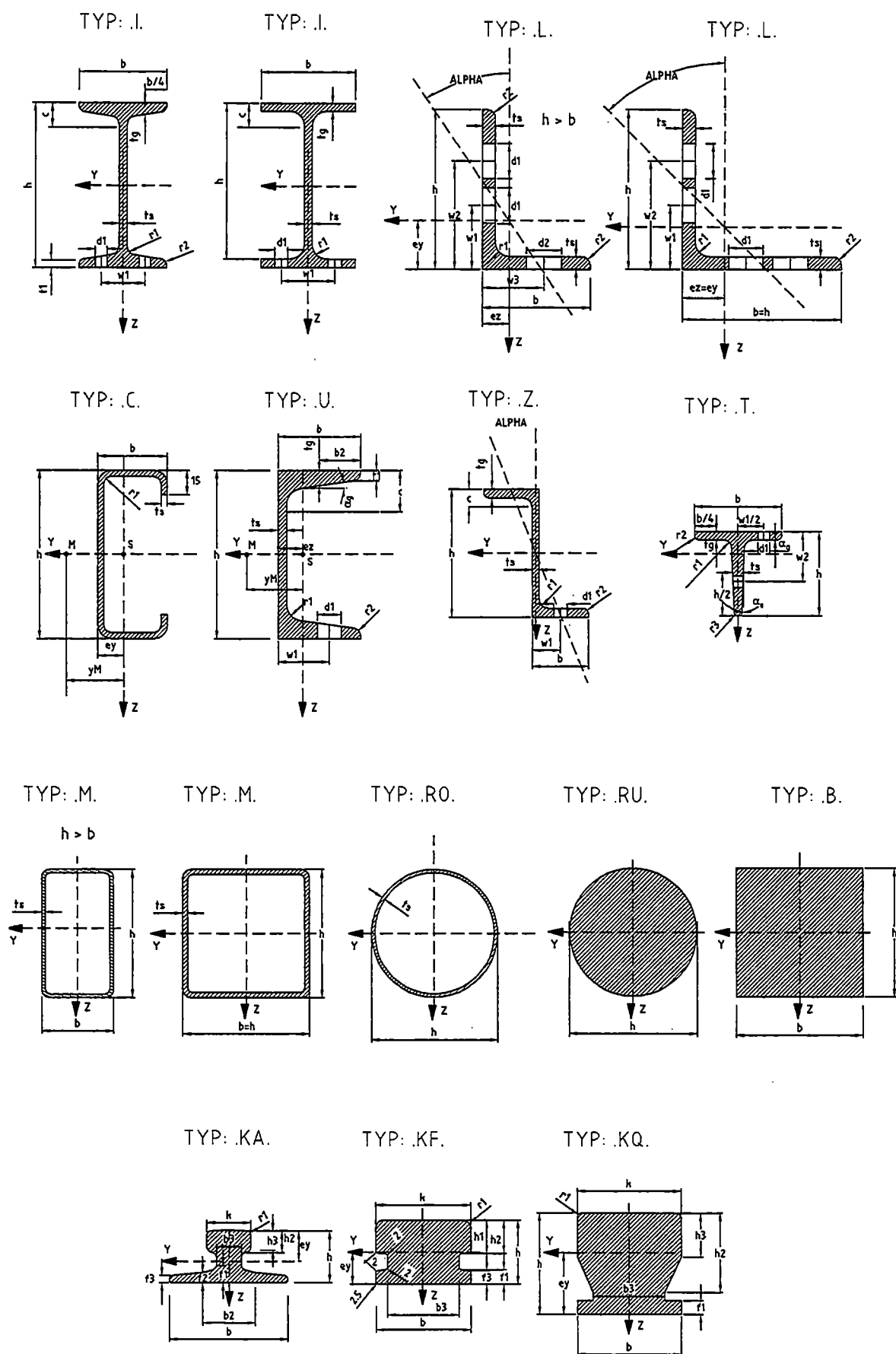


Bild 8: Geometrische Parameter der Standardprofiltypen

Das Querschnittskoordinatensystem von Querschnitten der Typen .PL1., .PL2. und .CSE. ist folgendermaßen definiert (siehe auch Bilder 9 und 10): Der Ursprung des Querschnittskoordinatensystems (Achsen y und z in den Bildern) liegt im Ursprung des Koordinatensystems, in dem die POLYLINEs definiert sind (Achsen x_{poly} und z_{poly} in den Bildern). Die positive y-Achse des Quer-

5.5.3 Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION

COMPOSITE_CROSS_SECTION (zusammengesetzter Querschnitt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(CS)	[2]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity CROSS_SECTION der Querschnittsteile	-
(CS_Y)	[3]	Liste		Liste mit real-Werten mit Einfügekoordinaten (Y-Werte) der Querschnittsteile	-
(CS_Z)	[4]	Liste		Liste mit real-Werten mit Einfügekoordinaten (Z-Werte) der Querschnittsteile	-
(CS_ALPHA)	[5]	Liste		Liste mit real-Werten mit Drehwinkeln der Querschnittsteile um die X-Achse der Querschnittskoordinatensystems	-
(CS_SP)	[6]	Liste		Liste mit enum-Werten mit Informationen für Spiegelungen der Querschnittsteile	-
(CS_MA)	[7]	Liste	opt.	Liste mit Verweisen auf Entity MATERIAL der Querschnittsteile	-
(V_CS1)	[8]	Liste	opt.	Liste mit INTEGER als 1. verbundenen Querschnittsteil; die Zahl bezieht sich auf die Stelle des Listenelementes im Attribut (CS)	-
(V_CS2)	[9]	Liste	opt.	Liste mit INTEGER als 2. verbundenen Querschnittsteil; die Zahl bezieht sich auf die Stelle des Listenelementes im Attribut (CS)	-
(V_Y)	[10]	Liste	opt.	Liste mit REAL-Werten für Y-Koordinaten der Querschnittsverbindungen	-
(V_Z)	[11]	Liste	opt.	Liste mit REAL-Werten für Z-Koordinaten der Querschnittsverbindungen	-

Ein Querschnitt wird aus mehreren Querschnittsteilen zusammengesetzt, indem in der Liste (CS) in einem Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION jeweils auf Entities CROSS_SECTION als Einzelquerschnitte verwiesen wird. Auf dieses Entity COMPOSITE_CROSS_SECTION wiederum zeigt ein Entity CROSS_SECTION vom TYP = .CCS., das von Bauteilen oder statischen Elementen referenziert werden kann.

Die Liste (CS) legt die Reihenfolge der Querschnittsteile für die Listen der Attribute [3] bis [7] fest. Die Anzahl der Listenelemente ist in den Listen jeweils die gleiche.

CS_SP:
.MIRRORED. Querschnitt gespiegelt
.UNMIRRORED. Querschnitt nicht gespiegelt

CS_ALPHA und CS_SP sind nicht kommutativ. Der Querschnittsteil wird zuerst um ALPHA gedreht und anschließend um seine Z-Achse gespiegelt.
In CS_MA sind vom Material des Gesamtquerschnittes abweichende Materialien des Querschnittsteiles angegeben.

In den Attributen [8]-[11] werden jeweils alle Verbindungsstellen zwischen den Querschnittsteilen definiert. Die Anzahl der Listenelemente und die Reihenfolge der Verbindungsstellen ist wiederum jeweils gleich.
Die Listen (V_CS1) und (V_CS2) geben an, welche der in (CS) definierten Querschnittsteile miteinander verbunden sind. Die Werte der Listenelemente in (V_CS1) und (V_CS2) beziehen sich auf die Stelle des Querschnittsteiles in (CS). Die Listen (V_Y) und (V_Z) geben die Koordinaten der dazugehörigen Verbindungsstellen an.

Die Koordinaten der Attribute [3], [4], [10]und [11] beziehen sich auf das Einfügekoordinatensystem des Gesamtquerschnittes.

5.6 Statisches System

Dieser Abschnitt enthält Daten statischer Systeme mit Teilsystemen, Knoten, Lagern, Elementen, Federn und elastischen Bettungen. Alle Entities dieses Abschnittes sind durch Verweisketten über Entites NODE (Abschnitt 5.6.3) an Entities SUBSTRUCTURE (statisches Teilsystem, Abschnitt 5.6.1) gebunden. **Es ist nicht erlaubt, daß innerhalb dieser Verweisketten auf verschiedene SUBSTRUCTURES verwiesen wird, oder daß innerhalb eines Datensatzes dieses Abschnittes auf verschiedene SUBSTRUCTURES verwiesen wird.**

Die Nummerierung (Attribut NR) in statischen Teilsystemen gelten folgende Regelungen:

- Das Attribut NR kann sinnvollerweise die Nummer im Sinne eines statischen Objektes für die folgenden Entities bedeuten: MATERIAL, CROSS_SECTION, NODE, ELEMENT.
- Innerhalb eines statischen Teilsystems, also eines Datensatzes SUBSTRUCTURE, müssen entweder die Nummern **aller Datensätze** der oben genannten Entity-Typen belegt sein, oder **alle** müssen mit „\$“ belegt sein.
- Das Attribut NR hat für die oben genannten Entities den Wertebereich „größer gleich 1“.
- Die Nummern sind für die oben genannten Entities jeweils für jeden Entity-Typ einzigartig.

Die Nummern sollten von importierenden Applikation nach Möglichkeit übernommen werden.

5.6.1 Entity SUBSTRUCTURE

SUBSTRUCTURE (statisches Teilsystem)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
TYP	[2]	ENUM		TYP	-
BEZ	[3]	STRING		Bezeichnung	-
KI	[4]	Verweis auf Entity VERTEX		Teilsystemkoordinatensystem, bezogen auf Weltkoordinatensystem (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[5]				
KR	[6]				

<u>TYP:</u>	
.TWO_DIM.	2-dimensionales Tragwerk
.THREE_DIM.	3-dimensionales Tragwerk
.BEAM_GRID.	Trägerrost
.CONT_BEAM.	Durchlaufträger

Für jedes statische System oder Teilsystem einer Konstruktion muß ein eigener Datensatz SUBSTRUCTURE definiert werden. Dies gilt auch, wenn mehrere statische Systeme zu demselben Bauteil gehören.

Beispiel (Teilsystemkoordinatensystem=Weltkoordinatensystem):

```
/* STATIK.STP */
...
#1=VERTEX(1,0.0,0.0,0.0,0.0);
#2=VERTEX(2,1.0,0.0,0.0,0.0);
#3=VERTEX(3,1.0,0.0,1.0,0.0);
#4=SUBSTRUCTURE(1,.TWO_DIM., 'Beispiel Balken auf 2 Stuetzen', #1, #2, #3);
...
```

5.6.2 Entity CROSS_SECTION_ELEMENT

CROSS_SECTION_ELEMENT (Teil des idealisierten Querschnittes für Statikprogramme)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
N1	[2]	Verweis		Verweis auf Entity VERTEX als Anfangspunkt	-
N2	[3]	Verweis		Verweis auf Entity VERTEX als Endpunkt	-

Mit diesem Entity werden geradlinige Teilstücke für den idealisierten Querschnitt vom TYP=.CSE. definiert. Die Attribute [2] und [3] müssen auf Datensätze vom Typ VERTEX verweisen, die lediglich über Y- und Z-Koordinaten definiert sind, vergleiche Abschnitt 5.4.1. Die Angabe des Einschließungswinkels im Entity VERTEX wird ignoriert. Die Blechdicke wird über das Attribut TS im Entity CROSS_SECTION angegeben.
Siehe dazu das Beispiel im folgenden Abschnitt.

5.6.3 Entity CSE_LIST

CSE_LIST (Liste aus CROSS_SECTION_ELEMENTs)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(CSE_LIST)	[2]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity CROSS_SECTION_ELEMENT	-

Die Liste (CSE_LIST) muß mindestens 2 Verweise enthalten.

Beispiel für einen idealisierten Querschnitt vom TYP = .CSE.:

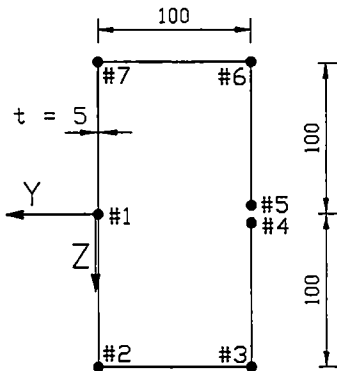


Bild 13: Unterbrochener, durch Mittellinie beschriebener Querschnitt vom TYP=.CSE.

[illegible]

5.6.4 Entity NODE

NODE (statischer Knoten)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER, siehe Abschnitt 3.4	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum der Erstellung oder Änderung dieses Datensatzes	-
SUB	[4]	Verweis		Verweis auf Entity SUBSTRUCTURE	-
K	[5]	Verweis		Knotenkoordinaten durch Verweis auf Entity VERTEX	-

Jeder statische Knoten muß in einer SUBSTRUCTURE definiert sein. Der Einschließungswinkel des referenzierten VERTEX hat keine Bedeutung.

Beispiel (Fortsetzung):



Bild 14: Knotenkoordinaten

```
/* STATIK.STP */
...
#4=SUBSTRUCTURE(1,.TWO_DIM.,'Beispiel Balken auf 2 Stuetzen',#1,#2,#3);
#5=VERTEX(4,0.0,$,0.0,0.0);
#6=VERTEX(5,4050.0,$,0.0,0.0);
#7=NODE('Hoe_1998-10-29T11:24:00_NODE1',1,'1998-10-29T11:24:00',#4,#5);
#8=NODE('Hoe_1998-10-29T11:24:00_NODE2',2,'1998-10-29T11:24:00',#4,#6);
...
```

5.6.5 Entity BOUNDARY_CONDITION

BOUNDARY_CONDITION (Zwangsbedingungen für Knoten)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
N	[2]	INT		Verweis auf Entity NODE	-
ALPHA_X	[3]	REAL	opt.	Drehung um X-Achse des Teilkoordinatensystems der SUBSTRUCTURE	0.0
ALPHA_Y	[4]	REAL	opt.	Drehung um Y-Achse des um ALPHA_X gedrehten Teilkoordinatensystems	0.0
ALPHA_Z	[5]	REAL	opt.	Drehung um Z-Achse des um ALPHA_X und ALPHA_Y gedrehten Teilkoordinatensystem	0.0
UX	[6]	ENUM oder REAL oder INT	opt.	Wert in X-Richtung*	.FREE.
UY	[7]			Wert in Y-Richtung*	
UZ	[8]			Wert in Z-Richtung*	
MX	[9]			Wert um X-Achse*	
MY	[10]			Wert um Y-Achse*	
MZ	[11]			Wert um Z-Achse*	
MW	[12]			Wert für Verwölbung*	

Die Werte der Lagerbedingungen UX, UY, UZ, MX, MY, MZ, MW haben folgende Bedeutung:

I) Keyword: LAGER_TYP
.FREE. kein Auflager
.CONSTRAINED. starres Auflager

II) Keyword: FEDER_TYP
positive reelle Zahl: Federkonstante bzw. Drehfederkonstante oder Wölbfederkonstante

III) Keyword: KOPPELUNG_TYP
negative ganze Zahl: Koppelung mit Freiheitsgrad eines anderen Knotens, der hier den gleichen Wert hat.

*) Die Richtungen beziehen sich auf das um ALPHA_X, ALPHA_Y und ALPHA_Z gedrehte Teilkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE.

Ein Knoten, für den kein Entity BOUNDARY_CONDITION definiert ist, hat keinerlei Zwangsbedingungen.

Beispiel (Fortsetzung):



Bild 15: Lagerbedingung

```
/* STATIK.STP */
...
#7=NODE('Hoe_1998-10-29T11:24:00_NODE1',1,'1998-10-29T11:24:00',#4,#5);
#8=NODE('Hoe_1998-10-29T11:24:00_NODE2',2,'1998-10-29T11:24:00',#4,#6);
#9=BOUNDARY_CONDITION(1,#7,0.0,0.0,0.0,
    LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),$,LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),
    $,LAGER_TYP(.FREE.),$, $);
#10=BOUNDARY_CONDITION(2,#8,0.0,0.0,0.0,
    LAGER_TYP(.FREE.),$,LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),
    $,LAGER_TYP(.FREE.),$, $);
...
```

5.6.6 Entity ELEMENT

ELEMENT (statisches Element)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER, siehe Abschnitt 3.4	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum der Erstellung oder Änderung dieses Datensatzes	-
TYP	[4]	ENUM		Elementtyp	-
(N)	[5]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity NODE	-
K	[6]	Verweis	opt.	Referenzpunkt in pos. Element XZ-Ebene durch Verweis auf Entity VERTEX im Teilkkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE	s.u.
ALPHA	[7]	REAL	opt.	Drehwinkel um Element-X-Achse	0.0
ML	[8]	Verweis	opt.	Verweis auf Entity MEMBER_LOCATION	-
CS1	[9]	Verweis		Verweis auf Entity CROSS_SECTION als Anfangsquerschnitt	-
CS2	[10]	Verweis		Verweis auf Entity CROSS_SECTION als Endquerschnitt	-
MAT	[11]	Verweis		Verweis auf Entity MATERIAL	-

Ein statisches Element darf nicht über NODEs definiert sein, die auf verschiedene SUBSTRUCTRES verweisen.

TYP:

.BEAM.	Balken
.TRUSS.	Fachwerkstab
.CABLE.	Seilstab
.TENSION.	Zugstab
.COMPRESSION.	Druckstab
.ZERO.	Nullstab
.EULER.	Knickstab

Das Entity Element ist um Platten- und Scheibenelemente erweiterbar. Dazu muß das Attribut TYP erweitert werden. Die Anzahl der Knoten pro Element ist deshalb variabel (Liste (N)).

Ein Stabelement ist folgendermaßen definiert:

- Die Querschnittsachsen y und z des Elementes sind Bild 8 in Abschnitt 5.5.2 zu entnehmen. Die x-Achse ist die Elementlängsachse.
- Der erste Verweis der Liste (N) ist der Anfangsknoten, der zweite Verweis ist der Endknoten des Elementes.
- Das Elementkoordinatensystem hat seinen Ursprung im Anfangsknoten, die Elementlängsachse (x-Achse) zeigt in Richtung des Endknotens.
- Die Orientierung des Elementkoordinatensystems im Raum kann auf zwei Arten geschehen:
a) Das Attribut K verweist auf einen Referenzscheitelpunkt: Die positive XZ-Ebene des Elementkoordinatensystems wird durch Anfangs- und Endknoten sowie Referenzpunkt definiert.
b) Das Attribut K ist nicht belegt („\$“): Die XZ-Ebene des Elementkoordinatensystems ist senkrecht zur XY-Ebene des Teilsystems (Entity SUBSTRUCTURE). Diese Möglichkeit ist nicht erlaubt, wenn die Element-x-Achse senkrecht zur XY-Ebene des Teilsystems steht.
- y- und z-Achse werden ggf. zusätzlich um ALPHA um die Element-x-Achse gedreht.
- Die Elementlänge ist gleich dem Abstand zwischen Anfangs- und Endnoten.

Beispiel 2: Pfette

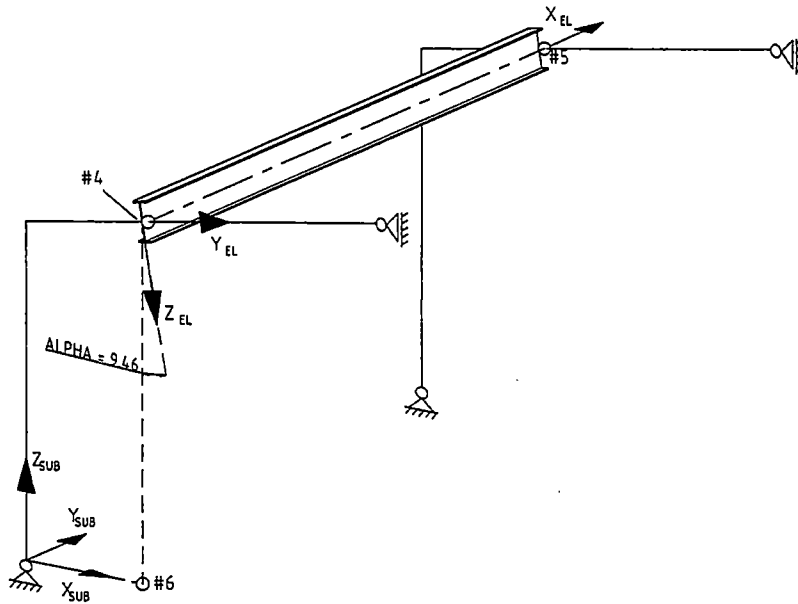


Bild 17: Element mit Koordinatensystem nach Möglichkeit a)

[illegible]

5.6.7 Entity ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY

ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY (Randbedingungen vom statischen Element zum Knoten)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
ELEM	[2]	Verweis		Verweis auf Entity ELEMENT	-
NODE	[3]	Verweis		Verweis auf Entity NODE	-
KS	[4]	ENUM		Bezugskoordinatensystem	-
UX	[5]	ENUM oder REAL	opt.	Wert in X-Richtung	.CONSTRAINED.
UY	[6]			Wert in Y-Richtung	
UZ	[7]			Wert in Z-Richtung	
MX	[8]			Wert um X-Achse	
MY	[9]			Wert um Y-Achse	
MZ	[10]			Wert um Z-Achse	
MW	[11]			Wert für Verwölbung	

KS:

.WCS. Weltkoordinatensystem
 .SCS. Teilkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE
 .ECS. Elementkoordinatensystem

Die Werte der Lagerbedingungen UX, UY, UZ, MX, MY, MZ, MW haben folgende Bedeutung:

I) Keyword: LAGER_TYP

.FREE. kein Auflager
 .CONSTRAINED. starres Auflager

II) Keyword: FEDER_TYP

positiver Fließkommawert: Federkonstante bzw. Drehfederkonstante oder Wölbfederkonstante

Ist für das Ende eines statischen Elementes keine ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY definiert, ist dieses Ende in allen Freiheitsgraden fest an den Knoten gebunden, über den es im Entity ELEMENT definiert ist.

Beispiel 3 (Rahmen mit zentrischen Anschlüssen):

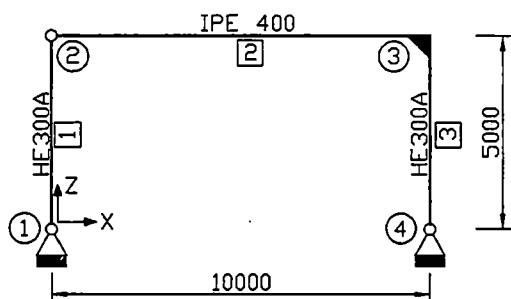


Bild 18: Rahmen mit zentrischen Anschlüssen

[illegible]

Knoten 1 (#12): Der Knoten ist zweiwertig unverschieblich gehalten. Zwischen Stabende und Knoten ist keine ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY definiert, die Verbindung ist also in allen Freiheitsgraden starr.

Knoten 2 (#13): Der Knoten ist frei beweglich. Zwischen Stab 1 (#16) und dem Knoten ist keine ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY definiert (starr), dafür zwischen Stab 2 (#17) und dem Knoten (Momentengelenk).

Knoten 3 (#14): Keine ELEMENT_NODE_CONNECTIVITYs: starre Verbindung der Stabenden.

Knoten 4 (#15): Der Knoten ist unverschieblich und unverdrehbar gehalten, das Gelenk ist über die ELEMENT NODE CONNECTIVITY definiert.

5.6.8 Entity ELEMENT_ECCENTRICITY

ELEMENT_ECCENTRICITY (Exzentrizität zwischen Element und Knoten)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
KS	[2]	ENUM		Bezugskordinatensystem	-
ELEM	[3]	Verweis		Verweis auf Entity ELEMENT	-
NODE	[4]	Verweis		Verweis auf Entity NODE	-
EX	[5]	REAL	opt.	Exzentrizitäten in x-Richtung	0.0
EY	[6]			Exzentrizitäten in y-Richtung	0.0
EZ	[7]			Exzentrizitäten in z-Richtung	0.0

Das Ende des ELEMENTs, das über den entsprechenden Knoten definiert ist, wird um die Werte von EX, EY und EZ im Bezugskordinatensystem verschoben.

KS:

- .WCS. Weltkordinatensystem
- .SCS. Teilkordinatensystem der SUBSTRUCTURE
- .ECS. Elementkordinatensystem

An Stabenden, an denen keine ELEMENT_ECCENTRICITY definiert ist, sind alle Exzentrizitäten gleich Null.

Variation von Beispiel 3 (Rahmen mit exzentrischen Anschlüssen):

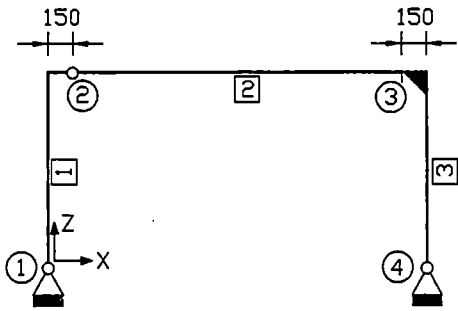


Bild 19: Rahmen mit exzentrischen Anschlüssen

```

/* STATIK3.STP */
...
#4=VERTEX(4,0.0,$,0.0,$);
#5=VERTEX(5,150.0,$,5000.0,$);
#6=VERTEX(6,9850.0,$,5000.0,$);
#7=VERTEX(7,10000.0,$,0.0,$);
...
#12=NODE('Hoe_1998-10-29T11:30:31_NODE1',1,'1998-10-29T11:30:31',#11,#4);
#13=NODE('Hoe_1998-10-29T11:30:31_NODE2',2,'1998-10-29T11:30:31',#11,#5);
#14=NODE('Hoe_1998-10-29T11:30:31_NODE3',3,'1998-10-29T11:30:31',#11,#6);
#15=NODE('Hoe_1998-10-29T11:30:31_NODE4',4,'1998-10-29T11:30:31',#11,#7);
#16=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL1',1,
    '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#12,#13),$,$,$,#8,#8,#10);
#17=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL2',2,
    '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#13,#14),$,$,$,#9,#9,#10);
#18=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL3',3,
    '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#14,#15),$,$,$,#8,#8,#10);
...
#21=ELEMENT_NODE_CONNECTIVITY(1,#17,#13,.SCS.,
    LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),$, LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),
    $, LAGER_TYP(.FREE.),$, $);

#22=ELEMENT_ECCENTRICITY(1,.SCS.,#16,#13,150.0,$,$);
#23=ELEMENT_ECCENTRICITY(2,.SCS.,#18,#14,-150.0,$,$);
...

```

5.6.9 Entity ELASTIC_SUPPORT

ELASTIC_SUPPORT (elastische Bettung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(EL)	[2]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity ELEMENT	-
RI	[3]	ENUM		Richtung der Bettung	-
X	[4]	REAL		Beginn der Bettung	-
L	[5]	REAL		Ende der Bettung	-
C1	[6]	REAL		Bettungswert am Beginn der Bettung	-
C2	[7]	REAL		Bettungswert am Ende der Bettung	-
D	[8]	REAL		Verschiebung des Angriffspunktes der Bettung (s. Bild 20)	-

RI:

.UX. in x-Richtung
 .UY. in y-Richtung
 .UZ. in z-Richtung
 .MX. um x-Achse
 .MY. um y-Achse
 .MZ. um z-Achse
 .MW. Verwölbung

Die Richtung der Bettungen bezieht sich auf das Elementkoordinatensystem. Bild 20 zeigt die Bedeutung des Attributes D (nur bei RI=.UY. und RI=.UZ.).

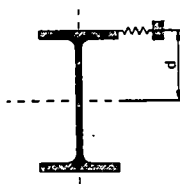


Bild 20: Verschiebung des Angriffspunktes der Bettung von der Schwerlinie des Elements [HALL94]

Beispiel (Fortsetzung von Beispiel 1 aus Abschnitt 5.6.6):



Bild 21: Elastische Bettung

```

/* STATIK.STP */
...
#13=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL1',1,'1998-08-07T10:25:00',
    .BEAM.,(#7,#8),$, $, $, #1, #1, #2);
...
#17=ELASTIC_SUPPORT(1, (#13), .UZ., 0.0, 4050.0, 1.0, 2.0, 0.0);
...

```

5.7 Einwirkungen

Dieser Abschnitt enthält Daten zu Einwirkungen und Einwirkungskombinationen. Alle Entities dieses Abschnittes sind durch Verweisketten über Entites NODE (Abschnitt 5.6.4) an Entities SUBSTRUCTURE (statisches Teilsystem, Abschnitt 5.6.1) gebunden. **Es ist nicht erlaubt, daß innerhalb dieser Verweisketten auf verschiedene SUBSTRUCTUREs verwiesen wird, oder daß innerhalb eines Datensatzes dieses Abschnittes auf verschiedene SUBSTRUCTUREs verwiesen wird.**

5.7.1 Entity ACTION

ACTION (Einwirkung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum der Erstellung oder Änderung dieses Datensatzes	-
TYP	[4]	ENUM		Art der Einwirkung	-
DW_X	[5]	REAL	opt.	Faktor für Eigengewicht in X-Richtung des Teilkoo- dinatensystems der SUBSTRUCTURE	-
DW_Y	[6]	REAL	opt.	Faktor für Eigengewicht in Y-Richtung des Teilkoo- dinatensystems der SUBSTRUCTURE	-
DW_Z	[7]	REAL	opt.	Faktor für Eigengewicht in Z-Richtung des Teilkoo- dinatensystems der SUBSTRUCTURE	-
GAMMA_F	[8]	REAL	opt.	Teilsicherheitsbeiwert	-
BEZ	[9]	STRING	opt.	Bezeichnung	-

- TYP:
- .IMPERFECTION.

.PERMANENT.

.VARIABLE.

.EXTRAORDINARY.
- Imperfektion

ständige Einwirkung

veränderliche Einwirkung

außergewöhnliche Einwirkung

Mit den Faktoren DW_X, DW_Y und DW_Z kann das Eigengewicht pauschal von allen statischen Elementen, die der SUBSTRUCTURE angehören, in den entsprechenden Richtungen des Teilkoo-
dinatensystems berücksichtigt werden. Diese Zuordnung des Eigengewichts zum Entity ACTION, und
nicht etwa zum Entity ACTION_COMBINATION (siehe Abschnitt 5.7.3), trägt der in Statikpro-
grammen verbreiteten Berücksichtigung des Eigengewichtes in Lastfällen und nicht in Kombinationen
Rechnung. Die Zugehörigkeit der Elemente zur SUBSTRUCTURE entsteht über die Verweiskette der
Entities ACTION <- NODAL_ATION -> NODE -> SUBSTRUCTURE oder ACTION <-
ELEMENT_ACTION-> ELEMENT -> NODE -> SUBSTRUCTURE.
Das Attribut GAMMA_F gibt den für eine Berechnung anzusetzenden Teilsicherheitsbeiwert an.
Auch das Eigengewicht aus den Faktoren DW_X, DW_Y und DW_Z wird mit GAMMA_F erhöht.

Beispiel (Fortsetzung von Abschnitt 5.6.6, Beispiel 1):

```
/* STATIK.STP */
...
#18=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC1',1,'1998-08-07T13:50:00',
.PERMANENT.,$, $,1.0,1.35,'Eigengewicht');
#19=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC2',2,'1998-08-07T13:50:00',
.VARIABLE.,$, $,1.5,'Lastfall 2');
...
```

5.7.2 Entity ACTION_COMBINATION_RULE

ACTION_COMBINATION_RULE (Einwirkungskombinationsregeln)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(ACT)	[2]	Liste aus Listen		Liste aus Listen mit Verweisen auf Entity ACTION oder Entity ACTION_COMBINATION	-
(PSI)	[3]	Liste aus Listen		Liste aus Listen aus Kombinationsbeiwerten	-
VERF	[4]	ENUM		Verfahren bei der Schnittkraftermittlung	-
BEZ	[5]	STRING	opt.	Bezeichnung der Kombinationsregel	-

Im Entity ACTION_COMBINATION_RULE sind die *Regeln*, nach denen die Kombination von Einwirkungen (Entity ACTION) oder Einwirkungskombinationen selbst (Entity ACTION_COMBINATION, siehe Abschnitt 5.7.3) mit Angabe der Kombinationsbeiwerte PSI und des Verfahrens zur Schnittgrößenermittlung definiert. Dabei können Datensätze vom Entity-Typ ACTION oder ACTION_COMBINATION, auf die innerhalb derselben inneren Liste in Attribut [2] verwiesen wird, nicht gleichzeitig auftreten (alternative Lastfälle). Die sich entsprechenden Listen in den Attributen [2] und [3] sind gleich groß. Die *Kombination selbst* wird mit Entity ACTION_COMBINATION durchgeführt, siehe Abschnitt 5.7.3.

VERF:

E_TH_I_O.	Elastisch, Theorie I. Ordnung
E_TH_II_O.	Elastisch, Theorie II. Ordnung
P_TH_I_O.	Plastisch, Theorie I. Ordnung
P_TH_II_O.	Plastisch, Theorie II. Ordnung

Beispiel:

```
/* ACR.STP */
...
#18=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC1',1,'1998-08-07T13:50:00',
  .PERMANENT.,$, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
#19=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC2',2, '1998-08-07T13:50:00',
  .VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Wind auf Giebelwand');
#20=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC3',3, '1998-08-07T13:50:00',
  .VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Wind auf Seitenwand');
#21=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC5',4, '1998-08-07T13:50:00',
  .VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Schneelast');

#22=ACTION_COMBINATION_RULE(1, ((#18), (#19, #20), (#21)),
  ((1.0), (1.0, 1.0), (0.5)),
  .E_TH_I_O., 'g+W+S/2');
#23=ACTION_COMBINATION_RULE(2, ((#18), (#19, #20), (#21)),
  ((1.0), (0.5, 0.5), (1.0)),
  .E_TH_I_O., '/*g+S+W/2');
...
```

5.7.3 Entity ACTION_COMBINATION

ACTION_COMBINATION (Einwirkungskombination)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
ACR	[2]	Verweis	opt.	Verweis auf ACTION_COMBINATION_RULE	-
(ACT)	[3]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity ACTION oder Entity ACTION_COMBINATION	-
(PSI)	[4]	Liste		Liste aus REAL mit zu (ACT) gehörenden Kombinationsbeiwerten	-
VERF	[5]	ENUM		Verfahren bei der Schnittkraftermittlung	-
BEZ	[6]	STRING	opt.	Bezeichnung der Einwirkungskombination	-
GAMMA	[7]	REAL	opt.	Globaler Faktor, mit dem alle betroffenen Einwirkungen zu multiplizieren sind.	1.0

Im Entity ACTION_COMBINATION sind die Einwirkungskombinationen definiert, nach denen die Datensätze vom Entity-Typ ACTION oder ACTION_COMBINATION kombiniert werden. Zu jeder Einwirkung gehört eine Kombinationsbeiwert PSI. Der Verweis ACR zeigt an, welche Kombinationsregel verwendet wurde.

VERF:

- E_TH_I_O. Elastisch, Theorie I. Ordnung
- E_TH_II_O. Elastisch, Theorie II. Ordnung
- P_TH_I_O. Plastisch, Theorie I. Ordnung
- P_TH_II_O. Plastisch, Theorie II. Ordnung

Beispiel:

```
/* ACR.STP */
...
#18=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC2',1,'1998-08-07T13:50:00',
.Permanent.,$, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
#19=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC3',2,'1998-08-07T13:50:00',
.VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Wind auf Giebelwand');
#20=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC4',3,'1998-08-07T13:50:00',
.VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Wind auf Seitenwand');
#21=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC5',4,'1998-08-07T13:50:00',
.VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Schneelast');
...
#24=ACTION_COMBINATION(1,$, (#18,#21),
(1.0,1.0),
.E_TH_I_O., 'G+S', 1.0);
#25=ACTION_COMBINATION(2,$, (#18,#19,#21),
(1.0,0.9,0.9),
.E_TH_I_O., 'G+Wgiebel+S', 1.0);
#26=ACTION_COMBINATION(3,$, (#18,#20,#21),
(1.0,0.9,0.9),
.E_TH_I_O., 'G+Wseite+S', 1.0);
#27=ACTION_COMBINATION(4,#22, (#18,#20,#21),
(1.0,1.0,0.5),
.E_TH_I_O., 'G+Wseite+S/2', 1.0);
#28=ACTION_COMBINATION(5,#23, (#18,#20,#21),
(1.0,0.5,1.0),
.E_TH_I_O., 'G+Wseite/2+S', 1.0);
...
```

5.7.4 Entity NODAL_ACTION

NODAL_ACTION (Knoteneinwirkung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(N)	[2]	Liste		Liste mit Verweisen auf Entity NODE	-
ACT	[3]	Verweis		Verweis auf Entity ACTION	-
KS	[4]	ENUM		Bezugskoordinatensystem	-
RI	[5]	ENUM		Richtung	-
TYP	[6]	ENUM		Art	-
F_K	[7]	REAL		Charakteristischer Wert der Einwirkung	-

KS:

.WCS.

Weltkoordinatensystem

.SCS.

Teilkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE

RI:

siehe Abschnitt 5.6.9

TYP:

.FORCE.

Kraftgröße

.DISPLACEMENT.

Weggröße

Beispiel (Fortsetzung von Abschnitt 5.6.6):

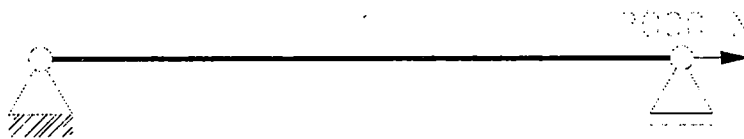


Bild 22: Knoteneinwirkung (Einzellast)

/* STATIK.STP */

```

...
#8=NODE('Hoe_1998-08-06T18:23:00_NODE2',2,'1998-08-06T18:23:00',#4,#6);
...
#19=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC2',2,'1998-08-07T13:50:00',
.VARIABLE.,$, $, $, 1.5, 'Lastfall 2');
#25=NODAL_ACTION(1, (#8), #19, .SCS., .UX., .FORCE., 2000.0);
...

```

5.7.5 Entity ELEMENT_ACTION

ELEMENT_ACTION (Elementeinwirkung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(EL)	[2]	Liste aus Listen		Listen mit Verweisen auf Entity ELEMENT	-
ACT	[3]	Verweis		Verweis auf Entity ACTION	-
KS	[4]	ENUM		Koordinatensystem für Richtung und Bezugslänge	-
X	[5]	REAL		Beginn der Einwirkung	-
L	[6]	REAL		Länge der Einwirkung	-
RI	[7]	ENUM		Richtung	-
TYP	[8]	ENUM		Typ	-
F_K1	[9]	REAL		Charakteristischer Wert der Einwirkung am Beginn	-
F_K2	[10]	REAL	opt.	Charakteristischer Wert der Einwirkung am Ende	-

(EL): Verweis auf die ELEMENTs, auf welche die Einwirkung wirkt.

- I) Für TYP=.IMPERFECTION. sind innerhalb einer inneren Liste die ELEMENTs referenziert, die zusammen eine durchgehende Vorverformungsfigur erhalten, siehe Beispiel 2.
- II) Für alle anderen Werte von TYP enthalten die inneren Listen nur jeweils ein Listenelement.

KS:
.WCS. Weltkoordinatensystem
.WCS_ECS. Richtungen im Weltkoordinatensystem, F_K bezieht sich auf die Elementlänge
.SCS. Teilkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE
.SCS_ECS. Richtungen im Teilkoordinatensystem der SUBSTRUCTURE, F_K bezieht sich auf die Elementlänge)
.ECS. Elementkoordinatensystem

RI:
wie bei Entity ELASTIC_SUPPORT (siehe Abschnitt 5.6.9)

TYP:
.FORCE. Kraftgröße
.TEMPERATURE. Temperatur
.IMPERFECTION. Imperfektion

Die Attribute KS, RI, TYP und L können in vielfältigen Kombinationen vorkommen. Die sich daraus ergebenden Elementlastbilder sind in Bild 23 dargestellt.

Beim Typ= .TEMPERATURE. hat das Attribut RI folgende Bedeutung:
RI = .X.: gleichmäßige Temperaturänderung
RI = .Y. oder .Z.: ungleichmäßige Temperaturänderung auf einer Elementseite.

Typ \ Richtung	RI = .UX.	RI = .UY.	RI = .UZ.
Gleichstreckenlast KS = .ECS. L <> 0.0 TYP = .FORCE.			
Gleichstreckenlast KS = .WCS. / .SCS. L <> 0.0 TYP = .FORCE.			
Einzellast KS = .ECS. L = 0.0 TYP = .FORCE.			
Einzellast KS = .WCS. / .SCS. L = 0.0 TYP = .FORCE.			
Temperatur KS = .ECS. TYP = .TEMPERATURE.			
Imperfektion (Verdrehung) KS = .ECS. TYP = .IMPERFECTION. F_K1, F_K2 = Anfangs-, Endwert der wahren Verschiebung [mm]			
Typ \ Richtung	RI = .MX.	RI = .MY.	RI = .MZ.
Gleichstreckenmoment KS = .ECS. L <> 0.0 TYP = .FORCE.			
Gleichstreckenmoment KS = .WCS. / .SCS. L <> 0.0 TYP = .FORCE.			
Einzelmoment KS = .ECS. L = 0.0 TYP = .FORCE.			
Einzelmoment KS = .WCS. / .SCS. L = 0.0 TYP = .FORCE.			
Imperfektion (Verkrümmung) KS = .ECS. TYP = .IMPERFECTION. F_K1 = Stich der Krümmung [mm]			

Bild 23: Zusammenstellung der Elementeinwirkungen

Beispiel 1 (Fortsetzung von Abschnitt 5.6.1):

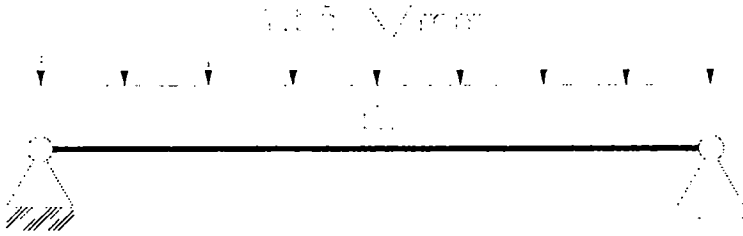


Bild 24: Elementeinwirkung, Gleichstreckenlast

```
/* STATIK.STP */
...
#13=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL1',1,
  '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#7,#8),$, $, $, #1, #1, #2);
...
#18=ACTION('Hoe_1998-08-07T13:50:00_AC1',1,'1998-08-07T13:50:00',
  .PERMANENT.,$, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
...
#21=ELEMENT_ACTION(1, (#13), #18, .SCS., 0.0, 4050.0, .UZ., .FORCE.,
  -1.55, -1.55);
...
```

Beispiel 2 (Imperfektionen):

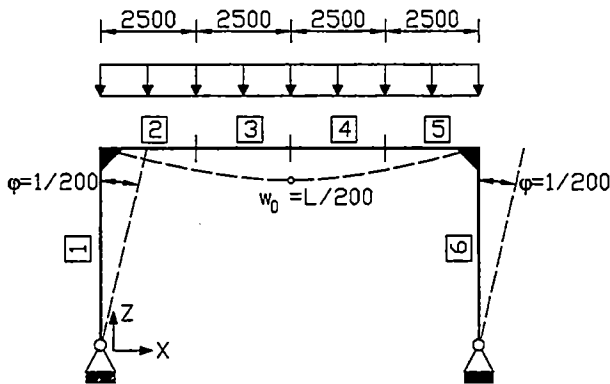


Bild 25: Gleichstreckenlast und Imperfektionen

```
/* IMP.STP */
...
#30=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL1',1,
  '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#20,#21),$, $, $, #9, #9, #10);
#31=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL2',2,
  '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#21,#22),$, $, $, #8, #8, #10);
#32='Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL3',3,
  '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#22,#23),$, $, $, #8, #8, #10);
#33=ELEMENT('Hoe_1998-08-07T10:25:00_EL4',4,
  '1998-08-07T10:25:00',.BEAM.,(#23,#24),$, $, $, #8, #8, #10);
#34=ELEMENT('Hoe_1998-08-08T10:25:00_EL2',5,
  '1998-08-08T10:25:00',.BEAM.,(#24,#25),$, $, $, #8, #8, #10);
#35=ELEMENT('Hoe_1998-08-08T10:25:00_EL3',6,
  '1998-08-08T10:25:00',.BEAM.,(#26,#25),$, $, $, #9, #9, #10);
#41=ACTION('Hoe_1998-08-08T10:25:00_AC1',1,'1998-08-08T10:25:00',
  .PERMANENT.,$, $, $, 1.35, 'Gesamtgewicht');
#42=ACTION('Hoe_1998-08-08T10:25:00_AC2',2,'1998-08-08T10:25:00',
  .IMPERFECTION.,$, $, $, 1.0, 'Vorverdrehung');
#43=ACTION('Hoe_1998-08-08T10:25:00_AC3',3,'1998-08-08T10:25:00',
  .IMPERFECTION.,$, $, $, 1.0, 'Vorverkrümmung');
#44=ELEMENT_ACTION(1, (#31,#32,#33,#34), #41, .SCS., 0.0, 2500.0, .UZ.,
  .FORCE., -5.0, -5.0);
#45= ELEMENT_ACTION(2, (#30,#35), #42, .ECS., $, $, .UZ.,
  .IMPERFECTION., 0.0, 25.0); /*Vorverdrehung*/
#46= ELEMENT_ACTION(3, (#31,#32,#33,#34), #43, .ECS., $, $, .UZ.,
  .IMPERFECTION., 50.0, $); /*Vorverkrümmung*/
#47=ACTION_COMBINATION(1, $, (#41,#42,43), (1.0,1.0,1.0),
  .E_TH_II_O., 'G+Imperfektionen', 1.0);
...
```

5.8 Ergebnisse aus statischer Berechnung

Dieser Abschnitt enthält Daten für Ergebnisse aus einer statischen Berechnung. Alle Entities dieses Abschnittes sind durch Verweisketten über Entites NODE (Abschnitt 5.6.4) an Entities SUBSTRUCTURE (statisches Teilsystem, Abschnitt 5.6.1) gebunden. **Es ist nicht erlaubt, daß innerhalb dieser Verweisketten auf verschiedene SUBSTRUCTURES verwiesen wird, oder daß innerhalb eines Datensatzes dieses Abschnittes auf verschiedene SUBSTRUCTURES verwiesen wird.**

5.8.1 Entity NODAL_REACTION

NODAL_REACTION (Auflagerreaktionen bzw. Knotenbewegungen)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
N	[1]	Verweis		Verweis auf Entity NODE	-
AC	[2]	Verweis		Verweis auf Entity ACTION_COMBINATION	-
UX	[3]	REAL	opt.	Wert in X-Richtung	-
UY	[4]	REAL	opt.	Wert in Y-Richtung	-
UZ	[5]	REAL	opt.	Wert in Z-Richtung	-
MX	[6]	REAL	opt.	Wert um X-Achse	-
MY	[7]	REAL	opt.	Wert um Y-Achse	-
MZ	[8]	REAL	opt.	Wert um Z-Achse	-
MW	[9]	REAL	opt.	Wert für Verwölbung	-

Die Richtungen der Knotenreaktionsgrößen UX, UY, UZ, MX, MY, MZ, MW entsprechen denen der Freiheitsgrade des Knotens, abhängig von den Werten ALPHA_X, ALPHA_Y und ALPHA_Z im Entity BOUNDARY_CONDITION (siehe Abschnitt 5.6.5). Die Bedeutung der Werte ist abhängig von der jeweiligen Lagerbedingung: Wenn der entsprechende Freiheitsgrad des Knotens eine Verschiebungsbehinderung besitzt, handelt es sich um eine Auflagerreaktion (Kraft oder Moment), ansonsten um eine Verschiebung oder Verdrehung. Wenn der Knoten an dieser Stelle mit einer Feder gelagert ist, handelt es sich um eine Verschiebung, die zugehörige Lagerkraft ist aus dieser Verschiebung und der Federkonstante zu ermitteln.

Beispiel 1 (Fortsetzung Abschnitt 5.7.5):

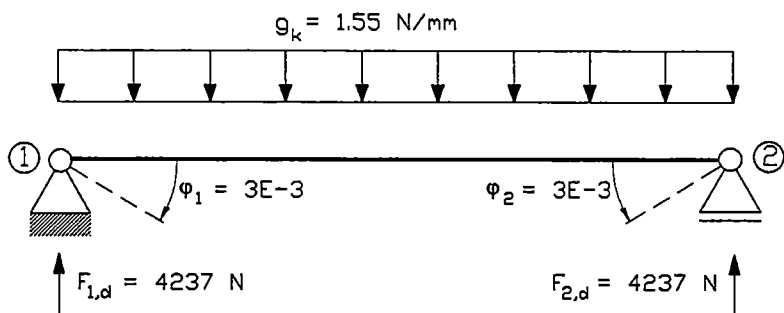


Bild 26: Knotenverdrehungen, Auflagerkräfte

```

/* STATIK.STP */
...
#7=NODE('Hoe_1998-08-06T18:23:00_NODE1',1, '1998-08-06T18:23:00',#4,#5);
#8=NODE('Hoe_1998-08-06T18:23:00_NODE2',2, '1998-08-06T18:23:00',#4,#6);
...
#13=ELEMENT('Hoe_1998-08-06T19:25:00_EL1',1, '1998-08-06T19:25:00',.BEAM.,
  (#7,#8),$, $, $, #1, #1, #2);
...
#18=ACTION('Hoe_1998-010-20T16:50:00_AC1',1, '1998-10-29T13:50:00',
  .PERMANENT., $, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
...
#21=ELEMENT_ACTION(1, (#13), #18, .SCS., 0.0, 4050.0, .UZ., .FORCE.,
  -1.55, -1.55);
...
#24=ACTION_COMBINATION(1, $, (#21), (1.0), .E_TH_I_O., 'G', 1.0);
...
#25=NODAL_REACTION(#7, #24, 0.0, $, 4237.0, $, -3.0E-3, $, $);
#26=NODAL_REACTION(#8, #24, 0.0, $, 4237.0, $, 3.0E-3, $, $);
...

```

Beispiel 2: gedrehtes Auflager

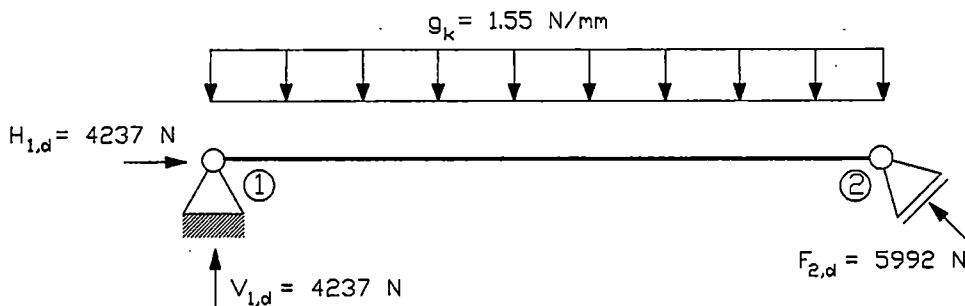


Bild 27: Auflagerkräfte am gedrehten Auflager

```

/* STATIK.STP */
...
#7=NODE('Hoe_1998-08-06T18:23:00_NODE1',1, '1998-08-06T18:23:00',#4,#5);
#8=NODE('Hoe_1998-08-06T18:23:00_NODE2',2, '1998-08-06T18:23:00',#4,#6);
#9=BOUNDARY_CONDITION(1, #7, 0.0, 0.0, 0.0,
  LAGER_TYP(.CONSTRAINED.), $, LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),
  $, LAGER_TYP(.FREE.), $, $);
#10=BOUNDARY_CONDITION(2, #8, 0.0, 45.0, 0.0,
  LAGER_TYP(.FREE.), $, LAGER_TYP(.CONSTRAINED.),
  $, LAGER_TYP(.FREE.), $, $);
#13=ELEMENT('Hoe_1998-08-06T19:25:00_EL1',1, '1998-08-06T19:25:00',.BEAM.,
  (#7,#8), $, $, $, #1, #1, #2);
...
#18=ACTION('Hoe_1998-10-20T16:50:00_AC1',1, '1998-10-29T13:50:00',
  .PERMANENT., $, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
...
#21=ELEMENT_ACTION(1, (#13), #18, .SCS., 0.0, 4050.0, .UZ., .FORCE.,
  -1.55, -1.55);
...
#24=ACTION_COMBINATION(1, $, (#21), (1.0), .E_TH_I_O., 'G', 1.0);
...
#25=NODAL_REACTION(#7, #24, 4237.0, $, 4237.0, $, $, $, $);
#26=NODAL_REACTION(#8, #24, 0.0, $, 5992.0, $, $, $, $);
...

```

5.8.2 Entity ELEMENT_REACTION

ELEMENT_REACTION (Schnittgröße oder Verformungsgröße innerhalb eines Elements)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
EL	[1]	Verweis		Verweis auf Entity ELEMENT	-
AC	[2]	Verweis		Verweis auf Entity ACTION_COMBINATION	-
X	[3]	REAL		Angriffspunkt in Richtung des Elementes	-
TYP	[4]	ENUM		Art der Reaktion	-
UX	[5]	REAL	opt.	Wert in X-Richtung	-
UY	[6]	REAL	opt.	Wert in Y-Richtung	-
UZ	[7]	REAL	opt.	Wert in Z-Richtung	-
MX	[8]	REAL	opt.	Wert um X-Achse	-
MY	[9]	REAL	opt.	Wert um Y-Achse	-
MZ	[10]	REAL	opt.	Wert um Z-Achse	-
MW	[11]	REAL	opt.	Wert für Verwölbung	-

TYP:
.DEFORMATION. Verformungsgröße
.MEMBER_FORCE. Schnittgröße

Die Richtungen der Elementreaktionen beziehen sich immer auf das Elementkoordinatensystem. Eine Verschiebungsgröße UY und UZ gibt die Verformung des ELEMENTS zu seiner Sehne zwischen dem verschobenen Anfangs- und Endpunkt an.

Beispiel 1 (Fortsetzung Abschnitt 5.8.1):

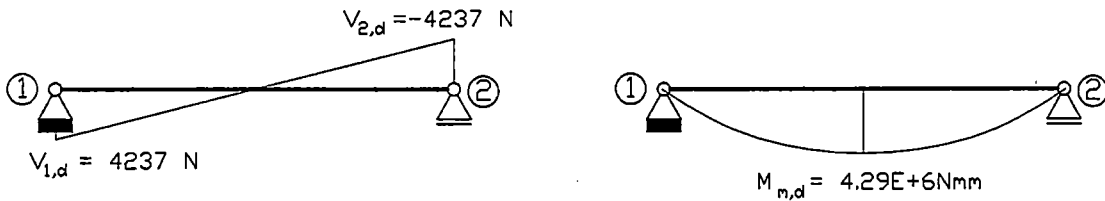


Bild 28: Querkraft und Moment

```

/* STATIK1.STP */
...
#13=ELEMENT('Hoe_1998-08-06T19:25:00_EL1',1,'1998-08-06T19:25:00',.BEAM.,
  (#7,#8),$, $, $, #1, #1, #2);
...
#18=ACTION('Hoe_1998-10-20T16:50:00_AC2',2,'1998-10-29T13:50:00',
  .PERMANENT., $, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
...
#21=ELEMENT_ACTION(1, (#13), #18, .SCS., 0.0, 4050.0, .UZ., .FORCE.,
  -1.55, -1.55);
...
#24=ACTION_COMBINATION(1, $, (#21), (1.0), .E_TH_I_O., 'G', 1.0);
...
#28=ELEMENT_REACTION(#13, #24, 0.0, .MEMBER_FORCE., 0.0, $, 4237.0, $, 0.0, $, $);
#29=ELEMENT_REACTION(#13, #24, 2025.0, .MEMBER_FORCE., 0.0, $, 0.0, $, 4.29E6, $, $);
#30=ELEMENT_REACTION(#13, #24, 4050.0, .MEMBER_FORCE., 0.0, $,
  -4237.0, $, 0.0, $, $);
...

```

Beispiel 2 (Verformungen am geteilten Stab):

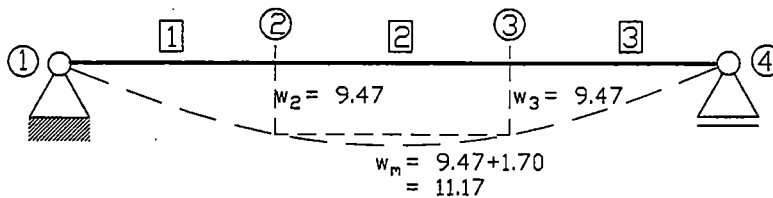


Bild 29: Verformungen

```

/* STATIK2.STP */
...
#15=ELEMENT('Hoe_1998-08-06T19:25:00_EL1',1,'1998-08-06T19:25:00',.BEAM.,
  (#7,#8),$, $, $, #1, #1, #2);
#16=ELEMENT('Hoe_1998-09-10T16:25:00_EL2',2,'1998-09-10T16:25:00',.BEAM.,
  (#8,#9),$, $, $, #1, #1, #2);
#17=ELEMENT('Hoe_1998-09-10T16:25:00_EL3',3,'1998-09-10T16:25:00',.BEAM.,
  (#9,#10),$, $, $, #1, #1, #2);
...
#23=ACTION('Hoe_1998-10-20T16:50:00_AC3',3,'1998-10-29T13:50:00',
  .PERMANENT., $, $, $, 1.35, 'Eigengewicht');
#24=ELEMENT_ACTION((1, (#15, #16, #17)), #23, .SCS., 0.0, 1350.0, .UZ., .FORCE.,
  -1.55, -1.55);
...
#26=ACTION_COMBINATION(1, $, (#23), (1.0), .E_TH_I_O., 'G', 1.0);
...
/* Knotenverschiebungen */
#27=NODAL_REACTION(#8, #26, 0.0, $, -9.47, $, $, $, $);
#28=NODAL_REACTION(#9, #26, 0.0, $, -9.47, $, $, $, $);
...
/* Elementverformung */
#29=ELEMENT_REACTION(#16, #26, 675.0, .DEFORMATION., 0.0, $, -1.70, $, $, $, $);
...

```

5.9 Entwurf

Dieser Abschnitt beschreibt den groben Entwurf einer Stahlkonstruktion mit stab- und blechförmigen Bauteilpositionen und die Anordnung der Bauteile im Raum. Dies schließt Haupt- und Anbauteile sowie Baugruppen ein, jedoch keine Anarbeitungsschritte.

5.9.1 Entity MEMBER

MEMBER (Position)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
CS	[2]	Verweis	opt.	Verweis auf Entity CROSS_SECTION als Querschnitt	-
MAT	[3]	Verweis	opt.	Verweis auf Entity MATERIAL	-
(PR)	[4]	Liste aus Verweisen	opt.	Verweise auf Entities CUTOUT, HOLE, SIGNATURE, COLD_BEND	-
PNR	[5]	STRING	opt.	Positionsnummer des Einzelteils (alphanumerisch)	-
BEZ	[6]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
LTYP	[7]	REAL oder Verweis	opt.	REAL-Wert der expliziten Länge oder Verweis auf Entity POLYLINE_LIST mit Schwere- und Spannungsnullinie	-
G	[8]	REAL	opt.	Gewicht ohne Anbauteile	-
GH	[9]	REAL	opt.	Handelsgewicht	-
U	[10]	REAL	opt.	Mantelfläche*	-

Durch das Entity MEMBER werden Positionen von Bauteilen beschrieben. **Es ist nicht erlaubt, mehr als einen Datensatz vom Entity-Typ MEMBER zu schreiben, bei denen alle Attribute gleich sind. Identische Positionen müssen in nur einem Datensatz definiert sein.** Es gibt verschiedene Arten von MEMBERS, die durch die folgenden Angaben definiert werden:

(PR):

Verweise auf mögliche Anarbeitungsgänge des Bauteils (siehe Abschnitt 5.10).

LTYP:

Für gerade Bauteilpositionen kann die Länge des unbearbeiteten Bauteils entweder als reelle Zahl (Keyword: LAENGEN_TYP) oder als Verweis auf ein Entity POLYLINE_LIST angegeben werden, in der die zuerst referenzierte POLYLINE die Länge beschreibt. Bei gekrümmten Bauteilpositionen definiert die in der POLYLINE_LIST zuerst referenzierte POLYLINE die Schwerelinie und die gekrümmte Länge des unbearbeiteten Bauteils, eine zweite referenzierte POLYLINE definiert ggf. die Spannungsnullinie. Alle Koordinaten beziehen sich auf das Positionskoordinatensystem.

Anmerkung: Die Bauteillänge wird *niemals* durch ein eventuell vorhandenes statisches Element definiert, das auf ein Entity MEMBER_LOCATION verweist, vergleiche Abschnitte 5.6.6 und 5.9.2.

Mit dem Entity MEMBER können außerdem anwenderdefinierte **Werknormteile** oder **Lochscha-blonen** beschrieben werden. In diesem Fall, und nur in diesem Fall, sind die Attribute [2], [3] und [7] undefiniert.

Blech mit beliebiger Außenkontur

Verweis auf Entity CROSS_SECTION und Angabe der Außenkontur durch Verweis auf Entity POLYLINE.

Beispiel 5:

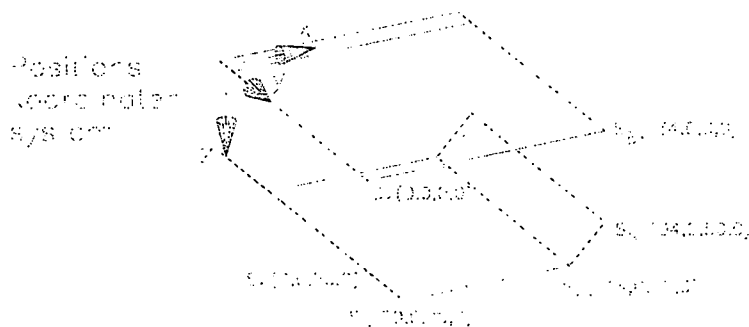


Bild 33: Position (Blech mit beliebiger Außenkontur)

Anmerkung: Im Entity CROSS_SECTION steht die Angabe der Blechdicke, nicht aber die Querschnittsbreite. Ein evtl. angegebenes Attribut B wird ignoriert. Die Grundform des Bleches wird über die POLYLINE definiert.

Beispiel:

[illegible]

5.9.2 Entity MEMBER_LOCATION

MEMBER_LOCATION (Bauteil)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum der Erstellung oder Änderung dieses Datensatzes	-
MEM	[4]	Verweis	opt.	Verweis auf Entity MEMBER	-
ML	[5]	Verweis	opt.	Verweis auf Entity MEMBER_LOCATION als zugehöriges übergeordnetes Teil	-
PNR	[6]	STRING	opt.	Positionsnummer (alphanumerisch) des Hauptteils oder der Baugruppe	-
BEZ	[7]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
KI	[8]	Verweis auf Entity VERTEX		Einfügekoordinatensystem, bezogen auf das Weltkoordinatensystem (Erläuterung s. Abschnitt 3.2)	-
KJ	[9]				
KR	[10]				
LAGE	[11]	ENUM		Flag zur Lagebestimmung	-
ALPHA	[12]	REAL		Drehwinkel um X-Achse des Einfügekoordinatensystems	-
DX1	[13]	REAL	opt.	Verschiebung des Bauteilansfangs in X-Richtung	-
DX2	[14]	REAL	opt.	Verschiebung des Bauteilendes in X-Richtung	-
DY	[15]	REAL	opt.	Verschiebung in Y-Richtung	-
DZ	[16]	REAL	opt.	Verschiebung in Z-Richtung	-
GK	[17]	REAL	opt.	Konstruktionsgewicht einschl. aller Anbauteile	-
SURF	[18]	Liste [1:?]	opt.	Verweise auf Entities SURFACE als Oberflächenbehandlungen	-

LAGE:

.NYNZ. .NY. .NYPZ. .NZ. .M. .PZ. .PYNZ. .PY. PYPZ.

Bei Blechen und Flachstählen (im Entity CROSS_SECTION sind die Attribute TYP = .B. und BEZ = 'FL...' oder TYP = .B. und BEZ = 'BL...', siehe Abschnitt 5.5.2) werden nur die Werte .NY., .M. und .PY. ausgewertet. Das bedeutet, daß bündige Lagen nur in Blechdickenrichtung möglich sind. Die Lage .M. für Bleche geht aus den Bildern 32 und 33 hervor.

Ein Bauteil (MEMBER_LOCATION) wird eingefügt, indem die folgenden Schritte in dieser Reihenfolge ausgeführt werden:

1) Das Einfügekoordinatensystem wird über die Punkte KI, KJ und KR definiert. Siehe dazu Abschnitt 3.2. Die Orientierung des Querschnittes ist dabei gemäß den Bildern 8 bis 11 (Abschnitt 5.5.2) festgelegt: die dort gezeichneten Achsen entsprechen im unverschobenen Zustand (LAGE=.M., ALPHA=0.0, DX1=DY=DZ=0.0) den Achsen des Einfügekoordinatensystems.

4) Das Bauteil wird zusätzlich noch um DX1, DY und DZ bzgl. des Einfügekoordinatensystems verschoben. DX2 hat keinen Einfluß auf die Lage des Bauteils. Zur Vorzeichendefinition von DX1 und DX2 siehe Beispiel 1 und 2.

Konstruktionsgewicht eines übergeordneten Teils oder einer Baugruppe einschließlich aller zugehörigen Anbauteile. In allen anderen Fällen ohne Bedeutung.

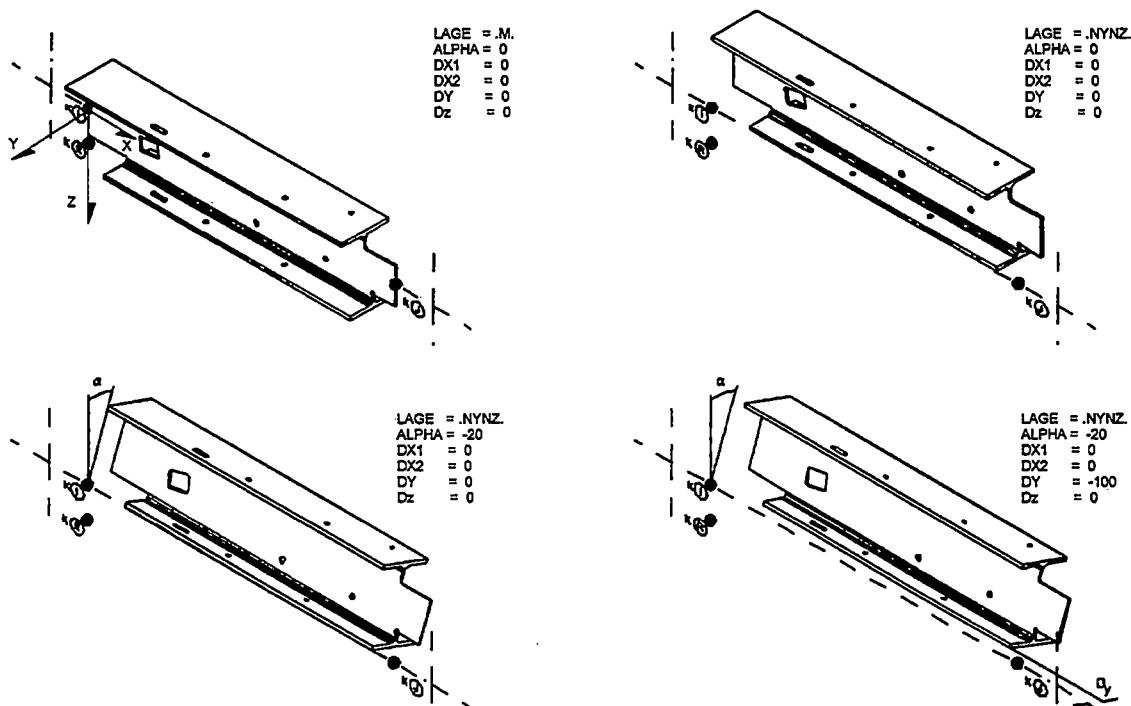


Bild 34: Lagedefinition von Bauteilen

Beispiel 1 (Doppelwinkel):

Die gespiegelte Lage der Winkel zueinander resultiert aus der unterschiedlichen Orientierung der Einfügekoordinatensysteme.

[illegible]

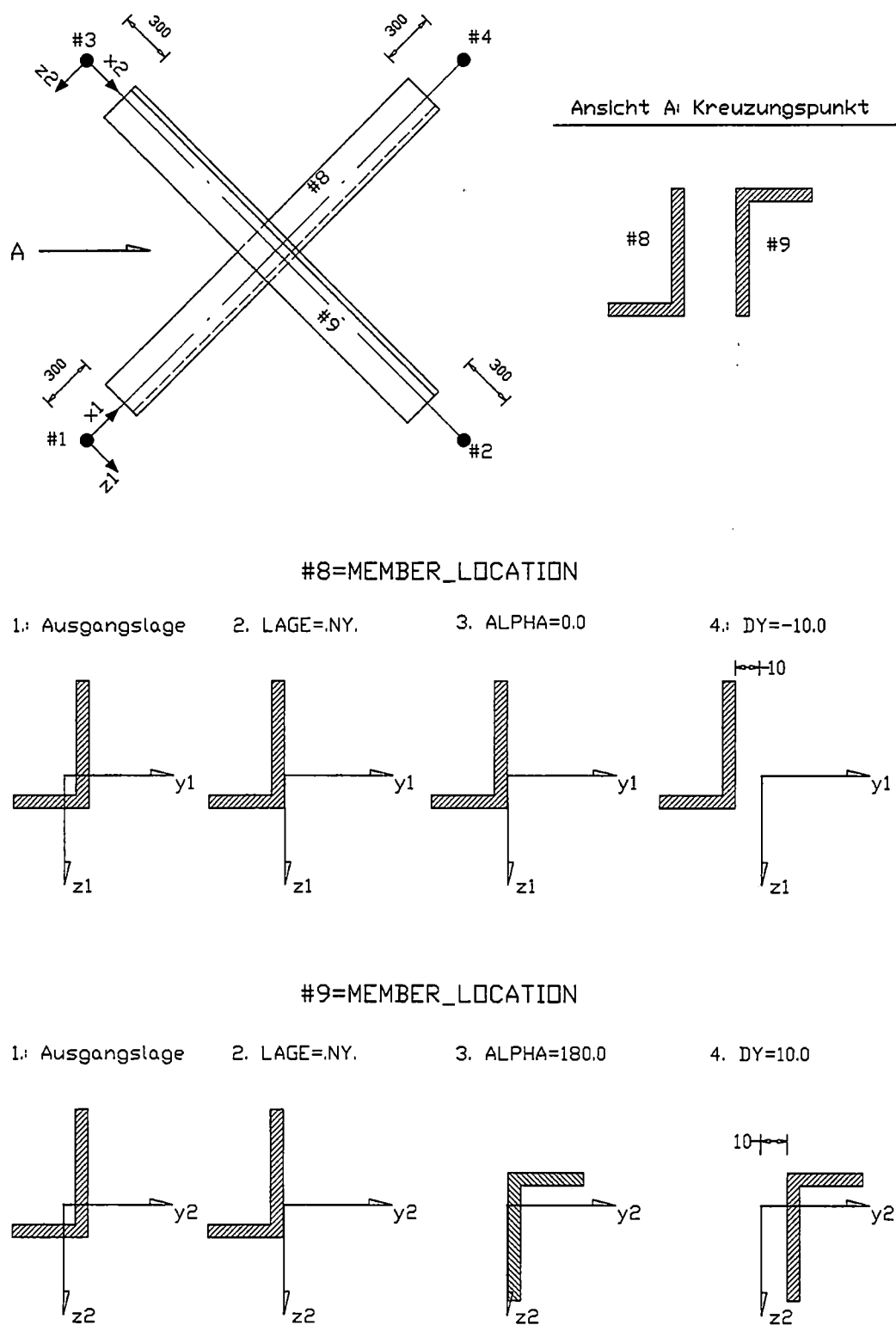


Bild 36: Gekreuzte Diagonalen

Ein Bauteil wird als **Anbauteil** definiert, indem die Variable ML auf das zugehörige übergeordnete Teil zeigt. In diesem Fall bezieht sich das Einfügekoordinatensystem nicht mehr auf das globale Koordinatensystem, sondern auf das Koordinatensystem des zugehörigen übergeordneten Teils. Die Bedeutung der Werte ALPHA, LAGE, DX1, DX2, DY, DZ ändert sich nicht.

5.10 Konstruktion

Dieser Abschnitt beschreibt die Anarbeitungen (Formänderungen) an Einzelteilen. Diese Beschreibungen können u.a. dazu benutzt werden, moderne Fertigungsmaschinen anzusteuern. Hinweise über Fertigungsmittel oder -art sind nicht enthalten.

5.10.1 Entity CUTOUT

CUTOUT (Verschneidung)					
Attribut	Nr.	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
PL	[2]	Verweis		Verweis auf Entity POLYLINE (zweidimensional)	-
KI	[3]	Verweis		Konturkoordinatensystem, bezogen auf Positionskoordinatensystem (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[4]				
KR	[5]				
Y1	[6]	REAL		obere Y-Koordinate des Volumenkörpers im Konturkoordinatensystem	-
Y2	[7]	REAL		untere Y-Koordinate des Volumenkörpers im Konturkoordinatensystem	
TYP	[8]	ENUM		Typ des CUTOUTs	-

Dieses Entity beschreibt einen Volumenkörper, der durch eine Volumenoperation von einem MEMBER abgezogen wird. Der Volumenkörper wird im Konturkoordinatensystem durch einen ebenen Polygonzug und zwei Höhenangaben definiert. Damit lassen sich sowohl beliebige Innenkonturen als auch Ausklinkungen und Verschneidungen von Rohrquerschnitten abbilden. Das Attribut TYP gibt einen Hinweis, aus welchem Konstruktionsschritt diese Formänderung hervorgegangen ist. Dieses Attribut ist sinnvoll zu besetzen, eine generelle Belegung mit .NON_SPECIFIED. ist nicht zulässig. TYP kann von NC-Maschinen genutzt werden.
Lang- und Rechtecklöcher werden ebenfalls mit dem Entity CUTOUT beschrieben.

<u>TYP:</u>		
.MITER_SQUARE.	Schrägschnitt	(1)
.COPING.	Ausklinkung an den Trägerenden	(2)
.WELD_PREPARATION.	Schweißnahtvorbereitung	(3)
.INTERNAL_CUTOUT.	Innenkontur	(4)
.EXTERNAL_CUTOUT.	Außenkontur (nicht 1-3)	(5)
.NON_SPECIFIED.	nicht nach 1-5 klassifizierbar	(6)

Es ist nicht festgelegt, durch welche Bearbeitungsmaschine die Formänderung ausgeführt wird. Um numerische Probleme zu vermeiden, sollen Flächen der Volumenkörper, die keinen Kontakt mit dem formnehmenden Teil haben, um ein sinnvolles Maß von den Flächen des Teiles abgesetzt werden (Aufblähen des Volumenkörpers). Das MEMBER darf durch diese Operation nicht in mehrere Teilstücke zerfallen.

5.10.2 Entity HOLE

HOLE (Kreisrundes Loch oder Lochbild mit entsprechenden Löchern.)					
Attribute	Nr.	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
(V)	[2]	Liste	opt.	Liste mit Verweisen auf Entities VERTEX	-
TYP	[3]	ENUM	opt.	Art der Bearbeitung	-
D	[4]	REAL	opt.	Durchmesser	-
T	[5]	REAL	opt.	Senktiefe oder Gewindetiefe in positiver y-Richtung des Lochkoordinatensystems, siehe Bild 38	-
ALPHA_E	[6]	REAL	opt.	Senkwinkel oder Gewindeauslauf, siehe Bild 38	-
KI	[7]	Verweis auf Entities VERTEX		Lochkoordinatensystem, bezogen auf Positionskoordinatensystem (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[8]				
KR	[9]				
STAT	[10]	ENUM	opt.	Bezug für das Lochkoordinatensystem	.STRAIGHT.

TYP:

.DRILLING.	Bohren
.TAPPING_RIGHT.	Rechtsgewinde
.TAPPING_LEFT.	Linksgewinde
.CENTRE_DRILLING.	Körnung
.COUNTERSINKING.	Senkung

STAT:

.STRAIGHT.	Lochkoordinatensystem bezieht sich auf das Bauteilkoordinatensystem im Rohzustand
.BENT.	Lochkoordinatensystem bezieht sich auf das Bauteilkoordinatensystem im gekanteten Zustand

Das Lochkoordinatensystem liegt auf der Bauteiloberfläche, die y-Achse zeigt in Bearbeitungsrichtung zum Material (was nicht bedeutet, daß sie senkrecht auf der Bauteiloberfläche stehen muß). Wenn (V) undefiniert ist, handelt es sich um ein einzelnes Loch, dessen Zentrum im Ursprung des Lochkoordinatensystems liegt. Wenn (V) eine Liste mit Verweisen auf Entity VERTEX ist, handelt es sich um ein Lochbild. Die Koordinaten der VERTEX beziehen sich auf das Lochkoordinatensystem.

Kreisförmige Löcher müssen durch dieses Entity beschrieben werden, ein Ausweichen auf das Entity CUTOUT ist nicht zulässig. Lang- und Rechtecklöcher können mit dem Entity HOLE jedoch nicht abgebildet werden. Dazu wird das Entity CUTOUT verwendet.
Bei den TYP=.DRILLING. und TYP= .CENTRE_DRILLING. werden die Attribute [5] und [6] ignoriert.

5.10.3 Entity SIGNATURE

SIGNATURE (Signierung)					
Attribute	Nr.	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
H	[2]	REAL	opt.	Höhe	-
MARKER	[3]	STRING oder Verweis		Signierung	-
KI	[4]	Verweis auf Entities VERTEX		Signierkoordinatensystem, bezogen auf Positionskoordinatensystem (Erläuterung siehe Abschnitt 3.2)	-
KJ	[5]				
KR	[6]				

MARKER

Die Signierung kann entweder als STRING (Keyword: MARKERTEXT_TYP) oder als POLYLINE_LIST zum Beispiel für Pulverlinien erfolgen.

Beispiel :



Bild 40: Signatur

[illegible]

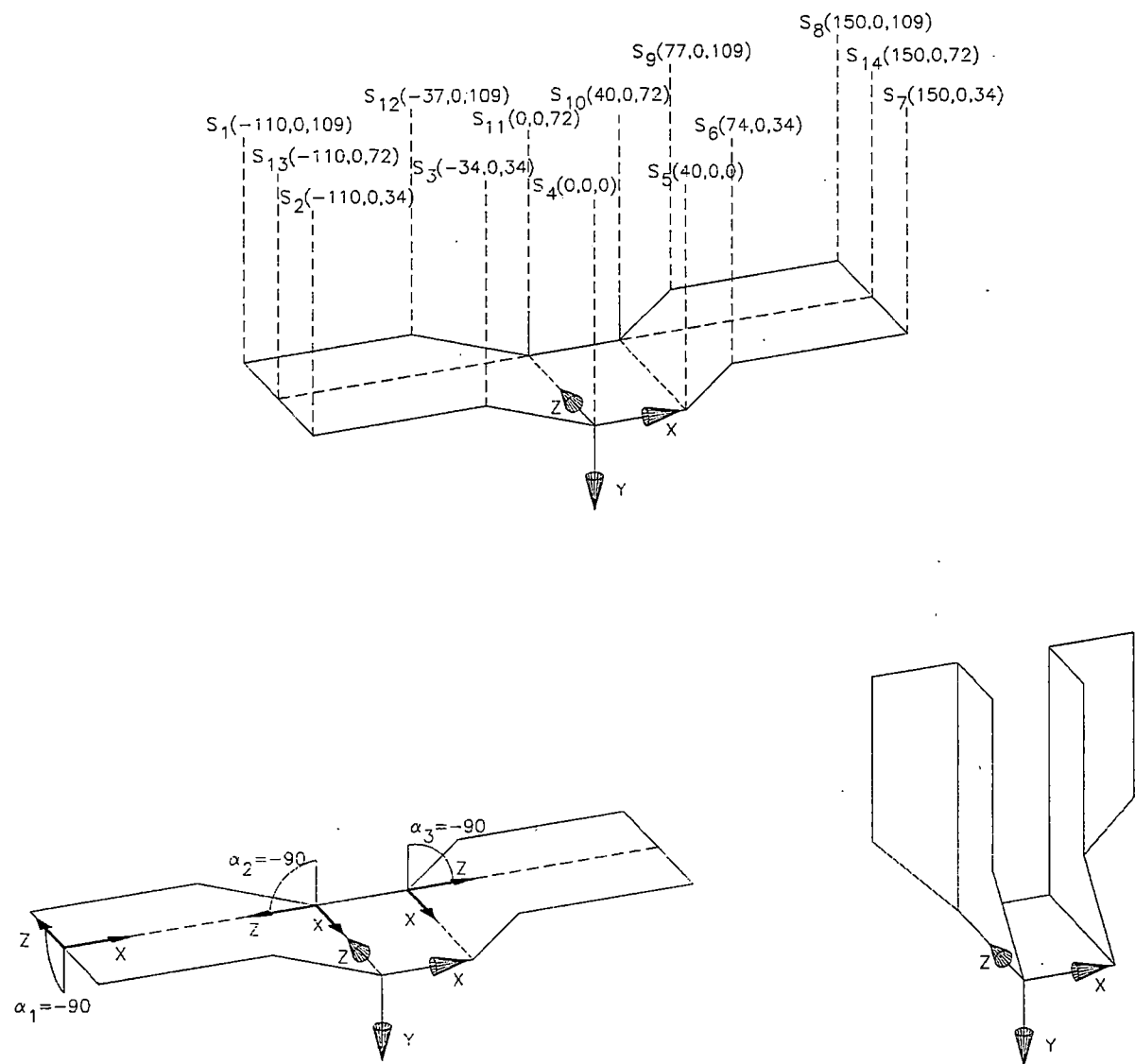


Bild 41: Kantung

5.12 Verbindungen

In diesem Abschnitt sind Entities für die detaillierte Beschreibung von Verbindungen zwischen Bauteilen (Entities MEMBER_LOCATION) sowie deren Verbindungsmittel beschrieben. Diese Entities definieren nicht die Randbedingungen von statischen Elementen.

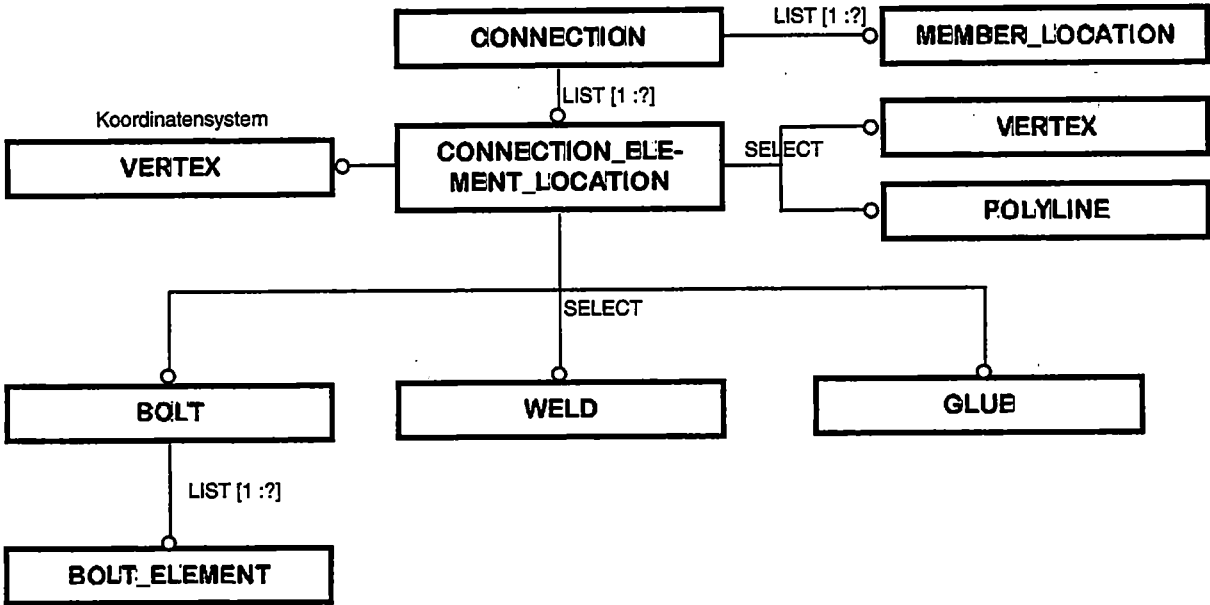


Bild 42: Vereinfachtes EXPRESS-G-Diagramm

5.12.1 Entity CONNECTION

CONNECTION (Verbindung)					
Attribute	Nr.	Typ	opt.	Inhalt	Default
ID	[1]	STRING		UNIQUE IDENTIFIER	-
NR	[2]	INT	opt.	Nummer	-
DATE	[3]	STRING		Datum und Uhrzeit der Erstellung oder letzten Änderung des Datensatzes	-
PNR	[4]	STRING	opt.	Positionsnummer	-
SPECIF	[5]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
(ML)	[6]	Liste [1:?] mit Verweisen		Verweise auf MEMBER_LOCATION als zu verbindende Bauteile	-
(CEL)	[7]	Liste [1:?] mit Verweisen		Verweise auf CONNECTION_ELEMENT_LOCATION	-
LEV	[8]	INT	opt.	Zusammenbaustufe	-
LOC	[9]	ENUM	opt.	Ort des Zusammenbaus	-

Im Entity CONNECTION wird angegeben, welche Bauteile miteinander verbunden werden. Sind Bauteile über Anbauteile miteinander verbunden, zum Beispiel über Kopfplatten, sind diese Anbauteil in (ML) referenziert. Das Attribut LEV gibt die Zusammenbaustufe an: Die Reihenfolge der Zahlen in mehreren Verbindungen zusammenhängender Bauteile gibt die Reihenfolge des Zusammenbaus an, siehe dazu das folgende Beispiel. Die schreibende Applikation hat dafür Sorge zu tragen, daß diese Reihenfolge mit der durch die MEMBER_LOCATIONs selbst gebildeten Hierarchie (Haupt- und Anbauteilstruktur) konsistent ist.

LOC:

.SHOP.

.ON_SITE.

Werkstattverbindung

Baustellenverbindung

Beispiel: Abwandlung des Rahmens in Achse 1 aus Abschnitt 6.1

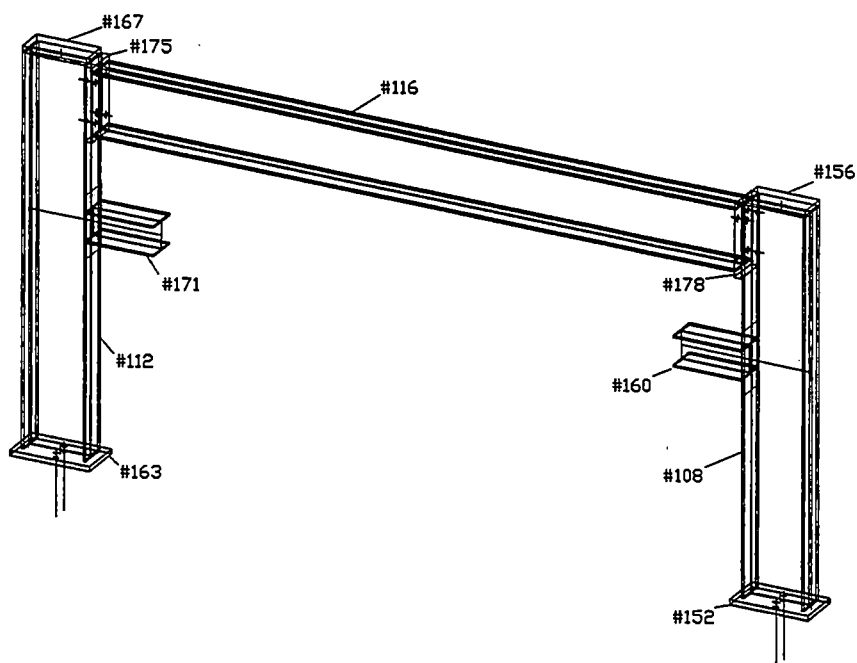


Bild 43: Verbindungen aus Haupt- und Anbauteilen

```
/* CONNECTION.STP */
...
/* SCHWEISSVERBINDUNGEN */
#1200=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON01',1,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Fussplatte',
  (#108,#152),(#1204),0,.SHOP.);
...
#1210=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON02',2,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Endplatte',
  (#108,#156),(#1214),0,.SHOP.);
...
#1220=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON03',3,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Konsole',
  (#108,#160),(#1224),1,.SHOP.);
...
#1300=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON04',4,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Fussplatte',
  (#112,#163),(#1304),0,.SHOP.);
...
#1310=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON05',5,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Endplatte',
  (#112,#167),(#1314),0,.SHOP.);
...
#1320=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON06',6,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Stuetze-Konsole',
  (#112,#171),(#1324),1,.SHOP.);
...
#1400=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON07',7,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Riegel-Kopfplatte',
  (#116,#175),(#1404),0,.SHOP.);
...
#1410=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON08',8,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Riegel-Kopfplatte',
  (#116,#178),(#1414),0,.SHOP.);
...
/* SCHRAUBVERBINDUNGEN */
#1500=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON09',9,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Montagestoss',
  (#108,#178),(#1504),2,.ON_SITE.);
...
#1510=CONNECTION('Hoe_1999-09-02T09:00:00_CON10',10,
  '1999-09-02T09:00:00',$,'Montagestoss',
  (#112,#175),(#1514),2,.ON_SITE.);
...
```

5.12.2 Entity CONNECTION_ELEMENT_LOCATION

CONNECTION_ELEMENT_LOCATION (Eingefügte Verbindungsmittel)					
Attribute	Nr.	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
KI	[2]	Verweis auf VERTEX		Einfügekoordinatensystem der Verbindungsmittel, bezogen auf das Koordinatensystem des ersten in der Liste (ML) des Entities CONNECTION referenzierten MEMBER_LOCATIONs	-
KJ	[3]				
KR	[4]				
CE	[5]	Verweis		Verweis auf Entities BOLT, WELD oder GLUE	-
GEO	[6]	Verweis		Verweis auf Entities VERTEX oder POLYLINE als Muster	-
DIREC	[7]	ENUM	opt.	Bei Schweißverbindungen: Richtung der Elektrode	-

Das Entity CONNECTION_ELEMENT_LOCATION ordnet das in CE referenzierte Verbindungsmittel in einem Muster an. Alle Verbindungsmittel haben die gleiche Ausrichtung. Die in GEO referenzierten Datensätze beziehen sich auf das durch die Attribute [2] bis [4] definierte Einfügekoordinatensystem.

DIREC:

- .POS_Z. Richtung der Elektrode beim Schweißen in positiver Z-Richtung des Einfügekoordinatensystems
- .NEG_Z. Richtung der Elektrode beim Schweißen in negativer Z-Richtung des Einfügekoordinatensystems

a) Verbindungen mit Schraubenteilen (CE verweist auf einen Datensatz BOLT):

Verweist das Attribut GEO auf einen Datensatz VERTEX, bestimmt dieser die Anordnung eines einzelnen Schraubenelementes im Einfügekoordinatensystem.

Verweist GEO auf einen Datensatz POLYLINE, ist auf jedem ihrer Scheitelpunkte ein Schraubenelement angeordnet. Alle Elemente dieses Schraubenbildes sind parallel: Die Orientierung der unterschiedlichen Schraubenteile sowie deren Abmessungen sind durch den im Attribut CE referenzierten Datensatz BOLT und dessen BOLT_ELEMENTs definiert.

b) Schweißverbindung (CE verweist auf einen Datensatz WELD):

Verweist das Attribut GEO auf einen VERTEX, handelt es sich um eine einzelne punktförmige Naht. In diesem Fall ist kein Nahtkoordinatensystem definiert.

Verweist das Attribut GEO auf eine POLYLINE, und handelt es sich um einen linienförmigen Nahttyp (siehe Attribut W_TYPE im Entity WELD), verläuft eine Schweißnaht mit konstanten Nahtparametern entlang dieses Polygons. Die POLYLINE ist die Referenzlinie der entsprechenden Naht. Die Referenzlinie muß entlang einer Kante der anzuschließenden Bauteile verlaufen; sie muß nicht eben sein. Das Koordinatensystem der Naht (vgl. Entity WELD) ist folgendermaßen definiert: Die x-Richtung folgt dem Verlauf der POLYLINE. Gibt es eine Kontaktfläche zwischen den angeschlossenen Bauteilen (unbearbeitet), siehe Bild 44, steht die y-Achse senkrecht auf dieser Kontaktfläche und zeigt vom Material des Bauteils weg, dessen Kante die Referenzlinie verfolgt. Gibt es keine Kontaktfläche, steht die y-Achse senkrecht zur Winkelhalbierenden der anschließenden Blechmittellinien und zeigt ebenfalls vom Material des Bauteils weg, dessen Kante die Referenzlinie verfolgt.

Die Richtungen des Nahtkoordinatensystems haben folgende Bedeutung: Die x-Richtung der Naht entspricht der Arbeitsrichtung des Schweißers; die z-Richtung bestimmt die Richtung der Schweiß-

lektrode, vergleiche Attribut DIREC. Somit bestimmen die Lage und Richtung der Referenzlinie die Schweißrichtung, siehe dazu die Beispiele beim Entity WELD. Diese Definition ist jedoch nur für den Anfangspunkt einer Naht oder für den ersten, geradlinigen Abschnitt einer Naht eindeutig. Deshalb müssen zur genauen Beschreibung nicht geradliniger Nahtverläufe abschnittsweise verschiedene CONNECTION_ELEMENT_LOCATIONS eingesetzt werden. Lediglich wenn eine vereinfachte Darstellung ausreicht, können komplexe Nahtverläufe durch einen einzigen Datensatz CONNECTION_ELEMENT_LOCATION dargestellt werden. Bei Verbindung von Bauteilen gemäß Bild 45a) und 45b) mit Kantenbearbeitungen wird zur Definition des Nahtkoordinatensystems die Kontaktfläche der unbearbeiteten Bauteile herangezogen.

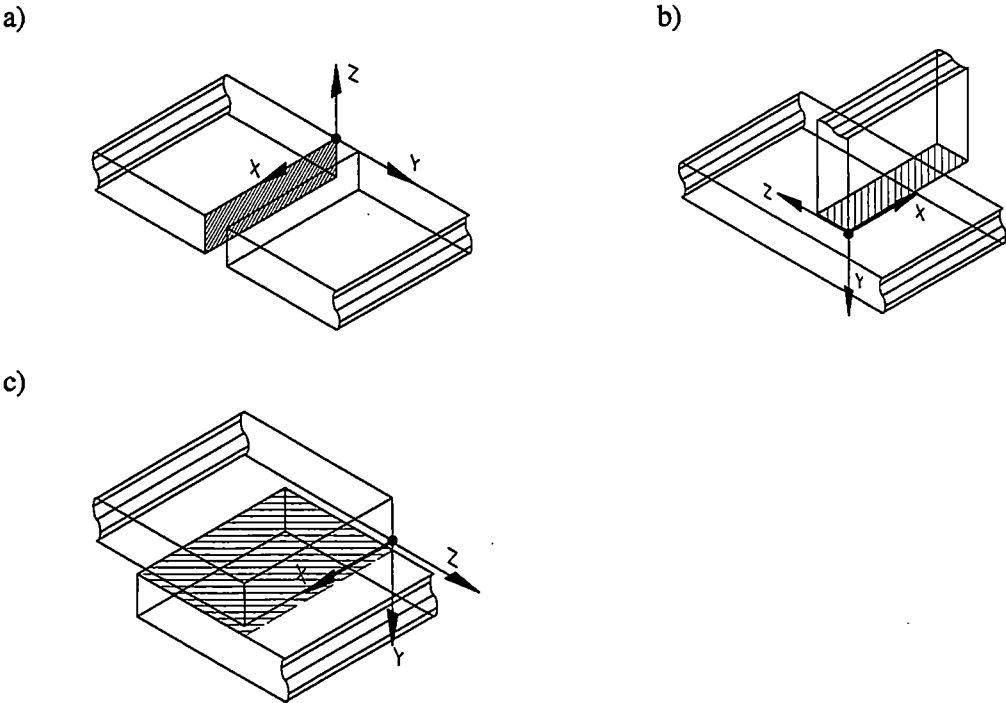


Bild 44: Verbundene Bauteile mit Kontaktfläche

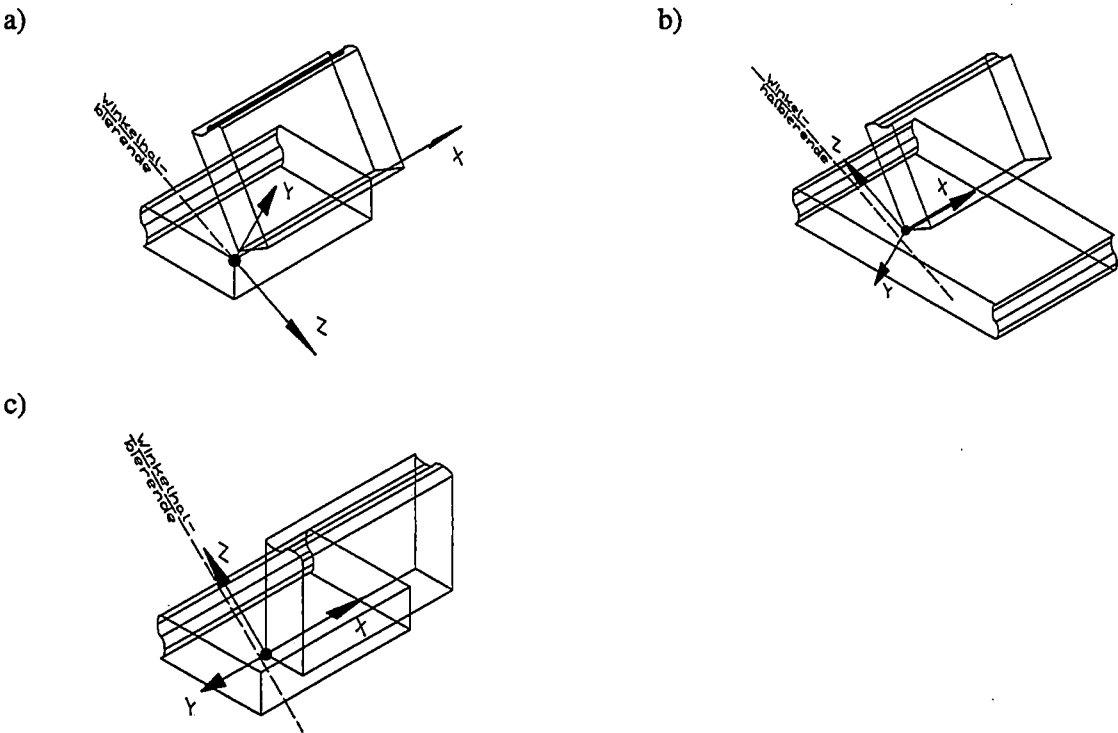


Bild 45: Verbundene Bauteile ohne Kontaktfläche

Handelt es sich um einen punktförmigen Nahttyp (siehe Attribut W_TYPE im Entity WELD), werden die Punkte auf den einzelnen Scheitelpunkten der POLYLINE angeordnet.

Handelt es sich um einen flächigen Nahttyp (siehe Attribut W_TYPE im Entity WELD), ist die POLYLINE in sich geschlossen und beschreibt die Begrenzung der Nahtfläche.

Der Nahtquerschnitt wird durch den im Attribut CE referenzierten Datensatz WELD definiert.

c) Klebeverbindungen (CE verweist auf einen Datensatz GLUE):

Eine im Attribut GEO referenzierte POLYLINE beschreibt je nach Typ der Klebung mehrere Klebepunkte, eine linienförmige oder eine flächige Klebung. Die POLYLINE kann räumlich sein. Der Typ der Klebung ist durch den im Attribut CE referenzierten Datensatz GLUE festgelegt.

Ein im Attribut GEO referenzierter VERTEX beschreibt einen einzelnen Klebepunkt.

5.12.3 Entity BOLT

BOLT (Schraubengarnitur, Bolzen, Niet oder Kopfbolzendübel)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
PNR	[2]	STRING	opt.	Positionsnummer	-
SPECIF	[3]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
(ELMS)	[4]	Liste [1:?] mit Verweisen		Verweise auf BOLT_ELEMENT als Elemente der Schraubengarnitur	-
VF	[5]	BOOLEAN	opt.	Verformungen zulässig/unzulässig	-
MY	[6]	REAL	opt.	Gleitreibungszahl	-
FRIC	[7]	BOOLEAN	opt.	Bei Schrauben: Gleitfeste Verbindung	.F.
FV	[8]	REAL	opt.	Bei Schrauben: Vorspannkraft	-

Im Entity BOLT werden Schraubengarnituren zusammengestellt, die sich aus den Elementen der Liste (ELMS) zusammensetzen. Die Listenelemente sind ihrer Reihenfolge in x-Richtung des BOLTs gemäß aufgeführt. Die Liste (ELMS) hat mindestens ein Listenelement. Die Position der zu verbindenden Bleche in (ELMS) wird durch ein BOLT_ELEMENT vom Typ B_TYPE = .PLATE. angezeigt.

Wird lediglich auf ein BOLT_ELEMENT vom Typ .ASSEMBLY. verwiesen, liegt die Standardanordnung vor (in Steckrichtung: Schraubenbolzen, alle Bleche, Unterlegscheibe, Mutter).

VF:

- .T. Verformungen zulässig
- .F. Verformungen unzulässig

FRIC:

- .T. Gleitfest vorgespannte Verbindung
- .F. Nicht gleitfest vorgespannte Verbindung

5.12.4 Entity BOLT_ELEMENT

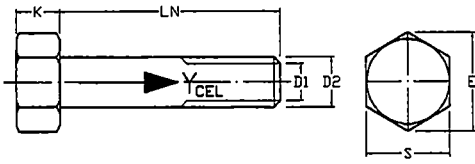
BOLT_ELEMENT (Schraubenelement)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
PNR	[2]	STRING	opt.	Positionsnummer	-
SPECIF	[3]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
B_TYPE	[4]	ENUM		Typ des Elementes	-
A_SP	[5]	REAL	opt.	Spannungsquerschnitt	-
K	[6]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
D1	[7]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
D2	[8]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
LN	[9]	REAL	opt.	Nennlänge, siehe Bild 46	-
LKMIN	[10]	REAL	opt.	minimale Klemmlänge	-
LKMAX	[11]	REAL	opt.	maximale Klemmlänge	-
E	[12]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
S	[13]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
HM	[14]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-
HS	[15]	REAL	opt.	siehe Bild 46	-

Enthält das Attribut SPECIF eine Bezeichnung nach [DSTV98a], so handelt es sich um ein Standardelement, und die Attribute [5] bis [15] haben keine Bedeutung. Die folgende Typisierung ist dementsprechend eine Untermenge aus [DSTV98a].

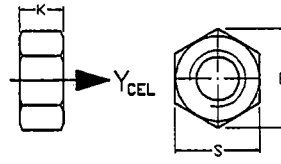
B TYPE:

.SL.	Roher Schraubenbolzen,
.SLP.	Paßschraubenbolzen
.NUT.	Mutter
.WASHER.	Unterlegscheibe, Federring
.ASSEMBLY.	Schraubengarnitur in Standardanordnung (Schraubenbolzen, alle Bleche, Unterlegscheiben, Mutter); Bezeichnung gemäß [DSTV98a]
.ANCHOR_BOLT.	Ankerschraube
.RIVET.	Niet
.PIN.	Zylinderbolzen
.THREADED_BOLT.	Gewindebolzen
.STUD_SHEAR_CONNECTOR.	Kopfbolzendübel
.WELDED_NUT.	Anschweißmutter, es gelten die Bezeichnungen für Muttern aus [DSTV98a]
.PLATE.	Platzhalter für das Blech eines anzuschließenden Bauteils

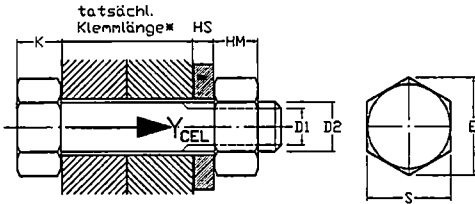
a) B_TYPE = .SL. , .SLP.



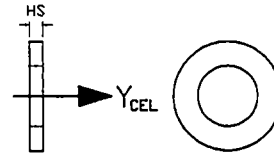
b) B_TYPE = .NUT.



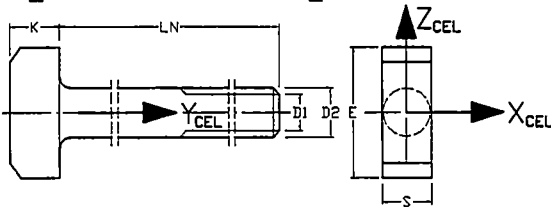
c) B_TYPE = .ASSEMBLY.



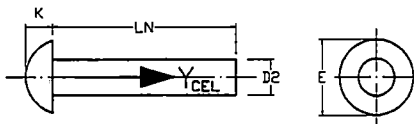
d) B_TYPE = .WASHER.



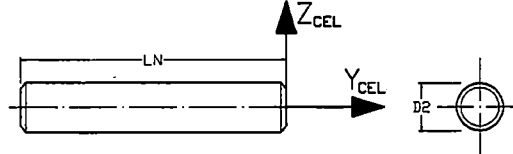
e) B_TYPE = .ANCHOR_BOLT.



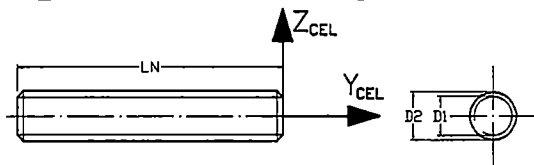
f) B_TYPE = .RIVET.



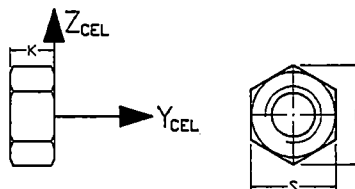
g) B_TYPE = .PIN.



h) B_TYPE = .THREADED_BOLT.



i) B_TYPE = .WELDED_NUT.



j) B_TYPE = .STUD_SHEAR_CONNECTOR.

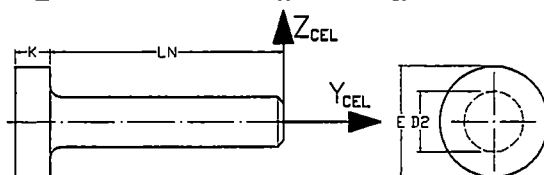


Bild 46: Abmessungen von Schraubenelementen und Orientierung im Einfügekoordinatensystem des CONNECTION_ELEMENT_LOCATION

Anmerkungen:

Für Schraubenelemente nach Bild 46 a) bis f) ist lediglich vorgegeben, daß ihre Längsachse in der Y-Achse des Einfügekoordinatensystems verläuft, ohne daß ein Einfügapunkt gegeben ist. Dieser richtet sich nach den verbundenen Blechen. Für Schraubenelemente nach g) bis j) ist der Einfügapunkt festgelegt.

*) Die tatsächliche Klemmlänge wird nicht durch Attribute angegeben; sie ergibt sich aus den anzuschließenden Blechen.

5.12.5 Entity WELD

WELD (Schweißnahtquerschnitt)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
PNR	[2]	STRING	opt.	Positionsnummer	-
SPECIF	[3]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
W_TYPE	[4]	ENUM		Nahtart	-
SURF	[5]	ENUM	opt.	Oberflächenform	-
PROCESS	[6]	ENUM	opt.	Schweißverfahren	-
A	[7]	REAL		rechnerische Schweißnahtdicke (bei linienförmigen Nähten), Schweißnahthöhe (bei flächenförmigen Nähten) oder Durchmesser (bei punktförmigen Nähten)	-
B	[8]	REAL	opt.	Einzelnahtlänge bei unterbrochenen linienförmigen Schweißnähten	-
C	[9]	REAL	opt.	Einzelnahtabstand bei unterbrochenen linienförmigen Schweißnähten	-

W_TYPE:

.PUNKTNAHT.

.BOERDEL_NAHT. .I_NAHT. .V_NAHT. .HV_NAHT. .Y_NAHT. .HY_NAHT. .U_NAHT.

.HU_NAHT. .GEGENNAHT. .KEHLNAHT. .LOCHNAHT. .LINIENNAHT.

.STEILFLANKENNAHT. .HALB_STEILFLANKENNAHT. .STIRNFLAECHENNAHT.

.SCHRAEGNAHT. .FALZNAHT. .AUFTRAGSNAHT. .DV_NAHT. .DHV_NAHT.

.DY_NAHT. .DHY_NAHT. .DU_NAHT. .DHU_NAHT. .VU_NAHT.

.V_NAHT_MIT_GEGENLAGE. .DOPPELKEHLNAHT. .DREIBLECHNAHT.

.SONSTIGE_NAHT. .UNTERBROCHENE_KEHLNAHT. .VERSETZT_UNTERBROCHENE_KEHLNAHT.

.FLAECHENNAHT.

SURF:

.GLATT. .GEWOELBT. .HOHL.

PROCESS:

.AUTOGEN. .OFFENES_LICHTBOGEN_VON_HAND. .OFFENES_LICHTBOGEN_MECHANISCH. .UNTERPULVER. .UNTERSCHIENEN. .WIG. .MIG. .MAG. .PUNKT. .ABBRENNSTUMPF. .BOLZEN.

Anmerkung: Die Werte der Enumerationen sind deutschsprachig, da englische Bezeichnungen zum Teil nicht zur Verfügung stehen.

Das Nahtkoordinatensystem ist im Entity CONNECTION_ELEMENT_LOCATION definiert. Die implementierende Applikation muß dafür sorgen, daß Lage und Richtung der Referenzlinie mit der gewünschten Elektrodenhaltung und damit der Anordnung der Naht übereinstimmen. Eine Applikation muß außerdem dafür Sorge tragen, daß eventuelle Schweißnahtvorbereitungen (Entity CUTOUT) und die Elektrodenhaltung zusammenpassen.

Anhand der beiden folgenden Beispiele wird der Zusammenhang von Referenzlinie und Anordnung der Naht deutlich. In allen Fällen ist die Bearbeitungsrichtung (entspricht x-Richtung) gleich.

Beispiel 1: Nahtanordnungen

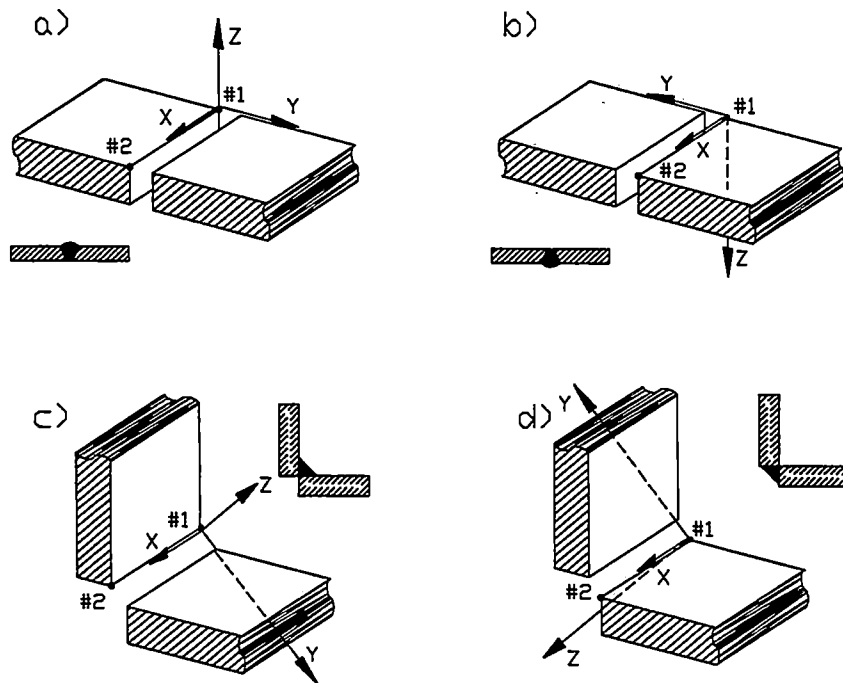


Bild 49: Nahtanordnungen

a) Stumpfnahht „von oben“

```

...
#7=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-17T09:00:00_ML01', $, '1999-09-17T09:00:00',
  #3, $, $, 'Flachstahl', #4, #5, #6, .M., 0.00, $, $, $, $, $, $);
...
#11=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-17T09:00:00_ML02', $, '1999-09-17T09:00:00',
  #3, $, $, 'Flachstahl', #8, #9, #10, .M., 0.00, $, $, $, $, $, $);
...
#12=CONNECTION('Hoe_1999-09-17T09:00:00_CON01', $, '1999-09-17T09:00:00',
  $, $, (#7, #11), (#16), $, $);
#13=VERTEX($, 0.0, -5.0, 50.0, $);
#14=VERTEX($, 1000.0, -5.0, 50.0, $);
#15=VERTEX($, 0.0, 1000.0, 50.0, $);
#16=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($, #13, #14, #15, #20, #19, .NEG_Z.);
#17=VERTEX($, 0.0, 0.0, 0.0, $);
#18=VERTEX($, 5000.0, 0.0, 0.0, $);
#19=POLYLINE($, (#17, #18));
#20=WELD($, $, 'Von oben', .I_NAHT., $, .UNTERPULVER., 3.0, $, $);...

```

b) Stumpfnahht „von unten“: Allein durch die veränderte Lage der Referenzlinie ändert sich die Orientierung des Nahtkoordinatensystems

...

c) Ecknaht „von innen“

```

...
#20=WELD($, $, 'Von innen', .KEHLNAHT., $, .MAG., 5.0, $, $);...

```

d) Ecknaht „von innen“: Allein durch die veränderte Lage der Referenzlinie ändert sich die Orientierung des Nahtkoordinatensystems

Beispiel 2: Punktförmige Nähte

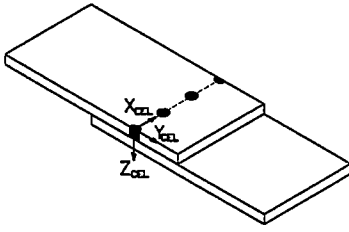


Bild 50: Punktförmige Nähte

```

/* SPOT_WELD.STP */
...
#3=MEMBER($,#2,#1,$,'A3','Blech 200x100x3',LAENGEN_TYP(200.0),$,$,$);
...
#7=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-16T10:00:00_ML01',#3,
    '1999-09-16T10:00:00',$,$,$,$,#4,#5,#6,.NY.,0.00,$,$,$,$,$);
...
#11=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-16T10:00:00_ML02',#3,
    '1999-09-16T10:00:00',$,$,$,$,#8,#9,#10,.NY.,0.00,$,$,$,$,$);

#12=CONNECTION('Hoe_1999-09-16T10:00:00_CON01',$,
    '1999-09-16T10:00:00',$,$,(#7,#11),(#16),$,$);
#13=VERTEX($,150.0,-3.0,-100.0,$);
#14=VERTEX($,150.0,-3.0,0.0,$);
#15=VERTEX($,150.0,0.0,-100.0,$);
#16=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#13,#14,#15,#22,#21,.POS_Z.);
#17=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#18=VERTEX($,33.3,0.0,0.0,$);
#19=VERTEX($,66.6,0.0,0.0,$);
#20=VERTEX($,100.0,0.0,0.0,$);
#21=POLYLINE($,(#17,#18,#19,#20));
#22=WELD($,$,'Punktnahte',.PUNKTNAHT,$,.PUNKT.,3.0,$,$);
...

```

Beispiel 3: Linienförmige Nähte

a) Vereinfachte Darstellung

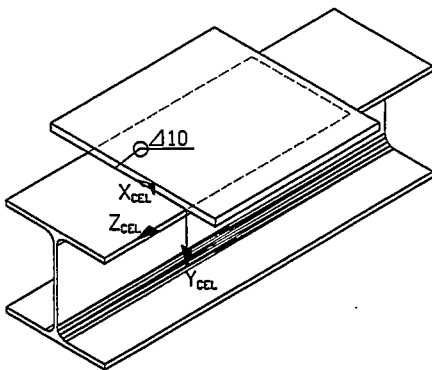


Bild 51: Umlaufende Kehlnaht, vereinfachte Darstellung

```

/* WELD_LINE_1.STP */
...
#3=MEMBER($,#2,#1,$,'POS010','Blech 500x500x20',LAENGEN_TYP(500.0),$,$,$);
...
#5=MEMBER($,#4,#1,$,'POS011','Traeger HE300A',LAENGEN_TYP(1000.0),$,$,$);
...
#9=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-16T11:30:10_ML01',$,'1999-09-16T11:30:10',
    #3,#13,$,'Platte als Anbauteil',#6,#7,#8,.NY.,0.00,$,$,$,$,$);
...
#13=MEMBER_LOCATION('Hoe_1999-09-16T11:30:10_ML02',$,'1999-09-16T11:30:10',
    #5,$,$,'Traeger',#10,#11,#12,.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#14=CONNECTION('Hoe_1999-09-16T11:30:10_CON01',$,'1999-09-16T11:30:10',$,
    'Umlaufende Naht, vereinfacht',(#9,#13),(#18),$,$);

```

```

#15=VERTEX($,250.0,150.0,0.0,$);
#16=VERTEX($,250.0,0.0,0.0,$);
#17=VERTEX($,0.0,150.0,0.0,$);
#18=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#15,#16,#17,#24,#23,$);
#19=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#20=VERTEX($,300.0,0.0,0.0,$);
#21=VERTEX($,300.0,0.0,-500.0,$);
#22=VERTEX($,0.0,0.0,-500.0,$);
#23=POLYLINE($, (#19,#20,#21,#22,#19));
#24=WELD($,$,'Kehlnaht-10',.KEHLNAHT.,$, .MAG.,10.0,$,$);
...

```

b) Genaue Darstellung

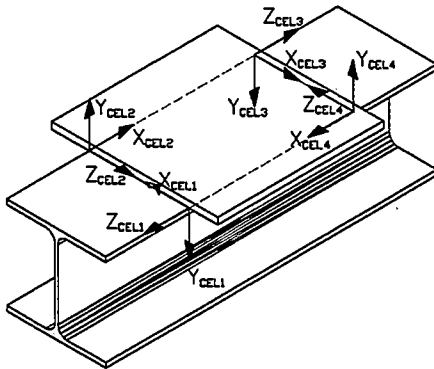


Bild 52: Umlaufende Kehlnaht, genaue Darstellung

```

/* WELD_LINE_2.STP */
...
#14=CONNECTION('Hoe_1999-09-16T13:25:37_CON01',$,'1999-09-16T13:25:37',$,
'Umlaufende Naht, genaue Darstellung',(#9,#13),
(#18,#25,#32,#39),$,$);
...
#18=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#15,#16,#17,#43,#21,.NEG_Z.);
#19=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#20=VERTEX($,300.0,0.0,0.0,$);
#21=POLYLINE($, (#19,#20));
...
#25=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#22,#23,#24,#43,#28,.POS_Z.);
#26=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#27=VERTEX($,500.0,0.0,0.0,$);
#28=POLYLINE($, (#26,#27));
...
#32=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#29,#30,#31,#43,#35,.NEG_Z.);
#33=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#34=VERTEX($,300.0,0.0,0.0,$);
#35=POLYLINE($, (#33,#34));
...
#39=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION($,#36,#37,#38,#43,#42,.POS_Z.);
#40=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#41=VERTEX($,500.0,0.0,0.0,$);
#42=POLYLINE($, (#40,#41));
...
#43=WELD($,$,'Kehlnaht-10',.KEHLNAHT.,$, .MAG.,10.0,$,$);
...

```

5.12.6 Entity GLUE

GLUE (Klebung)					
Attribute	Nr	Typ	opt.	Inhalt	Default
NR	[1]	INT	opt.	Nummer	-
PNR	[2]	STRING	opt.	Positionsnummer	-
SPECIF	[3]	STRING	opt.	Bezeichnung	-
G_TYPE	[4]	ENUM		Art der Klebung	-

G_TYPE:
.SPOT. punktförmig
.LINE. linienförmig
.AREA. flächig

Das Muster der Klebeverbindung wird, abhängig vom Typ der Klebung, durch den im Attribut GEO des Entities CONNECTION_ELEMENT_LOCATION referenzierten Datensatz definiert.

G_TYPE = .SPOT.:
Ein einzelner VERTEX oder jeder VERTEX der POLYLINE definiert einen Klebepunkt im Verbindungskordinatensystem.

G_TYPE = .LINE.:
Die POLYLINE definiert eine Klebelinie im Verbindungskordinatensystem.

G_TYPE = .AREA.:
Die POLYLINE ist geschlossen und definiert die Umrandung einer Klebefläche.


```

/* Bauteilpositionen */
#31=MEMBER(1,#23,#21,$,'P011','Stuetze Achsen 1, 2, 5, 6',
  LAENGEN_TYP(5000.0),$,$,$);
#32=MEMBER(2,#23,#21,$,'P012','Riegel Achsen 1, 2, 5, 6',
  LAENGEN_TYP(14400.0),$,$,$);
/* Riegel und Stuetzen im Verbandsfeld */
#33=MEMBER(3,#23,#21,$,'P021','Stuetze Achsen A3, E4',
  LAENGEN_TYP(5000.0),$,$,$);
#34=MEMBER(4,#23,#21,$,'P022','Stuetze Achsen A4, E3',
  LAENGEN_TYP(5000.0),$,$,$);
#35=MEMBER(5,#23,#21,$,'P023','Riegel Achsen 3, 4',
  LAENGEN_TYP(14400.0),$,$,$);
#36=MEMBER(6,#24,#21,$,'P031','Diagonale im Dach',
  LAENGEN_TYP(4883.0),$,$,$);
#37=MEMBER(7,#24,#21,$,'P041','Diagonale in Wand',
  LAENGEN_TYP(5572.0),$,$,$);
#38=MEMBER(8,#25,#22,$,'P051','Pfette',LAENGEN_TYP(20000.0),$,$,$);

```

```

/* Baugruppe Rahmen Achse 1 */
#101=VERTEX(4,0.0,0.0,0.0,$);
#102=VERTEX(5,1000.0,0.0,0.0,$);
#103=VERTEX(6,0.0,0.0,1000.0,$);
#104=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML01',1,'1998-10-
  29T18:00:32',$,$,'P001','Rahmen Achse 1',#101,#102,#103,
  .M.,0.00,$,$,$,$,$);
#105=VERTEX(7,0.0,0.0,0.0,$);
#106=VERTEX(8,0.0,0.0,1000.0,$);
#107=VERTEX(9,1000.0,0.0,0.0,$);
#108=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML02',2,'1998-10-
  29T18:00:32',#31,#104,$,'Stuetze Achse A',#105,#106,#107,
  .NYPZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#109=VERTEX(10,15000.0,0.0,0.0,$);
#110=VERTEX(11,15000.0,0.0,1000.0,$);
#111=VERTEX(12,0.0,0.0,0.0,$);
#112=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML03',3,'1998-10-
  29T18:00:32',#31,#104,$,'Stuetze Achse E',#109,#110,#111,
  .PYPZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#113=VERTEX(13,0.0,0.0,5000.0,$);
#114=VERTEX(14,1000.0,0.0,5000.0,$);
#115=VERTEX(15,0.0,0.0,0.0,$);
#116=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML04',4,'1998-10-
  29T18:00:32',#32,#104,$,'Riegel',#113,#114,#115,
  .NYPZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);

```

```

/* Baugruppe Rahmen Achse 2 */
#201=VERTEX(16,0.0,4000.0,0.0,$);
#202=VERTEX(17,1000.0,4000.0,0.0,$);
#203=VERTEX(18,0.0,4000.0,1000.0,$);
#204=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML05',5,'1998-10-
  29T18:00:32',$,$,'P002','Rahmen Achse 2',#201,#202,#203,
  .M.,0.00,$,$,$,$,$);
#205=VERTEX(19,0.0,0.0,0.0,$);
#206=VERTEX(20,0.0,0.0,1000.0,$);
#207=VERTEX(21,1000.0,0.0,0.0,$);
#208=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML06',6,'1998-10-
  29T18:00:32',#31,#204,$,'Stuetze Achse A',#205,#206,#207,
  .PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#209=VERTEX(22,15000.0,0.0,0.0,$);
#210=VERTEX(23,15000.0,0.0,1000.0,$);
#211=VERTEX(24,0.0,0.0,0.0,$);
#212=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML07',7,'1998-10-
  29T18:00:32',#31,#204,$,'Stuetze Achse E',#209,#210,#211,
  .PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#213=VERTEX(25,0.0,0.0,5000.0,$);
#214=VERTEX(26,1000.0,0.0,5000.0,$);
#215=VERTEX(27,0.0,0.0,0.0,$);
#216=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML08',8,'1998-10-
  29T18:00:32',#32,#204,$,'Riegel',#213,#214,#215,
  .PZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);

```

```

/* Baugruppe Rahmen Achse 3 */
#301=VERTEX(28,0.0,8000.0,0.0,$);
#302=VERTEX(29,1000.0,8000.0,0.0,$);

```

```
#303=VERTEX(30,0.0,8000.0,1000.0,$);
#304=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML09',9,'1998-10-
29T18:00:32',$,$,'P003','Rahmen Achse 3',#301,#302,#303,
.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#305=VERTEX(31,0.0,0.0,0.0,$);
#306=VERTEX(32,0.0,0.0,1000.0,$);
#307=VERTEX(33,1000.0,0.0,0.0,$);
#308=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML10',10,'1998-10-
29T18:00:32',#33,#304,$,'Stuetze Achse A',#305,#306,#307,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#309=VERTEX(34,15000.0,0.0,0.0,$);
#310=VERTEX(35,15000.0,0.0,1000.0,$);
#311=VERTEX(36,0.0,0.0,0.0,$);
#312=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML11',11,'1998-10-
29T18:00:32',#34,#304,$,'Stuetze Achse E',#309,#310,#311,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#313=VERTEX(37,0.0,0.0,5000.0,$);
#314=VERTEX(38,1000.0,0.0,5000.0,$);
#315=VERTEX(39,0.0,0.0,0.0,$);
#316=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML12',12,'1998-10-
29T18:00:32',#35,#304,$,'Riegel',#313,#314,#315,
.PZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);
```

```
/* Baugruppe Rahmen Achse 4 */
```

```
#401=VERTEX(40,0.0,12000.0,0.0,$);
#402=VERTEX(41,1000.0,12000.0,0.0,$);
#403=VERTEX(42,0.0,12000.0,1000.0,$);
#404=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML13',13,'1998-10-
29T18:00:32',$,$,'P004','Rahmen Achse 4',#401,#402,#403,
.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#405=VERTEX(46,0.0,0.0,0.0,$);
#406=VERTEX(47,0.0,0.0,1000.0,$);
#407=VERTEX(48,1000.0,0.0,0.0,$);
#408=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML15',15,'1998-10-
29T18:00:32',#34,#404,$,'Stuetze Achse A',#405,#406,#407,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#409=VERTEX(49,15000.0,0.0,0.0,$);
#410=VERTEX(50,15000.0,0.0,1000.0,$);
#411=VERTEX(51,0.0,0.0,0.0,$);
#412=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML16',16,'1998-10-
29T18:00:32',#33,#404,$,'Stuetze Achse E',#409,#410,#411,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#413=VERTEX(52,0.0,0.0,5000.0,$);
#414=VERTEX(53,1000.0,0.0,5000.0,$);
#415=VERTEX(54,0.0,0.0,0.0,$);
#416=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML17',17,'1998-10-
29T18:00:32',#35,#404,$,'Riegel',#413,#414,#415,
.PZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);
```

```
/* Baugruppe Rahmen Achse 5 */
```

```
#501=VERTEX(55,0.0,16000.0,0.0,$);
#502=VERTEX(56,1000.0,16000.0,0.0,$);
#503=VERTEX(57,0.0,16000.0,1000.0,$);
#504=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML18',18,'1998-10-
29T18:00:32',$,$,'P005','Rahmen Achse 5',#501,#502,#503,
.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#505=VERTEX(58,0.0,0.0,0.0,$);
#506=VERTEX(59,0.0,0.0,1000.0,$);
#507=VERTEX(60,1000.0,0.0,0.0,$);
#508=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML19',19,'1998-10-
29T18:00:32',#31,#504,$,'Stuetze Achse A',#505,#506,#507,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#509=VERTEX(61,15000.0,0.0,0.0,$);
#510=VERTEX(62,15000.0,0.0,1000.0,$);
#511=VERTEX(63,0.0,0.0,0.0,$);
#512=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML20',20,'1998-10-
29T18:00:32',#31,#504,$,'Stuetze Achse E',#509,#510,#511,
.PZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#513=VERTEX(64,0.0,0.0,5000.0,$);
#514=VERTEX(65,1000.0,0.0,5000.0,$);
#515=VERTEX(66,0.0,0.0,0.0,$);
#516=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML21',21,'1998-10-
29T18:00:32',#32,#504,$,'Riegel',#513,#514,#515,
.PZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);
```

```
/* Baugruppe Rahmen Achse 6 */
#601=VERTEX(67,0.0,20000.0,0.0,$);
#602=VERTEX(68,1000.0,20000.0,0.0,$);
#603=VERTEX(69,0.0,20000.0,1000.0,$);
#604=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML22',22,'1998-10-
29T18:00:32',$,$,'P006','Rahmen Achse 6',#601,#602,#603,
.M.,0.00,$,$,$,$,$);
#605=VERTEX(70,0.0,0.0,0.0,$);
#606=VERTEX(71,0.0,0.0,1000.0,$);
#607=VERTEX(72,1000.0,0.0,0.0,$);
#608=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML23',23,'1998-10-
29T18:00:32',#31,#604,$,'Stuetze Achse A',#605,#606,#607,
.PYPZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#609=VERTEX(73,15000.0,0.0,0.0,$);
#610=VERTEX(74,15000.0,0.0,1000.0,$);
#611=VERTEX(75,0.0,0.0,0.0,$);
#612=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML24',24,'1998-10-
29T18:00:32',#31,#604,$,'Stuetze Achse E',#609,#610,#611,
.NYPZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#613=VERTEX(76,0.0,0.0,5000.0,$);
#614=VERTEX(77,1000.0,0.0,5000.0,$);
#615=VERTEX(78,0.0,0.0,0.0,$);
#616=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML25',25,'1998-10-
29T18:00:32',#32,#604,$,'Riegel',#613,#614,#615,
.PYPZ.,0.00,300.0,-300.0,$,$,$,$);

/* Dach*/
#701=VERTEX($,0.0,0.0,5000.0,$);
#702=VERTEX($,0.0,1000.0,5000.0,$);
#703=VERTEX($,0.0,0.0,0.0,$);
#704=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML26',26,'1998-10-
29T18:00:32',#38,$,$,'Pfette',#701,#702,#703,.PYNZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#705=VERTEX($,3750.0,0.0,5000.0,$);
#706=VERTEX($,3750.0,1000.0,5000.0,$);
#707=VERTEX($,3750.0,0.0,0.0,$);
#708=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML27',27,'1998-10-
29T18:00:32',#38,$,$,'Pfette',#705,#706,#707,.NZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#709=VERTEX($,7500.0,0.0,5000.0,$);
#710=VERTEX($,7500.0,1000.0,5000.0,$);
#711=VERTEX($,7500.0,0.0,0.0,$);
#712=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML28',28,'1998-10-
29T18:00:32',#38,$,$,'Pfette',#709,#710,#711,.NZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#713=VERTEX($,11250.0,0.0,5000.0,$);
#714=VERTEX($,11250.0,1000.0,5000.0,$);
#715=VERTEX($,11250.0,0.0,0.0,$);
#716=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML29',29,'1998-10-
29T18:00:32',#38,$,$,'Pfette',#713,#714,#715,.NZ.,0.00,$,$,$,$,$);
#717=VERTEX($,15000.0,0.0,5000.0,$);
#718=VERTEX($,15000.0,1000.0,5000.0,$);
#719=VERTEX($,15000.0,0.0,0.0,$);
#720=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML30',30,'1998-10-
29T18:00:32',#38,$,$,'Pfette',#717,#718,#719,.NYNZ.,0.00,$,$,$,$,$);

#721=VERTEX($,0.0,8000.0,4995.0,$);
#722=VERTEX($,3750.0,8000.0,4995.0,$);
#723=VERTEX($,0.0,12000.0,4995.0,$);
#724=VERTEX($,3750.0,12000.0,4995.0,$);
#725=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML31',31,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#721,#724,#722,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#726=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML32',32,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#723,#722,#721,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);
#731=VERTEX($,3750.0,8000.0,4995.0,$);
#732=VERTEX($,7500.0,8000.0,4995.0,$);
#733=VERTEX($,3750.0,12000.0,4995.0,$);
#734=VERTEX($,7500.0,12000.0,4995.0,$);
#735=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML33',33,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#731,#734,#732,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#736=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML34',34,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#733,#732,#731,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);
```

```

#741=VERTEX($,7500.0,8000.0,4995.0,$);
#742=VERTEX($,11250.0,8000.0,4995.0,$);
#743=VERTEX($,7500.0,12000.0,4995.0,$);
#744=VERTEX($,11250.0,12000.0,4995.0,$);
#745=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML35',35,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#741,#744,#742,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#746=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML36',36,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#743,#742,#741,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);
#751=VERTEX($,11250.0,8000.0,4995.0,$);
#752=VERTEX($,15000.0,8000.0,4995.0,$);
#753=VERTEX($,11250.0,12000.0,4995.0,$);
#754=VERTEX($,15000.0,12000.0,4995.0,$);
#755=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML36',36,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#751,#754,#752,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#756=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML37',37,'1998-10-
29T12:55:00',#36,$,$,$,#753,#752,#751,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);

/* Laengswandverbaende */
#801=VERTEX($,295.0,12000.0,0.0,$);
#802=VERTEX($,295.0,8000.0,0.0,$);
#803=VERTEX($,295.0,12000.0,4700.0,$);
#804=VERTEX($,295.0,8000.0,4700.0,$);
#805=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML38',38,'1998-10-
29T12:55:00',#37,$,$,$,#801,#804,#802,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#806=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML39',39,'1998-10-
29T12:55:00',#37,$,$,$,#803,#802,#801,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);
#811=VERTEX($,14705.0,8000.0,0.0,$);
#812=VERTEX($,14705.0,12000.0,0.0,$);
#813=VERTEX($,14705.0,8000.0,4700.0,$);
#814=VERTEX($,14705.0,12000.0,4700.0,$);
#815=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML40',40,'1998-10-
29T12:55:00',#37,$,$,$,#811,#814,#812,
.NY.,0.0,300.0,-300.0,-5.0,0.0,$,$);
#816=MEMBER_LOCATION('Hoe_1998-10-29T18:00:32_ML40',40,'1998-10-
29T12:55:00',#37,$,$,$,#813,#812,#811,
.NY.,180.0,300.0,-300.0,5.0,0.0,$,$);

/* Zusaeztzliche Informationen */
#901=CUSTOM_ENTITY('Hoe_1998-10-29T18:00:32_CUSTOM1',1,
'1998-10-29T18:00:32',(#408,#412,#416,#508,#512,#516),$,$,
('Information A zum Verbandsfeld: ...'),.T.);
#902=STRUCTURE(1,.STRUCTURAL_ANALYSIS,'Rahmen2 fuer statische
Berechnung',CAD1, (#204));
#903=CUSTOM_ENTITY('Hoe_1998-10-29T18:00:32_CUSTOM2',2,
'1998-10-29T18:00:32',(#408,#412,#416,#508,#512,#516),$,$,
('Information B zum Verbandsfeld: ...'),.F.);

ENDSEC;

END-ISO-10303-21;

```

Anmerkungen zum Beispiel:

- Die Datei 'bsp6_1.stp' wurde vom 'Mitarbeiter 1' der 'Stahlbaufirma 1' mit dem Programm 'CAD 1' erzeugt. Dieses Programm unterstützt den Implementierungsbereich '3(OUT)' - „Entwurf Schreiben“ - der Produktschnittstelle, vergleiche Teil 3 der Standardbeschreibung.
- Bei der Positionierung haben die Einzelteile der Rahmen, an denen die Verbände angeschlossen werden sollen, eigene Positionsnummern bekommen, obwohl sie sich geometrisch von den übrigen Rahmen nicht unterscheiden. Dies widerspricht der Regelung in Abschnitt 5.9.1 nicht.
- Der Konstrukteur hat applikationsrelevante Daten im Datensatz #901 mit der Auflage der Verweispflege und im Datensatz #903 mit dem Verbot der Verweispflege abgelegt.
- Der Konstrukteur hat mit dem Datensatz #902 den Rahmen in Achse 2 für eine spätere statische Berechnung gekennzeichnet.

6.2 Szenario: Entwurf => Statik

Im folgenden Beispiel wird die im Abschnitt 6.1 beschriebene Datei von dem Statikprogramm 'Statik1' eingelesen, das dazu die Implementierungsbereiche „Entwurf Einlesen“ - '3(IN)' - unterstützen muß, vergleiche Teil 3 der Standardbeschreibung. Aus dem Entity STRUCTURE erhält das Programm die Information, daß es lediglich den Rahmen in Achse 2 berechnen soll. Dazu muß der Statiker die Lagerungsbedingungen erzeugen und die Lasten auf diesen Rahmen aufbringen.

Bei der Berechnung ergibt sich, daß Stützen- und Riegelprofile zu schwach bemessen waren, weshalb der Statiker in beiden Fällen IPE 400-Profile einsetzt. Diese Änderung kann das Programm auf zwei Arten in der Austauschdatei vornehmen: Es kann den Querschnitt im bereits existierenden Datensatz #23=CROSS_SECTION(...) verändern, wodurch Änderungen im gesamten Datenbestand, den das Programm zum Teil jedoch nicht interpretieren kann, auftreten können. Deshalb kann die zweite Möglichkeit, den entsprechenden statischen Elementen einen ganz neuen Datensatz vom Entity-Typ CROSS_SECTION zuzuordnen, unter Umständen sinnvoller sein. In der folgenden Datei wurde der zweite Weg gewählt.

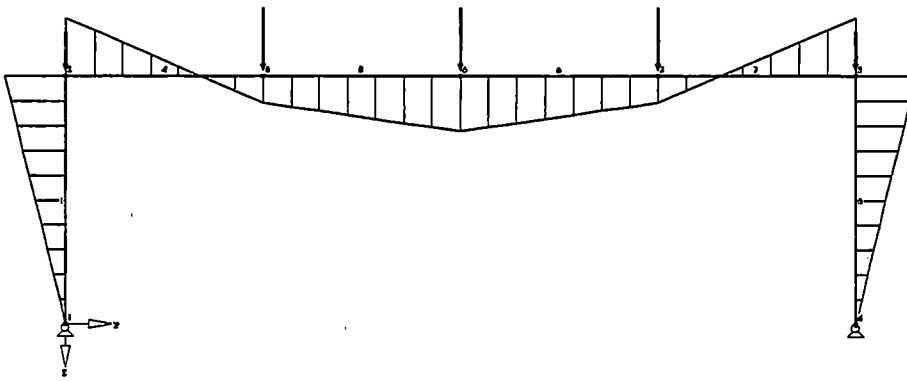


Bild 54: Statische Berechnung

ISO-10303-21;

```
HEADER;
FILE_DESCRIPTION(('Beispiel 6.2'), '2(OUT)/3(IN)');
FILE_NAME('bsp6_2.stp', '1998-10-30T11:30:00', ('Mitarbeiter1', 'StatikerXY'),
('Stahlbaufirma1, Berckmuellerstr. 4, 76131 Karlsruhe, Germany',
'StatikbueroXY, Ostendstr. 35, 76131 Karlsruhe, Germany'),
'', 'Statik1', 'StatikbueroXY, Ostendstr. 35, 76131 Karlsruhe, Germany');
FILE_SCHEMA(('PSS_2000_04'));
ENDSEC;
```

```
DATA;
/* Bauwerksdaten */
#1=OWNER('Universitaet Karlsruhe (TH), 76128 Karlsruhe');
#2=BUILDING_SITE('Kaiserstrasse 12, 76128 Karlsruhe');
#3=ARCHITECT('-');
#4=SPECIFICATION ('Halle im Gruenen');
...
```

```
/* Material und Querschnitte */
```


[illegible]

Anmerkungen zum Beispiel:

- Der gesamte Datenbestand, den das Statikprogramm nicht interpretieren konnte, ist unverändert erhalten geblieben und wieder in die Austauschdatei geschrieben worden.
- Der Riegel wurde im statischen System geteilt, um die Einzellasten aufnehmen zu können.
- Durch den Verweis der statischen Elemente auf die entsprechenden Bauteile hat der Konstrukteur, wenn er die Datei zur Änderung wieder einliest, die Möglichkeit, die Veränderungen zurückzuverfolgen.
- Durch die CUSTOM_ENTITIES #1101 und #1102 wurde den statischen Elementen, die die maximalen Momente aufweisen, die Information mitgegeben, daß der Nachweis mit der entsprechenden ELEMENT_REACTION erfüllt ist. Das Attribut TYP wurde zu 'F.' gesetzt, das heißt, daß die Verweise im CUSTOM_ENTITY gelöscht werden sollen, wenn in den referenzierten Datensätzen Änderungen vorgenommen werden.

Die in Abschnitt 6.2 gezeigte Austauschdatei soll jetzt zu einem anderen Konstrukteur 'Mitarbeiter2' im Programm 'CAD2' weitergeleitet werden, damit dieser die notwendigen Änderungen am Entwurf durchführen kann. Das Programm muß dabei die Implementierungsbereiche „Statische Struktur Einlesen“ - '1(IN)' - und „Entwurf Einlesen“ - '3(IN)' - unterstützen, damit es die Änderungen des Statikers verarbeiten kann (siehe dazu Teil 3 der Standardbeschreibung). Der Konstrukteur muß lediglich die Querschnitte der Stützen und Riegel ändern. Das Programm muß daraufhin die Bauteillängen der Riegel kürzen, da der lichte Abstand zwischen den Stützen kleiner wird.

Das Programm nimmt beim Herausschreiben der Datei Änderungen in den CROSS_SECTIONs der Stützen und Riegel sowie den MEMBERS und den MEMBER_LOCATIONs nur der Riegel vor (UNIQUE IDENTIFIER bleibt erhalten); die geänderten Attribute sind fett gedruckt. Dabei vergibt das Programm neue Datensatznummern an alle Datensätze, in denen Änderungen vorgenommen wurden. Da im CUSTOM_ENTITY #901 das Attribut TYP mit '.T.' belegt ist, müssen die Verweise auf die geänderten Datensätze gepflegt werden. Die entsprechenden Verweise im Datensatz #903 müssen dagegen gelöscht werden (siehe Abschnitt 5.4.10).

[illegible]

Im folgenden Beispiel wird losgelöst vom beschriebenen Szenario ein Rahmen des Beispiels 6.1 mit geneigten Riegeln und Kopfplatten dargestellt. Der Montagestoß ist im Firstpunkt; es wird nur eine Baugruppe „Halber Rahmen“ beschrieben.

[illegible]

[illegible]

6.5 Beispiel: Biegesteifer Stirnplattenstoß

Das Beispiel behandelt den in den Bildern 55 bis 60 gezeigten biegesteifen Stirnplattenstoß. Die zugehörige Datei enthält die komplette Beschreibung einschließlich aller Schweiß- und Schraubverbindungen.

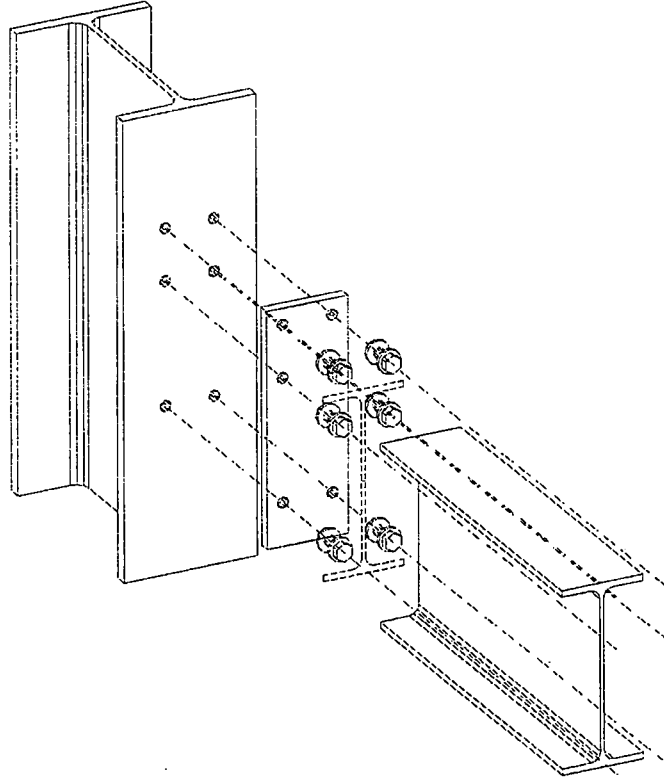


Bild 55: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Explosionszeichnung

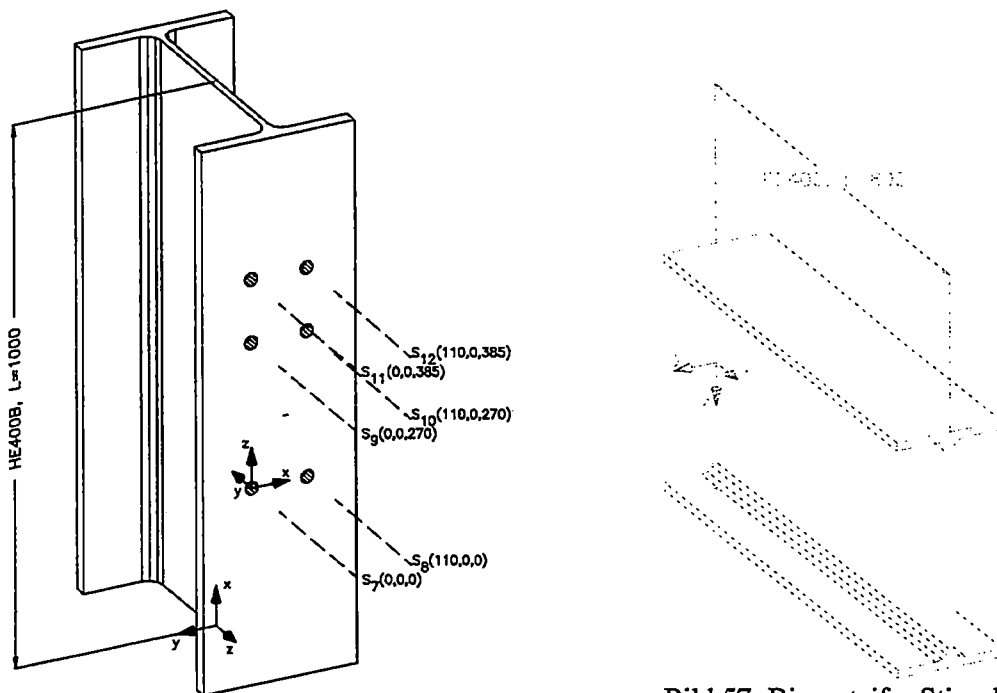


Bild 57: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Träger

Bild 56: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Stütze

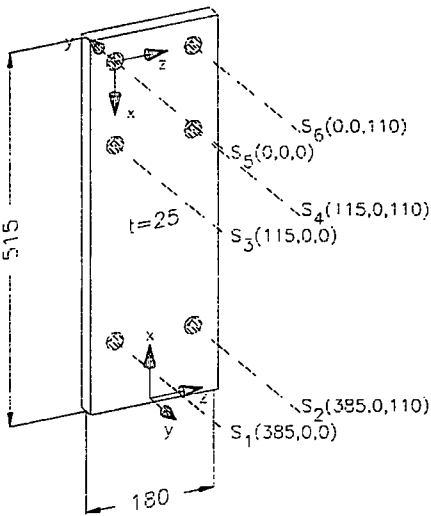


Bild 58: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Stirnplatte

Bild 59: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Schraubverbindung

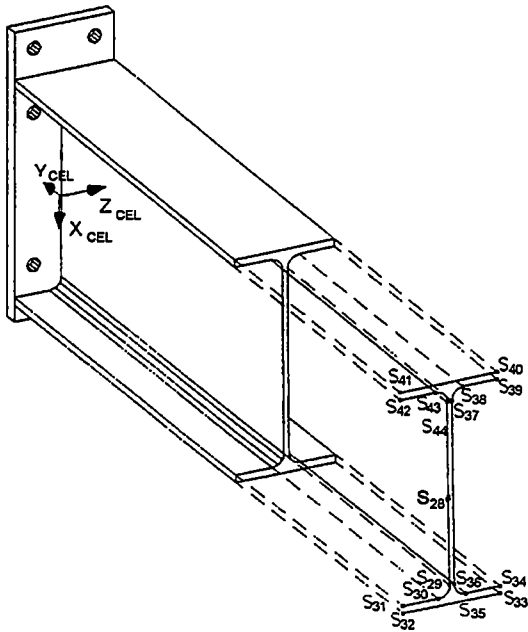


Bild 60: Biegesteifer Stirnplattenstoß, Schweißverbindung


```

#56=VERTEX(34,186.5,$,94.3,0.0);
#57=VERTEX(35,186.5,$,29.6,0.0);
#58=VERTEX(36,165.5,$,8.6,90.0);
#59=VERTEX(37,-165.5,$,8.6,0.0);
#60=VERTEX(38,-186.5,$,29.6,90.0);
#61=VERTEX(39,-186.5,$,94.3,0.0);
#62=VERTEX(40,-200.0,$,94.3,0.0);
#63=VERTEX(41,-200.0,$,-85.7,0.0);
#64=VERTEX(42,-186.5,$,-85.7,0.0);
#65=VERTEX(43,-186.5,$,-21.0,0.0);
#66=VERTEX(43,-165.5,$,0.0,90.0);
/* Referenzlinie */
#67=POLYLINE(1, (#50,#51,#52,#53,#54,#55,#56,#57,#58,#59,#60,#61,#62,#63,
    #64,#65,#66,#50));
/* Verbindungskoordinatensystem */
#70=VERTEX(44,0.0,-4.3,0.0,0.0);
#71=VERTEX(45,0.0,-4.3,100.0,0.0);
#72=VERTEX(46,0.0,100.0,0.0,0.0);
/* Verbindungselemente */
#73=WELD(1,$,'Kehlnaht-6mm',.KEHLNAHT.,.GLATT.,$,6.0,$,$);
#74=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION(1,#70,#71,#72,#73,#67,$);
#75=CONNECTION('HOE_1999-07-15T14:58:00_CN1',1,'1999-09-17T10:27:46',$,
    'Verbindung mit umlaufender Kehlnaht - vereinfacht',(#43,#47),
    (#74),0,.SHOP.);

/* Geschraubter Anschluss mit Standardgarnitur */
/* Verbindungskoordinatensystem */
#80=VERTEX(47,480.0,12.5,-55.0,0.0);
#81=VERTEX(48,0.0,12.5,-55.0,0.0);
#82=VERTEX(49,480.0,12.5,55.0,0.0);
/* Schraubenbild mit VERTEXs vom Lochbild */
#83=POLYLINE(1, (#6,#7,#8,#9,#10,#11));
/* Verbindungselemente */
#84=BOLT_ELEMENT(1,$,'6914-M24X90MU2S-10.9-TZN',.ASSEMBLY.,
    $,$,$,$,$,$,$,$,$,$,$);
#85=BOLT(1,'POS101',$, (#84),.F.,$,,$,$);
#86=CONNECTION_ELEMENT_LOCATION(2,#80,#81,#82,#85,#83,$);
#87=CONNECTION('HOE_1999-07-15T14:58:00_CN2',2,'1999-09-17T10:27:46',$,
    'Verbindung mit Schrauben',(#47,#25), (#86),1,.ON_SITE.);

ENDSEC;

END-ISO-10303-21;

```

7 Schrifttum

- [8859-1] ISO/IEC 8859-1: 1998 (E)
Information technology - 8-bit single-byte coded graphic character sets - Part 1:
Latin alphabet No. 1
- [10303-11] ISO DIS 10303-11 (E)
Product Data Representation and Exchange - Part 11:
Description methods: The EXPRESS language reference manual
TC 184/SC4 N151, 1992
(zu beziehen über Normenausschuß Maschinenbau im DIN, Frankfurt)
- [10303-21] ISO DIS 10303-21:1994 (E)
Product Data Representation and Exchange - Part 21:
Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure
1994
(zu beziehen über Normenausschuß Maschinenbau im DIN, Frankfurt)
- [10303-21:TC] Draft Proposed Technical Corrigendum #1 to ISO 10303-21:1994
- [DSTV99-1] Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau - Teil 1: Empfehlungen für den
Anwender; Empfehlungen des DSTV-Arbeitsausschusses EDV, Version März 1999;
Deutscher Stahlbau-Verband; Düsseldorf, 1999
- [DSTV99-2] Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau - Teil 2: Datenmodell; Empfeh-
lungen des DSTV-Arbeitsausschusses EDV, Version März 1999;
Deutscher Stahlbau-Verband; Düsseldorf, 1999
- [DSTV99-3] Standardbeschreibung Produktschnittstelle Stahlbau - Teil 3: Implementierungsberei-
che und Konformität; Empfehlungen des DSTV-Arbeitsausschusses EDV, Version
März 1999; Deutscher Stahlbau-Verband; Düsseldorf, 1999
- [DSTV98a] Materialbezeichnung für den Datenaustausch im Stahlbau, Teil 1: Halbzeuge und
Verbindungsmittel; Empfehlungen des DSTV-Arbeitsausschusses EDV,
Deutscher Stahlbau-Verband; Düsseldorf, 1998
- [DSTV98b] Standardbeschreibung von Stahlbau-Teilen für die NC-Steuerung; Empfehlungen des
DSTV-Arbeitsausschusses EDV, 7. korrigierte Auflage;
Deutscher Stahlbau-Verband; Düsseldorf, 1998
- [HALL94] Haller, H.-W.: Ein Produktmodell für den Stahlbau;
Dissertation, Universität Karlsruhe, 1994

8 Sachregister**A**

Abkantung	76
Achsraster	20
Anbauteil	66
Anfangsknoten	43
Anfangsquerschnitt	43
Ankerschraube	86
Anschweißmutter	86
Applikationsrelevante Daten	27
Architekt	16
Attribute	4
Attributstypen	4
Auflagerreaktion	58
Außergewöhnliche Einwirkung	51
Ausklinkung	71
Ausnehmung	71
Ausrundungen	17
Ausrundungsradius	76
Austauschdatei	4

B

Balken	43
Bandraster	22
Baubeschreibung	16
Baugruppe	70, 94
Bauherr	16
Bauort	16
Bauteil	66
Bauteillänge	66
Bauteilposition	62
Bearbeiter	11
Beschichtung	78
Beispiele	94
Beliebiger Querschnitt	29
Beliebiges Blech	64
Beliebiges Raster	24
Bettung, elastische	50
Bezugskoordinatensystem	8
Biegekoordinatensystem	76
Biegeradius	76
biegesteifer Stirnplattenstoß (Beispiel)	106
Biegewinkel	76
Blech	29, 64
Blech, beliebiges	64
Blech, rechtwinkliges	64
Bohren	73
Bohrloch	73
Bolzen	86
Bündigkeit	66

C

C-Profil	29
----------	----

D

DATA-Abschnitt	6, 13
Dateiname	11

Datensatz	4
Datumsangaben	8, 10
Default-Wert	6
DIN-Gewicht	30
Drehfederkonstante	41, 46
Druckstab	43

E

eingefügtes Bauteil	6
eingefügtes Verbindungsmittel	82
Einheiten	8
Einschließungswinkel	17
Einwirkung	51
Einwirkungskombination	53
Einwirkungskombinationsregeln	52
Elastisch-Elastisch	52, 53
Elastische Bettung	50
Elastizitätsmodul	28
Elementlänge	43, 44
Element, statisches	43
Elementeinwirkung	55
Elementtyp	43
Endknoten	43
Endquerschnitt	43
Enumerations-Typ	4
Erstelldatum	8, 11
Exzentrizität Element-Knoten	48

F

Fachwerkstab	43
Federkonstante	41, 46
Federring	86
Fertigungsdaten	71
Flachstahl	29, 64
Flächenmoment	29
flächige Klebung	84, 93
Fließkommazahl	8

G

G-Modul	28
Ganze Zahl	8
Gehrung	71, 104
Gekrümmtes Profil	63
geometrische Profilwerte	29
Gewicht	30, 62, 66
Gewichtseinheit	8
Gewinde	73
Gewindebolzen	86
Gewindedurchmesser	74, 86
gleitfeste Schraubenverbindung	85

H

Handelsgewicht	30, 62
Hauptteil	69, 70
HEADER-Abschnitt	5, 11

I

Idealisiertes Sonderprofil	29, 38, 39
I-Profil	29

Imperfektion	55, 56, 57
Implementierungsbereich: Beispiel	98, 9
K	
Kaltgeformter Querschnitt	29
Kantung	76
Keyword	6
Klebeverbindung, Klebung	93
Knickstab	43
Knoten, statischer	40
Knoteneinwirkung	54
Knotenkoordinate	40
Knotenkraft	54
Knotenmoment	54
Knotenverdrehung (Einwirkung)	54
Knotenverformung	58
Knotenverschiebung (Einwirkung)	54
Kombinationsbeiwert	53
Kontur	71
Konturkoordinatensystem	71
Koordinatensystem	8
Koordinatensystem, globales	8
Kopfbolzendübel	86
Körnung	73
Kraft	54, 55, 58
Krafteinheit	8
Kranbahnträgerquerschnitt	36
Kranschiene	29
Kreisbogen	17
Kreisegmentraster	25
L	
Lagedefinition von Bauteilen	66, 67
Lagerbedingung	41
Langloch	71
Last, ständige	51
Linksgewinde	73
linienförmige Schweißnaht	82, 91
linienförmige Klebung	83, 93
Listentyp	4
Loch	73
Lochbild	73
Lochdurchmesser	73
Lochkoordinatensystem	73
Lochparameter	74
L-Profil	29
M	
Material	28
Mantelfläche	30, 62
Mehrfachverweise	9
Moment	54, 55, 58
Mutter	86

N	
Niet	86
Normallage	43
Nullstab	43

O	
Objektidentität	10
Oberflächenbehandlung	78

P	
Paßschraube	86
Plastisch-Plastisch	52, 53
Polygonzug	18
Position	62
Positionsnummer	62, 66
Profil, gekrümmtes	63
Profiltyp	29
Profilwerte, geometrische	29
punktförmige Klebung	84, 93
punktförmige Schweißnaht	82, 91

Q	
Querschnitt	29, 35
Querschnitt, beliebiger	33, 34
Querschnitt, zusammengesetzter	35
Querschnittsfläche	29

R	
Randbedingung Element-Knoten	46
Raster	20, 22, 24
Rasterlinie	24
Rechteckloch	71
Rechteckrohr	29
Rechtsgewinde	73
Rechtwinkliges Blech	64
Referenzpunkt	43
Reibung (Schraubenverbindung)	85
rohe Schraube	86
Rohr	29
Rundstahl	29

S	
Scheitelpunkt	17
Schnittgröße	60
Schrägschnitt	71
Schraube	85, 86
Schraubenelement	86
Schraubengarnitur	85, 86
Schraubenverbindung	82, 85
Schubfläche	29
Schubmodul	28
Schweißnahtvorbereitung	71
Schweißnahtquerschnitt	89
Schweißrichtung	82
Schweißverbindung	82, 89
Seilstab	43
Senktiefe	73
Senkung	73
Sicherheitsbeiwert	28, 51
Signierkoordinatensystem	75
Signierung	75
Sonderprofil	34
Standardquerschnitt	31, 32, 33
statische Querschnittswerte	29

statisches System	37
Stirnplattenstoß (Beispiel)	106
Strangpressprofil	33
Streckgrenze	28
String	4
Strukturen, Strukturelement	26
System, statisches	37

T

T-Profil	29
Teilsicherheitsbeiwert	28, 51
Teilsystem, statisches	37
Teilsystemkoordinatensystem	37
Temperaturausdehnungskoeffizient	28
Temperatureinheit	8
Temperaturlast	55
Theorie I. Ordnung	52, 53
Theorie II. Ordnung	52, 53
Torsionsflächenmoment	29
Torsionswiderstand	29

U

Umlaute	4
undefinierte Attribute	5
UNIQUE IDENTIFIER	10
Unterlegscheibe	86

V

veränderliche Einwirkung	51
Verbandsstab	68, 69
Verbindung	79, 80
Verdrehung	58, 60
Verformung	60
Verkehrslast	51
Verschiebung	58, 60
Verschneidung	71
Verweis	4
Verweispflege	27
Verweisstruktur	15
Verwölbung	41, 58, 60
Vorspannkraft	

W

Winkereinheit	8
Wölbwiderstand	29

XYZ

Z-Profil	29
Zeichensatz	4
Zeitangaben	8
Zeiteinheit	8
Zugfestigkeit	28
Zugstab	43
Zusammenbaustufe	80
Zusammengesetzter Querschnitt	35
Zwangsbedingungen für Knoten	41

9 Änderungen zur Vorversion

Die vorliegende Definition des Datenmodells der Produktschnittstelle Stahlbau weist gegenüber der Vorversion [DSTV99-2] folgende Änderungen auf:

- Es wurde eine Regelung für die Instanzennummerierung in statischen Systemen aufgestellt (Abschnitt 5.6).
- Im Entity ELEMENT ist die Zuordnung von Querschnitt und Material nicht mehr über einen Verweis auf einen Datensatz MEMBER_LOCATION möglich (Abschnitt 5.6.6). Die entsprechenden Attribute CS1, CS2 und MAT sind dementsprechend nicht mehr optional.
- Das Entity MEMBER_LOCATION hat ein zusätzliches Attribut SURF (Abschnitt 5.9.2) erhalten.
- Neue Entities für Bauteilbeschichtungen (vgl. Abschnitt 5.11) und Verbindungen (vgl. Abschnitt 5.12) wurden eingeführt.
- In einigen untergeordneten Punkten wurde diese Tabellendefinition an das EXPRESS-Schema angepaßt: Attribut DEF im Entity CROSS_SECTION ist keine Liste; die Attribute WYP und WYN im Entity CROSS_SECTION hängen von der z-Koordinate, die Attribute WZP und WZN von der y-Koordinate ab; im Bild 8, Querschnittstyp .B., muß nicht $b = h$ gelten.