

Inhalt

1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung und Inhalt der Arbeit	4
1.3 Aufbau der Arbeit	5
2 Berechnungen im rechnerunterstützten Konstruktionsprozeß	7
2.1 Problemdarstellung	7
2.2 Stand der Technik	10
2.2.1 Finite-Elemente-Methode basierte Systeme	11
2.2.2 Feature basierte Systeme	14
2.2.3 Berechnungssysteme für allgemeine Balkenkonstruktionen	16
2.2.4 Hybride Systeme	17
2.2.5 Derzeitige Grenzen der Integration von Berechnungen in CAD-Systemen	19
2.3 Anforderungen an ein geeignetes Berechnungssystem	19
2.4 Gewählte Berechnungsverfahren	20
2.4.1 Voraussetzungen	20
2.4.2 Übertragungsmatrizenverfahren	21
2.4.3 Boundary Element Methode	29
3 Ableitung des mechanischen Ersatzmodells aus dem 3D-CAD Modell	34
3.1 Problemstellung	34
3.2 Ermitteln der geometrischen Ersatzstruktur	37
3.2.1 Definition und Bedeutung	37
3.2.2 Voraussetzungen	39
3.2.3 Selbständige Elementerkennung	41
3.2.4 Behandeln von Rundungen	49
3.3 Bilden des mechanischen Ersatzbildes	52
3.3.1 Lagerung	52
3.3.2 Belastung	55

4 Erstellung eines Berechnungssystems zur Konstruktionsunterstützung	58
4.1 Biegung	58
4.1.1 Biegung in der xz-Ebene	58
4.1.1.1 Ermitteln der geometrierelevanten Größen	60
4.1.1.2 Ermitteln der belastungsrelevanten Größen	64
4.1.2 Biegung in der xy-Ebene	67
4.2 Zug-Druck-Belastung	68
4.3 Torsion	69
4.3.1 Bilden der Übertragungsmatrix	69
4.3.2 Aufbereitung des Modells für die BEM-Berechnung	71
4.3.3 Vorgehensweise	78
4.4 Nennspannungen	81
4.5 Vergleichsnennspannung	84
4.6 Programmtechnische Realisierung, Beispiele	85
5 Grenzen, Erkenntnisse und Erweiterungsmöglichkeiten	101
5.1. Voraussetzungen für die Berechnung	101
5.2. Problematik der Vergleichsspannungsberechnung	106
5.2.1 Berechnung σ_{vmax} am gesamten Querschnitt	108
5.2.2 Berechnung von σ_v an den Hauptachsebenen entlang des Bauteils	109
5.2.3 Berechnung von σ_v am Punkt der maximalen Biegespannung	110
5.2.4 Berechnung von σ_v am Punkt der maximalen Torsionsschubspannung	112
5.2.5 Abschließende Betrachtung	113
5.3. Genauigkeit der Torsionsberechnung	113

6 Zusammenfassung	117
7 Anhang	119
7.1 Benutzte Software	119
7.2 Benutzte Hardware	119
7.3 Ergebnisprotokoll für die Berechnung	120
8 Literaturverzeichnis	129