

ISO-Toleranzangaben und ihre Interpretation in einen Softwarebaustein zur konventionellen Tolerierung im CAD-System HP PE/SolidDesigner

Dipl.-Ing. Werner Britten, Dipl.-Ing. Oliver Thome

Zusammenfassung

Beim Aufbau eines vektoriiellen Toleranzmodells mit ISO-basierter Benutzerschnittstelle stellt sich das Problem, die vielfältigen Möglichkeiten der konventionellen Tolerierung auf eindeutig im Raum beschriebene Toleranzräume abzubilden. Einige der dem in der Entwicklung begriffenen Software-Baustein zur konventionellen Toleranzspezifikation ("ConTol") zugrunde gelegten Vereinbarungen zur Überwindung von Uneindeutigkeiten in gegenwärtigen Toleranzstandards werden in diesem Beitrag vorgestellt.

1 Motivation

Die von heutigen 3D-CAD-Systemen mit ihren Schnittstellen dargebotenen Erweiterungsmöglichkeiten legen es nahe, das System um Funktionen zu erweitern, die das rechnerunterstützte Spezifizieren und Analysieren von geometrischen Toleranzen ermöglichen. Abbildung 1 zeigt die Elemente, die in einem in das CAD-System integrierten System zur rechnerunterstützten Tolerierung (Computer Aided Tolerancing – CAT) sinnvoll sind. Weiterhin sind aus Abbildung 1 die notwendigen Interaktionen des um CAT-Funktionalität erweiterten CAD-Systems mit dem Konstrukteur sowie mit der Koordinatenmeßtechnik angegeben. Die von den CAD-Systemen selbst bereitgestellten Möglichkeiten, Maßtoleranzen oder Form- und Lagetoleranzen einzufügen, beschränken sich meist auf das Anbringen von symbolischen Informationen, die nicht zur weiteren Verarbeitung in Analyse-Bausteinen genutzt werden können.

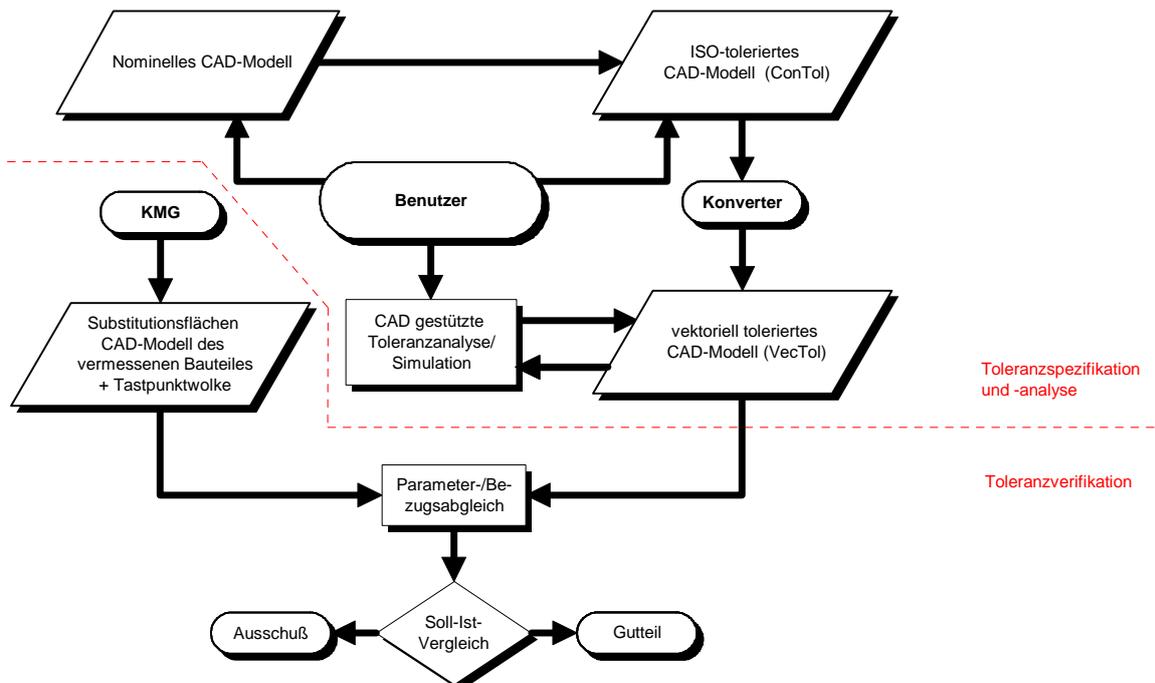


Abbildung 1: Elemente eines im CAD-System eingebundenen CAT-Systems

Heute kommerziell erhältliche reine computer-unterstützte Toleranzsysteme (CATS – Computer Aided Tolerance Systems), welche im Hinblick auf die Toleranzanalyse und -synthese sehr mächtig sind, können zwar auf den Geometriemodellen marktgängiger CAD-Software aufbauen, haben aber den Nachteil, daß sie vom Nutzer wegen ihrer Komplexität nur dann produktiv einsetzbar sind, wenn die Programme – nach entsprechend aufwendiger Schulung – täglich benutzt werden [SaHoKa97]. Demnach erscheint eine einfachere, in das CAD-System integrierte CAT-Lösung für den alltäglichen Gebrauch in Konstruktionsabteilungen vor allem kleinerer Unternehmen besser geeignet. Die Unterstützung des Konstrukteurs bei der ISO-konformen, gewisse Uneindeutigkeiten aber vermeidenden Toleranzspezifikation sowie bei der Analyse von ausgewählten Toleranzinteraktionen verdienen dabei besondere Beachtung.

2 Modifikation der Interpretation von ISO-Toleranzen bei der Toleranzspezifikation im Softwaremodul "ConTol"

Um die Toleranzspezifikation mit Blick auf eine nachfolgende Konvertierung in ein vektorielles Toleranzsystem eindeutig, aber dennoch weitgehend den ISO-Standards entsprechend durchzuführen, wurden dem in der Entwicklung befindlichen Softwarebaustein "ConTol" u. a. die in Tabelle 1 aufgeführten Modifikationen des ISO-Toleranzsystems zugrunde gelegt. Beispielsweise ist hinsichtlich der Maßtoleranzen die von mehreren Autoren geforderte gerichtete Bemaßung integriert worden [FelJör95]. Je nach Wahl des Maßbezugs werden nämlich an ein und demselben Werkstück unterschiedliche Abweichungen e_1 und e_2 (Abbildung 2) ermittelt.

Tabelle 1: Interpretation des ISO-Toleranzsystems bei der Integration in 3D-CAD (Auszug)

Merkmal	ISO-Toleranzsystem	Mod. ISO-Toleranz
Maßtoleranzen	Ungerichtet, Meßtechniker entscheidet über Bezug und toleriertes Element	Gerichtet, mit klarer Definition von Bezug und toleriertem Element
	Zweipunktmaße, keine Unterscheidung zwischen Größen- und Abstandsmaßen	Tolerierte Maße beziehen sich auf entweder ein oder zwei Substitutionselemente (z.B. Durchmesser als Größenmaß einer Ersatzzylindermantelfläche oder Abstandsmaß zwischen zwei Ersatzebenen)
Lage der Formtoleranzzonen	Lage der Formtoleranzzone hängt von der Istgestalt des Prüflings ab und ist damit nicht a priori bei der Toleranzspezifikation im 3D-CAD positionier- und orientierbar	Lage der Formtoleranzzone entspricht zunächst der nominellen Lage des tolerierten Elements, darf aber in einem zu spezifizierenden Bereich um die nominale Lage variieren
Formtoleranzen an Linienelementen	Mantelgeraden oder Querschnittskurven werden unmittelbar toleriert	Da Mantelgeraden oder sich auf Querschnitte beziehende tolerierte Kurven nicht in der rechnerinternen Datenstruktur des CAD-Systems repräsentiert werden, wird das zugehörige Flächenformelement selbst toleriert.

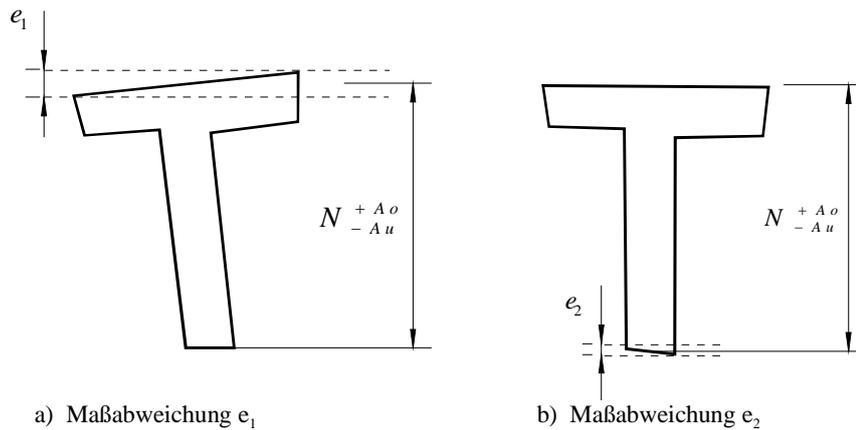
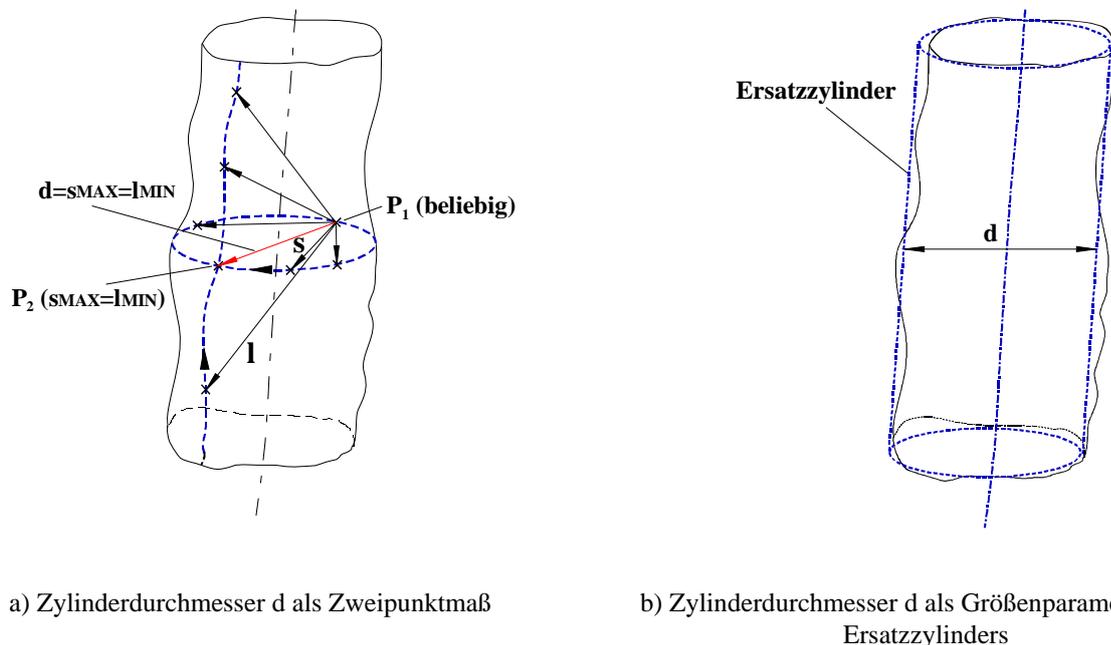


Abbildung 2: Uneindeutigkeit der ungerichteten Maßtoleranzen und -abweichungen

Die Notwendigkeit, bestimmte Interpretationen von ISO-Toleranzen zu modifizieren, lässt sich auch an der Durchmesserdefinition eines Zylinders erkennen (Abbildung 3). Gemäß ISO versteht man unter dem Durchmesser eines Zylinders einen Zweipunktabstand zwischen einem beliebigen Punkt P_1 und einem sich als Sehnenmaximum s_{max} und dem Körperdiagonalenminimum l_{min} ergebendem Punkt P_2 (Abbildung 3a). Durch die beliebige Wahl von P_1 ergibt sich eine unendlich große Anzahl von Durchmessern. Die mit dem Begriff "Zylinderdurchmesser" verbundene Vorstellung eines einzigen Wertes wird jedoch stärker mit einem Ersatzdurchmesser d , wie in Abbildung 3b gezeigt, assoziiert. Aufgrund der vielfältigen Ermittlungsmöglichkeiten von Substitutionsflächen werden sich natürlich auch hier unterschiedliche Durchmesserwerte für den gleichen Zylinder ermitteln lassen. Die Festlegung auf einen anzuwendenden Ausgleichsalgorithmus hilft aber, diese Mehrdeutigkeit zu beseitigen.



a) Zylinderdurchmesser d als Zweipunktmaß

b) Zylinderdurchmesser d als Größenparameter eines Ersatzzylinders

Abbildung 3: Definition des Zylinderdurchmessers nach ISO und als Beschreibungsparameter der Ersatz-Zylindermantelfläche im CAD bzw. in der Koordinatenmeßtechnik

3 Ausblick

Die Implementierung des Bausteins "ConTol", der eine Toleranzspezifikation auf Basis des ISO-Toleranzsystems ermöglicht, steht am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD kurz vor dem Abschluß. Als Basis der Implementierung wurde das CAD-System HP PE/SolidDesigner gewählt, dessen LISP-basiertes, sogenanntes Integration-Kit einen komfortablen Zugriff auf die CAD-Datenbasis ermöglicht und gleichzeitig die einfache Einbindung der Zusatzfunktionen in die Benutzeroberfläche des CAD-Systems gewährleistet. Die Verknüpfung von "ConTol" mit dem bereits implementierten vektoriellen Toleranzmodell des Software-Bausteins "VecTol" [ThoBri97] wird in einem Konverterbaustein erfolgen. Die theoretischen Vorüberlegungen zu den notwendigen Übersetzungsvorschriften werden gegenwärtig erarbeitet.

4 Literaturverzeichnis

- [FelJör95] Feldmann, D.G; Jörgensen-Rechter, S.: "Ortsanalyse – ein Werkzeug zur erweiterten Schließmaßberechnung unter Berücksichtigung von Form- und Richtungsabweichungen in Maßketten", Konstruktion 47 (1995), S. 111-117
- [SaHoKa97] Salomons, O.; van Houten, F; Kals H. "Current Status of CAT Systems", Proceeding of 5th CIRP Seminar on Computer-Aided Tolerancing, Toronto, 1997
- [Martin93] Martinsen, Kristian: "Vectorial Tolerancing for all Type of Surfaces", Advance in Design Automation, Vol. 2, S. 187-198, ASME, 1993
- [ThoBri97] Thome, O.; Britten, W.: "VecTol – ein Softwarebaustein zur vektoriellen Tolerierung im CAD-System HP-PE/SolidDesigner", 8. Symposium "Fertigungsgerechtes Konstruieren", 16.-17. Okt. 97, Universität Erlangen-Nürnberg, 1997

Autoren

Dipl.-Ing. Werner Britten, Dipl.-Ing. Oliver Thome

Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD

Universität des Saarlandes

Postf. 151150

66041 Saarbrücken

Telefon: (0681) 302-3607, -6114, *Telefax:* (0681) 302-4858

Email: britten, thome@cad.uni-sb.de

WWW: www.cad.uni-sb.de/staff/britten.htm , thome.htm