

DIN EN 16603-32-03

ICS 49.140

Einsprüche bis 2014-02-06

Entwurf**Raumfahrttechnik –
Strukturmodelle der finiten Elemente Methode;
Englische Fassung FprEN 16603-32-03:2013**

Space engineering –
Structural finite element models;
English version FprEN 16603-32-03:2013

Ingénierie spatiale –
Modèles éléments finis pour les structures;
Version anglaise FprEN 16603-32-03:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-12-06 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 16603-32-03:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zum einstufigen Annahmeverfahren vorgelegt.

Dieses Dokument wurde speziell zur Behandlung von Raumfahrtsystemen erarbeitet und hat daher Vorrang vor jeglicher Europäischer Norm, da es denselben Anwendungsbereich hat, jedoch über einen größeren Geltungsbereich (z. B. Luft- und Raumfahrt) verfügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Einleitung, Anwendungsbereich und Begriffe

Einleitung

Das Konzept des Modells ist auf allen Gebieten der Wissenschaft von primärer Bedeutung. In ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen – und besonders in der Strukturmechanik – ist ein Modell eine Darstellung, mit der das Verhalten einer Struktur in Bezug auf quantifizierbare Variable beschrieben und vorhersagt werden kann. Der erste Schritt beim Erstellen eines Modells ist die Wahl der Variablen, die für das untersuchte Phänomen relevant sind (z. B. Verschiebungen, Spannungen oder Frequenzen), und der Arten von Beziehungen untereinander (z. B. Elastizitätstheorie, Plastizitätstheorie Stabilitätstheorie, Statiktheorie oder Theorien zur Dynamik): diese Darstellung wird als physikalisches Modell bezeichnet. Im zweiten Schritt wird eine mathematische Darstellung erstellt (z. B. mit Hilfe von Differentialgleichungen, Integralgleichungen oder Wahrscheinlichkeitsrechnungen): diese Darstellung wird als mathematisches Modell bezeichnet. Im dritten Schritt wird ein numerisches Modell erstellt, das eine Formulierung des mathematischen Modells mit Hilfe von numerischen auf verschiedenen Ansätzen basierenden Algorithmen darstellt (z. B. Finite-Elemente-Methode, Phasengrenzflächenverfahren oder Finite-Differenz-Methode). Ein Strukturmodell mit finiten Elementen ist eine Art von numerischem Modell des Strukturverhaltens.

Diese Norm wird nur durch die Anforderungen an Modelle mit finiten Elementen für Raumfahrtstrukturen eingeschränkt, die erfüllt sein müssen, um die Modellierungsqualität sicherzustellen, d. h. ordnungsgemäße Anwendung dieser speziellen Technik – der Finite-Elemente-Methode – und Anerkennung der Ergebnisse.

1 Anwendungsbereich

Die Norm ECSS-E-ST-32-03 (Raumfahrttechnologie — Strukturmodelle mit finiten Elementen) legt die Anforderungen für Finite-Elemente-Modelle fest, die in der Strukturanalyse verwendet werden.

Diese Norm legt die von den Finite-Elemente-Modellen zu erfüllenden Anforderungen, die durchzuführenden Überprüfungen und die Kriterien fest, die erfüllt werden müssen, um die Modellqualität nachzuweisen.

Die Norm gilt für Strukturmodelle mit finiten Elementen für Raumfahrtprodukte, einschließlich von Trägerraketen, Transportfahrzeugen, wiederverwendbaren Fahrzeugen, Wiedereintrittsfahrzeugen, Raumfahrzeugen, Landesonden und Landefahrzeugen (Rover), Höhenforschungsraketen, Beladungen und Messgeräten sowie Strukturbauteilen aller Untersysteme.

Diese Norm darf auf die speziellen Merkmale und Vorgaben eines Raumfahrtprojekts nach ECSS-S-ST-00 ausgelegt werden.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01 und ECSS-E-ST-32.

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1

vorgegebener Freiheitsgrad

Freiheitsgrad mit bekanntem Wert, als Eingabe angegeben

3.2.2

Freiheitsgrade

skalare Komponenten des Lösungsvektors bei der Finite-Elemente-Methode (FE-Methode)

ANMERKUNG Beispiele für Freiheitsgrade sind Komponenten der Verschiebung (Translation) und Drehung (Rotation) sowie andere physikalische Größen wie Strahlenkrümmungsvariable oder modale Koordinaten.

3.2.3

abhängiger Freiheitsgrad

Freiheitsgrad, der mittels einer Gleichung mit mehreren Randbedingungen aus den Werten anderer Freiheitsgrade berechnet wird, als zusätzliche Modellierungseingabe vorgesehen

3.2.4

dynamische Reduktion (auch als dynamischer Ansatz bezeichnet)

Methode zur Reduktion der Größe des FE-Modells durch Transformation der gesamten Menge von FE-Freiheitsgraden in eine Menge modularer Koordinaten und eine Teilmenge fixierter Verschiebungs- und Drehungskomponenten

ANMERKUNG Es gibt verschiedene Methoden der dynamischen Reduktion (z. B. Craig-Bampton- und MacNeal-Verfahren).

3.2.5

unabhängiger Freiheitsgrad

nicht vorgegebener, unabhängiger Freiheitsgrad

3.2.6

modale Freiheitsgrade (auch als modale Koordinaten bezeichnet)

Freiheitsgrade, die sich auf eine Basis dynamischer Eigenmoden beziehen

3.2.7

Ausgangs-Transformationsmatrix

Matrix, die den reduzierten Freiheitsgrad-Vektor des Modells oder dessen Zeitableitungen vormultipliziert, um den Wert der restlichen nicht fixierten Freiheitsgrade und Ausgangsvariablen zu erhalten (z. B. Elementkraft und -spannung)

3.2.8

quantifizierbare Strukturvariable

Struktureigenschaft, die gemessen werden kann und gewählt wird, um ein Strukturverhalten zu quantifizieren

ANMERKUNG Beispiele für quantifizierbare Strukturvariablen sind: Verschiebungen, Spannungen, Eigenfrequenzen, Werkstoffeigenschaften, Elementeigenschaften, Lasten, Temperaturen.

3.2.9

Matrix der Starrkörperbewegung

Matrix, die als Spalten die Vektoren der Starrkörperverschiebungen eingetragen hat

3.2.10

Größe des FE-Modells

Anzahl aller Freiheitsgrade des FE-Modells

3.2.11

statische Reduktion (auch als statischer Ansatz bezeichnet)

Methode zur Reduktion der Anzahl der Freiheitsgrade in einem Modell mittels einer Reduktions-Transformationsmatrix oder Matrix der Randbedingungen

ANMERKUNG Die Guyan-Reduktion ist eine weitverbreitete Methode der statischen Reduktion.

3.2.12

Strukturmodell

Darstellung eines speziellen Strukturverhaltens – durch eine gewählte Menge von quantifizierbaren Strukturvariablen beschrieben – mittels Beziehungen, die die Werte von UntermengenvARIABLEN vorhersagen (als Ausgangsvariablen bezeichnet) in Abhängigkeit von den Restvariablen (als Eingangsgrößen bezeichnet)

3.3 Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Abkürzungen nach ECSS-S-ST-00-01 und die folgenden Abkürzungen.

Abkürzung	Bedeutung	
DOF	Freiheitsgrad	(en: degree of freedom)
FE	Finites Element	(en: finite element)
OTM	Ausgangs-Transformationsmatrix	(en: output transformation matrix)

3.4 Symbole

E_R Matrix für Spannungsenergie der Starrkörperbewegung

F_R Vektor für modale Restkraft der Starrkörperbewegung

K Steifigkeitsmatrix

M Massenmatrix

Φ_R Matrix der Starrkörperbewegung

— Leerseite —

August 2013

ICS 49.140

English version

Space engineering - Structural finite element models

Ingénierie spatiale - Modèles éléments finis pour les structures

Raumfahrttechnik - Strukturmodelle der finiten Elemente Methode

This draft European Standard is submitted to CEN members for unique acceptance procedure. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/CLC/TC 5.

If this draft becomes a European Standard, CEN and CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

This draft European Standard was established by CEN and CENELEC in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN and CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN and CENELEC members are the national standards bodies and national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.

Recipients of this draft are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

Warning : This document is not a European Standard. It is distributed for review and comments. It is subject to change without notice and shall not be referred to as a European Standard.



CEN-CENELEC Management Centre:
Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Table of contents

Foreword	4
Introduction.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms.....	8
3.1 Terms from other standards.....	8
3.2 Terms specific to the present standards	8
3.3 Abbreviated terms.....	9
3.4 Symbols.....	10
4 General requirements.....	11
4.1 Overview	11
4.2 Coordinate systems and unit system	11
4.3 Modelling requirements	12
4.4 Requirements for reduced models	12
5 Model checks	14
5.1 General.....	14
5.2 Model geometry checks for non reduced models.....	14
5.3 Elements topology checks for non reduced models	14
5.4 Rigid body motion checks for reduced and non reduced models	15
5.4.1 Overview.....	15
5.4.2 Rigid body motion mass matrix	15
5.4.3 Rigid body motion strain energy and residual forces check.....	15
5.5 Static analysis checks for reduced and non reduced models	16
5.6 Stress free thermo-elastic deformation check for non reduced models	17
5.7 Modal analysis checks.....	18
5.8 Reduced model versus non reduced model consistency checks.....	18
6 Test – Analysis correlation	19
6.1 Overview	19