

# *Geregistreeerde Belgische norm*

**NBN EN 1993-1-6**

2e uitg., augustus 2007

**Normklasse: B 51**

## **Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies (+ AC:2009)**

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-6: Résistance et stabilité des structures en coque (+ AC:2009)

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures (+ AC:2009)

### **Toelating tot publicatie: 30 mei 2007**

Vervangt NBN ENV 1993-1-6 (1999).

Deze Europese norm EN 1993-1-6:2007 heeft de status van een Belgische norm.

Deze Europese norm bestaat in drie officiële versies (Duits, Engels, Frans).

Er is bij het NBN ook een Nederlandstalige versie beschikbaar, die dezelfde status heeft als de officiële versies.

Deze norm mag in België slechts samen met zijn nationale bijlage (ANB) worden toegepast. Deze laatste legt hoofdzakelijk de waarden van de parameters vast die op nationaal vlak worden bepaald.

***norme belge  
enregistrée***

**NBN EN 1993-1-6**

2e éd., août 2007

**Indice de classement: B 51**

---

**Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-6: Résistance et stabilité des structures en coque (+ AC:2009)**

Eurocode 3 - Ontwerp en berekening van staalconstructies - Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies (+ AC:2009)

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength and Stability of Shell Structures (+ AC:2009)

---

**Autorisation de publication: 30 mai 2007**

Remplace NBN ENV 1993-1-6 (1999).

La présente norme européenne EN 1993-1-6:2007 a le statut d'une norme belge.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français).

Une version en néerlandais, ayant le même statut que les versions officielles, est également disponible au NBN.

Cette norme ne peut être utilisée en Belgique qu'en combinaison avec son annexe nationale (ANB) qui fixe principalement la valeur des paramètres à déterminer au niveau national.

# NATIONAAL VOORWOORD VAN NBN EN 1993-1-6:2007

1. De norm NBN EN 1993-1-6:2007 «Eurocode 3 – Ontwerp en berekening van staalconstructies – Deel 1-6: Algemene regels - Sterkte en stabiliteit van schaalconstructies» omvat de nationale bijlage NBN EN 1993-1-6 ANB:2011 met een normatief karakter in België. Hij vervangt vanaf de datum van de publicatie in het Belgische Staatsblad van de bekrachtiging van de norm NBN EN 1993-1-6 ANB:2011 de volgende norm:

NBN ENV 1993-1-6:1999 Eurocode 3 – Ontwerp van stalen draagsystemen -  
Deel 1-6: Algemene regels – Aanvullende regels  
voor schalenbouw

Het corrigendum EN 1993-1-6/AC:2009, zoals door CEN gepubliceerd, is na deze norm toegevoegd.

2. De Europese normen (EN) waarnaar de tekst van deze norm met hun Engelse titel verwijst, dragen in België de volgende Nederlandstalige titels:

Vermelde norm	Nederlandstalige titel (NBN)
EN 1090-2 Execution of steel structures and aluminium structures  Part 2: Technical requirements for steel structures	NBN EN 1090-2 Uitvoering van staalconstructies en aluminiumconstructies  Deel 2: Technische eisen voor staalconstructies
EN 1990 Basis of structural design	NBN EN 1990 Eurocode - Grondslagen van het constructief ontwerp
EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures	NBN EN 1991 Eurocode 1 : Belastingen op constructies
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.1: General rules and rules for buildings	NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen
EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures  Part 1.3: Cold formed thin gauged members and sheeting	NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies  Deel 1-3: Algemene regels - Aanvullende regels voor koudgevormde profielen en platen

<p>EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures</p> <p>Part 1.4: Stainless steels</p>	<p>NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies</p> <p>Deel 1-4: Algemene regels - Aanvullende regels voor roestvast staal</p>
<p>EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures</p> <p>Part 1.5: Plated structural steels</p>	<p>NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies</p> <p>Deel 1-5: Algemene regels - Constructieve plaatvelden</p>
<p>EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures</p> <p>Part 1.9: Fatigue strength of steel structures</p>	<p>NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies</p> <p>Deel 1-9: Algemene regels - Vermoeiing</p>
<p>EN 1993 Eurocode 3 : Design of steel structures</p> <p>Part 1.10: Selection of steel for fracture toughness and through-thickness properties</p>	<p>NBN EN 1993 Eurocode 3: Ontwerp en berekening van staalconstructies</p> <p>Deel 1-10: Algemene regels - Materiaaltaaiheid en eigenschappen in de dikterichting</p>

# AVANT-PROPOS NATIONAL À LA NBN EN 1993-1-6:2007

1. La norme NBN EN 1993-1-6:2007 "Eurocode 3 – Calcul des structures en acier - Partie 1-6 : Résistance et stabilité des structures en coque" comprend l'annexe nationale NBN EN 1993-1-6 ANB:2011 qui a un caractère normatif en Belgique. Elle remplace à partir de la date de publication au Moniteur Belge de l'homologation de la norme NBN EN 1993-1-6 ANB:2011 la norme suivante:

NBN ENV 1993-1-6:1999                      Eurocode 3 : Calcul des structures en acier –  
Partie 1-6 : Règles générales - Règles supplémentaires pour la résistance et la stabilité des structures en coque".

Le corrigendum EN 1993-1-6/AC:2009, tel que publié par le CEN, est joint à cette norme.

2. La version en langue française de l'EN 1993-1-6:2007 a été rédigée en France par l'AFNOR.  
En conséquence, on peut y rencontrer certaines expressions d'usage moins courant en Belgique.

Une liste de termes équivalents est donnée ci-après :

Terme de l'EN 1993-1-6	Terme équivalent en Belgique
Aucun terme n'est repris.	



Deutsche Fassung

**Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten -  
Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen**

Eurocode 3 - Design of steel structures - Part 1-6: Strength  
and Stability of Shell Structures

Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-6:  
Résistance et stabilité des structures en coque

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Juni 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel**

# Inhalt

	Seite
<b>Vorwort</b> .....	<b>6</b>
<b>1 Allgemeines</b> .....	<b>7</b>
1.1 Anwendungsbereich.....	7
1.2 Normative Verweisungen .....	8
1.3 Begriffe.....	9
1.3.1 Tragwerksformen, Geometrie .....	9
1.3.2 Grenzzustände .....	10
1.3.3 Einwirkungen .....	11
1.3.4 Schnittgrößen und Spannungen in Schalen .....	12
1.3.5 Berechnungskonzepte .....	12
1.3.6 Bei der spannungsbasierten Bemessung verwendete Spannungskategorien .....	14
1.3.7 Spezielle Definitionen für Beulberechnungen .....	14
1.4 Formelzeichen .....	15
1.5 Vorzeichenvereinbarungen.....	19
<b>2 Grundlagen der Bemessung und Modellierung</b> .....	<b>19</b>
2.1 Allgemeines .....	19
2.2 Berechnungskonzepte .....	20
2.2.1 Allgemeines .....	20
2.2.2 Globale Berechnung.....	20
2.2.3 Membrantheoretische Berechnung .....	20
2.2.4 Lineare elastische Berechnung (LA) .....	20
2.2.5 Lineare elastische Verzweigungsberechnung (LBA).....	21
2.2.6 Geometrisch nichtlineare elastische Berechnung (GNA).....	21
2.2.7 Materiell nichtlineare Berechnung (MNA) .....	21
2.2.8 Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung (GMNA).....	21
2.2.9 Geometrisch nichtlineare elastische Berechnung mit Imperfektionen (GNIA) .....	21
2.2.10 Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung mit Imperfektionen (GMNIA) .....	22
2.3 Schalenrandbedingungen.....	22
<b>3 Werkstoffe und Geometrie</b> .....	<b>22</b>
3.1 Werkstoffeigenschaften .....	22
3.2 Bemessungswerte der Abmessungen.....	23
3.3 Geometrische Toleranzen und geometrische Imperfektionen.....	23
<b>4 Grenzzustände der Tragfähigkeit in stählernen Schalen</b> .....	<b>24</b>
4.1 Zu beachtende Grenzzustände.....	24
4.1.1 LS1: Plastische Grenze oder Zugbruch.....	24
4.1.2 LS2: Zyklisches Plastizieren.....	24
4.1.3 LS3: Beulen .....	25
4.1.4 LS4: Ermüdung .....	26
4.2 Konzepte für den Tragsicherheitsnachweis von Schalen .....	26
4.2.1 Allgemeines .....	26
4.2.2 Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis.....	27
4.2.3 Direkter Tragsicherheitsnachweis .....	28
4.2.4 Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis .....	28
<b>5 Schnittgrößen und Spannungen in Schalen</b> .....	<b>29</b>
5.1 Schnittgrößen in Schalen.....	29
5.2 Modellierung der Schale für die Berechnung .....	29
5.2.1 Geometrie .....	29
5.2.2 Randbedingungen .....	30
5.2.3 Einwirkungen und Umwelteinflüsse .....	31
5.2.4 Schnittgrößen und Spannungen .....	32
5.3 Berechnungskonzepte .....	32



	Seite
<b>6</b>	<b>Grenzzustand Plastische Grenze oder Zugbruch (LS1) ..... 32</b>
6.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 32
6.2	Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis..... 32
6.2.1	Bemessungswerte der Spannungen ..... 32
6.2.2	Bemessungswerte des Widerstandes ..... 33
6.2.3	Begrenzung der Spannungen ..... 34
6.3	Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- oder GMNA- Berechnung..... 34
6.4	Direkter Tragsicherheitsnachweis ..... 35
<b>7</b>	<b>Grenzzustand Zyklisches Plastizieren (LS2) ..... 35</b>
7.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 35
7.2	Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis..... 35
7.2.1	Bemessungswerte der Spannungsschwingbreite ..... 35
7.2.2	Bemessungswerte des Widerstandes ..... 36
7.2.3	Begrenzung der Spannungsschwingbreite ..... 36
7.3	Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- oder GMNA- Berechnung..... 36
7.3.1	Bemessungswerte der gesamten akkumulierten plastischen Dehnung ..... 36
7.3.2	Begrenzung der gesamten akkumulierten plastischen Dehnung ..... 37
7.4	Direkter Tragsicherheitsnachweis ..... 37
<b>8</b>	<b>Grenzzustand Beulen (LS3)..... 37</b>
8.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 37
8.2	Spezielle Definitionen und Formelzeichen ..... 37
8.3	Beulrelevante Randbedingungen ..... 38
8.4	Beulrelevante geometrische Toleranzen ..... 38
8.4.1	Allgemeines..... 38
8.4.2	Toleranz für Unrundheit..... 40
8.4.3	Toleranz für unplanmäßige Exzentrizität ..... 41
8.4.4	Toleranz für Vorbeulen ..... 42
8.4.5	Toleranz für Auflager-Unebenheit..... 45
8.5	Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis..... 45
8.5.1	Bemessungswerte der Spannungen ..... 45
8.5.2	Bemessungswert des Widerstandes (Beultragfähigkeit)..... 45
8.5.3	Begrenzung der Spannungen (Beulsicherheitsnachweis)..... 47
8.6	Numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- und LBA- Berechnung..... 48
8.6.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 48
8.6.2	Bemessungswert des Widerstandes ..... 48
8.6.3	Beulsicherheitsnachweis..... 50
8.7	Numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis mittels globaler GMNIA-Berechnung ..... 50
8.7.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 50
8.7.2	Bemessungswert des Widerstandes ..... 50
8.7.3	Beulsicherheitsnachweis..... 55
<b>9</b>	<b>Grenzzustand Ermüdung (LS4)..... 56</b>
9.1	Bemessungswerte der Einwirkungen ..... 56
9.2	Spannungsbasierter Ermüdungssicherheitsnachweis ..... 56
9.2.1	Allgemeines..... 56
9.2.2	Bemessungswerte der Spannungsschwingbreite ..... 56
9.2.3	Bemessungswerte des Widerstandes (Ermüdungsfestigkeit) ..... 56
9.2.4	Begrenzung der Spannungsschwingbreite (Ermüdungssicherheitsnachweis) ..... 57
9.3	Numerisch gestützter Ermüdungssicherheitsnachweis mittels globaler LA- oder GNA- Berechnung..... 57

	Seite
<b>Anhang A (normativ) Membrantheoretische Spannungen in Schalen</b> .....	<b>58</b>
<b>A.1 Allgemeines</b> .....	<b>58</b>
<b>A.1.1 Beanspruchungen und Widerstände</b> .....	<b>58</b>
<b>A.1.2 Formelzeichen</b> .....	<b>58</b>
<b>A.1.3 Randbedingungen</b> .....	<b>59</b>
<b>A.1.4 Vorzeichenvereinbarung</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2 Unversteifte Kreiszylinderschalen</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.1 Konstante Axiallast</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.2 Axiallast aus globaler Biegung</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.3 Reibungslast</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.4 Konstanter Innendruck</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.5 Veränderlicher Innendruck</b> .....	<b>59</b>
<b>A.2.6 Konstanter Schub aus Torsion</b> .....	<b>60</b>
<b>A.2.7 Sinusförmig veränderlicher Schub aus Querkraft</b> .....	<b>60</b>
<b>A.3 Unversteifte Kegelschalen</b> .....	<b>60</b>
<b>A.3.1 Konstante Axiallast</b> .....	<b>60</b>
<b>A.3.2 Axiallast aus globaler Biegung</b> .....	<b>60</b>
<b>A.3.3 Reibungslast</b> .....	<b>60</b>
<b>A.3.4 Konstanter Innendruck</b> .....	<b>61</b>
<b>A.3.5 Linear veränderlicher Innendruck</b> .....	<b>61</b>
<b>A.3.6 Konstanter Schub aus Torsion</b> .....	<b>61</b>
<b>A.3.7 Sinusförmig veränderlicher Schub aus Querkraft</b> .....	<b>61</b>
<b>A.4 Unversteifte Kugelschalen</b> .....	<b>62</b>
<b>A.4.1 Konstanter Innendruck</b> .....	<b>62</b>
<b>A.4.2 Konstante Eigengewichtslast</b> .....	<b>62</b>
<b>Anhang B (normativ) Zusätzliche Gleichungen für plastische Kollaps-Widerstände</b> .....	<b>63</b>
<b>B.1 Allgemeines</b> .....	<b>63</b>
<b>B.1.1 Widerstände</b> .....	<b>63</b>
<b>B.1.2 Formelzeichen</b> .....	<b>63</b>
<b>B.1.3 Randbedingungen</b> .....	<b>63</b>
<b>B.2 Unversteifte Kreiszylinderschalen</b> .....	<b>64</b>
<b>B.2.1 Zylinder: Radiale Linienlast</b> .....	<b>64</b>
<b>B.2.2 Zylinder: Radiale Linienlast und Axiallast</b> .....	<b>64</b>
<b>B.2.3 Zylinder: Radiale Linienlast, konstanter Innendruck und Axiallast</b> .....	<b>65</b>
<b>B.3 Ringversteifte Kreiszylinderschalen</b> .....	<b>66</b>
<b>B.3.1 Ringversteifter Zylinder: Radiale Linienlast</b> .....	<b>66</b>
<b>B.3.2 Ringversteifter Zylinder: Radiale Linienlast und Axiallast</b> .....	<b>67</b>
<b>B.3.3 Ringversteifter Zylinder: Radiale Linienlast, konstanter Innendruck und Axiallast</b> .....	<b>68</b>
<b>B.4 Knotenlinien zwischen Schalen</b> .....	<b>69</b>
<b>B.4.1 Knotenlinie unter ausschließlich meridionaler Belastung (vereinfacht)</b> .....	<b>69</b>
<b>B.4.2 Knotenlinie unter Innendruck und Axiallast</b> .....	<b>70</b>
<b>B.5 Kreisplatten mit axialsymmetrischen Randbedingungen</b> .....	<b>71</b>
<b>B.5.1 Gleichmäßig verteilte Last, gelenkig gelagerter Rand</b> .....	<b>71</b>
<b>B.5.2 Örtliche Teilflächenlast, gelenkig gelagerter Rand</b> .....	<b>71</b>
<b>B.5.3 Gleichmäßig verteilte Last, eingespannter Rand</b> .....	<b>72</b>
<b>B.5.4 Örtliche Teilflächenlast, eingespannter Rand</b> .....	<b>72</b>
<b>Anhang C (normativ) Formeln für lineare elastische Membran- und Biegespannungen</b> .....	<b>73</b>
<b>C.1 Allgemeines</b> .....	<b>73</b>
<b>C.1.1 Beanspruchungen</b> .....	<b>73</b>
<b>C.1.2 Formelzeichen</b> .....	<b>73</b>
<b>C.1.3 Randbedingungen</b> .....	<b>74</b>
<b>C.2 Am Fuß eingespannte unversteifte Kreiszylinderschalen</b> .....	<b>74</b>
<b>C.2.1 Zylinder, eingespannt: Konstanter Innendruck</b> .....	<b>74</b>
<b>C.2.2 Zylinder, eingespannt: Axiallast</b> .....	<b>74</b>
<b>C.2.3 Zylinder, eingespannt: Konstanter Innendruck und Axiallast</b> .....	<b>75</b>
<b>C.2.4 Zylinder, eingespannt: Hydrostatischer Innendruck</b> .....	<b>75</b>

C.2.5	Zylinder, eingespannt: Radiale Verschiebung nach außen .....	76
C.2.6	Zylinder, eingespannt: Gleichmäßige Erwärmung.....	76
C.3	Am Fuß gelenkig gelagerte unversteifte Kreiszyinderschalen.....	76
C.3.1	Zylinder, gelenkig gelagert: Konstanter Innendruck .....	76
C.3.2	Zylinder, gelenkig gelagert: Axiallast .....	77
C.3.3	Zylinder, gelenkig gelagert: Konstanter Innendruck und Axiallast.....	77
C.3.4	Zylinder, gelenkig gelagert: Hydrostatischer Innendruck.....	78
C.3.5	Zylinder, gelenkig gelagert: Radiale Verschiebung nach außen.....	78
C.3.6	Zylinder, gelenkig gelagert: Gleichmäßige Erwärmung .....	79
C.3.7	Zylinder, gelenkig gelagert: Randverdrehung.....	79
C.4	Innendruck in unversteiften Kreiszyinderschalen .....	80
C.4.1	Zylinder: Endender konstanter Innendruck.....	80
C.4.2	Zylinder: Endender hydrostatischer Innendruck .....	80
C.4.3	Zylinder: Dickensprung .....	81
C.5	Ringsteife an einer Kreiszyinderschale .....	81
C.5.1	Ringverteifter Zylinder: Radialkraft am Ring .....	81
C.5.2	Ringverteifter Zylinder: Axiallast .....	82
C.5.3	Ringverteifter Zylinder: Konstanter Innendruck .....	82
C.6	Kreisplatten mit axialsymmetrischen Randbedingungen .....	83
C.6.1	Gelenkig gelagerte Platte: Gleichmäßige Flächenlast.....	83
C.6.2	Gelenkig gelagerte Platte: Örtliche Teilflächenlast .....	83
C.6.3	Eingespannte Platte: Gleichmäßige Flächenlast .....	83
C.6.4	Eingespannte Platte: Örtliche Teilflächenlast .....	84
<b>Anhang D (normativ)</b>	<b>Formeln für den Beulsicherheitsnachweis.....</b>	<b>85</b>
D.1	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit konstanter Wanddicke.....	85
D.1.1	Formelzeichen und Randbedingungen .....	85
D.1.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung) .....	85
D.1.3	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung .....	88
D.1.4	Schubbeanspruchung.....	91
D.1.5	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung) mit gleichzeitig wirkendem Innendruck .....	92
D.1.6	Kombinationen der Beanspruchung durch Druck in Meridianrichtung (Axialrichtung), Druck in Umfangsrichtung und Schub.....	94
D.2	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit abgestufter Wanddicke .....	95
D.2.1	Allgemeines.....	95
D.2.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung) .....	96
D.2.3	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung .....	96
D.2.4	Schubbeanspruchung.....	100
D.3	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit Überlappstößen.....	100
D.3.1	Allgemeines.....	100
D.3.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung) .....	101
D.3.3	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung .....	101
D.3.4	Schubbeanspruchung.....	101
D.4	Unversteifte Kegelschalen (vollständige Kegel und Kegelstümpfe).....	102
D.4.1	Allgemeines.....	102
D.4.2	Bemessungsbeulspannungen .....	103
D.4.3	Beulsicherheitsnachweis.....	105

## EN 1993-1-6:2007 (D)

### Vorwort

Dieses Dokument EN 1993-1-6:2007, „Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen“ wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist verantwortlich für alle Eurocodes.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2007 und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieser Eurocode ersetzt ENV 1993-1-6:1999.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### Nationaler Anhang für EN 1993-1-6

Diese Norm enthält alternative Verfahren, Werte und Empfehlungen zusammen mit Hinweisen, an welchen Stellen möglicherweise nationale Festlegungen getroffen werden müssen. Deshalb sollte die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1993-1-6 einen Nationalen Anhang mit allen national festzulegenden Parametern enthalten, die für die Bemessung und Konstruktion von Stahltragwerken, die in dem Ausgabeland gebaut werden sollen, erforderlich sind.

Nationale Festlegungen sind in den folgenden Abschnitten von EN 1993-1-6 vorgesehen:

- |             |                        |
|-------------|------------------------|
| — 3.1 (4)   | — 8.4.4 (4)            |
| — 4.1.4 (3) | —                      |
| — 5.2.4 (1) | — 8.4.5 (1)            |
| — 6.3 (5)   | — 8.5.2 (2)            |
| — 7.3.1 (1) | — 8.5.2 (4)            |
| — 7.3.2 (1) | — 8.7.2 (7)            |
| — 8.4.2 (3) | — 8.7.2 (16)           |
| — 8.4.3 (2) | — 8.7.2 (18) (zweimal) |
| — 8.4.3 (4) | — 9.2.1 (2)P           |

# 1 Allgemeines

## 1.1 Anwendungsbereich

(1) EN1993-1-6 enthält Grundregeln für die Bemessung von Stahlkonstruktionen, die die Form von Rotationsschalen haben.

(2) Diese Norm ist zusammen mit EN1993-1-1, EN1993-1-3, EN1993-1-4, EN1993-1-9 sowie den einschlägigen Anwendungsteilen von EN 1993 anzuwenden. Dies sind:

- Teil 3-1 für Türme und Maste;
- Teil 3-2 für Schornsteine;
- Teil 4-1 für Silos;
- Teil 4-2 für Tankbauwerke;
- Teil 4-3 für Rohrleitungen.

(3) Diese Norm definiert die charakteristischen Werte und die Bemessungswerte des Tragwerkswiderstandes.

(4) Diese Norm regelt die Anforderungen an die Bemessung gegen folgende Grenzzustände der Tragfähigkeit:

- plastische Grenze oder Zugbruch;
- zyklisches Plastizieren;
- Beulen;
- Ermüdung.

(5) Das Gesamtgleichgewicht des Tragwerkes (Gleiten, Abheben, Umkippen) ist durch diese Norm nicht abgedeckt, wird aber in EN1993-1-1 behandelt. Besondere Überlegungen für spezielle Anwendungsgebiete werden in den einschlägigen Anwendungsteilen von EN 1993 behandelt.

(6) Die in dieser Norm angegebenen Regeln gelten für Rotationsschalen und damit verbundene Kreis- und Kreisringplatten sowie stabförmige Ring- und Längssteifen, soweit sie Teile des vollständigen Tragwerkes sind. Es werden allgemeine Verfahren für computergestützte Berechnungen aller Schalenformen behandelt. In den Anhängen sind detaillierte Formel­ausdrücke für die Handberechnung von unversteiften Zylindern und Kegeln angegeben.

(7) Zylindrische und kegelförmige Schalenteile, -felder und -abschnitte werden in dieser Norm nicht explizit behandelt. Die angegebenen Regeln können jedoch anwendbar sein, wenn die zutreffenden Randbedingungen ausreichend berücksichtigt werden.

(8) Diese Norm gilt für stählerne Schalenkonstruktionen des konstruktiven Ingenieurbaus. Wenn keine Normen zu Schalenkonstruktionen aus anderen Metallen existieren, gelten die Festlegungen dieser Norm, vorausgesetzt, die jeweiligen Materialeigenschaften werden berücksichtigt.

(9) Die in dieser Norm angegebenen Regeln gelten für die in den einschlägigen Anwendungsteilen von EN1993 definierten Temperaturbereiche. Der Temperaturhöchstwert ist so festgelegt, dass Kriechinflüsse vernachlässigt werden können, sofern sie nicht im einschlägigen Anwendungsteil abgedeckt sind.

**EN 1993-1-6:2007 (D)**

(10) Die in dieser Norm angegebenen Regeln gelten für Konstruktionen, die die in EN 1993-1-10 angegebenen Sprödbriechanforderungen erfüllen.

(11) Die in dieser Norm angegebenen Regeln gelten für die Bemessung unter Einwirkungen, die ihrer Natur nach als quasi-statisch behandelt werden dürfen.

(12) Im Rahmen dieser Norm wird vorausgesetzt, dass Windlast und Schüttgutfluss in der Regel als quasi-statisch behandelt werden dürfen.

(13) Dynamische Effekte, einschließlich ihrer Folgen für die Ermüdung, sollten nach den einschlägigen Anwendungsteilen von EN 1993 berücksichtigt werden. In diesem Teil 1-6 werden die Schnittgrößen aus dynamischem Verhalten jedoch als quasi-statisch behandelt.

(14) Die in dieser Norm angegebenen Regeln gelten für Tragwerke, die in Übereinstimmung mit EN 1090-2 gefertigt und errichtet werden.

(15) Diese Norm behandelt keine Dichtigkeitsaspekte.

(16) Diese Norm gilt für Konstruktionen innerhalb der folgenden Grenzen:

- Bemessungs-Metalltemperaturen innerhalb des Bereiches  $-50\text{ °C}$  bis  $+300\text{ °C}$ ,
- Radius/Dicken-Verhältnisse innerhalb des Bereiches 20 bis 5 000.

**ANMERKUNG** Es ist zu beachten, dass die Regeln zum spannungsbasierten Tragsicherheitsnachweis in dieser Norm bei einigen Geometrien eher dickwandiger Schalen und einigen für diese geltenden Belastungsbedingungen recht konservativ sein können.

## 1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1090-2, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Anforderungen an die Ausführung von Tragwerken aus Stahl*

EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1993-1-1, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1993-1-3, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-3: Allgemeine Regeln – Ergänzende Regeln für dünnwandige Bauteile und Bleche*

EN 1993-1-4, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung nichtrostender Stähle*

EN 1993-1-5, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-5: Plattenbeulen*

EN 1993-1-9, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung*

EN 1993-1-10, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenauswahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung*

EN 1993-1-12, *T Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-12: Zusätzliche Regeln zur Erweiterung von EN 1993 auf Stahlgüten bis S 700*

EN 1993-2, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken*