

DIN EN 1993-1-6:2017-07 (D)

Eurocode 3 - Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen; Deutsche Fassung EN 1993-1-6:2007 + AC:2009 + A1:2017

Inhalt	Seite
Vorwort	5
Europäisches Vorwort der Änderung A1.....	6
1 Allgemeines	7
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	13
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
2 Grundlagen der Bemessung und Modellierung.....	20
2.1 Allgemeines	20
2.2 Berechnungskonzepte	20
2.2.1 Allgemeines	20
2.2.2 Globale Berechnung	21
2.2.3 Membrantheoretische Berechnung.....	21
2.2.4 Lineare elastische Berechnung (LA)	21
2.2.5 Lineare elastische Verzweigungsberechnung (LBA)	21
2.2.6 Geometrisch nichtlineare elastische Berechnung (GNA)	21
2.2.7 Materiell nichtlineare Berechnung (MNA).....	22
2.2.8 Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung (GMNA)	22
2.2.9 Geometrisch nichtlineare elastische Berechnung mit Imperfektionen (GNIA)	22
2.2.10 Geometrisch und materiell nichtlineare Berechnung mit Imperfektionen (GMNIA)	22
2.3 Schalenrandbedingungen.....	23
3 Werkstoffe und Geometrie	23
3.1 Werkstoffeigenschaften	23
3.2 Bemessungswerte der Abmessungen	23
3.3 Geometrische Toleranzen und geometrische Imperfektionen	24
4 Grenzzustände der Tragfähigkeit in stählernen Schalen	25
4.1 Zu beachtende Grenzzustände.....	25
4.1.1 \overline{A}_1 LS1: Grenzzustand des plastischen Versagens \overline{A}_1	25
4.1.2 LS2: Zyklisches Plastizieren.....	25
4.1.3 LS3: Beulen	26
4.1.4 LS4: Ermüdung.....	27
4.2 Konzepte für den Tragsicherheitsnachweis von Schalen.....	27
4.2.1 Allgemeines	27
4.2.2 Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis	28
4.2.3 Direkter Tragsicherheitsnachweis.....	29
4.2.4 Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis.....	29
5 Schnittgrößen und Spannungen in Schalen	30

5.1	Schnittgrößen in Schalen.....	30
5.2	Modellierung der Schale für die Berechnung.....	30
5.2.1	Geometrie	30
5.2.2	Randbedingungen	31
5.2.3	Einwirkungen und Umwelteinflüsse.....	32
5.2.4	Schnittgrößen und Spannungen.....	33
5.3	Berechnungskonzepte.....	33
6	A1) Grenzzustand des plastischen Versagens (LS1) $\langle A1 \rangle$	33
6.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	33
6.2	Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis	34
6.2.1	Bemessungswerte der Spannungen	34
6.2.2	Bemessungswerte des Widerstandes	34
6.2.3	Begrenzung der Spannungen	35
6.3	Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- oder GMNA- Berechnung	35
6.4	Direkter Tragsicherheitsnachweis.....	36
7	Grenzzustand Zyklisches Plastizieren (LS2)	36
7.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	36
7.2	Spannungsbasierter Tragsicherheitsnachweis.....	37
7.2.1	Bemessungswerte der Spannungsschwingbreite	37
7.2.2	Bemessungswerte des Widerstandes	37
7.2.3	Begrenzung der Spannungsschwingbreite	37
7.3	Numerisch gestützter Tragsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- oder GMNA- Berechnung	37
7.3.1	Bemessungswerte der gesamten akkumulierten plastischen Dehnung.....	37
7.3.2	Begrenzung der gesamten akkumulierten plastischen Dehnung	38
7.4	Direkter Tragsicherheitsnachweis.....	38
8	Grenzzustand Beulen (LS3).....	38
8.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	38
8.2	Spezielle Definitionen und Formelzeichen	38
8.3	Beulrelevante Randbedingungen	39
8.4	Beulrelevante geometrische Toleranzen	39
8.4.1	Allgemeines.....	39
8.4.2	Toleranz für Unrundheit.....	41
8.4.3	Toleranz für unplanmäßige Exzentrizität.....	42
8.4.4	Toleranz für Vorbeulen.....	44
8.4.5	Toleranz für Auflager-Unebenheit	47
8.5	Spannungsbasierter Beulsicherheitsnachweis	47
8.5.1	Bemessungswerte der Spannungen	47
8.5.2	Bemessungswert des Widerstandes (Beultragfähigkeit)	47
8.5.3	Begrenzung der Spannungen (Beulsicherheitsnachweis).....	48
8.6	A1) Bemessung mittels Referenzwiderständen.....	49
8.6.1	Grundsätze	49
8.6.2	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	50
8.6.3	Bemessungswert des Widerstandes	50
8.6.4	Beulsicherheitsnachweis.....	51
8.7	Numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis mittels globaler MNA- und LBA-Berechnung.....	51
8.7.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	51
8.7.2	Bemessungswert des Widerstandes	51
8.7.3	Beulsicherheitsnachweis.....	54
8.8	Numerisch gestützter Beulsicherheitsnachweis mittels globaler GMNIA-Berechnung.....	54
8.8.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	54
8.8.2	Bemessungswert des Widerstandes	54
8.8.3	Beulsicherheitsnachweis.....	59
9	Grenzzustand Ermüdung (LS4).....	59

9.1	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	59
9.2	Spannungsbasierter Ermüdungssicherheitsnachweis.....	60
9.2.1	Allgemeines.....	60
9.2.2	Bemessungswerte der Spannungsschwingbreite.....	60
9.2.3	Bemessungswerte des Widerstandes (Ermüdungsfestigkeit).....	60
9.2.4	Begrenzung der Spannungsschwingbreite (Ermüdungssicherheitsnachweis).....	61
9.3	Numerisch gestützter Ermüdungssicherheitsnachweis mittels globaler LA- oder GNA-Berechnung.....	61
Anhang A (normativ) Membrantheoretische Spannungen in Schalen		
A.1	Allgemeines.....	62
A.2	Unversteifte Kreiszyinderschalen.....	63
A.3	Unversteifte Kegelschalen.....	64
A.4	Unversteifte Kugelschalen.....	66
Anhang B (normativ) \overline{A}_1 Zusätzliche Ausdrücke für plastische Referenzwiderstände \overline{A}_1.....		
B.1	Allgemeines.....	67
B.2	Unversteifte Kreiszyinderschalen.....	68
B.3	Ringversteifte Kreiszyinderschalen.....	70
B.4	Knotenlinien zwischen Schalen.....	72
B.5	Kreisplatten mit axialsymmetrischen Randbedingungen.....	75
Anhang C (normativ) Formeln für lineare elastische Membran- und Biegespannungen.....		
C.1	Allgemeines.....	76
C.2	Am Fuß eingespannte unversteifte Kreiszyinderschalen.....	77
C.3	Am Fuß gelenkig gelagerte unversteifte Kreiszyinderschalen.....	79
C.4	Innendruck in unversteiften Kreiszyinderschalen.....	83
C.5	Ringsteife an einer Kreiszyinderschale.....	84
C.6	Kreisplatten mit axialsymmetrischen Randbedingungen.....	86
Anhang D (normativ) Formeln für den Beulsicherheitsnachweis.....		
D.1	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit konstanter Wanddicke.....	88
D.2	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit abgestufter Wanddicke.....	98
D.3	Unversteifte Kreiszyinderschalen mit Überlappstößen.....	103
D.4	Unversteifte Kegelschalen (vollständige Kegel und Kegelstümpfe).....	105
Anhang E (normativ) \overline{A}_1 Formelausdrücke für die Bemessung des Referenzwiderstands.....		
E.1	Zylindrische Schalen unter konstanter globaler Biegung.....	110
E.2	Vollständig oder teilweise kugelförmige Schalen.....	114