

# DIN EN 1999-1-5:2024-11 (D)

## Eurocode 9 - Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-5: Schalentragwerke; Deutsche Fassung EN 1999-1-5:2023

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Einleitung .....	5
0.1 Einleitung zu den Eurocodes .....	5
0.2 Einleitung zu EN 1999 (alle Teile) .....	5
0.3 Einleitung zu EN 1999-1-5 .....	6
0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen.....	6
0.5 Nationaler Anhang zu EN 1999-1-5 .....	6
1 Anwendungsbereich.....	7
1.1 Anwendungsbereich von EN 1999-1-5 .....	7
1.2 Voraussetzungen .....	8
2 Normative Verweisungen .....	9
3 Begriffe und Symbole .....	9
3.1 Begriffe .....	9
3.2 Symbole .....	11
3.3 Vorzeichenvereinbarungen .....	16
3.4 Koordinatensysteme .....	16
4 Grundlagen der Bemessung.....	17
4.1 Allgemeines.....	17
4.2 Versagensfolgeklasse und Ausführungsklasse .....	18
5 Werkstoffe und Geometrie .....	18
5.1 Werkstoffeigenschaften .....	18
5.2 Bemessungswerte der Abmessungen .....	18
5.3 Geometrische Toleranzen und geometrische Imperfektionen .....	18
6 Dauerhaftigkeit.....	19
7 Tragwerksberechnung .....	19
7.1 Geometrie .....	19
7.2 Randbedingungen .....	20
7.3 Einwirkungen und Umwelteinflüsse.....	20
7.4 Schnittgrößen und Spannungen .....	21
7.5 Berechnungskonzepte .....	21
8 Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	23
8.1 Beanspruchbarkeit des Querschnitts .....	23
8.1.1 Bemessungswerte der Spannungen .....	23
8.1.2 Bemessungswerte für die Beanspruchbarkeit .....	24
8.1.3 Spannungsbegrenzung .....	24
8.1.4 Bemessung durch numerische Analyse.....	24
8.2 Beulwiderstand.....	25
8.2.1 Allgemeines.....	25
8.2.2 Beulrelevante geometrische Toleranzen .....	26
8.2.3 Schale unter Druck- und Schubbeanspruchung .....	27
8.2.4 Einfluss des Schweißens .....	30

8.2.5	Bemessung durch numerische Analyse .....	33
9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	33
9.1	Allgemeines.....	33
9.2	Durchbiegungen .....	33
<b>Anhang A (normativ) Formeln für den Beulsicherheitsnachweis von Schalenkonstruktionen .....</b>		<b>34</b>
A.1	Anwendung dieses Anhangs .....	34
A.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	34
A.3	Unversteifte zylindrische Schalen mit konstanter Wanddicke.....	34
A.3.1	Bezeichnungen und Randbedingungen .....	34
A.3.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung).....	35
A.3.3	Druck in Umfangsrichtung (Ringspannung).....	37
A.3.4	Schub .....	40
A.3.5	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung) mit gleichzeitig wirkendem Innendruck.....	42
A.3.6	Kombinationen von Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialdruck), Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung (Ringspannung) und Schubbeanspruchung.....	43
A.4	Unversteifte Zylinderschalen mit abgestufter Wanddicke.....	44
A.4.1	Allgemeines.....	44
A.4.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung).....	46
A.4.3	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung (Ringspannung).....	46
A.4.4	Schub .....	49
A.5	Unversteifte Zylinderschalen mit Überlappstößen .....	49
A.5.1	Geometrie und Schnittgrößen.....	49
A.5.2	Druckbeanspruchung in Meridianrichtung (Axialrichtung).....	50
A.5.3	Druckbeanspruchung in Umfangsrichtung (Ringspannung).....	50
A.5.4	Schubbeanspruchung.....	50
A.6	Unversteifte Kegelschalen.....	51
A.6.1	Allgemeines.....	51
A.6.2	Bemessungswerte der Beulspannungen .....	52
A.6.3	Beulsicherheitsnachweis.....	52
A.7	Versteifte Zylinderschalen mit konstanter Wanddicke.....	53
A.7.1	Allgemeines.....	53
A.7.2	Isotrope Schalen mit Steifen in Meridianrichtung .....	54
A.7.3	Isotrope Schalen mit Steifen in Umfangsrichtung .....	55
A.7.4	In Umfangsrichtung profilierte Wände mit Steifen in Meridianrichtung .....	55
A.7.5	Axial profilierte Schalenwandung mit Ringsteifen .....	59
A.7.6	Als orthotrope Schale behandelte versteifte Wand .....	60
A.7.7	Orthotrope Ersatzsteifigkeiten von profilierten Wandlechen.....	63
A.8	Unversteifte Kugelschalen unter gleichmäßigem Druck in Umfangsrichtung.....	65
A.8.1	Bezeichnungen und Randbedingungen .....	65
A.8.2	Kritische Beulspannungen .....	65
A.8.3	Imperfektionsbeiwert .....	66
<b>Anhang B (informativ) Formeln für die Beulberechnung torikonischer und torisphärischer Schalen.....</b>		<b>67</b>
B.1	Anwendung dieses Anhangs .....	67
B.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich .....	67
B.3	Bezeichnungen und Randbedingungen .....	67
B.4	Außendruck.....	68
B.4.1	Kritischer Außendruck .....	68
B.4.2	Gleichmäßiger Außendruck an der vollplastischen Grenzlast.....	69
B.4.3	Imperfektionsbeiwert bei Außendruckbelastung.....	71
B.5	Innendruck.....	71
B.5.1	Kritischer Innendruck.....	71
B.5.2	Gleichmäßiger Innendruck an der vollplastischen Grenzlast.....	72
B.5.3	Imperfektionsbeiwert bei Innendruck .....	73
Literaturhinweise .....		75