

DIN CEN/TS 19101:2023-09 (D)

Bemessung von Tragwerken aus Faserverbund-Kunststoffen; Deutsche Fassung CEN/TS 19101:2022

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
0 Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich.....	10
1.1 Anwendungsbereich von CEN/TS 19101	10
1.2 Voraussetzungen	12
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	13
3.1 Begriffe und Definitionen	13
3.1.1 Begriffe bezüglich enthaltenen Werkstoffen.....	13
3.1.2 Begriffe bezüglich Herstellung.....	15
3.1.3 Begriffe bezüglich Verbundkomponenten und -bauteilen	16
3.1.4 Begriffe bezüglich Bemessung	18
3.1.5 Begriffe bezüglich Versagensarten.....	20
3.1.6 Begriffe bezüglich Anschlüssen und Verbindungen.....	20
3.1.7 Begriffe bezüglich Fehlern	21
3.2 Symbole und Abkürzungen	23
3.2.1 Symbole	23
3.2.2 Abkürzungen	42
3.3 Symbole für Bauteilachsen.....	43
4 Grundlagen der Tragwerksplanung.....	45
4.1 Allgemeine Regeln.....	45
4.1.1 Grundlegende Anforderungen	45
4.1.2 Zuverlässigkeit des Tragwerks und Qualitätsmanagement.....	45
4.1.3 Geplante Nutzungsdauer.....	45
4.1.4 Dauerhaftigkeit.....	46
4.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen	46
4.3 Basisvariablen.....	46
4.3.1 Einwirkungen, temperatur- und zeitabhängige Auswirkungen	46
4.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	47
4.3.3 Geometrische Eigenschaften	48
4.4 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten.....	48
4.4.1 Bemessungswerte von Einwirkungen	48
4.4.2 Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften	48
4.4.3 Bemessungswerte von geometrischen Eigenschaften.....	48
4.4.4 Bemessungswerte des Widerstands	48
4.4.5 Teilsicherheitsbeiwerte für Werkstoffe	50
4.4.6 Teilsicherheitsbeiwerte für Widerstandsmodelle	51
4.4.7 Nennwerte von Umrechnungsfaktoren.....	52
4.4.8 Auswirkungen von Kriechen	55
4.5 Versuchsgestützte Bemessung.....	57
5 Werkstoffe	57
5.1 Glasübergangstemperatur	57
5.2 Verbundwerkstoffe.....	58
5.2.1 Ausgangswerkstoffe: Fasern, Harze, Zusatzstoffe und Füllstoffe	58
5.2.2 Werkstoffeigenschaften	58

5.3	Kernwerkstoffe	60
5.4	Klebstoff	62
6	Dauerhaftigkeit	63
6.1	Allgemeines	63
6.2	Umgebungsbedingungen	64
6.3	Auswirkungen und Maßnahmen für bestimmte Umgebungsbedingungen	65
6.3.1	Thermische Auswirkungen	65
6.3.2	Feuchte	66
6.3.3	Chemikalien	68
6.3.4	UV-Strahlung	68
6.4	Auswirkungen kombinierter Umgebungsbedingungen	69
6.5	Maßnahmen für Verbindungen und Anschlüsse	69
7	Statische Berechnung	70
7.1	Tragwerksmodellierung für Berechnungszwecke	70
7.1.1	Allgemeines	70
7.1.2	Lamine	71
7.1.3	Profile	71
7.1.4	Sandwichelemente	71
7.1.5	Anschlüsse	76
7.1.6	Hybrid-Verbundtragwerke	77
7.2	Berechnung des gesamten Tragwerks	77
7.2.1	Allgemeines	77
7.2.2	Betrachtung von Auswirkungen nach Theorie zweiter Ordnung	78
7.2.3	Berechnungsverfahren für die Bemessung nach Grenzzuständen der Tragfähigkeit	79
7.3	Imperfektionen	79
7.3.1	Grundlage	79
7.3.2	Schiefstellungen für Gesamtrahmenberechnung	80
7.3.3	Vorkrümmung und lokale Imperfektionen für die Bauteilberechnung	82
7.4	Berechnungsverfahren	83
7.4.1	Allgemeines	83
7.4.2	Analytische Modelle	84
7.4.3	Finite-Elemente-Modelle	84
8	Grenzzustände der Tragfähigkeit	85
8.1	Allgemeines	85
8.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit von Laminaten	86
8.2.1	Allgemeines	86
8.2.2	Normalspannungen in der Ebene	87
8.2.3	Schubspannungen in der Ebene	88
8.2.4	Biegespannungen in der Ebene	89
8.2.5	Biegespannungen aus der Ebene	90
8.2.6	Interlaminare Schubspannungen	91
8.2.7	Zugspannungen aus der Ebene	92
8.2.8	Spannungskonzentrationen infolge lokaler/ konzentrierter Kräfte	92
8.2.9	Kombinierte Spannungen	93
8.3	Grenzzustände der Tragfähigkeit von Profilen	93
8.3.1	Allgemeines	93
8.3.2	Normalkraft	94
8.3.3	Biegebeanspruchung	97
8.3.4	Schubbeanspruchung	99
8.3.5	Querdrukbeanspruchung	101
8.3.6	Torsionsbeanspruchung	101
8.3.7	Kombination von Normalkraft und Biegebeanspruchung	103
8.3.8	Kombination von Biege- und Schubbeanspruchung	104
8.4	Grenzzustände der Tragfähigkeit von Sandwichelementen	105
8.4.1	Allgemeines	105
8.4.2	Decklage	107

8.4.3	Kern	110
8.4.4	Steg.....	116
8.4.5	Grenzfläche.....	124
8.4.6	Sandwichelement.....	124
8.5	Kriechbruch	126
9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....	128
9.1	Allgemeines.....	128
9.2	Durchbiegungen	129
9.3	Schwingungen.....	131
9.4	Rissbildung in der Matrix	131
10	Ermüdung	132
10.1	Allgemeines.....	132
10.2	Ermüdungseinwirkungen.....	133
10.3	Ermüdungsnachweis	133
10.4	Ermüdungsprüfung.....	134
10.4.1	Allgemeines.....	134
10.4.2	Brückenüberbauten und Plattenbrücken	135
11	Konstruktive Durchbildung.....	137
11.1	Allgemeines.....	137
11.2	Profile.....	137
11.3	Sandwichelemente und Bauteillamine.....	137
11.4	Schraubverbindungen	139
11.5	Klebverbindungen	140
12	Verbindungen und Anschlüsse	141
12.1	Allgemeine Regeln.....	141
12.2	Schraubverbindungen	142
12.2.1	Allgemeines.....	142
12.2.2	Bemessungskriterien für Schraubverbindungen	144
12.2.3	Schraubverbindungen unter Einwirkungen in der Ebene	144
12.2.4	Schraubverbindungen unter Einwirkungen aus der Ebene	158
12.3	Geschraubte Anschlüsse.....	160
12.3.1	Allgemeines.....	160
12.3.2	Schubversagen von Stegwinkelanschlüssen.....	160
12.3.3	Versagen der Verankerungskraft von Stegwinkelanschlüssen.....	161
12.4	Geklebte Anschlüsse und Klebverbindungen	162
12.4.1	Allgemeines.....	162
12.4.2	Bemessungsgrundsätze.....	162
12.4.3	Anschluss- und Verbindungsbemessung.....	163
12.4.4	Berechnung	163
12.4.5	Widerstandsnachweis.....	163
12.5	Hybridanschlüsse und -verbindungen	167
Anhang A (informativ) Kriechzahlen.....		168
A.1	Anwendung dieses Anhangs	168
A.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich	168
A.3	Pultrudierte Verbundprofile	168
A.4	Verbundlamine	169
A.5	Kernwerkstoffe	169
Anhang B (informativ) Ausgewählte Werte für Werkstoffeigenschaften für die Vorbemessung.....		170
B.1	Anwendung dieses Anhangs	170
B.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich	170
B.3	Allgemeines.....	170
B.4	Fasern.....	170
B.5	Harze	171
B.6	Kernwerkstoffe	172
B.7	Lageeigenschaften	173

B.7.1	Allgemeines.....	173
B.7.2	Ausgewählte Werte für Steifigkeitseigenschaften von Lagen.....	174
B.7.3	Ausgewählte Werte für Festigkeitseigenschaften von Lagen.....	177
B.7.4	Koeffizient der linearen thermischen Dehnung für Lagen.....	178
B.7.5	Wärmeleitfähigkeit von Lagen.....	180
B.7.6	Quellung von Lagen.....	181
B.7.7	Versagenskriterien für Lagen.....	181
B.8	Laminateigenschaften.....	182
B.8.1	Allgemeines.....	182
B.8.2	Steifigkeit und Festigkeit.....	183
B.8.3	Koeffizienten der linearen thermischen Dehnung.....	185
Anhang C (normativ) Knicken orthotroper Laminate und Profile.....		186
C.1	Anwendung dieses Anhangs.....	186
C.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich.....	186
C.3	Allgemeines.....	186
C.4	Elastisches Knicken orthotroper Laminate.....	187
C.4.1	Anwendungsbereich.....	187
C.4.2	Orthotrope symmetrisch aufgebaute Laminate.....	187
C.5	Elastisches Knicken von Profilen.....	191
C.5.1	Anwendungsbereich.....	191
C.5.2	Profile mit doppelt symmetrischen Querschnitten unter Druckbeanspruchung.....	191
C.5.3	Profile mit Winkel-, Kreuzform- und T-Querschnitten unter Druckbeanspruchung.....	195
C.5.4	Profile mit doppelt symmetrischen Querschnitten unter Biegebeanspruchung um die starke Achse.....	198
C.5.5	Lokales Knicken doppelt symmetrischer Profile unter Berücksichtigung der Rotationsbehinderung an der Verbindung zwischen Steg und Flansch.....	204
Anhang D (normativ) Tragwerksbemessung für den Brandfall.....		209
D.1	Anwendung dieses Anhangs.....	209
D.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich.....	209
D.3	Voraussetzungen.....	209
D.4	Grundlagen der Bemessung.....	209
D.4.1	Allgemeines.....	209
D.4.2	Nominelle Brandbeanspruchung.....	210
D.4.3	Physikalisch basierte Brandbeanspruchung.....	210
D.4.4	Einwirkungen.....	211
D.4.5	Bemessungswerte von Werkstoffeigenschaften.....	211
D.4.6	Nachweisverfahren.....	212
D.4.7	Bauteilberechnung.....	212
D.4.8	Berechnung von Teiltragwerken.....	213
D.4.9	Statische Berechnung des Gesamttragwerks.....	213
D.4.10	Brandschutzmaßnahmen.....	214
D.5	Werkstoffeigenschaften.....	214
D.5.1	Allgemeines.....	214
D.5.2	Thermische Eigenschaften.....	215
D.5.3	Mechanische Eigenschaften.....	219
D.5.4	Brandschutzmaterialien.....	224
D.6	Tabellierte Bemessungswerte.....	224
D.6.1	Allgemeines.....	224
D.7	Vereinfachte Bemessungsverfahren.....	225
D.7.1	Allgemeines.....	225
D.8	Erweiterte Bemessungsverfahren.....	225
D.8.1	Allgemeines.....	225
D.8.2	Thermische Berechnung.....	225
D.8.3	Mechanische Berechnung.....	226
D.8.4	Validierung erweiterter Bemessungsverfahren.....	226
Anhang E (informativ) Brückendetails.....		227

E.1	Anwendung dieses Anhangs	227
E.2	Anwendungs- und Gültigkeitsbereich	227
E.3	Allgemeines	227
E.4	Brückenlager	227
E.5	Dehnungsfugen	227
E.6	Brüstungen	229
E.7	Überbau-Träger-Klebinverbindungen	229
E.8	Befestigungen von Anprallsperren.....	229
	Literaturhinweise	231