

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

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

---

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	7
<b>0</b> Einleitung.....	<b>8</b>
<b>1</b> Anwendungsbereich.....	<b>10</b>
1.1 Anwendungsbereich von CEN/TS 19101 .....	10
1.2 Voraussetzungen .....	12
<b>2</b> Normative Verweisungen .....	<b>12</b>
<b>3</b> Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	<b>13</b>
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
<b>4</b> Grundlagen der Tragwerksplanung.....	<b>45</b>
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
<b>5</b> Werkstoffe .....	<b>57</b>
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	Laminat .....	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	Querdruckbeanspruchung .....	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
<b>Anhang C (normativ) Knicken orthotroper Laminate und Profile.....</b>		<b>186</b>
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
<b>Anhang D (normativ) Tragwerksbemessung für den Brandfall.....</b>		<b>209</b>
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
<b>Anhang E (informativ) Brückendetails.....</b>		<b>227</b>

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