

Bau-Überwachungsverein (BÜV e. V.) Hrsg.

Tragende Kunststoffbauteile

Entwurf – Bemessung – Konstruktion

2. Auflage

EBOOK INSIDE

 Springer Vieweg

Tragende Kunststoffbauteile

Bau-Überwachungsverein (BÜV e. V.)
(Hrsg.)

Tragende Kunststoffbauteile

Entwurf – Bemessung – Konstruktion

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

Hrsg.
Bau-Überwachungsverein (BÜV e. V.)
Berlin, Deutschland

ISBN 978-3-658-30404-1 ISBN 978-3-658-30405-8 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-30405-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2014, 2020

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Vorwort

Die zweite Auflage der BÜV-Empfehlungen „Tragende Kunststoffbauteile“ wurde vom Arbeitskreis vollständig aktualisiert und um zwei zusätzliche Berechnungsbeispiele erweitert. Die zitierten Normen und Richtlinien zu Entwurf, Bemessung und Konstruktion von tragenden Kunststoffbauteilen und die zugehörigen vom Arbeitskreis ausgearbeiteten Berechnungsbeispiele sind damit auf dem Stand März 2020. Zusätzlich erfolgte die Korrektur von Druckfehlern aus der ersten Auflage. Die zwei neuen zusätzlichen Berechnungsbeispiele behandeln Knicknachweise für eine Stütze aus pultrudierten GFK-Profilen und den Nachweis eines geschraubten Anschlusses für einen Fachwerkknoten als Teil einer Brücke aus GFK-Profilen.

Der Arbeitskreis „Tragende Kunststoffbauteile im Bauwesen“ des Bau-Überwachungsvereins (BÜV e.V.) hofft, dass mit den vorliegenden BÜV-Empfehlungen „Tragende Kunststoffbauteile“ eine aktuelle Grundlage für die weitere Erforschung und Anwendung von Tragwerken aus Kunststoffen im Bauwesen gegeben ist, und freut sich über Anregungen und Hinweise der interessierten Fachöffentlichkeit zu diesem Thema.

Hamburg, im März 2020

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manuel Krahwinkel

Leiter des Arbeitskreises „Tragende Kunststoffbauteile im Bauwesen“ des Bau-Überwachungsvereins (BÜV e.V.)

Autorenverzeichnis

Prof. Dr.-Ing. habil **Günther Ackermann**, geboren 1929 in Insterburg, promovierte 1962 zum Dr.-Ing. an der Hochschule für Bauwesen in Cottbus. Von 1964 arbeitete er 14 Jahre an der Deutschen Bauakademie auf dem Gebiet der ingenieur-theoretischen Grundlagen von Flächen-tragwerken und Plastkonstruktionen und promovierte dort 1976 zum Dr.-sc. techn. Von 1978 bis 1998 lehrte er als Dozent und Universitätsprofessor an der Hochschule für Architektur und Bauwesen und an der Bauhaus Universität in Weimar.

Matthias Behrens M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter und Doktorand am Fachgebiet Innovative Bauweisen und Baukonstruktion des Bauingenieurwesens der HafenCity Universität Hamburg. Im Rahmen seiner Tätigkeit lehrt er Stahl- und Holzbau sowie Stabilität und Dynamik der Baukonstruktionen und forscht im Rahmen seiner Promotion an momententragfähigen Verbindungen von GFK-Profilen.

Dipl.-Ing. **Stephan Deuber** ist Bauingenieur und Projektentwickler bei der B&L Real Estate GmbH in Hamburg sowie Lehrbeauftragter an der TH-Lübeck. Vor der Tätigkeit bei B&L war er als Projektleiter bei der HOCHTIEF AG beschäftigt, wo er zuletzt für das Bauvorhaben der Elbphilharmonie verantwortlich war. Im Rahmen verschiedener Forschungsvorhaben und Bauvorhaben hat er sich intensiv mit der Bemessung, Konstruktion und dem Einsatz von Faserverbundkunststoffen im Baubereich beschäftigt.

Dr.-Ing. **Markus Gabler** studierte und promovierte an der Universität Stuttgart, wo er sich vornehmlich mit der Anwendung von Faserverbundwerkstoffen im Bauwesen beschäftigte. Aktuell leitet Herr Gabler die Brückenbauabteilung bei Arup Deutschland in Düsseldorf.

Dr.-Ing. **Ralf Gastmeyer** ist Mitarbeiter des Prüfamtes für Baustatik der Landesgewerbeanstalt Bayern, Zweigstelle Würzburg, und Prüfer für bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau. Sein Tätigkeitsbereich umfasst unter anderem die Prüfung von Behältern, Fassaden-, Dach- und Antennenträgerkonstruktionen aus glasfaserverstärktem Kunststoff.

Prof. Dr.-Ing. **Elke Genzel** lehrt Bauwerkserhaltung und Baugeschichte an der HTW Berlin. Ihr Schwerpunkt sind die Beurteilung, Erhaltung und Sanierung von Bauten aus faserverstärkten Kunststoffen (Forschungsverbund mit Dr.-phil. Pamela Voigt).

Dipl.-Ing. **Matthias Gerold** ist Geschäftsführer der Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe, Beratender Ingenieur, Prüfenieur für Bautechnik, Prüfer für bautechnische Nachweise im Eisenbahnbau sowie ö.b.u.v. Sachverständiger für Bautechnik und Baukonstruktionen des Massiv-, Stahl-, Holz- und Glasbaus. Er ist seit Jahren in der nationalen wie europäischen Normungsarbeit insbesondere im Holzbau tätig.

Prof. Dr.-Ing. **Jan Knippers** ist Partner in Knippers Helbig Advanced Engineering und Leiter des Instituts für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen an der Universität Stuttgart. Dort beschäftigt er sich in der Forschung schwerpunktmäßig mit faserverstärkten Kunststoffen für Architektur und Bauwesen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Manuel Krahwinkel** forscht und lehrt an der HafenCity Universität Hamburg im Bauingenieurwesen mit den Schwerpunkten Stahl-, Holz- und Leichtbau. Als Leiter der bautechnischen Labore der HafenCity Universität verfügt er über Erfahrung mit der experimentellen Untersuchung von Bauteilen aus tragenden Kunststoffen und mit deren Zulassung für bautechnische Anwendungen. Er ist Prüflingenieur für Baustatik und Mitglied der Geschäftsführung der Ingenieurgemeinschaft Eriksen in Oldenburg.

Dipl.-Ing (FH) **Frank Kümmerle** ist Mitarbeiter der Harrer Ingenieure GmbH, Karlsruhe, einem Ingenieurbüro mit den Schwerpunkten Hoch- und Ingenieurbau, Industrie- und Gewerbebau, Brücken-, Grund- und Tunnelbau, Generalplanung und Projektmanagement sowie Sonderkonstruktionen und Risiko Management. Er arbeitet in der Niederlassung Ostfildern bei Stuttgart (innerhalb der Bürogemeinschaft Kuhlmann - Gerold - Eisele) als Tragwerksplaner und Fachplaner für vorbeugenden Brandschutz.

Dr.-Ing. **Hans-Jürgen Meyer** ist Diplomphysiker und Bauingenieur. Er unterrichtet als Lehrbeauftragter Bauphysik an der Hochschule Bremen und ist Inhaber eines Ingenieurbüros für Bauphysik und Polartechnik.

Prof. Dr.-Ing. **Hans-Werner Nordhues** ist Bauingenieur und Mediator im Bauwesen sowie geschäftsführender Gesellschafter der wörner nordhues engineering GmbH mit Sitz in Darmstadt. Er unterrichtet als Honorarprofessor an der Ruhr-Universität Bochum. Zudem ist er Geschäftsführer der DPÜ-Zertifizierstelle GmbH, die Personal-zertifizierungen im Bauwesen durchführt.

Dr.-Ing. **Matthias Oppe** ist promovierter Bauingenieur und seit 2010 Mitglied der Geschäftsleitung bei der Knippers Helbig GmbH. Dort leitet er das Büro in Stuttgart und beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Verwendung innovativer Materialien im Bauwesen. Im Rahmen seiner Promotion an der RWTH Aachen hat er ein Bemessungskonzept für geschraubte Verbindungen in pultrudierten Polymerprofilen entwickelt. Er ist in mehreren nationalen und internationalen Vereinigungen und Normenausschüssen tätig.

Prof. Dr.-Ing. **Jens Ridzewski** ist Leiter der Zertifizierungsstellen für Bauprodukte (LBO, EU-BauPVO) an der IMA Materialforschung und Anwendungstechnik GmbH in Dresden, lehrt an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg, der Steinbeis-Hochschule und Kunststoffhochschule Radeberg Leichtbau mit Faserverbundwerkstoffen und betreibt die Composite Consulting mit dem Schwerpunkt Bauwesen und ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger.

Dipl.-Ing. **Rolf Schadow** ist Bauingenieur, arbeitet bei der Ingenieurberatung Pühl und Becker in Essen und hat langjährige Erfahrung im Bereich der Bemessung und Prüfung von tragenden Konstruktionen aus Kunststoffen mit dem Schwerpunkt Rohre und Schächte.

Dr.-Ing. **Jochen Stahl**, P.Eng. ist Partner und Geschäftsführer des Ingenieurbüros Fast + Epp in Darmstadt und hat einen Lehrauftrag für das Entwerfen von Holztragwerken an der Technischen Universität Darmstadt.

Professor Dr.-Ing. **Rainer Taprogge** ist Inhaber des 1973 gegründeten Ingenieurbüros für Kunststofftechnik in Hamburg. Schwerpunkte sind die technische Anwendung von Kunststoffen im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Bautechnik einschließlich Konstruktion, Berechnung und Fertigung. An der RWTH Aachen ist er als apl. Professor für das Lehrgebiet Konstruieren mit Kunststoffen und als Sachverständiger Gutachter bei Schadensfällen und in Zulassungsverfahren tätig.

Dr.-Ing. **Heiko Trumpf**, IWE ist Niederlassungsleiter/ Partner bei Bollinger + Grohmann Ingenieure und Lehrbeauftragter an der TU München. Er promovierte an der RWTH Aachen zum ‚Stabilitätsverhalten ebener Tragwerke aus pultrudierten glasfaserverstärkten Polymerprofilen‘.

Dipl.-Ing. **Momčilo Vidacković** ist studierter Architekt und seit 2007 Mitarbeiter der Bundesvereinigung der Prüfindgenieure für Bautechnik (BVPI), wo er die Ressorts Bautechnik und Baurecht innehat.

Dr. **Frédéric Waimer** studierte Bauingenieurwesen an der Universität Stuttgart, wo er auch 2016 promovierte. Von 2010 bis 2015 war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen tätig; sein Forschungsschwerpunkt lag dabei im Bereich komplexer Geometrien, innovativer Werkstoffe und digitaler Planungswerkzeuge. Seit 2015 ist er als Projektleiter und seit 2020 als Teamleiter bei der Werner Sobek AG für die Tragwerksplanung anspruchsvoller nationaler und internationaler Bauvorhaben verantwortlich.

Prof. Dr.-Ing. **Johann-Dietrich Wörner** ist Generaldirektor der Europäischen Weltraumorganisation ESA. Als Professor für Statik und Dynamik der Tragkonstruktionen lehrt er an der Technischen Universität Darmstadt Baudynamik, Glasbau und Kunststoffe im Bauwesen.

Inhaltsverzeichnis

1	ANWENDUNGSBEREICH UND ANWENDUNGSBEDINGUNGEN	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Temperaturbereich	1
1.3	Materialkennwerte	1
1.4	Dichtheit	1
1.5	Brandverhalten und erhöhte Temperaturen.....	1
1.6	Toxizität.....	2
1.7	Resistenz gegen aggressive Medien.....	2
1.8	Anwendungsbedingungen.....	2
1.9	Nicht genormte Baustoffe.....	2
1.10	Nichtruhende Belastungen / Beanspruchungen	2
2	BAUTECHNISCHE UNTERLAGEN	3
2.1	Art der bautechnischen Unterlagen.....	3
2.2	Zeichnungen	3
2.3	Statische Berechnung.....	3
2.4	Baubeschreibung.....	4
3	SICHERHEITSKONZEPT	5
3.1	Allgemeines	5
3.2	Sicherheitsnachweis.....	6
3.3	Nachweisverfahren – Regelverfahren.....	6
3.4	Nachweisverfahren auf Basis einer Schadensakkumulation.....	7
3.4.1	Allgemeines	7
3.4.2	Zeitstandbeanspruchung im Hinblick auf die Lebensdauer (Einwirkungen) 7	
3.4.3	Zeitstandbeanspruchbarkeit im Hinblick auf die Lebensdauer (Widerstand) 8	
3.4.4	Bemessungsverfahren mit Ersatzbeanspruchung.....	9
3.4.5	Bemessungsverfahren mit Hilfe der Schadensakkumulation.....	11
4	AUSGANGSSTOFFE	14
4.1	Allgemeines	14
4.2	Fasern	14
4.2.1	Allgemeines	14
4.2.2	Glasfasern	15
4.2.3	Aramidfasern	15
4.2.4	Carbonfasern.....	15
4.3	Kunststoffe.....	16
4.4	Schaumstoffe	16

4.4.1	Allgemeines	16
4.4.2	Polyurethan-Hartschäume (PUR-Schaum)	17
4.4.3	Polyvinylchloridschäume (PVC-Schaum)	17
5	MATERIALEIGENSCHAFTEN UND BAUTEILE	19
5.1	Allgemeines	19
5.2	Unverstärkte Kunststoffe	21
5.2.1	Thermoplaste	21
5.2.2	Duroplaste	22
5.3	Faserverstärkte Kunststoffe	22
5.3.1	Vorbemerkungen	22
5.3.2	Glasfaserverstärkte Lamine mit Duroplasten	22
5.4	Sandwichkonstruktionen	24
5.5	Bemessungswert des Widerstands	25
6	EINWIRKUNGEN	27
6.1	Allgemeines	27
6.2	Ständige Einwirkungen	28
6.3	Veränderliche Einwirkungen	28
6.4	Außergewöhnliche Einwirkungen	30
6.5	Brandeinwirkung und erhöhte Temperaturen	30
6.6	Bemessungswert der Einwirkungen	31
7	VERFORMUNGEN, SCHNITTGRÖßEN UND SPANNUNGEN	33
8	NACHWEISE	35
8.1	Grundlegende Anforderungen	35
8.2	Grenzzustand der Tragfähigkeit	35
8.2.1	Allgemeines	35
8.2.2	Festigkeit	38
8.2.3	Stabilitätsversagen	43
8.2.4	Dehnungsbeschränkung	47
8.3	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	47
8.3.1	Allgemeines	47
8.3.2	Dehnungsbeschränkung	48
8.3.3	Verformungsbegrenzung	48
8.4	Verbindungen	49
8.4.1	Allgemeines	49
8.4.2	Lösbare Verbindungen	49
8.4.3	Nicht lösbare Verbindungen	54

9	BAULICHE DURCHBILDUNG	57
9.1	Grundsätzliches	57
9.2	Bauteile	58
9.2.1	Allgemeines	58
9.2.2	Hohlkästen und Hohlbauteile.....	58
9.2.3	Plattenförmige Bauteile	59
9.2.4	Schalenförmige Bauteile.....	59
9.2.5	Behälter.....	59
9.2.6	Sandwichkonstruktionen.....	60
9.2.7	Absturzsichernde Bauteile	61
9.2.8	Brücken.....	61
9.3	Verbindungen und Auflagerungen.....	61
9.4	Herstellung und Konstruktion.....	62
9.4.1	Faserverbundkunststoffe.....	62
9.4.2	Unverstärkte Kunststoffe	62
10	AUSFÜHRUNG UND ÜBERWACHUNG	63
10.1	Rohprodukte	63
10.1.1	Allgemeines	63
10.1.2	Eigenüberwachung.....	64
10.1.3	Fremdüberwachung	66
10.1.4	Probenentnahme und Auswertung	67
10.2	Halbzeuge und Verbindungsmittel	68
10.2.1	Allgemeines	68
10.2.2	Prüfung der Halbzeuge (Thermoplaste sowie Duroplaste und Elastomere) 68	
10.2.3	Prüfung der Klebstoffe.....	68
10.2.4	Prüfung von Schweißzusätzen	68
10.3	Bauausführung.....	69
10.3.1	Allgemeines	69
10.3.2	Personal und Ausstattung des ausführenden Betriebes	69
10.4	Überwachung.....	70
10.4.1	Überwachung auf der Baustelle	70
10.4.2	Zustandsklassifizierung	72
11	NORMEN UND RICHTLINIEN	75
11.1	Grundnormen.....	75
11.2	Stoffnormen	76
11.3	Prüfnormen	77
11.4	Normen für Halbzeuge	81
11.5	Bemessungsnormen	81

11.6	Richtlinien/Merkblätter.....	82
12	BEISPIEL 1 PROFILIERTER EINFELDTRÄGER AUS GLASFASERVERSTÄRKTEM LAMINAT	85
12.1	Statisches System, Bauwerksform.....	85
12.2	Querschnitt, Werkstoff.....	86
12.2.1	Querschnittswerte.....	86
12.2.2	Material.....	87
12.3	Einwirkungen (charakteristische Werte).....	87
12.3.1	Eigenlast.....	87
12.3.2	Schneelast (DIN EN 1991-1-3).....	87
12.3.3	Windlast (DIN EN 1991-1-4).....	88
12.3.4	Temperatur (DIN EN 1991-1-5).....	88
12.3.5	Einwirkungsdauer.....	88
12.4	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	89
12.4.1	Festigkeit.....	89
12.4.2	Stabilitätsversagen.....	95
12.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	101
12.5.1	Durchbiegungsbegrenzung.....	101
12.6	Literatur zum Beispiel 1.....	103
13	BEISPIEL 2 ZYLINDERWAND EINES BEHÄLTERS	104
13.1	Statisches System, Bauwerksform.....	104
13.2	Querschnitt und Werkstoff.....	105
13.2.1	Laminatdicken.....	105
13.2.2	Zylinder.....	105
13.2.3	Zylinderfuß.....	106
13.3	Einwirkungen und Schnittgrößen.....	107
13.3.1	Übersicht.....	107
13.3.2	LF 10 Eigenlast.....	107
13.3.3	LF 20 Füllgut.....	108
13.3.4	LF 21 Verkehrslast auf Kegelschale.....	108
13.3.5	LF 22 Betriebsdruck.....	108
13.3.6	LF 30 Temperatur.....	109
13.3.7	Lastkombinationen.....	109
13.3.8	Bemessungswerte der Schnittgrößen.....	110
13.3.9	Bemessungswerte der Spannungen.....	112
13.4	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	112
13.4.1	Festigkeit.....	112
13.4.2	Stabilitätsversagen.....	125

13.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	129
13.5.1	Durchbiegungsbegrenzung	129
13.6	Berechnungsergebnisse.....	132
13.6.1	Lastkombination 1 (Schnittgrößen faktorisiert, Verformungen nicht faktorisiert)	132
13.6.2	Lastkombination 2 (Schnittgrößen faktorisiert, Verformungen nicht faktorisiert)	134
13.6.3	Lastkombination 3 (Schnittgrößen faktorisiert, Verformungen nicht faktorisiert)	136
13.6.4	Lastkombination 4 (Schnittgrößen faktorisiert, Verformungen nicht faktorisiert)	138
13.7	Literatur zum Beispiel 2	140
14	BEISPIEL 3 DREISCHICHTIGE ZWEIFELDPLATTE MIT DECKSCHICHTEN	
	141	
14.1	Statisches System, Bauwerksform	141
14.2	Querschnitt und Werkstoff.....	142
14.2.1	Laminatdicken	142
14.2.2	Material.....	142
14.3	Einwirkungen und Schnittgrößen	143
14.3.1	Übersicht.....	143
14.3.2	LF 10 Eigenlast.....	143
14.3.3	LF 31 ... LF 34 Temperatur (DIN EN 1991-1-5).....	143
14.3.4	LF 40 Schneelast (DIN EN 1991-1)	144
14.3.5	LF 51 + LF 52 Windlast (DIN EN 1991-1)	144
14.3.6	Lastkombinationen	144
14.3.7	Bemessungswerte der Schnittgrößen	145
14.3.8	Bemessungswerte der Spannungen.....	146
14.4	Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	146
14.4.1	Festigkeit	146
14.4.2	Stabilitätsversagen	151
14.4.3	Charakteristische Werte des E-Moduls.....	152
14.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	156
14.5.1	Durchbiegungsbegrenzung	156
14.6	Berechnungsergebnisse.....	158
14.6.1	System und Lasteingabe	158
14.6.2	Membrankräfte der GFK-Deckschicht (faktorisiert)	160
14.6.3	Schubspannungen des PUR-Kerns (faktorisiert)	161
14.6.4	Verformungen (nicht faktorisiert).....	162
14.7	Literatur zum Beispiel 3	163

15	BEISPIEL 4 VIERSEITIG GELENKIG GELAGERTE PLATTE	165
15.1	Bauteilabmessungen, statisches System, Bauwerksform.....	165
15.2	Querschnitt, Werkstoff	167
15.2.1	Querschnittswerte	167
15.2.2	Material.....	167
15.3	Einwirkungen (charakteristische Werte).....	167
15.3.1	Eigenlast der Platte	167
15.3.2	Schneelast (DIN EN 1991-1-3).....	167
15.3.3	Windlast (DIN EN 1991-1-4)	168
15.3.4	Temperaturlast (DIN EN 1991-1-5).....	169
15.3.5	Einwirkungsdauer	169
15.4	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	169
15.4.1	Festigkeit	169
15.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	175
15.5.1	Durchbiegungsbegrenzung	175
15.6	Modellierungsvarianten für die PMMA-Platte	178
15.6.1	Allgemein	178
15.6.2	Einachsig gespannte Platte.....	178
15.6.3	Zweiachsig gespannte, linear-elastische Platte mit Tabellenwerk	178
15.6.4	Lineare Finite-Element-Berechnung.....	179
15.6.5	Nichtlineare Finite- Element- Berechnung mit abhebenden Ecken	180
15.6.6	Vergleich der Berechnungsergebnisse	182
15.7	Literatur zum Beispiel 4	182
16	BEISPIEL 5 SICKERWASSERSCHACHT AUS PE-HD	183
16.1	System, Bauteilmaße, Querschnittswerte, Annahmen	183
16.2	Einwirkungen.....	185
16.2.1	Charakteristische Werte.....	185
16.2.2	Bemessungswerte in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	185
16.2.3	Repräsentative Werte im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	186
16.3	Schnittgrößen am Schachtfuß	186
16.3.1	Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit	186
16.3.2	Schnittgrößen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	187
16.4	Nachweis in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit	187
16.4.1	Bemessungswerte des Baustoffs	187
16.4.2	Nachweis der Biegetragfähigkeit.....	189
16.4.3	Stabilitätsversagen	189
16.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	191
16.5.1	Bemessungswerte des Baustoffs	191
16.5.2	Maßgebende Verformung u_d	191

16.5.3	Bemessungswert zur Erfüllung der Durchbiegungsbegrenzung	192
16.6	Literatur zum Beispiel 5	192
17	BEISPIEL 6 PULTRUSIONSPROFIL AUS GLASFASERVERSTÄRKTEM KUNSTSTOFF ALS EINFELDTRÄGER	193
17.1	Aufgabenstellung, statisches System	193
17.2	Querschnitt, Werkstoff	193
17.2.1	Querschnittswerte	193
17.2.2	Material	194
17.3	Einwirkungen (charakteristische Werte).....	194
17.3.1	Eigenlast	194
17.3.2	Schneelast	194
17.3.3	Temperatur.....	194
17.3.4	Einwirkungsdauer.....	195
17.4	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	195
17.4.1	Teilsicherheitsbeiwerte	195
17.4.2	Einwirkungskombinationen	195
17.4.3	Bemessungsschnittgrößen (Einfeldträger)	196
17.4.4	Werkstoffspezifische Einflussfaktoren	196
17.4.5	Festigkeitsnachweise	198
17.4.6	Stabilitätsnachweise.....	200
17.5	Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.....	206
17.5.1	Teilsicherheitsbeiwert.....	206
17.5.2	Einwirkungskombinationen	206
17.5.3	Charakteristischer Wert des E-Moduls als Mittelwert	206
17.5.4	Werkstoffspezifischer Einflussfaktor des E-Moduls	207
17.5.5	Durchbiegungsbegrenzung	207
17.6	Literatur zum Beispiel 6	208
18	BEISPIEL 7 PULTRUSIONSPROFIL AUS GLASFASERVERSTÄRKTEM KUNSTSTOFF ALS STÜTZE	209
18.1	Aufgabenstellung und statisches System	209
18.2	Querschnitt, Werkstoff	210
18.2.1	Querschnittswerte	210
18.2.2	Material.....	211
18.3	Einwirkungen (charakteristische Werte).....	211
18.3.1	Eigenlast aus Struktur und Profil	211
18.3.2	Eigenlast aus Ausbau (Technikinstallation).....	211
18.3.3	Schneelast	211
18.3.4	Temperatur.....	211
18.3.5	Einwirkungsdauer.....	211

18.4	Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	212
18.4.1	Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte Einwirkung	212
18.4.2	Teilsicherheitsbeiwerte Widerstand.....	212
18.4.3	Einwirkungskombinationen	212
18.4.4	Werkstoffspezifische Einflussfaktoren	213
18.4.5	Festigkeitswerte	215
18.5	Querschnittsklassifikation.....	217
18.5.1	Einordnen in Querschnittsklasse.....	217
18.5.2	Ermittlung der kritischen Beulspannung.....	217
18.5.3	Ermittlung der effektiven Breiten	217
18.6	Biegeknicken nach dem Ersatzstabverfahren	219
18.6.1	Nachweisformat.....	219
18.6.2	Ermittlung der Eingangsparameter für das Ersatzstabverfahren.....	219
18.6.3	Biegeknicknachweis mit Knickspannungslinie.....	219
18.7	Vereinfachter Stabilitätsnachweis Biegeknicken.....	222
18.7.1	Nachweisformat.....	222
18.7.2	Einwirkung	222
18.7.3	Verzweigungslast unter Berücksichtigung A_{mod}^E (Stabilität).....	222
18.8	Literatur zum Beispiel 7	224
19	BEISPIEL 8 NACHWEISE „GESCHRAUBTE VERBINDUNGEN“	225
19.1	Aufgabenstellung.....	225
19.2	System	225
19.3	Charakteristische Werte der einwirkenden Lasten.....	227
19.3.1	Allgemeines	227
19.3.2	Ständige Einwirkungen.....	227
19.3.3	Veränderliche Einwirkungen	228
19.3.4	Einwirkungen auf Geländer.....	228
19.3.5	Schnee- und Windlasten	229
19.3.6	Temperatureinwirkungen und Medieneinfluss	229
19.3.7	Außergewöhnliche Einwirkungen	229
19.4	Schnittgrößen (Theorie I Ordnung)	229
19.5	Randbedingungen	230
19.6	Materialkennwerte	231
19.7	Teilsicherheitsbeiwert.....	231
19.8	Einfluss- und Modifikationsfaktoren	232
19.9	Lastfallkombinationen	233
19.10	Nachweis Zugdiagonale 100×100×8	233
19.10.1	Einwirkungen.....	233
19.10.2	Tragfähigkeiten.....	233
19.10.3	Nachweise.....	235
19.11	Nachweis Untergurt 240×72×10.....	235

19.11.1	Einwirkungen.....	235
19.11.2	Tragfähigkeiten.....	236
19.11.3	Nachweise.....	238
19.12	Nachweis Untergurt 240×72×10 am Anschluss Druckpfosten infolge Holmlast	239
19.12.1	Einwirkungen.....	239
19.12.2	Tragfähigkeiten.....	240
19.12.3	Nachweise.....	241
19.13	Literatur zum Beispiel 8	241
ANHANG		243
Anhang A:	Einflussfaktoren (Richtwerte) für unverstärkte Kunststoffe.....	243
Anhang B:	Einflussfaktoren für faserverstärkte Kunststoffe	246
Anhang C:	Einflussfaktoren für Schaumstoffe	249
Anhang D:	Bemessungswerte der Einwirkungen.....	250
Anhang E:	Teilsicherheitsbeiwerte γ_M	255
Anhang F:	Mechanische Eigenschaften zu Fasern und Sandwichkernen	256
LITERATUR		257
SACHWORTVERZEICHNIS		261

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Unterschiede der Eigenschaften von Duro- und Thermoplasten	16
Tabelle 5-1: Faktoren k_s zur Ermittlung von $R_{k0,95}$ (bei 75 % Aussagewahrscheinlichkeit)	20
Tabelle 6-1: Klassen der Last-Einwirkungsdauer (KLED) für Hochbaukonstruktionen	27
Tabelle 6-2: Größenordnung der Klassen der Lasteinwirkungen (KLED)	29
Tabelle 8-1: Übersicht der zu führenden Nachweise und der zugehörigen Einflussfaktoren ...	37
Tabelle 8-2: Empfehlungen für den Bemessungswert C_d der Durchbiegung	48
Tabelle 10-1: Art und Umfang der Probenentnahme von Ausgangsstoffen für Halbzeuge sowie für Verbindungsmittel	66
Tabelle 10-2: Prüfung der erhärteten Produkte (Halbzeug)	66
Tabelle Beispiel 2-1: Untersuchte Lastfälle	107
Tabelle Beispiel 2-2: Untersuchte Lastkombinationen	109
Tabelle Beispiel 2-3: Bemessungswerte der Spannungen für alle Lastkombinationen 1 bis 4	112
Tabelle Beispiel 2-4: Charakteristischer Wert der Kurzzeit-Biegefestigkeit	113
Tabelle Beispiel 2-5: Charakteristischer Wert der Kurzzeit-Zugfestigkeit	113
Tabelle Beispiel 2-6: Einflussfaktor A_1 in Abhängigkeit der Lastdauer	114
Tabelle Beispiel 2-7: Zusammenstellung der Einflussfaktoren	114
Tabelle Beispiel 2-8: Bemessungswert des Materialwiderstands	119
Tabelle Beispiel 2-9: Spannungsnachweis	119
Tabelle Beispiel 2-10: Exemplarische Auflistung der Einzelschichten	122
Tabelle Beispiel 2-11: Ermittlung der Widerstände für KLED lang	123
Tabelle Beispiel 2-12: Festigkeitsnachweis für die Einzelschichten	124
Tabelle Beispiel 4-1: Einflussfaktoren A nach [3]	172
Tabelle Beispiel 4-2: Zusammenstellung der berechneten Spannungen	174
Tabelle Beispiel 4-3: Zusammenstellung der berechneten Verformungen	177
Tabelle Beispiel 4-4: Vergleich der Modellierungsvarianten	182
Tabelle A-1: Einflussfaktor A^f_1 , A^E_1 bzw. A^D_1 infolge Belastungsdauer von 20 Jahren	243
Tabelle A-2: Einflussfaktor A^f_2 , A^E_2 bzw. A^D_2 infolge Medieneinfluss für Deponiebauwerke	243
Tabelle A-3a: Einflussfaktor A^f_3 , A^E_3 bzw. A^D_3 für Thermoplaste infolge Temperatureinfluss bei 40 °C	244
Tabelle A-3b: Einflussfaktor A^f_3 , A^E_3 bzw. A^D_3 für Duroplaste infolge Temperatureinfluss bis zur Anwendungsgrenze	244
Tabelle B-1a Einflussfaktor A^f_1 infolge Belastungsdauer von 20 Jahren (Bezeichnungen M, MW, FM und FMU gemäß DIN 18820)	246
Tabelle B-1b: Einflussfaktor A^E_1 und A^D_1 infolge Belastungsdauer von 20 Jahren (Bezeichnungen M, MW, FM und FMU gemäß DIN 18820)	247
Tabelle B-2: Einflussfaktor A^f_2 , A^E_2 bzw. A^D_2 infolge Medieneinfluss	248
Tabelle C-1: Einflussfaktor A^f_1 bzw. A^G_1 , A^E_1 infolge Belastungsdauer	249

Tabelle C-2:	Einflussfaktor A^f_2 bzw. A^G_2, A^E_2 infolge Freibewitterung über 25 Jahre durch Deckschichten geschützt.....	249
Tabelle C-3:	Einflussfaktor A^f_3 bzw. A^G_3, A^E_3 infolge Temperatureinfluss	249
Tabelle D-1:	Teilsicherheitsbeiwerte γ_F der Einwirkungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit auf Grundlage von DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.2 (A) bis (C)	251
Tabelle D-2:	Kombinationsbeiwerte ψ für den Hochbau (in Anlehnung an DIN EN 1990/NA, Tabelle NA.A.1.1).....	252
Tabelle D-3:	Kombinationsbeiwerte ψ für Straßenbrücken (in Anlehnung an DIN EN 1990, Tabelle A2.1)	253
Tabelle D-4:	Kombinationsbeiwerte ψ für Fußgänger- und Radwegbrücken (in Anlehnung an DIN EN 1990, Tabelle A2.2)	253
Tabelle E-1:	Empfohlene Teilsicherheitsbeiwerte γ_M im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Ackermann	255
Tabelle F-1:	Fasereigenschaften.....	256
Tabelle F-2:	Mechanische Eigenschaften einiger Polymer-Hartschäume für Sandwichkerne (Richtwerte für die Mittelwerte).....	256

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: Ermittlung der vorhandenen Sicherheit	5
Abbildung 3-2: Einwirkungskollektiv im Bemessungszeitraum t_R	8
Abbildung 3-3: Beispiel einer Lebensdauerlinie (Zeitstandbeanspruchbarkeit) am Beispiel GFK	8
Abbildung 3-4: Anwendung der Gleichung 3.1 für 2 Einwirkungen und Ermittlung der Neigung der Zeitstandgeraden für faserverstärkte duroplastische Produkte	10
Abbildung 3-5: Bemessung am Ende des Bemessungszeitraumes t_R am Beispiel GFK	11
Abbildung 6-1: E-Modul und Festigkeit ausgewählter Kunststoffe in Abhängigkeit der Temperatur [27], [47]	31
Abbildung 8-1: Abhängigkeit des Einflussfaktors A_1 von dem Tabellenwert $A_{1,20J}$ und der akkumulierten Last-Einwirkungsdauer t_a	37
Abbildung 8-2: Quotient des Einflussfaktors $1/A_1$ im doppelt-logarithmischen Maßstab, gerade Kurvenverläufe	38
Abbildung 8-3: Versagensarten einer unidirektionalen Laminatschicht entsprechend den Gleichungen 8.9 und 8.10 [35]	42
Abbildung 8-4: Stabwerkmodell zur Berechnung der Tragfähigkeit einer Schraubenverbindung [33]	50
Abbildung 8-5: Beispielhafte Ermittlung der maßgebenden Breite w^* bzw. $e_{2,\perp}^*$ [33]	50
Abbildung 8-6: Typische Versagensmechanismen für geschraubte Verbindungen in GFK	51
Abbildung 8-7: Scherfuge in einem pultrudierten Flachprofil mit zweischnittiger Verklebung unter zentrischer Zugkraft	56
Abbildung 8-8: Interaktion in der Klebefuge	56

Zeichenerklärungen

Sämtliche im Folgenden nicht angegebenen Formelzeichen sind der DIN EN 1990 zu entnehmen.

Physikalische Kenngrößen

E	Elastizitätsmodul (Kurzzeitkennwert)
G	Schubmodul
K	Kompressionsmodul
ν	Querkontraktionszahl (entspricht μ nach DIN 18820)
σ	Spannung
τ	Schubspannung
γ	Schubverzerrung
ε	Dehnung
σ_f	Kriechzahl
f_k	Charakteristische Festigkeit
m	Neigung der Lebensdauerlinie
u, v, w	Verformungen in x- (Längsdehnung), y- und z-Richtung (Durchbiegung)
T	Temperatur
t	Zeit
t_R	Bemessungszeitraum
t_b	Standzeit
t_E	Einwirkungsdauer

Querschnittsgrößen

A	Querschnittsfläche, Ansichtsfläche
D	Durchmesser, Plattenbiegesteifigkeit
I	Flächenmoment 2. Grades
S	Statisches Moment
W	Elastisches Widerstandsmoment
a, b, h	geometrische Größe, Abmessung
d	Durchmesser, Dicke
N	Normalkraft
M	Biegemoment
V	Querkraft
d_S	Schaftdurchmesser Verbindungsmittel

Einwirkungen, Widerstandsgrößen, Sicherheitselemente und Teilsicherheitsbeiwerte

E	Einwirkung
F	Kraft (Allgemeines Formelzeichen)
φ	Faservolumengehalt (entspricht V_f)
F_{zd}	Abreiß- oder Umlenkraft
G	Ständige Einwirkung
Q	Veränderliche Einwirkung
S	Beanspruchung (Reaktion auf Einwirkungen, z. B. Verformung)
D	Dehngrenze
C_d	Bemessungswert der Bauteil- oder Werkstoffeigenschaft
R	Widerstand
γ	Teilsicherheitsbeiwert (stets mit Fußzeiger)
$\gamma_{E,i}$	Teilsicherheitsbeiwert der i -ten Einwirkung
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgrößen
ψ	Kombinationsbeiwert
δ	Glasmassenanteil (entspricht ψ nach DIN 18820)
A_{mod}	Werkstoffspezifischer Modifikationsfaktor, berücksichtigt den Einfluss der Einwirkungsdauer, der Umweltbedingungen und der Temperatur auf die Bauteileigenschaften
A_i	Einflussfaktoren zur Ermittlung von A_{mod}
P_f	Versagenswahrscheinlichkeit
E_e	Ersatzbeanspruchung für den Bruchzustand
E_{RK}	Charakteristischer Widerstand am Ende des Bemessungszeitraums
μ_R	Mittelwert einer Widerstandsgröße
σ_R	Standardabweichung
k_s	Faktor zur Ermittlung von $R_{k0,95}$
s_k	Charakteristischer Wert der Schneelast auf dem Boden
t_a	Akkumulierte Last-Einwirkungsdauer
t_R	Bemessungszeitraum
KLED	Klassen der Last-Einwirkungsdauer
LK	Lastkombination
LF	Lastfall
g	Eigenlast
q	veränderliche Last
ΔT	Temperaturlast

Fußzeiger

<i>f</i>	Faser
<i>d</i>	Bemessungswert
<i>k</i>	charakteristischer Wert
<i>m</i>	Material, Biegung, Mittelwerte
<i>t</i>	Zug
<i>c</i>	Druck
<i>u</i>	Bruchzustand
0,05	5 %-Fraktil-Wert
0,95	95 %-Fraktil-Wert
0	Winkel 0° zwischen Kraft- und Faserrichtung bzw. Verstärkungsrichtung
90	Winkel 90° zwischen Kraft- und Faserrichtung bzw. Verstärkungsrichtung
<i>cr</i>	kritisch
<i>el</i>	elastisch
<i>max</i>	maximal
<i>inf</i>	unterer Wert
<i>sup</i>	oberer Wert
<i>N</i>	Normalkraft
<i>B</i>	Biegung
τ	Schubspannung
<i>Z</i>	Zylinderwand
ZÜ	Zylinderübergang, Zylinderfuß
<i>F</i>	Füllgut
<i>U</i>	Unterdruck
<i>Ü</i>	Überdruck

Hochzeiger

<i>f</i>	Festigkeit
<i>E</i>	E-Modul
<i>D</i>	Dehngrenze

Kurzzeichen für unverstärkte und verstärkte Kunststoffe und deren Ausgangsstoffe

CFK	kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff
EP	Epoxidharz
FVK	Faserverstärkter Kunststoff, Faserverbundkunststoff
GF-UP	ungesättigtes Polyesterharz, glasfaserverstärkt

GF-PHA	Polyhydroxyalkanoate, glasfaserverstärkt
GFK	glasfaserverstärkter Kunststoff
PA	Polyamid
PAN	Polyacrylnitril
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PE-HD	Hard-Polyethylen
PF	Phenolharz
PHA	Phenacrylatharz
PMI	Polymethacrylimid
PMMA	Polymethylmethacrylat
POM	Polyoxymethylen
PP	Polypropylen
PP-H	Homo-Polypropylen
PPD-T	Polyparaphenylenterephthalamid
PUR	Polyurethan
PVC-U	Hard-Polyvinylchlorid
PVC-NI	Polyvinylchlorid, normal schlagzäh
PVDF	Polyvinylidenfluorid
UP	ungesättigtes Polyesterharz
VE	Vinylesterharz
FM	Wickellaminat senkrecht zur Wickelrichtung nach DIN 18820 – Teil 2
FMU	Wickellaminat parallel zu Wickelrichtung nach DIN 18820 – Teil 2
M	Wirrfaserlaminat nach DIN 18820 – Teil 2
MW	Mischlaminat nach DIN 18820 – Teil 2



1 Anwendungsbereich und Anwendungsbedingungen

1.1 Allgemeines

(1) Diese Empfehlungen sind anzuwenden für den Entwurf und die Bemessung tragender Konstruktionen des Hoch- und Ingenieurbaus, die ganz oder teilweise aus Duroplasten oder Thermoplasten bestehen.

(2) Nicht in den Anwendungsbereich dieser Empfehlungen fallen u. a.:

- Elemente mit bauaufsichtlicher Zulassung (z. B. Dübel, Lager aus Elastomere)
- Hilfsbauteile für rein konstruktive Zwecke
- Schaumstoff-Leichtbeton, kunststoff- oder textildbewehrter Beton
- Membrane

1.2 Temperaturbereich

(1) Bei der Materialauswahl (speziell der Harze) ist auf die Temperaturen im Einsatzbereich zu achten.

1.3 Materialkennwerte

(1) Bei der Berechnung von Bauteilen sind neben den Teilsicherheitsbeiwerten der maßgeblichen Kurzzeitkennwerte auch die Einflüsse der Zeit (i. W. Lasteinwirkungsdauer), des umgebenden Mediums, einer nicht ruhenden Beanspruchung sowie der Temperatur bei der Ermittlung der charakteristischen Werte zu berücksichtigen.

1.4 Dichtheit

(1) Ein Nachweis der Wasser- bzw. Gasdichtheit ist zu führen, wenn es aus Umweltschutzgründen oder zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit des Bauteils notwendig ist.

1.5 Brandverhalten und erhöhte Temperaturen

(1) Kunststoffe haben ein temperaturabhängiges Verhalten und sind aufgrund ihres organischen Aufbaus generell brennbar. Für die einzelnen Regelungen werden folgende Temperaturbereiche betrachtet:

- Normaltemperatur von minimal -20 °C (bei Duroplasten -30 °C), bis maximal 40 °C
- erhöhte Temperatur bis zur Anwendungsgrenze
- hohe Temperatur über der Anwendungsgrenze (Brandfall)

Die Anwendungsgrenze ist eine für jeden Kunststoff individuell unterschiedliche Temperatur, bei der irreversible chemische Zersetzungs Vorgänge beginnen bzw. der Elastizitätsmodul des Materials überproportional abnimmt.

1.6 Toxizität

(1) Die Toxizität (Grad der schädigenden Wirkung in Abhängigkeit von der Art der Einwirkung, Umweltschutz) regelt DIN 53436.

1.7 Resistenz gegen aggressive Medien

(1) Die Resistenz der Materialien gegen aggressive Medien wie z. B. Säuren und Laugen ist gegebenenfalls nachzuweisen. Für glasfaserverstärkte Kunststoffe aus GF-UP und GF-PHA regelt dies die Medienliste 40 für Behälter, Auffangvorrichtungen und Rohre aus Kunststoff des DIBt, die EN 13121 „Oberirdische GFK-Tanks und –Behälter mit dem Teil 2: Verbundwerkstoffe – Chemische Widerstandsfähigkeit sowie die DIN 18820-3¹.

Bei PE-HD gilt das Beiblatt 1 der DIN 8075.

1.8 Anwendungsbedingungen

(1) Die Anwendung dieser Empfehlungen setzt eine entsprechende Qualifikation und Sorgfalt der Tragwerksplaner und Ausführenden, der Prüfengeure und Überwachenden voraus. Die Bemessungsverfahren sind nur dann gültig, wenn die Anforderungen an die Bauausführung nach Abschnitt 10 erfüllt sind.

1.9 Nicht genormte Baustoffe

(1) Kommen Werkstoffe zur Anwendung, die nicht geregelt sind, dann sind die Werkstoffkennwerte durch eine dafür kompetente Materialprüfanstalt oder gleichwertige Institution experimentell zu ermitteln. Die Ergebnisse sind hinsichtlich der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für die geplante Konstruktion oder die Bauteile gutachterlich zu bewerten.

(2) Es wird empfohlen die Vorgehensweise zur Ermittlung der Werkstoffkennwerte rechtzeitig mit der für die Bauaufsicht zuständigen Stelle und die Schritte im Zuge des Genehmigungsverfahrens mit der Bauaufsicht selbst abzustimmen.

1.10 Nichtruhende Belastungen / Beanspruchungen

Bauteile mit nichtruhender Belastung / Beanspruchung sind gesondert nachzuweisen. Die Ermüdungsfestigkeit bedarf einer gesonderten Untersuchung im Einzelfall. (s.a. VDI 2014, Blatt 3)

¹ Die Normenreihe der DIN 18820 ist offiziell zurückgezogen. Inhaltlich ist sie in die Normenreihe DIN EN 13121 eingegangen. In der Praxis wird die DIN 18820 weiter verwendet und wird daher in der TKB-Empfehlung ebenfalls zitiert.



2 Bautechnische Unterlagen

2.1 Art der bautechnischen Unterlagen

(1) Zu den bautechnischen Unterlagen gehören die wesentlichen Zeichnungen, die statische Berechnung und eine ergänzende Baubeschreibung sowie etwaige Zulassungs- und Prüfbescheide.

2.2 Zeichnungen

(1) Die tragenden Bauteile, ihr Querschnittsaufbau sowie alle Einbauteile und Verbindungen sind zeichnerisch eindeutig und übersichtlich darzustellen und zu vermaßen. Die Darstellungen müssen mit den Angaben in der statischen Berechnung übereinstimmen und alle Maße, die für die Ausführung der Bauteile und für die Prüfung der Berechnungen erforderlich sind, enthalten.

(2) Auf den Ausführungsplänen ist insbesondere anzugeben:

- Art der Kunststoffe, der Reaktionsharze und der Zusatzstoffe
- Art und Aufbau der Verstärkungswerkstoffe
- Aufbau der Oberflächen- und Chemieschutzschichten
- Angabe der Dicken zu den Gesamt- und Teilschichten der Lamine mit den dazugehörigen Toleranzen
- Angabe des Herstellungsverfahrens und der dazugehörigen Aushärtungsbedingungen
- Hinweise für das Entformen, die Lagerung, den Transport und die Montage
- Angaben zu den Verbindungsmitteln. Bei Schweißungen gehören dazu Einzelheiten der Schweißnahtvorbereitung und zum Aufbau der Nähte.

(3) Für den Zusammenbau der Bauteile sind Montagepläne anzufertigen.

(4) Die Übereinstimmung der statischen Berechnung und der Ausführungspläne ist verantwortlich festzustellen.

2.3 Statische Berechnung

(1) Die Standsicherheit bzw. die ausreichende Bemessung einer Konstruktion und ihrer Bauteile sowie die Gebrauchstauglichkeit sind in der statischen Berechnung übersichtlich und prüffähig nachzuweisen.

(2) Die statische Berechnung muss ausreichende Angaben enthalten zu:

- Nutzungsdauer der Konstruktion
- Größe und Zeitdauer der Einwirkungen, z. B. auch den auftretenden Temperaturen, den Umweltbedingungen und den Druckverhältnissen
- verwendeten Kunststoffen, Reaktionsharzen, Verstärkungsmaterialien und Zusatzstoffen
- gewählten Herstellungsverfahren
- vorgenommenen Idealisierungen zum statischen System für den Bau- und Endzustand
- Kenndaten des Baugrundes und/oder der Hinterfüllung

– Verbindungsmitteln.

(3) Es sind die Grundlagen zur Berechnung der Verformungen, Spannungen und Schnittgrößen aus den Einwirkungen sowie für die Erfassung der Zeit-, Temperatur- und Medienabhängigkeit zu erläutern.

(4) In den Nachweisen sind baupraktisch unvermeidliche Toleranzen bei Herstellung und Montage zu berücksichtigen. Das gilt insbesondere für alle beanspruchungserhöhenden Einflüsse (Bohrungen, Randausschnitte unter Berücksichtigung von Eckausrundungen, Einspannungen, Deformationen der Unterstützungsstruktur, Temperaturdehnungen, Lagerexzentrizitäten, Montagezwängungen).

(5) Wechselwirkungen der Bauteile aus Kunststoffen zu Bauwerken oder Bauteilen aus anderen Baustoffen sind zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere für die Auflagerbedingungen und Zwangsbeanspruchungen. Es wird auf die erforderliche Koordination zwischen den unterschiedlichen Fachplanern hingewiesen.

(6) Wechselwirkungen zwischen Bauwerk und Baugrund bzw. Hinterfüllung sind aufzuzeigen und, wenn statisch von Bedeutung, rechnerisch zu verfolgen. Dazu sind ausreichende Baugrundaufschlüsse sowie Aussagen eines Baugrundsachverständigen zu den bodenphysikalischen Kennwerten Voraussetzung (Gründungsbeurteilung).

(7) Um für die Ausführungsunterlagen eine gesicherte Grundlage zu haben, ist es erforderlich, dass die übersichtlich zusammengestellten Lastannahmen vom späteren Nutzer des Bauwerks bestätigt werden. Das gilt insbesondere für Verkehrslasten, Drücke, Temperaturen, Beanspruchungen infolge Korrosion sowie für Einwirkungen oder Widerstände aus Schüttgütern und Hinterfüllungen.

2.4 Baubeschreibung

(1) Angaben, die für die Herstellung des Bauteils, die Prüfung der Zeichnungen und der statischen Berechnungen notwendig sind, insbesondere die aus den vorgenannten Unterlagen nicht ohne weiteres entnommen werden können, müssen in einer Baubeschreibung enthalten und erläutert sein. Für Bauteile, die im Werk hergestellt und auf einer Baustelle zu Konstruktionen zusammengesetzt werden, sind beispielsweise detaillierte Angaben zur Lagerung, zum Transport und zur Montage der Bauteile erforderlich.