

**Allgemeine
bauaufsichtliche
Zulassung/
Allgemeine
Bauartgenehmigung**

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamt**

Eine vom Bund und den Ländern
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

04.12.2018

Geschäftszeichen:

I 71-1.10.9-803/1

Nummer:

Z-10.9-803

Geltungsdauer

vom:

4. Dezember 2018

bis:

4. Dezember 2023

Antragsteller:

W.B. BIJL PROFIELEN BV

Markweg Zuid 34 (ind. terr. Dintelmond), Havennummer 5203

4794 SN HEIJNINGEN

NIEDERLANDE

Gegenstand dieses Bescheides:

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen und genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst elf Seiten und drei Anlagen.

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.
- 8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Regelungsgegenstand

Zulassungsgegenstand sind die pultrudierte Kunststoffprofile "krafton" aus glasfaserverstärktem ungesättigtem Polyesterharz (GFK-Profile) folgender Profiltypen:

- Doppel-T-Profil (I-Profil)
- U-Profil
- Winkelprofil (L-Profil)
- Vierkanthohlprofil (□-Profil)
- Flachprofil
- Rohrprofil
- Handlaufprofil

Die Querschnittsabmessungen der Profiltypen (Breite bzw. Höhe) liegen zwischen 30 mm und 750 mm; die Laminatdicke zwischen 5 mm und 20 mm. Die Profile können in beliebiger Länge hergestellt werden.

Genehmigungsgegenstand ist die Bauart bestehend aus den o. g. GFK-Profiltypen und Verbindungselementen sowie die Bestimmung über die Planung, Bemessung und Ausführung der baulichen Anlage.

Die GFK-Profile sind normalentflammbar.

1.2 Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

Die GFK-Profile dürfen als tragende Bauteile unter folgenden Bedingungen eingesetzt werden:

- Die Einwirkungen resultieren nur aus vorwiegend ruhenden Belastungen.
- Planmäßige Torsionsbelastungen werden nur über Hohlprofile (Vierkanthohlprofile und Rohrprofile) abgeleitet.
- Biegedrillknicken (Kippen) der Profile ist konstruktiv ausgeschlossen.
- Die Temperatureinwirkung ist nicht größer als +80 °C.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 GFK-Profile "krafton"

Die GFK-Profile müssen aus dem Harz gemäß Abschnitt 2.1.1.1 und den Textilglasverstärkungen gemäß Abschnitt 2.1.1.2 bestehen sowie eine Oberflächenschutzschicht gemäß Abschnitt 2.1.1.3 aufweisen.

Die Querschnittsabmessungen und das Gewicht g der GFK-Profile müssen den Angaben der Anlage 1.1 bis 1.7.2 entsprechen. Die aufgeführten Werte sind Nennmaße.

Die Zusammensetzung der Komponenten nach Abschnitt 2.1.1.1 bis 2.1.1.3 sowie der prozentuale Glasfaser-Massegehalt, die Kombination und Lageanordnung der Textilglasverstärkungen (Armierungsaufbau) aus Rovings, Matten und Gelegen müssen für jeden Profiltyp und jede Profilgröße mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben übereinstimmen.

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/
Allgemeine Bauartgenehmigung**

Nr. Z-10.9-803

Seite 4 von 11 | 4. Dezember 2018

Die GFK-Profile müssen die Anforderungen an das Brandverhalten der Klasse E nach DIN EN 13501-1¹ erfüllen.

2.1.1.1 Harze

Es ist ein ungesättigter Polyesterharz der Harzgruppe 2B nach DIN EN 13121-1² zu verwenden.

2.1.1.2 Textilglasverstärkungen

Die Textilglasverstärkungen müssen aus E-Glas nach DIN 1259-1³ bestehen. Es sind Textilglasrovings und flächenförmige Textilglasverstärkungen, wie Matten und Gelege, zu verwenden. Sie müssen entsprechend DIN EN 14020-2⁴ mit den für die Verarbeitungsverfahren erforderlichen Schichten und Haftvermittlern ausgerüstet sein.

2.1.1.3 Oberflächenschutzschicht

Die Oberflächenschutzschicht muss aus einer 0,2 mm bis 0,4 mm dicken vliesverstärkten Harzschicht bestehen.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Die GFK-Profile und deren Komponenten sind werkseitig herzustellen.

Die GFK-Profile sind im Pultrusionsverfahren zu fertigen und auf Länge zu schneiden. Die Schnittflächen sind mit Harzen nach Vorgabe des Herstellers zu versiegeln.

Die GFK-Profile sind als Endlosfertigung herzustellen. Die Zuführung der Textilglasverstärkungen und des Harzes sowie die vorgeschriebene Temperatur der Aushärtung sind stetig zu überwachen.

Die Verbindung von Textilglasrovings hat durch eine Verknüpfung zu erfolgen. Bei Stößen von flächenförmigen Textilglasverstärkungen ist eine Überlappung von 50 mm bis 100 mm einzuhalten. Im Profilquerschnitt muss der Textilglasgehalt mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Werten und Toleranzen übereinstimmen.

Der genaue Herstellprozess muss mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben übereinstimmen.

2.2.2 Verpackung, Transport und Lagerung

Die GFK-Profile sind so zu verpacken, zu transportieren und zu lagern, dass sie weder Beschädigungen noch Verformung erhalten. Verpackung, Transport und Lagerung dürfen nur nach Anleitung des Herstellers vorgenommen werden.

Beschädigte oder verformte GFK-Profile dürfen nicht eingebaut werden.

2.2.3 Kennzeichnung

Die GFK-Profile oder dessen Verpackung oder dessen Lieferschein oder dessen Beipackzettel muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden.

Zusätzlich sind folgende Angaben anzubringen:

- Profilbezeichnung: GFK-Profil "krafton"
- Profiltyp einschließlich Profilgröße
- Artikelnummer

1	DIN EN 13501-1:2010-01	Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
2	DIN EN 13121-1:2003-10	Oberirdische GFK-Tanks und -Behälter - Teil 1: Ausgangsmaterialien; Spezifikations- und Annahmebedingungen
3	DIN 1259-1:2001-09	Begriffe für Glasarten und Glasgruppen
4	DIN EN 14020-2:2003-03	Verstärkungsfasern - Spezifikation für Textilglasrovings - Teil 2: Prüfverfahren und allgemeine Anforderungen

Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der GFK-Profile mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen:

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Bauprodukte eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der GFK-Profile mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk der GFK-Profile ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle gelten die entsprechenden Regelungen des Prüf- und Überwachungsplans⁵, die Bestandteil dieses Bescheides sind.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und - im Falle des Nachweises durch Zertifikat - der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

⁵ Der Prüf- und Überwachungsplan ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt und wird nur der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Stelle zur Verfügung gestellt.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk der GFK-Profile sind das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig, mindestens zweimal jährlich zu überprüfen.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der GFK-Profile durchzuführen, sind Proben für Prüfungen gemäß des Prüf- und Überwachungsplans zu entnehmen und zu prüfen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

Die Bauprodukte und die Bauart müssen den Besonderen Bestimmungen und den Anlagen dieses Bescheides sowie den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben entsprechen.

Bei der Lasteinleitung von Einzel- und Linienlasten ist eine ausreichende Lastverteilung zur Vermeidung von Spannungsspitzen vorzusehen.

Flachprofile mit $b \geq 250$ mm dürfen nicht als Zug- bzw.- Druckaussteifung zur Anwendung kommen.

Für die Anschlüsse der GFK-Profile und Verbindungen untereinander dürfen nur geregelte oder bauaufsichtlich zugelassene Schrauben M 8 bis M 20 aus Stahl mit metrischem Gewinde und Unterlegscheiben aus Stahl verwendet werden. Schrauben M 8 dürfen nur für konstruktive Verbindungen zur Anwendung kommen; d.h. sie dürfen beim Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungselemente nicht herangezogen werden.

Bei Schrauben und Unterlegscheiben, die nicht aus nichtrostendem Stahl bestehen, ist der Korrosionsschutz durch Verzinkung und ggf. Beschichtung dem erforderlichen Korrosionsschutz der zu verbindenden GFK-Profile anzupassen.

Die in Anlage 2.8.1 dargestellte Verbindung des Vierkanthohlprofils mit dem Handlaufprofil darf mit einem Formstück aus Polyethylen (PE) 100 nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-40.23-322 erfolgen.

3.2 Bemessung

3.2.1 Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

3.2.1.1 Nachweisführung

Die Nachweise für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind nach dem Teilsicherheitskonzept zu führen.

Für den Nachweis der Tragfähigkeit ist

$$E_d \leq R_d$$

und für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist

$$E_d \leq C_d$$

zu erfüllen.

E_d : Bemessungswert der Einwirkung

R_d : Bemessungswert des Bauteilwiderstandes für den Nachweis der Tragfähigkeit

C_d : Bemessungswert des Bauteilwiderstandes für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Die statische Nachweisführung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit der GFK-Profile einschließlich der Nachweise der Anschlüsse und Verbindungen muss auf der Grundlage der Anlage 3 erfolgen.

Es wird empfohlen, die statische Berechnung der GFK-Profile durch ein Prüfamts oder einen Prüfsingenieur für Standsicherheit prüfen zu lassen, sofern eine derartige Prüfung durch Landesbauordnungen nicht zwingend vorgeschrieben ist. Mit der Prüfung sind Prüfsämter oder Prüfsingenieure für Standsicherheit mit besonderen Kenntnissen im Kunststoffbau zu beauftragen, z. B.:

- Prüfsamt für Baustatik der LGA in Nürnberg,
- Deutsches Institut für Bautechnik (für Typenprüfungen).

3.2.1.2 Bemessungswerte der Einwirkungen, E_d

Die charakteristischen Werte der Einwirkungen sind den bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen⁶ zu entnehmen, wobei für die charakteristischen Werte der Eigenlasten die Werte der Anlage 1 anzusetzen sind.

Der Bemessungswert der Einwirkung ergibt sich aus den charakteristischen Werten der Einwirkungen unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte γ_F , des Beiwertes ψ und der Einflussfaktoren der Einwirkungsdauer A_1 .

Alle maßgebenden Bemessungssituationen, Lastfälle und Lastfallkombinationen sind zu berücksichtigen. Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und die Beiwerte ψ sind den eingeführten Technischen Baubestimmungen zu entnehmen.

Die Einflussfaktoren A_1 , bezogen auf

- die Festigkeit A_1^f und
- den E-Modul A_1^E ,

für die Berücksichtigung der Einwirkungsdauer, sind in Abhängigkeit von der Pultrusionsrichtung der Laminare der folgenden Tabelle zu entnehmen.

⁶ Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Geschäftsfelder< und dort unter >Bauregellisten/Technische Baubestimmungen<

Tabelle 1: Einflussfaktoren der Einwirkungsdauer

Dauer der Lasteinwirkung	Einflussfaktor A_1	
	in Pultrusionsrichtung	senkrecht zur Pultrusionsrichtung
	A_1^f und A_1^E	A_1^f und A_1^E
sehr kurz	1,00	1,00
kurz, bis eine Woche	1,15	1,30
mittel, bis drei Monate	1,20	1,45
lang bis ständig	1,25	1,60

Die Zuordnung der einzelnen Einwirkungen zur Lasteinwirkungsdauer ist der Anlage 3, Abschnitt 4.2 bis 4.6 zu entnehmen.

3.2.1.3 Bemessungswerte der Bauteilwiderstände, R_d bzw. C_d

Die für die Ermittlung der Bemessungswerte anzusetzenden charakteristischen Werte der Baustoffeigenschaften der GFK-Profile sind den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Modulwerte und Querkontraktionszahl

Baustoffeigenschaften	Charakteristische Werte [N/mm ²]
Effektiver Biegemodul E_{eff}	
- Laminatdicke $t = 5$ mm und 6 mm	32000
- Laminatdicke $t \geq 7$ mm	36500
Axialer Zugmodul E_{tx}	
- Laminatdicke $t = 5$ mm und 6 mm	32000
- Laminatdicke $t \geq 7$ mm	36500
Transversaler Zugmodul E_{ty}	
- Laminatdicke $t = 5$ mm und 6 mm	10400
- Laminatdicke $t \geq 7$ mm	5600
Axialer Druckmodul E_{cx}	
- Laminatdicke $t = 5$ mm und 6 mm	32000
- Laminatdicke $t \geq 7$ mm	36500
Transversaler Druckmodul E_{cy}	10000
Schubmodul G_{xy} und G_{yz}	3000
Querkontraktionszahl $\nu_{yx} = 0,23$ Querkontraktionszahl $\nu_{xy} = 0,07$	

Tabelle 3: Festigkeiten

Baustoffeigenschaften	Charakteristische Werte [N/mm ²]
Axiale Zugfestigkeit f_{tx}	365
Transversale Zugfestigkeit f_{ty}	
- Laminatdicke $t = 5 \text{ mm}$ und 6 mm	105
- Laminatdicke $t \geq 7 \text{ mm}$	48
Axiale Druckfestigkeit f_{cx}	300
Transversale Druckfestigkeit f_{cy}	100
Axiale Schraubentragfähigkeit f_{px} (Lochleibung)	150
Transversale Schraubentragfähigkeit f_{py} (Lochleibung)	100
Axiale Biegezugfestigkeit f_{fx}	240
Transversale Biegezugfestigkeit f_{fy}	60
Interlaminare Scherfestigkeit τ_m	33
Scher- und Schubfestigkeit in Laminebene f_{rxy}	40
Scherfestigkeit senkrecht zur Laminebene $f_{r\perp}$ (Durchknöpfen der Schraube durch das Laminat)	80
Scherfestigkeit in Laminebene bei Torsions- belastung von Hohlprofilen $f_{rxy,torsion}$	40

Für die Wärmeausdehnung gelten folgende Wärmeausdehnungskoeffizienten:

- in Pultrusionsrichtung (axial): $\alpha_{T\parallel} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- quer zur Pultrusionsrichtung (transversal): $\alpha_{T\perp} = 32 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

Der Bemessungswert des Bauteilwiderstandes ergibt sich aus dem charakteristischen Wert der Baustoffeigenschaft unter Berücksichtigung des Materialsicherheitsbeiwertes γ_M , des Einflussfaktors für Medieneinfluss A_2 und des Einflussfaktors für Umgebungstemperatur A_3 .

Der Materialsicherheitsbeiwert ist beim Nachweis der Tragfähigkeit mit

$$\gamma_{MR} = 1,35$$

und beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit mit

$$\gamma_{MC} = 1,0$$

anzusetzen.

Der Einflussfaktor für Medieneinfluss ist mit

$$A_2 = 1,1$$

anzusetzen. Er gilt für alle Medien mit geringem Einfluss, entsprechend Medienliste 40-2.1.1 der vom DIBt herausgegebenen "Medienlisten 40", Ausgabe September 2018.

Der Einflussfaktor für Temperatureinfluss beträgt:

$$A_3 = 1,0 + \frac{0,4 \cdot (T_D - 20 \text{ °C})}{\text{HDT} - 30 \text{ °C}} \geq 1,1$$

T_D : Auslegungstemperatur in °C

HDT: 90°C, Wärmeformbeständigkeit

Beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gelten folgende Bemessungswerte der Grenzdehnungen bzw. Grenzstauchungen:

Tabelle 4: Grenzdehnung bzw. Grenzstauchung (Bemessungswerte)

Baustoffeigenschaften	Bemessungswerte der Grenzdehnung bzw. Grenzstauchung [%]
Axialer Zug ϵ_{tx}	0,65
Transversaler Zug ϵ_{ty}	0,15
Axialer Druck ϵ_{cx}	0,50
Transversaler Druck ϵ_{cy}	0,40

3.2.2 Brandverhalten

Die GFK-Profile sind normalentflammbar.

3.3 Ausführung

3.3.1 Bestimmungen für den Hersteller und die ausführenden Firmen

Transport, Aufstellung und Montage der GFK-Profile dürfen nur nach den Vorgaben des Herstellers durchgeführt werden. Die GFK-Profile dürfen nur von Firmen eingebaut werden, die die dazu erforderliche Erfahrung haben.

Bei Transport oder Montage beschädigte GFK-Profile (Risse, Delaminationen oder bleibende Verformungen) bzw. GFK-Profile mit Beschädigungen im Verbindungs- bzw. Verankerungsbereich dürfen nicht montiert werden.

Der Hersteller muss eine Liste führen, in der das Lieferdatum, der Empfänger und der Aufstellort vollständig angegeben werden. Kann seitens des Herstellers der Aufstellort nicht angegeben werden, so hat er den Empfänger zu verpflichten, den Aufstellort in einer entsprechenden Liste aufzuführen. Die Liste ist auf Verlangen der obersten Bauaufsichtsbehörde oder dem Deutschen Institut für Bautechnik vorzulegen.

Die GFK-Profile müssen zwängungsfrei eingebaut werden. Schlagwerkzeuge dürfen zum Anpassen der Konstruktion nicht eingesetzt werden.

3.3.2 Verbindungen

Die Schraubenverbindungen sind vom Hersteller der GFK-Profile oder von einer Fachfirma, die vom Hersteller anerkannt und geschult ist, unter Einhaltung der Angaben in Anlage 2 und der statischen Berechnung vorzubereiten. Alle Bohrungen müssen mit Hilfe einer Schablone oder einer numerisch gesteuerten Maschine erfolgen. Es dürfen nur Bohrer aus Hartstahl (HSS) oder diamantbestückte Bohrer zur Anwendung kommen.

Sollten nicht planmäßig vorgesehene Bohrungen vor Ort erforderlich werden, so sind diese mit dem zuständigen Statiker oder der Bauaufsicht abzustimmen und vollständig zu dokumentieren.

Die Bohrlöcher sind entsprechend den Herstellerangaben zu versiegeln.

Die in Anlage 2.1 aufgeführten maximalen Anziehmomente sind einzuhalten.

Um das Anziehmoment langfristig zu erhalten sind die Schrauben frühestens nach 48 Stunden, spätestens jedoch nach 80 Stunden, nach dem ersten Einschrauben nochmals anzuziehen.

Die Verbindungen sind auf maximal fünf Schrauben hintereinander und maximal zwei Reihen nebeneinander zu begrenzen; die Konstruktionshinweise in der Anlage 2 sind zu beachten.

4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

Die GFK-Profile dürfen nicht mit Stoffen und Materialien in Berührung kommen, die eine Schädigung der Profile bewirken. Dies ist im Einzelfall zu beurteilen.

Die GFK-Profile dürfen nur in Absprache mit einem hierfür anerkannten Sachverständigen zusätzlich durch Anstriche, Beschichtungen oder ähnliches behandelt werden.

Die GFK-Profile dürfen nur mittels Wasser mit Zusätzen, die für den Werkstoff glasfaserverstärkte ungesättigte Polyesterharze unschädlich sind, gereinigt werden.

Der Bauherr hat die Konstruktion der GFK-Profile regelmäßig – insbesondere hinsichtlich ihrer Befestigungen, Verbindungen und Oberflächenschutzschichten – durch einen hierfür geeigneten Sachverständigen überprüfen und warten zu lassen. Die festgelegten Ausbesserungen sind fachgerecht vorzunehmen.

Renée Kamanzi-Fechner
Referatsleiterin

Beglaubigt

Pultrudierte Profile "krafton" aus
 glasfaserverstärktem Kunststoff

Anlage 1.1

Doppel-T-Profil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

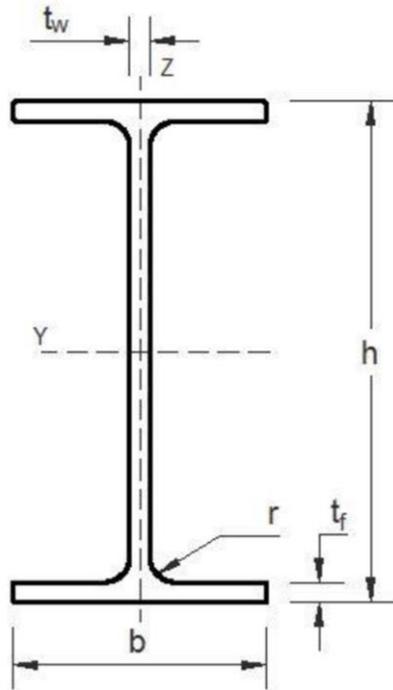


Tabelle 1: Profiltabelle Doppel-T-Profil

I-Profil h x b x t	h mm	b mm	t _f mm	t _w mm	r mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴
Faktor	1	1	1	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶
120 x 60 x 6	120	60	6	6	7,5	1,42	0,65	0,65	2,55	3,10	0,22
150 x 75 x 6	150	75	6	6	8	1,78	0,83	0,72	3,20	6,20	0,42
160 x 80 x 8	160	80	8	8	8	2,49	1,22	1,02	4,48	9,66	0,69
200 x 100 x 10	200	100	10	10	11	3,88	1,90	1,60	6,98	23,66	1,67
240 x 120 x 12	240	120	12	12	12	5,60	2,74	2,30	10,10	48,90	3,50
240 x 150 x 20/10	240	150	20	10	16	8,21	2,22	4,80	14,80	81,43	11,25
300 x 150 x 15	300	150	15	15	15	8,74	4,28	3,60	15,70	119,00	8,54
360 x 180 x 18	360	180	18	18	18	12,60	6,16	5,18	22,70	248,00	17,70

Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff

Anlage 1.2

U-Profil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

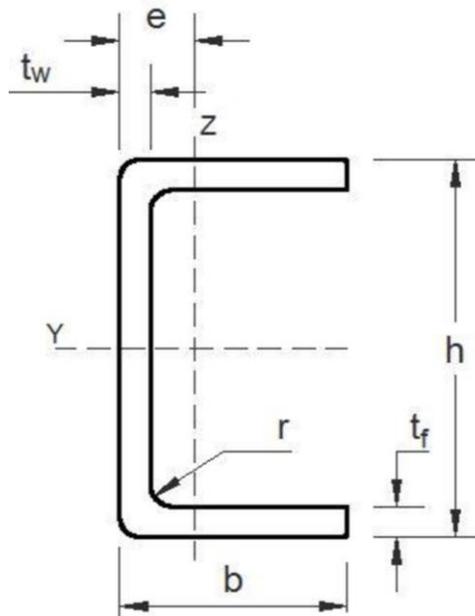


Tabelle 2: Profiltabelle U-Profil

U-Profil h x b x t	h mm	b mm	tf mm	tw mm	r mm	A mm ²	As,z mm ²	As,y mm ²	g kg/m	Iyy mm ⁴	Izz mm ⁴	e mm
Faktor	1	1	1	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶	1
70 x 30 x 5	70	30	5	5	2	0,60	0,32	0,27	1,11	0,40	0,04	8,70
100 x 30 x 6	100	30	6	6	4	0,89	0,54	0,32	1,65	1,14	0,06	7,80
100 x 40 x 5	100	40	5	5	3	0,85	0,45	0,36	1,53	1,20	0,12	10,69
100 x 50 x 6	100	50	6	6	5	1,14	0,54	0,54	2,11	1,67	0,26	14,60
120 x 50 x 6	120	50	6	6	5	1,25	0,63	0,54	2,23	2,58	0,28	13,60
140 x 40 x 5	140	40	5	5	5	1,06	0,63	0,36	1,91	2,78	0,13	9,10
140 x 60 x 5	140	60	5	5	2	1,30	0,63	0,54	2,34	3,78	0,43	15,74
150 x 40 x 6	150	40	6	6	8	1,33	0,81	0,43	2,47	3,80	0,15	9,10
160 x 48 x 8	160	48	8	8	8	1,95	1,15	0,69	3,51	6,57	0,34	12,00
200 x 60 x 10	200	60	10	10	11	3,03	1,80	1,08	5,46	15,93	0,82	14,90
200 x 80 x 8	200	80	8	8	8	2,76	1,44	1,15	4,95	16,02	1,55	20,59
240 x 72 x 8	240	72	8	8	16	2,93	1,73	1,04	5,30	22,76	1,21	16,50
240 x 72 x 12	240	72	12	12	12	4,38	2,59	1,55	7,89	33,20	1,71	18,00
300 x 90 x 15	300	90	15	15	16	6,84	4,05	2,43	12,30	80,93	4,16	22,40
360 x 108 x 18	360	108	18	18	18	9,86	5,83	3,49	17,80	168,00	8,67	26,90

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

Anlage 1.3

Winkelprofil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

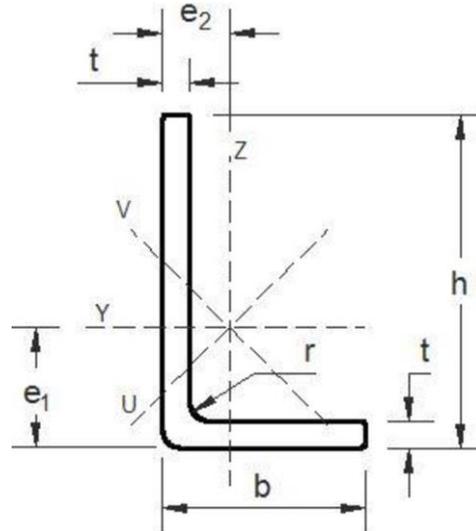


Tabelle 3: Profiltabelle Winkelprofil

L-Profil h x b x t	t mm	r mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴	I _{uu} mm ⁴	I _{vv} mm ⁴	e ₁ mm	e ₂ mm
Faktor	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	1	1
50 x 50 x 5	5	1	0,47	0,23	0,23	0,84	0,11	0,11	0,18	0,043	14,50	14,50
50 x 50 x 6	6	4	0,56	0,27	0,27	1,01	0,13	0,13	0,21	0,052	14,80	14,80
50 x 50 x 8	8	4	0,73	0,36	0,36	1,36	0,16	0,16	0,26	0,068	15,50	15,50
60 x 40 x 5	5	2	0,47	0,27	0,18	0,88	0,17	0,06	0,18	0,057	19,90	9,90
75 x 75 x 6	6	7	0,87	0,40	0,40	1,57	0,47	0,47	0,74	0,200	20,80	20,80
75 x 75 x 8	8	4	1,13	0,54	0,54	2,04	0,60	0,60	0,96	0,242	21,70	21,70
80 x 80 x 8	8	7	1,23	0,58	0,58	2,21	0,74	0,74	1,16	0,313	22,80	22,80
100 x 60 x 8	8	6	1,22	0,72	0,43	2,14	1,25	0,34	1,17	0,416	34,20	14,30
100 x 100 x 8	8	7	1,55	0,72	0,72	2,78	1,49	1,49	2,34	0,626	27,80	27,80
100 x 100 x 10	10	5	1,90	0,90	0,90	3,42	1,80	1,80	2,85	0,704	29,90	29,90
100 x 100 x 12	12	7	2,27	1,08	1,08	4,19	2,10	2,10	3,32	0,883	29,30	29,30
150 x 100 x 8	8	7	1,95	1,08	0,72	3,50	4,57	1,67	5,27	0,971	47,80	22,90
150 x 100 x 10	10	7	2,41	1,35	0,90	4,34	5,59	2,03	6,44	1,180	48,60	23,70
150 x 100 x 12	12	7	2,87	1,62	1,08	5,16	6,57	2,37	7,56	1,380	49,40	24,50
150 x 150 x 8	8	7	2,35	1,08	1,08	4,22	5,21	5,21	8,24	2,170	40,30	40,30
150 x 150 x 10	10	7	2,91	1,35	1,35	5,24	6,38	6,38	10,10	2,650	41,10	41,10
150 x 150 x 12	12	7	3,47	1,62	1,62	6,24	7,51	7,51	11,90	3,110	41,90	41,90

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

Anlage 1.4

Vierkanthohlprofil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

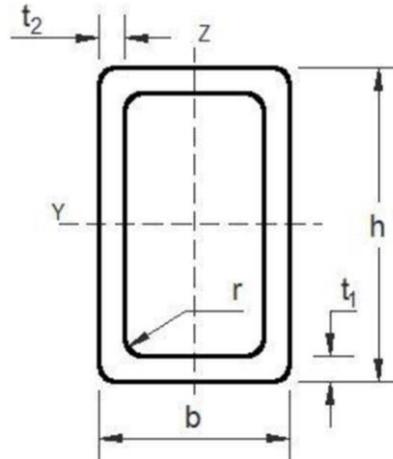


Tabelle 4: Profiltabelle Vierkanthohlprofil

□-Profil h x b x t	h mm	b mm	t ₁ mm	t ₂ mm	r mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴
Faktor	1	1	1	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶
40 x 40 x 5	40	40	5	5	1	0,70	0,36	0,36	1,26	0,15	0,15
50 x 50 x 5	50	50	5	5	2	0,90	0,45	0,45	1,62	0,31	0,31
60 x 40 x 5	60	40	5	5	2	0,89	0,54	0,36	1,71	0,41	0,21
60 x 60 x 5	60	60	5	5	4	1,08	0,54	0,54	1,95	0,56	0,56
70 x 70 x 5	70	70	5	5	2	1,29	0,63	0,63	2,32	0,92	0,92
80 x 60 x 5	80	60	5	5	4	1,31	0,72	0,54	2,36	1,15	0,72
70 x 70 x 7	70	70	7	7	2	1,75	0,88	0,88	3,16	1,18	1,18
75 x 75 x 6	75	75	6	6	4	1,66	0,81	0,81	3,06	1,32	1,32
75 x 75 x 8	75	75	8	8	4	2,14	1,08	1,08	3,97	1,63	1,63
80 x 40 x 5	80	40	5	5	4	1,10	0,72	0,36	1,98	0,85	0,27
100 x 60 x 8	100	60	8	8	4	2,31	1,44	0,86	4,18	2,84	1,20
100 x 100 x 6	100	100	6	6	1	2,27	1,08	1,08	4,06	3,36	3,36
100 x 100 x 8	100	100	8	8	4	2,96	1,44	1,44	5,32	4,21	4,21
100 x 100 x 10	100	100	10	10	4	3,60	1,80	1,80	6,48	4,92	4,92
120 x 60 x 5	120	60	5	5	4	1,70	1,08	0,54	3,10	3,09	1,01
120 x 120 x 6	120	120	6	6	4	2,75	1,30	1,30	4,95	5,98	5,98
120 x 120 x 8	120	120	8	8	8	3,60	1,73	1,73	6,48	7,57	7,57
160 x 160 x 8	160	160	8	8	8	4,92	2,30	2,30	8,85	19,10	19,10
200 x 200 x 10	200	200	10	10	10	7,69	3,60	3,60	13,84	46,50	46,50
240 x 240 x 12	240	240	12	12	12	11,00	5,18	5,18	19,90	96,40	96,40

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

Anlage 1.5

Flachprofil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

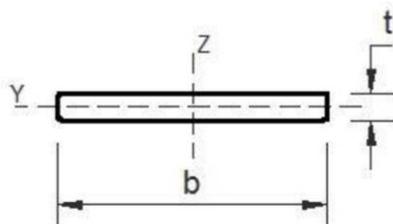


Tabelle 5: Profiltabelle Flachprofil

Flachprofil b x t	b mm	t mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴
Faktor	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶
50 x 6	50	6	0,30	0,198	0,198	0,54	0,001	0,063
150 x 7	150	7	1,05	0,700	0,700	1,94	0,004	1,969
200 x 11	200	11	2,20	1,456	1,456	3,95	0,022	7,333
250 x 11	250	11	2,75	1,832	1,832	4,94	0,028	14,323
750 x 6	750	6	4,50	2,997	2,997	8,10	0,014	210,930
750 x 9	750	9	6,75	4,496	4,496	12,15	0,410	455,630
750 x 10	750	10	7,50	5,000	5,000	13,88	0,211	351,563
750 x 15	750	15	11,25	16,875	16,875	20,81	0,623	527,344

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

Anlage 1.6

Rohrprofil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

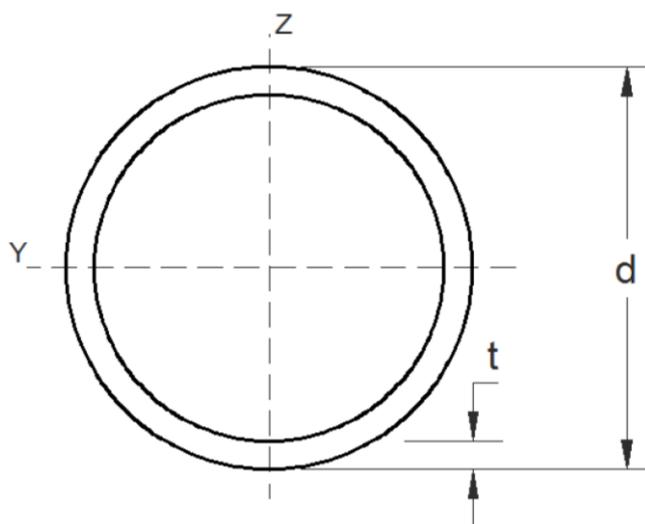


Tabelle 6: Profiltabelle Rohrprofil

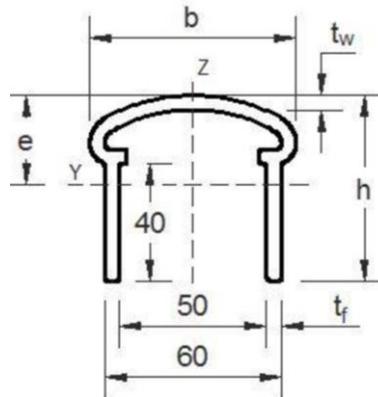
Rohrprofil d x t	d mm	t mm	A mm ²	A _{s,z} = A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} = I _{zz} mm ⁴
Faktor	1	1	10 ³	10 ³	1	10 ⁶
40 x 5	40	5	0,55	0,28	1,02	0,086
48 x 5	48	5	0,68	0,37	1,25	0,158

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

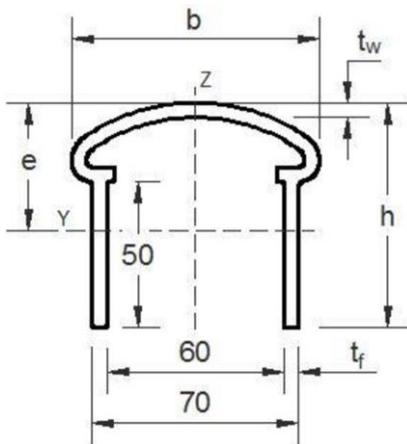
Anlage 1.7.1

Handlaufprofil, Profilkennwerte

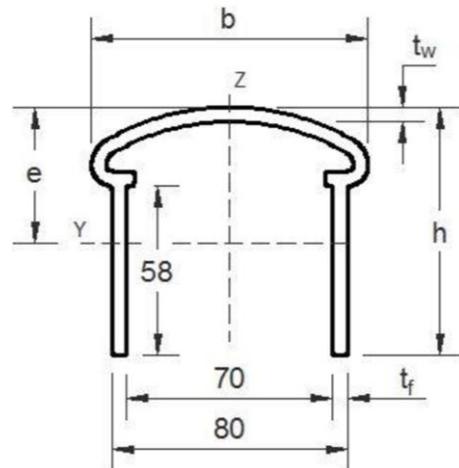
Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht



Handlauf 64 x 70



Handlauf 77 x 84



Handlauf 85 x 94

Tabelle 7.1: Profiltabelle Handlaufprofil

Handlaufprofil h x b	h mm	b mm	t _f mm	t _w mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴	e mm
Faktor	1	1	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶	1
64 x 70	64	70	5	5	0,90	0,40	0,64	1,68	0,327	0,571	24,79
77 x 84	77	84	5	5	1,10	0,49	0,77	2,31	0,585	0,992	29,93
85 x 94	85	94	5	5	1,24	0,54	0,85	2,31	0,814	1,443	32,31

**Pultrudierte Profile "krafton" aus
glasfaserverstärktem Kunststoff**

Anlage 1.7.2

Handlaufprofil, Profilkennwerte

Geometrie, Querschnittsabmessungen und Eigengewicht

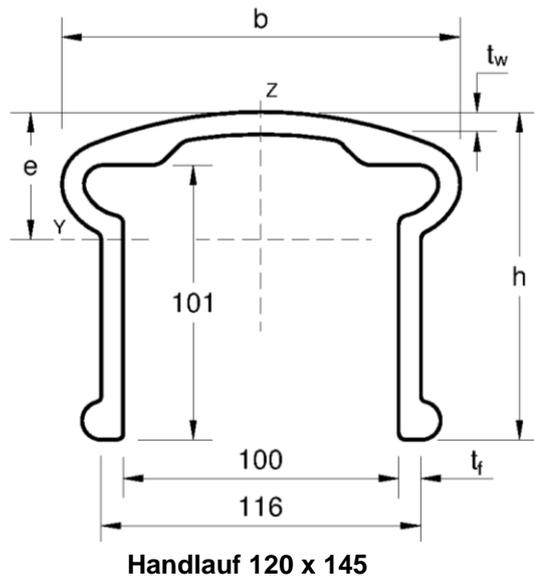
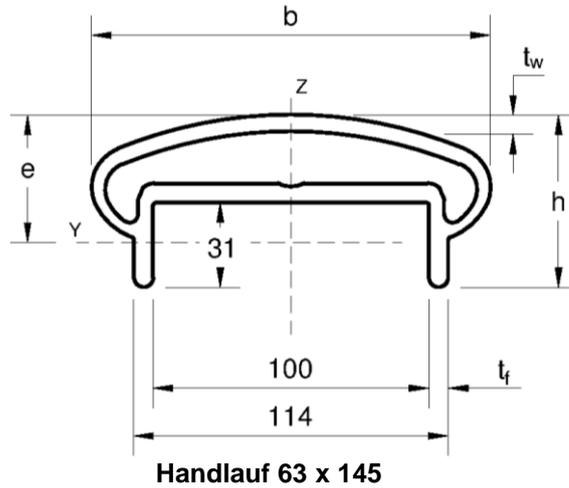
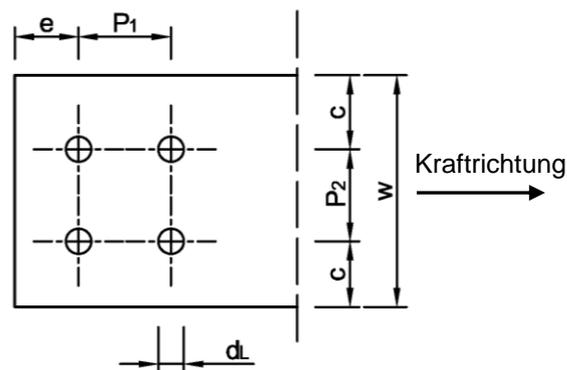


Tabelle 7.2: Profiltabelle Handlaufprofil

Handlaufprofil h x b	h mm	b mm	t _f mm	t _w mm	A mm ²	A _{s,z} mm ²	A _{s,y} mm ²	g kg/m	I _{yy} mm ⁴	I _{zz} mm ⁴	e mm
Faktor	1	1	1	1	10 ³	10 ³	10 ³	1	10 ⁶	10 ⁶	1
63 x 145	63	145	7	6	2,28	1,91	0,88	4,21	0,541	4,456	24,80
120 x 145	120	145	8	8	3,20	1,92	1,16	5,93	4,710	8,270	45,95

Minimale Rand- und Lochabstände

Mindestabstände	e	c	p ₁	p ₂
Kraft in Pultrusionsrichtung	2,5 d _S	2,0 d _S	4,0 d _S	4,0 d _S
Kraft senkrecht zur Pultrusionsrichtung	2,5 d _S	2,5 d _S	4,0 d _S	4,0 d _S



d_S: Schraubendurchmesser

d_L: Lochdurchmesser

Maximale Anziehmomente M_A und Vorspannkkräfte F_V

Scheibe / Schraube d _S [mm]	M 8 8	M 10 10	M 12 12	M 16 16	M 20 20
Außendurchmesser der Unterlegscheibe	Es sind Stahlscheiben ¹⁾ mit extra großem Durchmesser von mindestens 3,4 · d_S anzuwenden.				
M _A [Nm]	16,8	33,2	59,0	141,2	275,3
F _V [kN]	11,1	17,48	26,24	47,07	73,42
Außendurchmesser der Unterlegscheibe	Für Schraubverbindungen die nur einer Lagesicherung dienen, sind Stahlscheiben ²⁾ mit Durchmesser von mindestens 3,0 · d_S anzuwenden.				
M _A [Nm]	5,73	11,6	20,9	50,7	98,6
F _V [kN]	3,78	6,09	9,28	16,91	26,30
¹⁾ z.B. Scheiben der Norm DIN EN ISO 7094					
²⁾ z.B. Scheiben der Norm DIN EN ISO 7093					

Zwischen Schrauben- und Lochdurchmesser ist folgendes Lochspiel einzuhalten:

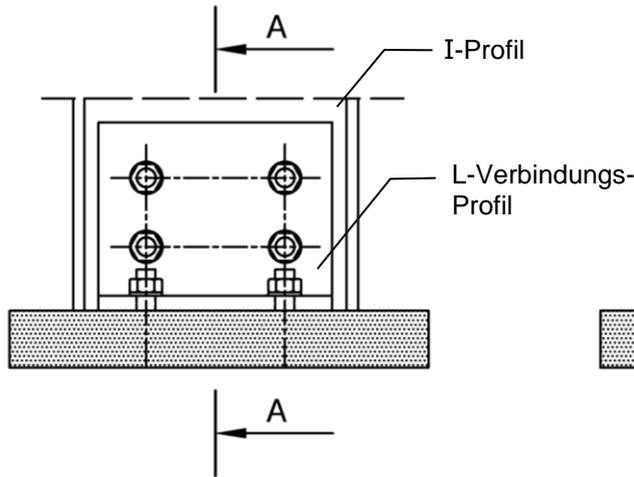
- Schraube M 8 bis M 16: d_L - d_S ≤ 1,0 mm
- Schraube M 20: d_L - d_S ≤ 2,0 mm

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

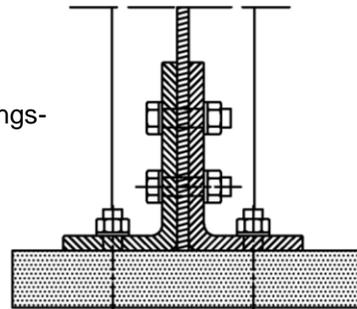
Verbindungen
Abstände der Bohrungen bei unterschiedlichen Krafrichtungen
Maximale Anziehmomente

Anlage 2.1

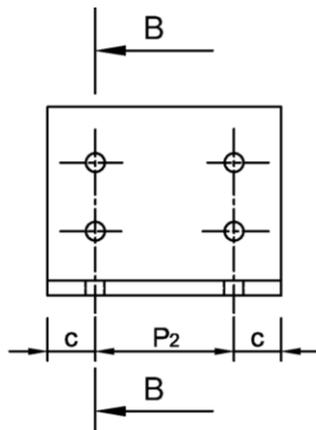
Anschluss Doppel-T-Profil mit zwei Winkelprofilen



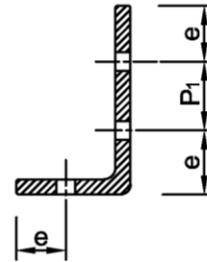
Schnitt A - A



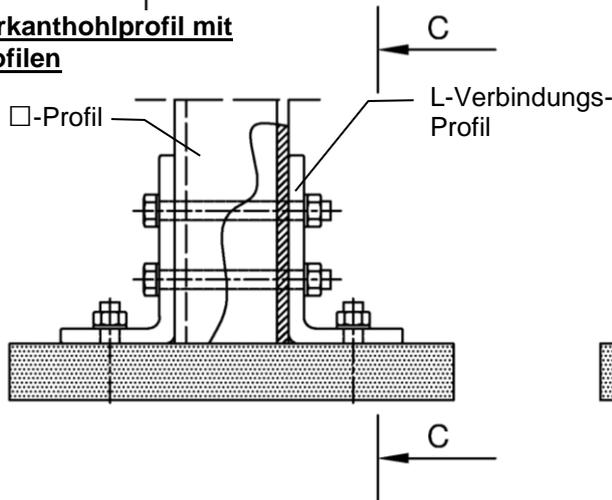
L-Verbindungs-Profil
 mit Darstellung der einzuhaltenden Lochabstände



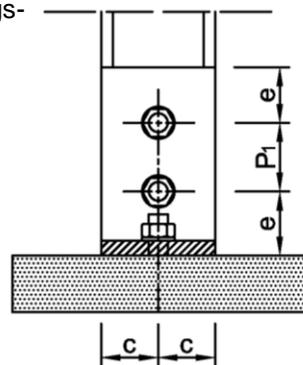
Schnitt B - B



Anschluss Vierkanthohlprofil mit zwei Winkelprofilen



Schnitt C - C

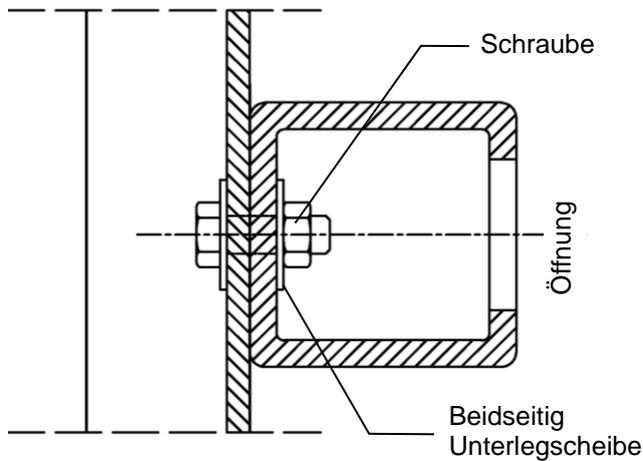


elektronische Kopie der abz des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Schraubenverbindungen bei Anschlüssen

Anlage 2.2

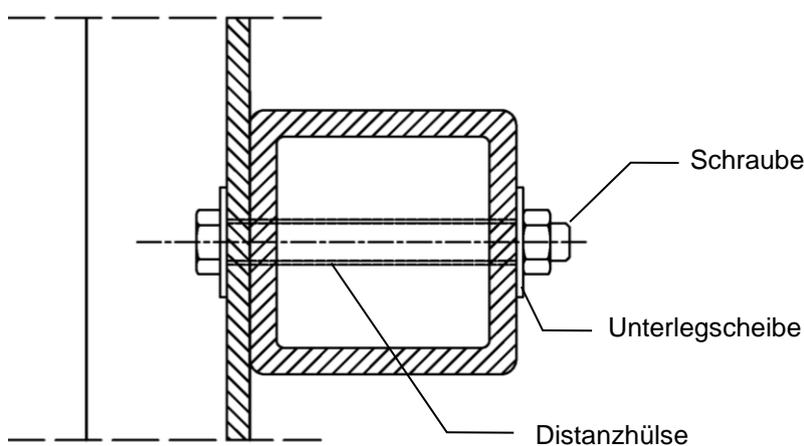
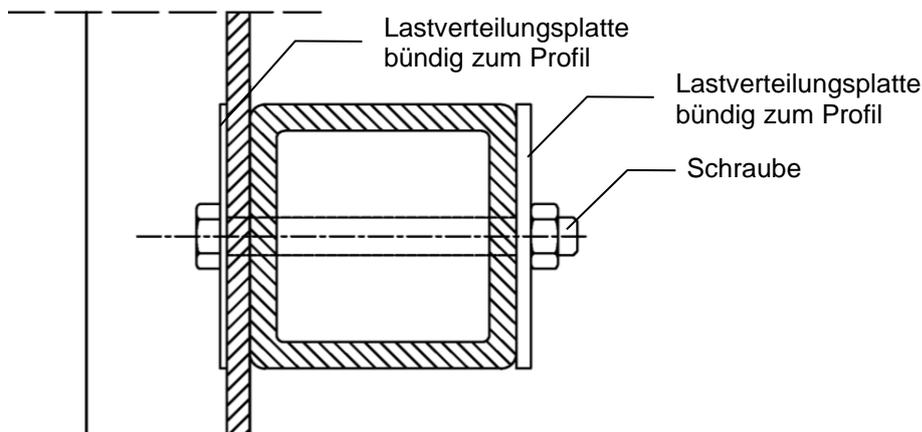


Lastverteilungsplatte

quadratisch $b \times b$ bzw. $h \times h$ des \square -Profils
Stahlplatte: $t \geq 0,12 \times b$ bzw. h
GFK-Platte: $t \geq 0,2 \times b$ bzw. h

Für Schraubverbindungen, die nur als **Lagesicherung** dienen, gilt:

- Breite: $\geq 0,5 b$ bzw. $\geq 0,5 h$ des \square -Profils
- Stahlplatte: $t \geq 0,08 \times b$ bzw. h
- GFK-Platte: $t \geq 0,1 \times b$ bzw. h
- $M_A \leq 0,3 \times M_{A}$ der in Anlage 2.1 aufgeführten Werte für $3,0 \cdot d_s$



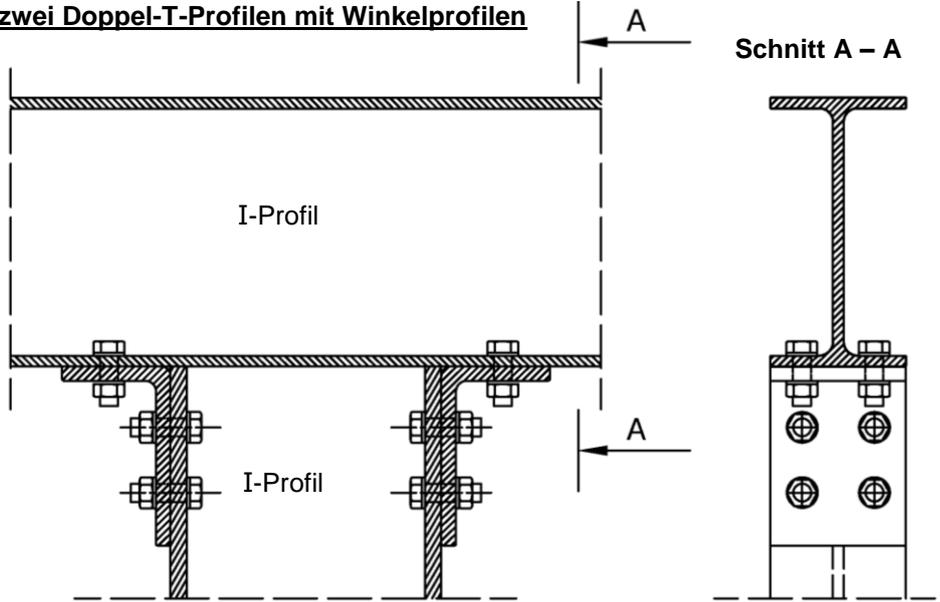
elektronische Kopie der abZ des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

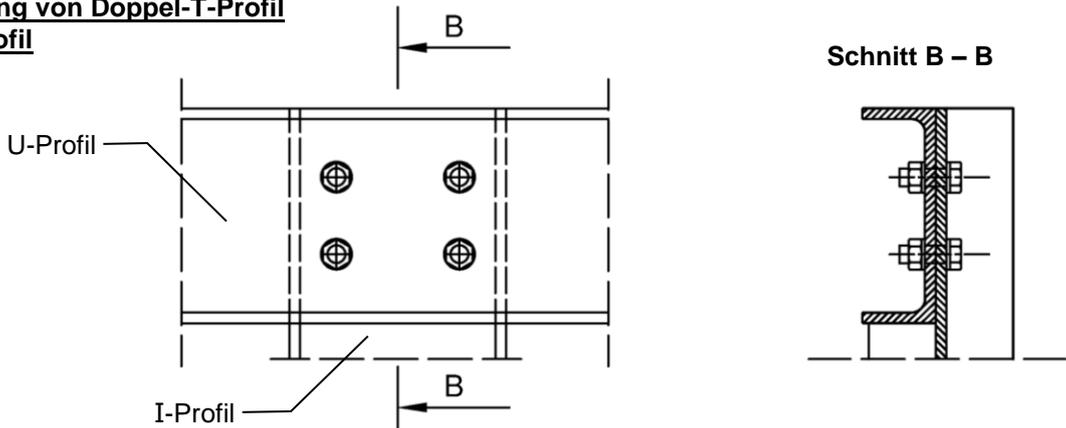
Verbindungen
Querkraft beanspruchte Anschlüsse von Vierkanthohlprofilen

Anlage 2.3

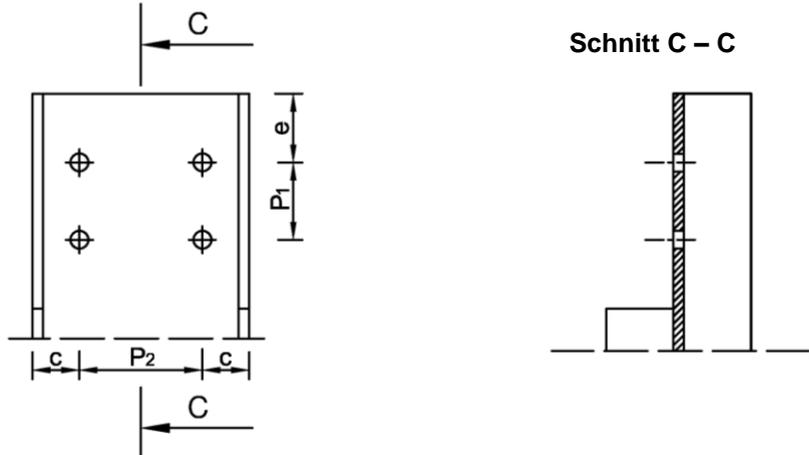
Verbindung von zwei Doppel-T-Profilen mit Winkelprofilen



Verbindung von Doppel-T-Profil und U-Profil



Doppel-T-Profil mit Darstellung der einzuhaltenden Lochabstände



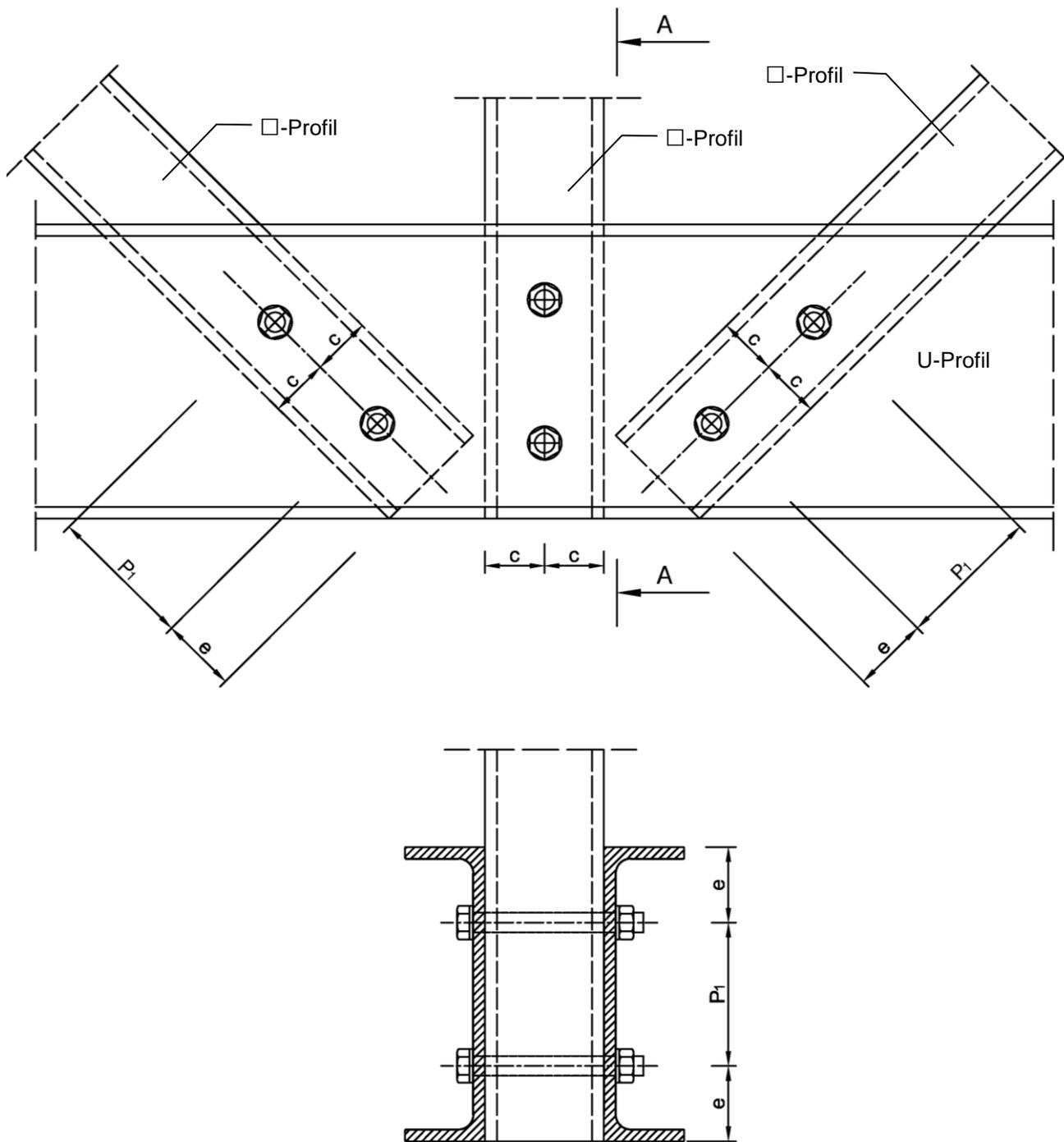
elektronische Kopie der abZ des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Querkraft beanspruchte Anschlüsse

Anlage 2.4

Verbindung von Vierkanthohlprofilen mit U-Profilen



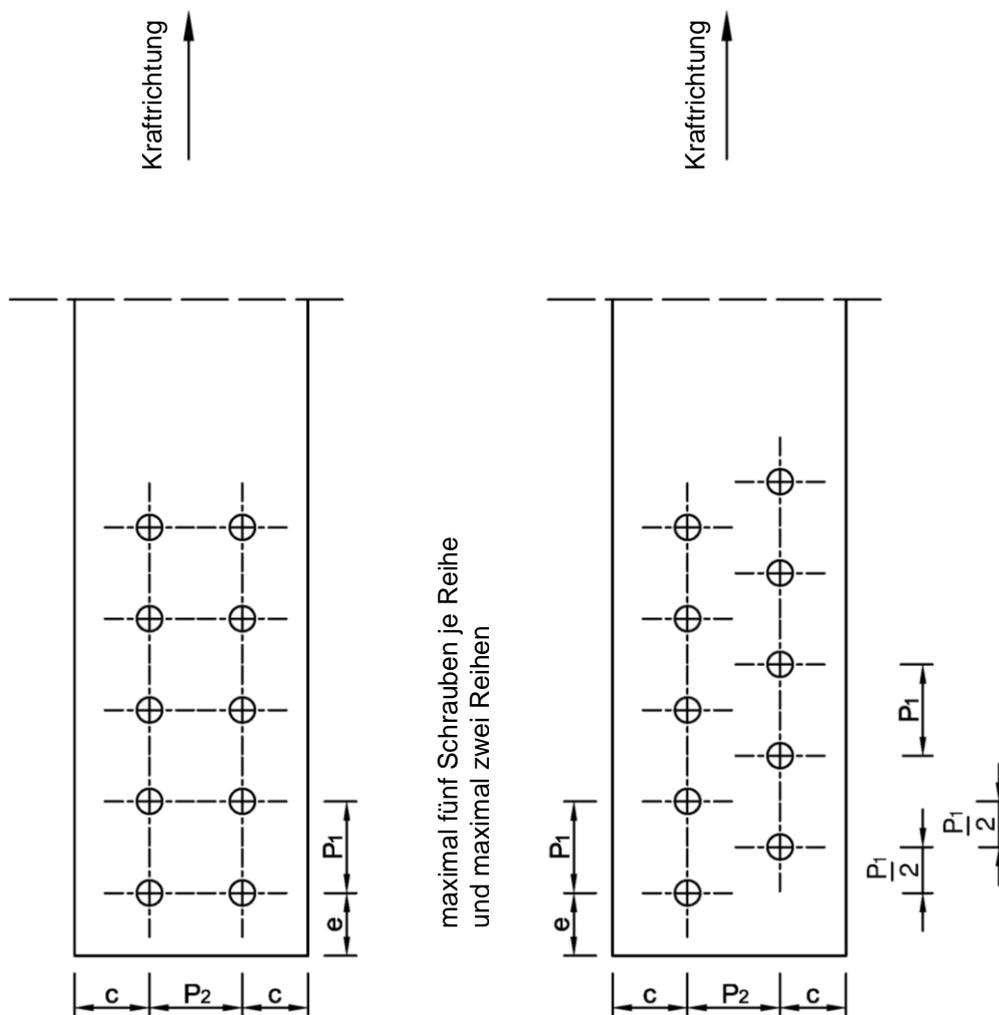
elektronische Kopie der abZ des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Anschlüsse von Diagonalstäben

Anlage 2.5

Schraubenanordnung



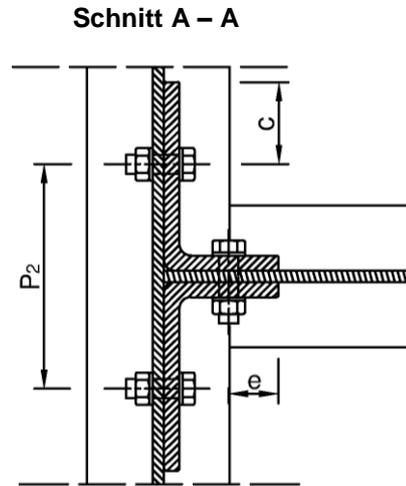
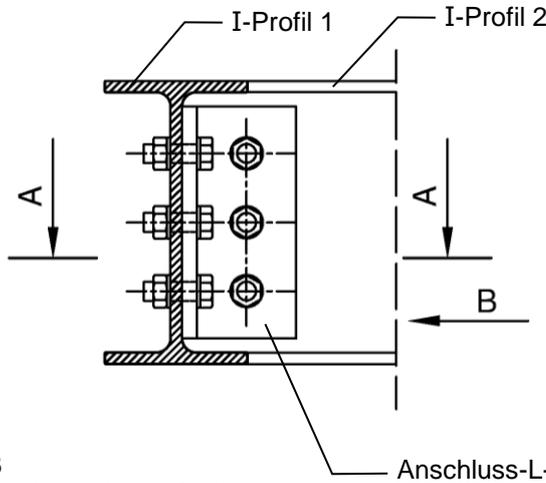
elektronische Kopie der abz des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

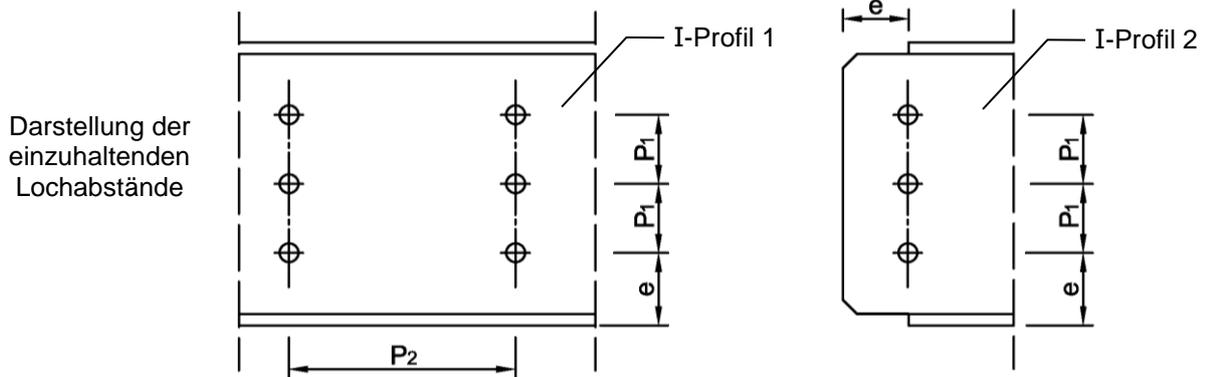
Verbindungen
 Schraubenanordnung für große Lasteinleitungen

Anlage 2.6

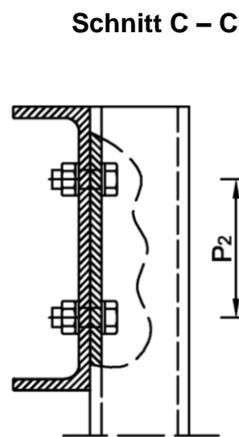
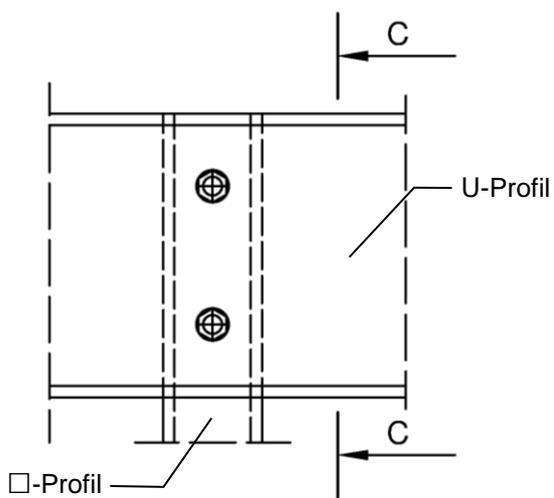
Stumpfstoß von zwei Doppel-T-Profilen mit Winkelprofilen



Ansicht B
 (ohne Darstellung des L-Profils)



Stumpfstoß eines Vierkanthohlprofils und U-Profils



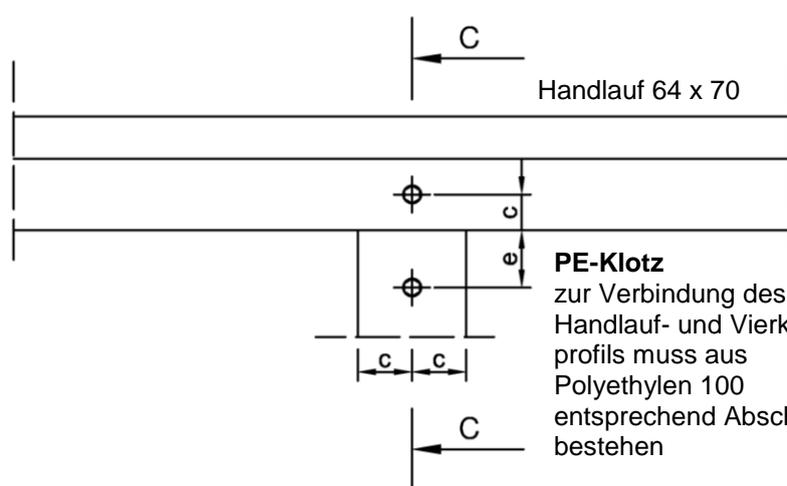
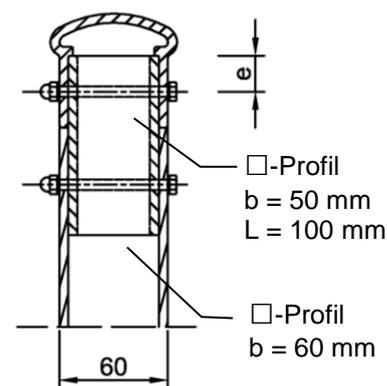
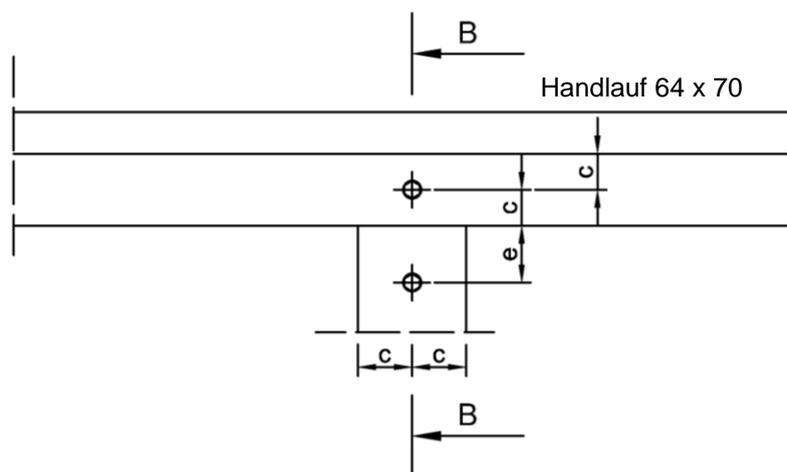
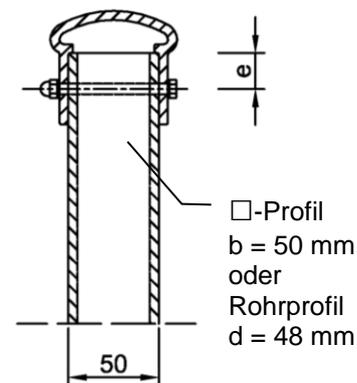
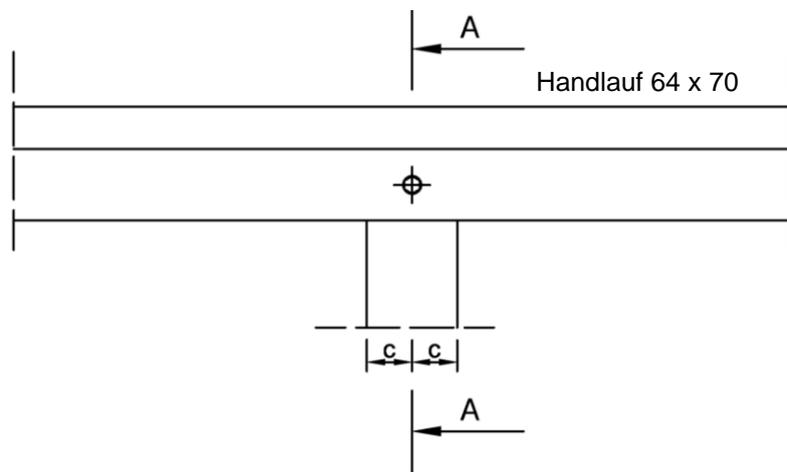
Ausführung ggf. mit Öffnung, entsprechend oberer Darstellung der Anlage 2.3.

elektronische Kopie der abt des dibt: z-10.9-803

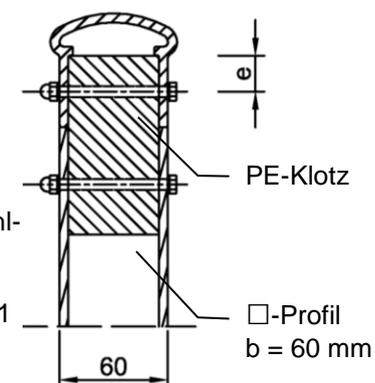
Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Ausbildung von Stumpfstößen

Anlage 2.7



PE-Klotz
 zur Verbindung des
 Handlauf- und Vierkanthohl-
 profils muss aus
 Polyethylen 100
 entsprechend Abschnitt 3.1
 bestehen

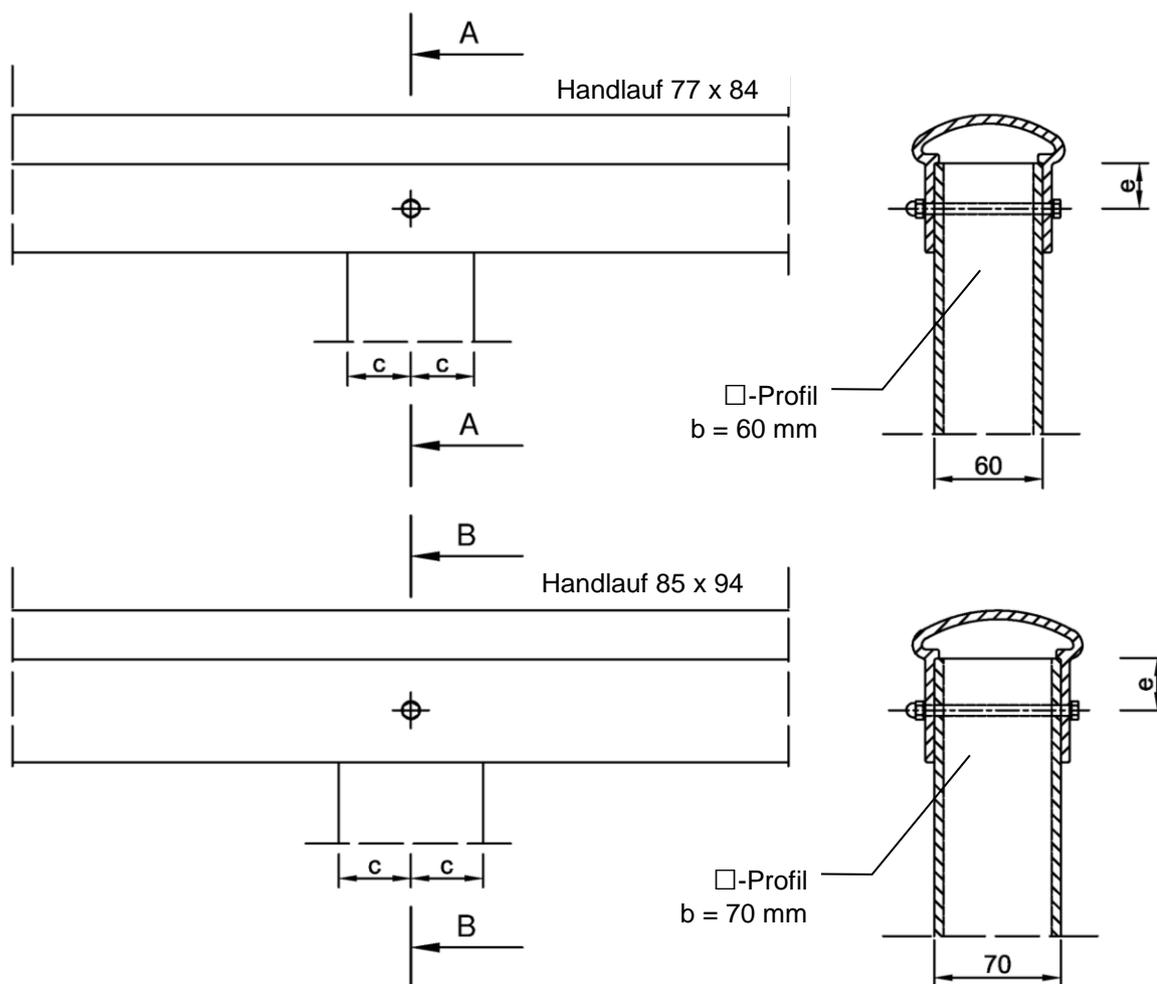


elektronische Kopie der abz des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Handlaufprofil 64 x 70

Anlage 2.8.1

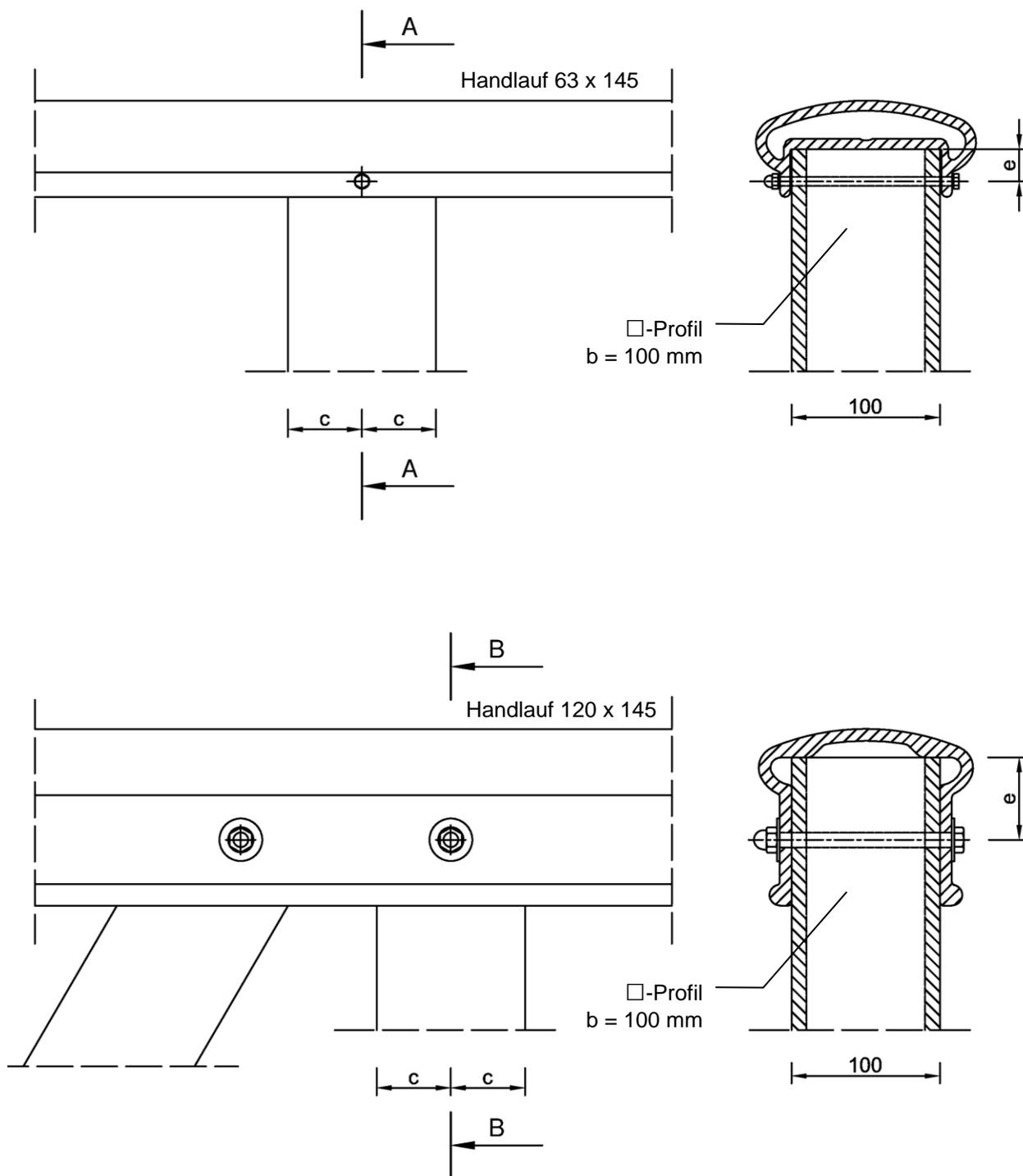


elektronische Kopie der abZ des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Handlaufprofil 77 x 84 und Handlaufprofil 85 x 94

Anlage 2.8.2



elektronische Kopie der abt des dibt: z-10.9-803

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff

Verbindungen
 Handlaufprofil 63 x 145 und Handlaufprofil 120 x 145

Anlage 2.8.3

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3
Blatt 1 von 9**

1 Vorbemerkung

Die folgende Regelung zum Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis gilt nur für Stabtragwerke aus GFK-Profilen nach der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung / allgemeinen Bauartgenehmigung Nr. Z-10.9-803 und gilt nur für vorwiegend ruhende Belastung. Grundlagen für die Nachweise sind in den Dissertationen von Trumpf [1] und Oppe [2] dargelegt.

2 Profilkennwerte

Die für die Bemessung notwendigen Profilkennwerte sind der Anlage 1 des Bescheides zu entnehmen.

3 Materialkennwerte, Sicherheitsbeiwerte und Einflussfaktoren

Für die Bemessung sind folgende Werte dem Bescheid zu entnehmen (s. Abschnitt 3.2.1):

- Baustoffeigenschaften wie Modulwerte, Querkontraktionen, Festigkeitskennwerte
- Einflussfaktoren A_1^f für die Berücksichtigung der Einwirkungsdauer beim Nachweis der Tragfähigkeit (Festigkeitsnachweise)
- Einflussfaktoren A_1^E für die Berücksichtigung der Einwirkungsdauer beim Nachweis der Gebrauchstauglichkeit und beim Nachweis der Tragfähigkeit (Stabilitätsnachweise)
- Einflussfaktoren A_2 für die Berücksichtigung des Medieneinflusses
- Einflussfaktoren A_3 für die Berücksichtigung der Umgebungstemperatur
- Materialsicherheitsbeiwert γ_{MR} für den Nachweis der Tragfähigkeit
- Materialsicherheitsbeiwert γ_{MC} für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Die Teilsicherheitsbeiwerte γ_F und die Beiwerte ψ für die Berechnung des Bemessungswertes der Einwirkung sind den bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen zu entnehmen.

4 Einwirkungen

4.1 Allgemeines

Beim Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit sind die Lasteinwirkungsdauer bei den einwirkenden Lasten und der Medieneinfluss und die Umgebungstemperatur bei den Bauteilwiderständen zu berücksichtigen. Die Definition der Lasteinwirkungsdauer ist dem Abschnitt 3.2.1.2 des Bescheides zu entnehmen.

Bei allen Lasteinleitungen ist eine ausreichende Lastverteilung zur Vermeidung von Spannungsspitzen vorzusehen. Die maximale Druckspannung unter örtlicher Lasteinleitung darf maximal 25 N/mm² betragen; für die Nachweise der Schraubenverbindungen gilt Abschnitt 5.5 dieser Anlage 3.

Die Lasteinleitung in Profillängsachse (x-Achse) sollte in der Schwerelinie bzw. im Schwerpunkt des Profils erfolgen. Ist dies konstruktiv nicht einzuhalten, muss die resultierende Biegebelastung aus der exzentrischen Lasteinleitung berücksichtigt werden.

Die Lasteinleitung quer zur Längsachse (y- oder z-Achse) muss im Schubmittelpunkt erfolgen.

**Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem
Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeits-
nachweis für Stabtragwerke**

**Anlage 3
Blatt 2 von 9**

4.2 Eigenlasten

Die Lasten sind entsprechend den eingeführten Technischen Baubestimmungen anzusetzen.

Das Eigengewicht der GFK-Profile kann den Anlagen 1.1 bis 1.7.2 des Bescheides entnommen werden; alternativ darf das Eigengewicht auch über die Dichte $\rho = 1,9 \text{ kg/dm}^3$ errechnet werden.

Dauer der Lasteinwirkung: ständig

4.3 Windlasten

Die Lasten sind entsprechend den eingeführten Technischen Baubestimmungen anzusetzen.

Dauer der Lasteinwirkung: sehr kurz

4.4 Schnee- und Eislasten

Die Lasten sind entsprechend den eingeführten Technischen Baubestimmungen anzusetzen.

Dauer der Lasteinwirkung: mittel

Die Schneelastdauer im norddeutschen Tiefland als außergewöhnliche Einwirkung ist mit einer Woche anzusetzen: kurz

4.5 Temperatureinwirkungen

Betriebstemperaturen (Auslegungstemperatur T_D) sind vom Betreiber verbindlich anzugeben. Als maßgebende Temperatur ist die Betriebstemperatur mit mindestens 30 °C anzusetzen.

Dauer der Einwirkung: ständig

Die Lastfälle "Sonneneinstrahlung" und "Temperaturgefälle im Profilquerschnitt" sind entsprechend den örtlichen Gegebenheiten ggf. zusätzlich nachzuweisen.

Ist ein Nachweis erforderlich, muss mindestens eine Temperaturdifferenz von 20 K angesetzt werden. Das Temperaturgefälle kann linear über den Profilquerschnitt angenommen werden.

Dauer der Einwirkung: kurz

4.6 Nutzlasten

Entsprechend der Norm DIN EN 1991-1-1:2010-12 unter Berücksichtigung der zugehörigen DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 mit Ausnahme der dort aufgeführten Lasten in den Abschnitten 6.3.2 und 6.3.3.

Falls keine genaueren, durch die zuständige Bauordnungsbehörde festgelegten Werte, vorliegen, sind folgende Lasteinwirkungsdauern anzunehmen:

- Lasten des Abschnitts 6.3.1 (siehe Nationalen Anhang): ständig
- Lasten des Abschnitts 6.3.4 (siehe Nationalen Anhang): kurz
- Lasten des Abschnitts 6.4 (1) und 6.4 (2) (siehe Nationalen Anhang): mittel
- Lasten des Abschnitts 6.4 (NA.3) bis 6.4 (NA.6) (siehe Nationalen Anhang): ständig

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3
Blatt 3 von 9**

5 Nachweis der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

5.1 Allgemeines

Es sind die Kennwerte gemäß dem Bescheid, Abschnitt 3.2.1 anzusetzen.

Die mit dem linear-elastischen Werkstoffgesetz durchzuführende Ermittlung der Schnittkräfte muss nach Theorie II. – Ordnung erfolgen, wenn $N_d / N_{ki} \geq 0,10$ ist.

N_d : Bemessungswert der Drucknormalkraft aus den $\gamma_F \cdot A_1^E$ -fachen Lasten

N_{ki} : charakteristischer Wert der ideal-elastischen Knicklast

Dafür gilt:

E_{tx} , E_{cx} und v_{yx} nach Tabelle 2 dieses Bescheides

Bei den Nachweisen ist eine Schiefstellung von $\varphi_0 = 1/200$ und eine Vorkrümmung von $w_0 \geq L/200$ ab $\varepsilon_0 = 0$ (keine Randspannung) anzusetzen. Alternativ können die Imperfektionen auch über gleichwertige Ersatzlasten in Anlehnung an die Norm DIN EN 1993 berücksichtigt werden.

Exzentrische Lasteinleitungen und Imperfektionen sind so anzusetzen, dass die Tragfähigkeit gemindert wird (d. h. der planmäßigen Exzentrizität nicht entgegenwirken).

Zusätzlich sind Bemessungswerte der ideal-elastischen Knicklast (kleinster Eigenwert) und der Grenzlast einer geometrisch - nichtlinearen Berechnung am Gesamtsystem des Stabtragwerkes zu ermitteln und den $\gamma_F \cdot A_1^E$ -fachen Werten der vorhandenen Einwirkungen gegenüberzustellen. Die Grenzlast der geometrisch - nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung der Vorverformungen ergibt sich aus dem Erreichen des Spannungsgrenzwertes f_x oder der Durchschlagslast für einen Stab des Stabtragwerkes.

Die charakteristischen Einwirkungen E_k sind durch Multiplikation mit den Einflussfaktoren A_1 und den Teilsicherheitsbeiwerten γ_F unter Berücksichtigung des Beiwertes ψ zu erhöhen; es gelten die Kombinationsregeln der Norm DIN EN 1990.

5.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit

5.2.1 Allgemeines

Für die Einflussfaktoren A_1 , A_2 und A_3 sind die Werte des Bescheides anzusetzen.

Die charakteristischen Widerstände R_k sind durch Division mit den Einflussfaktoren A_2 und A_3 und dem Material Sicherheitsbeiwert γ_{MR} zu verringern.

Grundsätzlich ist nachzuweisen:

$$A_1^f \cdot E_k \cdot \gamma_F \leq \frac{R_k}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3}$$

Für Festigkeitsnachweise und Nachweise nach Theorie II.-Ordnung gelten für "ständig" wirkende Lasten:

$$A_1^f \cdot A_2 \cdot A_3 \geq 1,75$$

Bei Nichteinhaltung der Bedingung ist der Faktor A_1^f entsprechend zu erhöhen.

Für Stabilitätsnachweise und für den Nachweis lineares Beulen gilt für "ständig" wirkende Lasten:

$$\sqrt{A_1^E} \cdot A_2 \cdot A_3 \geq 1,35$$

Bei Nichteinhaltung der Bedingung ist der Faktor A_1^E entsprechend zu erhöhen.

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3
Blatt 4 von 9**

5.2.2 Festigkeitsnachweise

Für den Nachweis einer Beanspruchung unter Belastung aus Normalkräften, Biegung infolge Querkraft, exzentrischer Normalkrafteinleitung und/oder Moment sind die Normalspannungen σ_x und die Schubspannungen τ zu bestimmen. Die Ausnutzungsgrade der Einwirkungen sind wie folgt zu überlagern.

Folgende Bedingung ist einzuhalten:

$$\left(\frac{\frac{\sigma_{xd}}{f_x}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \right) + \left(\frac{\frac{\tau_{xyd}}{f_{\tau xy}}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \right)^2 \leq 1$$

Bei dem doppel-T-Profil, dem U-Profil und dem Vierkanthohlprofil darf vereinfacht für den Schubquerschnitt die Stegfläche angesetzt werden.

Treten bei Hohlprofilen Torsionsbelastungen auf, so muss folgende Bedingung erfüllt werden:

$$\left(\frac{\frac{\sigma_{xd}}{f_x}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \right) + \left(\frac{\frac{\tau_{xyd}}{f_{\tau xy}}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \right)^2 + \left(\frac{\frac{\tau_{d,torsion}}{f_{\tau xy,torsion}}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \right)^2 \leq 1$$

Die Anschlüsse der Profile, die Schraubenverbindungen untereinander und die Lasteinleitungen in den Profilen sind nachzuweisen.

5.2.3 Stabilitätsnachweise

5.2.3.1 Plattenbeulen

Bei gedungenen und offenen Profilen kann es zum örtlichen Versagen der Gurte sowie auch der Stege kommen. Bei den zugelassenen Hohlprofilen kann dieses Versagen ausgeschlossen werden.

Ein Nachweis ist nur dann zu führen, wenn die Schlankheit des Stabes

$$\lambda = l_k / i < 30 \quad \begin{array}{l} l_k = \text{Knicklänge} \\ i = \text{Trägheitradius.} \end{array}$$

ist.

Für die Berechnung der kritischen Beulspannung σ_{cr} gilt:

$$\sigma_{cr} = k_\sigma \cdot \sigma_e$$

- Bezugsspannung σ_e :

$$\sigma_e = \frac{\pi^2 \sqrt{0,8 \cdot E_{cx} \cdot E_{ty}} t^2}{12(1 - \nu_{xy} \cdot \nu_{yx}) b^2}$$

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3**
Blatt 5 von 9

Hierin sind:

- E_{cx} : E-Modul Biegung Steg oder Gurt in Achsrichtung
- E_{ty} : E-Modul Zug Steg oder Gurt in Querrichtung
- t : Dicke der Platte
- b : Breite des Profils bzw. Breite des Steges oder Gurtes
- ν_{xy}, ν_{yx} : Querkontraktion

- Beulwerte k_{σ} für zweiseitig gestützte druckbeanspruchte Querschnittsteile:

Spannungsverteilung (Druck positiv), $\sigma_1 =$ maximale Druckspannung						
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1	$-1 > \psi \geq -3$
Beulwert k_{σ}	4,0	$8,2 / (1,05 + \psi)$	7,81	$7,81 - 6,29 \cdot \psi + 9,78 \cdot \psi^2$	23,9	$5,98 \cdot (1 - \psi)^2$

- Beulwerte k_{σ} für einseitig gestützte druckbeanspruchte Querschnittsteile

Spannungsverteilung (Druck positiv), $\sigma_1 =$ maximale Druckspannung					
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	0	-1	$1 \geq \psi \geq -3$	
Beulwert k_{σ}	0,43	0,57	0,85	$0,57 - 0,21 \cdot \psi + 0,07 \cdot \psi^2$	
$\psi = \sigma_2 / \sigma_1$	1	$1 > \psi > 0$	0	$0 > \psi > -1$	-1
Beulwert k_{σ}	0,43	$0,578 / (0,34 + \psi)$	1,7	$1,7 - 5 \cdot \psi + 17,1 \cdot \psi^2$	23,8

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3**
Blatt 6 von 9

Wenn entsprechend Abschnitt 5.1 eine Berechnung nach Theorie II.-Ordnung erforderlich ist, sind auch hier die Spannungen σ_{xd} nach Theorie II.-Ordnung zu verwenden. Diese dürfen, da es sich um einen elastischen Stabilitätsnachweis handelt, aus den $\gamma_F \cdot \sqrt{A_1^E}$ -fachen Lasten ermittelt werden.

Es gilt:

$$\frac{\frac{\sigma_{xd}}{\sigma_{cr}}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \leq 1$$

5.2.3.2 Biegeknicken

Bei planmäßig zentrisch gedrückten Stäben ist für die $\gamma_F \cdot A_1^E$ -fachen Lasten zusätzlich folgender Nachweis zu führen, wobei N_{Rk} der charakteristische Wert der ideal-elastischen Knicklast N_{ki} ist.

$$\frac{\frac{N_d}{N_{Rk}}}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3} \leq 1,0$$

5.2.3.3 Biegedrillknicken

Die baulichen Anlagen sind so zu gestalten, dass ein Biegedrillknicken der GFK-Profile ausgeschlossen wird. Dies kann z. B. durch eine Lagerung des Druckgurtes gegen seitliches Ausweichen bzw. eine Verdrehbehinderung erreicht werden.

5.3 Nachweis der Grenzdehnung bzw. Grenzstauchung

Der Nachweis der Grenzdehnung bzw. der Grenzstauchung ist im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu führen mit

- den Teilsicherheitsbeiwerten der betrachteten Einwirkungen $\gamma_F = 1,0$,
- dem Materialsicherheitsbeiwert $\gamma_{MC} = 1,0$ und
- $A_1^E = A_2 = A_3 = 1,0$.

Für den Dehnungsnachweis gilt:

$$\frac{\sigma_d}{E_m} \leq \varepsilon_{\text{grenz}}$$

Hier ist:

E_m = Mittelwert des zugehörigen E-Moduls.

Für die Ermittlung des Mittelwertes darf der im Bescheid aufgeführte charakteristische Wert mit 1,1 multipliziert werden.

Die in Abschnitt 3.2.1.3 des Bescheides aufgeführten Grenzwerte der Dehnung bzw. Stauchung dürfen nicht überschritten werden.

5.4 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit, Verformung

Der Nachweis der Verformung ist im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu führen mit

- den Teilsicherheitsbeiwerten der betrachteten Einwirkungen $\gamma_F = 1,0$,
- dem Materialsicherheitsbeiwert $\gamma_{MC} = 1,0$ und
- den Einflussfaktoren A_1^E , A_2 und A_3 entsprechend den Werten der Zulassung.

Vereinfacht können die linear-elastisch ermittelten Verformungen mit dem Einflussfaktor A_1^E (zur Erfassung des Kriechens) multipliziert werden.

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3
Blatt 7 von 9**

Für den Verformungsnachweis gilt:

$$A_1^E \cdot E_k \cdot \gamma_F \leq \frac{C_k}{\gamma_{M,C} \cdot A_2 \cdot A_3}$$

Die Verformungen des Tragwerkes sind nachzuweisen. Sie müssen so begrenzt werden, dass sie das optische Erscheinungsbild und die ordnungsgemäße Funktion der baulichen Anlage nicht beeinträchtigen.

Es wird empfohlen, dass die Durchbiegung f bei einer Stützweite L den Wert $L/200$ nicht überschreitet. Ggf. sollte die Anforderung der Durchbiegung im Bauvertrag geregelt werden.

5.5 Tragfähigkeitsnachweis der Verbindungselemente

5.5.1 Allgemeines

Für die Einflussfaktoren A_1^f , A_2 und A_3 sind die Werte der Zulassung anzusetzen.

Es dürfen maximal zwei Schrauben nebeneinander und nicht mehr als 5 in einer Reihe angeordnet werden. Wenn möglich, sind bei einer zweireihigen Schraubenverbindung, die Schrauben versetzt anzuordnen.

Für die Rand- und Lochabstände der Schrauben und für das Lochspiel sind die Angaben in Anlage 2.1 dieses Bescheides einzuhalten. In allen Fällen sind Unterlegscheiben zu verwenden, die in Größe und Dicke mindestens der Norm DIN 440 entsprechen.

5.5.2 Beanspruchung in Laminatenebene

Für die Nachweise der Tragfähigkeit sind die $\gamma_F \cdot A_1^f$ -fachen Schraubenkräfte $P_{S,d}$ zu ermitteln, mit denen folgende Nachweise zu führen sind:

$$\frac{P_{S,d}}{f_p \cdot d_S \cdot t \cdot (d_S / d_L)^2} \leq 1 \quad \text{Lochleibungsdruck}$$
$$\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3$$

$$\frac{P_{S,d}}{f_{t,xy} \cdot 2 \cdot e \cdot t} \leq 1 \quad \text{Schubversagen}$$
$$\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3$$

$$\frac{P_{S,d}}{f_t \cdot A_{Rest} / k_{tc}} \leq 1 \quad \text{Zugversagen im Restquerschnitt}$$
$$\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3$$

f_p : Bolzentragfähigkeit

$f_{t,xy}$: Scher- und Schubfestigkeit in der Laminatenebene

f_t : Zugfestigkeit für die betrachtete Richtung

e : mittlerer Randabstand des Lochdurchmessers

t : Laminatdicke

k_{tc} : Spannungsbeiwert

A_{Rest} : Anschlussquerschnitt unter Abzug der Lochquerschnitte in der betrachteten Belastungsebene

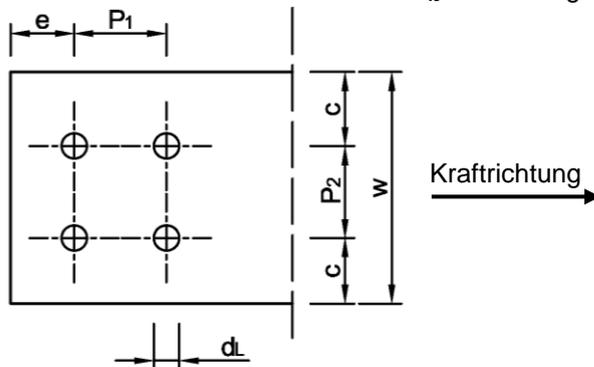
Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke **Anlage 3**
Blatt 8 von 9

Es darf vereinfachend mit dem Wert $k_{tc} = 2,25$ gerechnet werden.

Bei genauer Nachweisführung sind die Werte der nachfolgenden Tabelle anzusetzen.

e/w \ w/d_s	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	8,0	10
0,500	1,31	1,36	1,42	1,47	1,53	1,58	1,64	1,70	1,76	1,99	2,23
0,750	1,29	1,34	1,39	1,44	1,49	1,54	1,60	1,66	1,71	1,94	2,18
0,875	1,28	1,33	1,38	1,43	1,48	1,53	1,59	1,64	1,70	1,93	2,16
1,000	1,28	1,32	1,37	1,42	1,47	1,53	1,58	1,64	1,69	1,92	2,15

Für Zwischenwerte ist der höhere k_{tc} Wert maßgebend.



d_s = Schraubendurchmesser, d_L = Lochdurchmesser

Sind planmäßige Vorspannungen bei den Profilverbindungen gewünscht, so können die in der Tabelle der Anlage 2.1 angegebenen Anziehmomente M_A ohne besondere Nachweise angesetzt werden, wenn die Verbindungen den Darstellungen der Anlagen 2.2 bis 2.8.3 entsprechen.

Die Anziehmomente der Schrauben können in guter Näherung mit

$$M_A = \mu \cdot F_V \cdot d_s$$

ermittelt werden.

Der integrale Reibwinkel μ ist mit $0,15 \leq \mu \leq 0,20$ anzusetzen. Die in Anlage 2.1 angegebenen Anziehmomente sind mit $\mu = 0,18$ errechnet.

Die maximalen Anziehmomente sind durch die einzuhaltende Druckspannung senkrecht zur Profilfläche

$$f_{cy} / (\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3)$$

zu begrenzen.

Pultrudierte Profile "krafton" aus glasfaserverstärktem Kunststoff, Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweis für Stabtragwerke

**Anlage 3
Blatt 9 von 9**

5.5.3 Beanspruchung senkrecht zur Laminebene

Für den Nachweis des Durchstanzens ist die $\gamma_F \cdot A_1^f$ -fache Durchstanzkraft $P_{S,d\perp}$ zu ermitteln, mit der folgender Nachweis zu führen ist:

$$\frac{P_{S,d\perp}}{\frac{f_{\tau\perp} \cdot \pi \cdot d_u \cdot t}{\gamma_{MR} \cdot A_2 \cdot A_3}} \leq 1$$

$f_{\tau\perp}$: Scherfestigkeit senkrecht zur Laminebene
 d_u : Außendurchmesser der Unterlegscheibe
 t : Laminatdicke

6 Literatur

- [1] Trumpf, H. Stabilitätsverhalten ebener Tragwerke aus pultrudierten faserverstärkten Polymerprofilen
Schriftenreihe des Lehrstuhls für Stahlbau und Leichtmetallbau der RWTH Aachen, Heft 59 – 2006, SHAKER VERLAG ISBN 3-8322-5403-X
- [2] Oppe, M. Zur Bemessung geschraubter Verbindungen von pultrudierten faserverstärkten Polymerprofilen
Schriftenreihe des Lehrstuhls für Stahlbau und Leichtmetallbau der RWTH Aachen, Heft 66 – 2009, SHAKER VERLAG ISBN 978-3-8322-8247-9