



OTIF/RID/RC/2021/43
(ECE/TRANS/WP.15/AC.1/2021/43)

7. Juli 2021

Original: Englisch und Französisch

RID/ADR/ADN

Gemeinsame Tagung des RID-Fachausschusses und der Arbeitsgruppe für die Beförderung gefährlicher Güter (Genf, 21. September bis 1. Oktober 2021)

Tagesordnungspunkt 2: Tanks

Weiterentwicklung der Vorschriften für Tanks aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK)

Antrag Frankreichs

Einleitung

1. Im Nachgang zum Dokument OTIF/RID/RC/2021/5 – ECE/TRANS/WP.15/AC.1/2021/5 hat Frankreich im Dokument ECE/TRANS/WP.15/AC.1/HAR/2021/3 vorgeschlagen, die bestehenden Vorschriften des Kapitels 6.9 RID/ADR an die technische Entwicklung in diesem Bereich auf der Grundlage der für die UN-Modellvorschriften angenommenen Vorschriften anzupassen.
2. Mit der Einführung des neuen Kapitels 6.9 für ortsbewegliche FVK-Tanks würde das bestehende Kapitel 6.9 RID/ADR in das neue Kapitel 6.13 überführt.
3. Bei der Diskussion der Ad-hoc-Arbeitsgruppe für die Harmonisierung des RID/ADR/ADN mit den UN-Modellvorschriften zu diesem Thema wurde empfohlen, Textdopplungen zu vermeiden und auf einige Vorschriften des neuen Kapitels 6.9 zu verweisen.
4. Der folgende Vorschlag basiert auf dem Dokument ECE/TRANS/WP.15/AC.1/HAR/2021/3 in der überarbeiteten Fassung und berücksichtigt diesen Grundsatz.

Antrag

5. Das Kapitel 6.9 durch das neue Kapitel 6.13 wie folgt ersetzen; zusätzlicher Text im Vergleich zum bestehenden Text des Kapitels 6.9 ist unterstrichen, gestrichener Text ist durchgestrichen dargestellt.

Anmerkung des Sekretariats der OTIF:

1. Sollte der vorliegende Antrag angenommen werden, wird das Kapitel 6.13 nur noch für festverbundene Tanks (Tankfahrzeuge) und Aufsetztanks des ADR gelten. Tankcontainer und Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehälter), für die das bisherige Kapitel 6.9 im RID anwendbar war, müssten künftig nach den neuen, für ortsbewegliche FVK-Tanks geltenden Vorschriften des neuen Kapitels 6.9 gebaut werden. Das neue Kapitel 6.13 bliebe für das RID offen.
2. Im deutschen Text wurden neben den von Frankreich vorgeschlagenen Änderungen weitere redaktionelle Änderungen vorgenommen, um eine Anpassung an die englische Fassung vorzunehmen. Diese redaktionellen Änderungen sind ebenfalls durch Unter- und Durchstreichung kenntlich gemacht.

Kapitel 6.9~~13~~ Vorschriften für die Auslegung, den Bau, die Ausrüstung, die Zulassung des Baumusters, die Prüfung und die Kennzeichnung von festverbundenen Tanks (Tankfahrzeugen) und, Aufsetztanks, ~~Tankcontainern und Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehältern) / Tankcontainern, einschließlich Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehälter),~~ aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK)

Bem. Für ortsbewegliche Tanks und UN-Gascontainer mit mehreren Elementen (MEGC) siehe Kapitel 6.7; für ~~festverbundene Tanks (Tankfahrzeuge), Kesselwagen, abnehmbare Tanks, Aufsetztanks, Tankcontainer und Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehälter), deren Tankkörper aus metallenen Werkstoffen hergestellt sind, sowie für Batterie-Fahrzeuge~~ Batteriewagen und Gascontainer mit mehreren Elementen (MEGC) mit Ausnahme von UN-MEGC siehe Kapitel 6.8; für Saug-Druck-Tanks für Abfälle siehe Kapitel 6.10.

6.9~~13~~.1 Allgemeines

6.9~~13~~.1.1 FVK-Tanks

~~FVK-Tankcontainer, einschließlich FVK-Tankwechsellaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),~~ müssen nach einem ~~von der zuständigen Behörde anerkannten~~ Qualitätssicherungsprogramm in Übereinstimmung mit Unterabschnitt 6.9.2.2.2 ausgelegt, hergestellt und geprüft werden; insbesondere dürfen Laminations- und Schweißarbeiten von Thermoplastlinern nur durch Personal vorgenommen werden, das nach von der zuständigen Behörde anerkannten Regeln qualifiziert ist.

6.9~~13~~.1.2 Für die Auslegung und Prüfung von FVK-Tanks

~~FVK-Tankcontainer, einschließlich FVK-Tankwechsellaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),~~ sind auch die Vorschriften der Absätze 6.8.2.1.1, 6.8.2.1.7, 6.8.2.1.13, 6.8.2.1.14 a) und b), 6.8.2.1.25, 6.8.2.1.27, 6.8.2.1.28 und 6.8.2.2.3 anzuwenden.

6.9.1.3 ~~Heizeinrichtungen sind in~~

~~FVK-Tanks~~

~~nicht zugelassen.~~

~~FVK-Tankcontainern, einschließlich FVK-Tankwechsellaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),~~

6.9~~13~~.1.4~~3~~ Hinsichtlich der Stabilität von Tankfahrzeugen ist der Unterabschnitt 9.7.5.1 anzuwenden. ~~(bleibt offen)~~

6.9~~13~~.2 Bau

6.9~~13~~.2.1 Die FVK-Tankkörper sind in Übereinstimmung mit den Vorschriften der Absätze 6.9.2.2.3.2 bis 6.9.2.2.3.7 und 6.9.2.3.6 auszulegen und zu bauen aus geeigneten Werkstoffen herzustellen, die mit den zu beförderten Stoffen in einem Betriebstemperaturbereich von -40 °C bis +50 °C verträglich sind, sofern von der zuständigen Behörde des Staates, in dem die Beförderung durchgeführt wird, wegen besonderer klimatischer Bedingungen kein anderer Temperaturbereich festgelegt ist.

6.9.2.2 Die Tankkörper setzen sich aus folgenden drei Elementen zusammen:

- Innenliner,
- Tragschicht,
- Außenschicht.

6.9.2.2.1 Der Innenliner ist der innere Tankkörperbereich, der als erste Barriere zur Gewährleistung der Langzeitbeständigkeit gegenüber den zu befördernden Stoffen sowie zur Verhinderung gefährlicher Reaktionen mit dem Inhalt oder der Bildung gefährlicher Verbindungen sowie einer wesentlichen Schwächung der Tragschicht ausgelegt ist, wobei die Diffusion von Stoffen durch den Innenliner zu berücksichtigen ist.

Der Innenliner kann entweder ein FVK-Liner oder ein Thermoplastliner sein.

6.9.2.2.2 Die FVK-Liner setzen sich wie folgt zusammen:

- a) Oberflächenschicht («gel-coat»): eine entsprechend harzreiche Oberflächenschicht, verstärkt mit einem Vlies, das mit dem Harz und dem Inhalt verträglich ist. Der Fasermassenanteil dieser Schicht darf 30 % nicht überschreiten und die Dicke muss 0,25 bis 0,60 mm betragen.
- b) Verstärkungslage(n): eine oder mehrere Lage(n) mit einer Mindestdicke von 2 mm, die eine Glasmatte oder Spritzfasern von mindestens 900 g/m² enthalten, die einen Glasgehalt von mindestens 30 Masse-% aufweisen, es sei denn, für geringere Glasgehalte wird eine vergleichbare Sicherheit nachgewiesen.

6.9.2.2.3 Thermoplastliner sind Platten aus Thermoplastkunststoff gemäß Absatz 6.9.2.3.4, die zur erforderlichen Form zusammengeschweißt werden und auf der die Tragschichten geklebt werden. Die Dauerhaftigkeit der Verbindung zwischen Liner und Tragschicht ist durch die Verwendung eines geeigneten Haftvermittlers herzustellen.

Bem. Bei der Beförderung entzündbarer flüssiger Stoffe können gemäß Unterabschnitt 6.9.2.14 für den Innenliner zusätzliche Maßnahmen zur Verhinderung elektrostatischer Aufladung erforderlich werden.

6.139.2.2.4 Die Tragschicht des Tankkörpers ist der Bereich, der gemäß den Unterabschnitten 6.9.13.2.4 bis und 6.9.13.2.65 besonders ausgelegt sein muss, um den mechanischen Belastungen standzuhalten. Dieser Teil besteht normalerweise aus mehreren faserverstärkten Lagen in definierter Richtung.

6.9.213.2.52.1 Die Außenschicht aus Harz oder Farbe ist der Teil des Tankkörpers mit direktem Kontakt zur Umgebung. ~~Er besteht aus einer harzreichen Lage mit einer Dicke von mindestens 0,2 mm. Bei Dicken von mehr als 0,5 mm muss eine Matte verwendet werden. Diese Schicht muss einen Massegehalt von weniger als 30 % Glas aufweisen und Sie~~ muss so beschaffen sein, dass sie Umwelteinflüssen/äußeren Einflüssen, insbesondere gelegentlich vorkommende Kontakte mit dem zu befördernden Stoff, standhält. Zum Schutz der Tragschicht des Tankkörpers vor Schädigung durch ultraviolette Strahlung muss das Harz Füllstoffe oder Zusätze enthalten.

6.913.2.3 Ausgangswerkstoffe

6.913.2.3.1 Alle für die Herstellung von FVK-Tanks

FVK-Tankcontainern, einschließlich FVK Tankwechsellaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),

verwendeten Werkstoffe müssen bekannten Ursprungs und spezifiziert sein.

6.913.2.3.2 Harze

Es gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.2.3.10.

6.139.2.3.3 Verstärkungsfasern

Es gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.2.3.11. Die Verstärkungswerkstoffe der Tragschichten müssen aus einer geeigneten Art von Fasern wie Glasfasern der Typen E oder ECR gemäß Norm ISO 2078:1993 bestehen. Für den Innenliner dürfen Glasfasern des Typs C gemäß Norm ISO 2078:1993 verwendet werden. Thermoplastvliese dürfen für den Innenliner nur verwendet werden, wenn ihre Verträglichkeit mit dem vorgesehenen Inhalt nachgewiesen wurde.

6.913.2.3.4 Werkstoffe für Thermoplastliner

Als Linerwerkstoffe dürfen Thermoplastliner, wie weichmacherfreies Polyvinylchlorid (PVC-U), Polypropylen (PP), Polyvinylidenfluorid (PVDF), Polytetrafluorethylen (PTFE) usw., verwendet werden.

6.913.2.3.5 Zusätze

Es gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.2.3.12. Zusätze, die für die Behandlung des Harzes notwendig sind, wie Katalysatoren, Beschleuniger, Härter und Thixotropierstoffe, sowie Werkstoffe, die für die Verbesserung des Tanks verwendet werden, wie z. B. Füllstoffe, Farbstoffe, Pigmente usw., dürfen unter Berücksichtigung der Auslegungslbensdauer und -temperatur nicht zu einer Schwächung des Werkstoffes führen.

6.913.2.4 Die Tankkörper, ihre Elemente für die Befestigung sowie ihre Bedienungsausrüstung und bauliche Ausrüstung müssen so ausgelegt sein, dass sie während der Auslegungsliebsdauer ohne Verlust des Inhalts (ausgenommen Gasmengen, die aus eventuell vorhandenen Entlüftungseinrichtungen entweichen) standhalten:

- den statischen und dynamischen Beanspruchungen unter normalen Beförderungsbedingungen;
- den in den Unterabschnitten 6.913.2.5 bis 6.913.2.10 beschriebenen Minimalbelastungen.

6.913.2.5 Bei den in den Absätzen 6.8.2.1.14 a) und b) angegebenen Drücken und der durch den Inhalt mit der für ~~die~~ das Bauart-Baumuster festgelegten höchstzulässigen Dichte sowie bei höchstem Füllungsgrad hervorgerufenen statischen Eigenlast dürfen die Versagenskriterien (FC) in Längsrichtung, in Umfangsrichtung und in jeder anderen Richtung in der Ebene des Verbundaufbaus darf die Auslegungsspannung σ in Längs- und Umfangsrichtung jeder Lage des Tankkörpers folgenden Wert nicht überschreiten:

$$FC \leq \frac{1}{K},$$

wobei:

~~R_m = Zahlenwert der Zugfestigkeit aus dem Mittelwert der Prüfergebnisse abzüglich der doppelten Standardabweichung der Prüfergebnisse. Die Prüfung ist an mindestens sechs Proben, die für die Bauart und die Konstruktionsmethode repräsentativ sind, nach den Normen EN ISO 527-4:1997~~

~~und EN ISO 527-5:2009~~

~~durchzuführen.~~

~~– Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~

~~– Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~

$K = S \cdot K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$,

wobei:

K einen Mindestwert von 4 haben muss und

S = Sicherheitskoeffizient. Für die allgemeine Auslegung beträgt der Wert für S mindestens 1,5, wenn in Kapitel 3.2 Tabelle A Spalte 12 für die Tanks eine Tankcodierung angegeben ist, die im zweiten Teil den Buchstaben «G» enthält (siehe Absatz 4.3.4.1.1). Für Tanks, die für die Beförderung von Stoffen ausgelegt sind, für die ein erhöhtes Sicherheitsniveau erforderlich ist, d. h. wenn in Kapitel 3.2 Tabelle A Spalte 12 für die Tanks eine Tankcodierung angegeben ist, die im zweiten Teil die Ziffer «4» enthält (siehe Absatz 4.3.4.1.1), muss der Wert S verdoppelt werden, sofern der Tankkörper nicht mit einem zusätzlichen Schutz in Form eines den Tankkörper völlig umschließenden Metallrahmenwerkes mit Längs- und Oberträgern-Querträgern ausgerüstet ist.

K_0 = Faktor, der mit der Minderung der Werkstoffeigenschaften infolge Kriechverhaltens und Alterung unter dem chemischen Einfluss der zu befördernden Stoffe zusammenhängt. Er ist nach der Formel

$$K_0 = \frac{1}{\alpha \cdot \beta}$$

zu bestimmen, wobei « α » der Kriechfaktor und « β » der Alterungsfaktor ist, jeweils bestimmt nach der Norm EN 978:1997 im Anschluss an die Prüfung gemäß Norm EN 977:1997 der in Übereinstimmung mit Absatz 6.13.4.2.2 e) bzw. f) bestimmt wird. Alternativ darf konservativ ein Wert von $K_0 = 2$ verwendet werden. Bei der Bestimmung von α und β muss die Ausgangsdurchbiegung $2 \cdot \sigma$ entsprechen. Bei der Verwendung in Berechnungen müssen die Faktoren α und β zwischen 0 und 1 liegen.

K_1 = Faktor, der mit der Betriebstemperatur und den thermischen Eigenschaften des Harzes zusammenhängt und der durch die folgende Gleichung mit einem Minimalwert von 1 ermittelt wird:

$$K_1 = 1,25 - 0,0125 (HDT - 70),$$

wobei HDT die Wärmeformbeständigkeitstemperatur des Harzes in °C ist ~~[in °C]~~.

K_2 = Faktor, der mit der Ermüdung des Werkstoffes zusammenhängt; sofern kein anderer Wert von der zuständigen Behörde zugelassen wird, ist hierfür ein Wert von $K_2 = 1,75$ zu verwenden. Für die Auslegung gegenüber dynamischen Belastungen nach Unterabschnitt 6.9.2.6 Absatz 6.8.2.1.2 ist ein Wert von $K_2 = 1,1$ zu verwenden.

K_3 = Faktor, der mit der HarzaAushärtetechnik zusammenhängt und folgende Werte hat:

- ~~1,40~~, wenn das Aushärten nach einem zugelassenen und dokumentierten und zugelassenen Verfahren erfolgt und das in Absatz 6.9.2.2.2 beschriebene Qualitätssicherungssystem eine Überprüfung des Aushärtungsgrades für jeden FVK-Tank unter Verwendung eines direkten Messansatzes, wie die in der Norm ISO 11357-2:2016 bestimmte dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC), gemäß Absatz 6.13.4.2.2 h) (i) umfasst;

- 1,1, wenn die Formung des Thermoplastharzes oder die Aushärtung des Duroplastharzes nach einem zugelassenen und dokumentierten Verfahren erfolgt und das in Absatz 6.13.1.2 beschriebene Qualitätssicherungssystem die Überprüfung der Eigenschaften des geformten Thermoplastharzes bzw. des Aushärtungsgrades des Duroplastharzes für jeden FVK-Tank unter Verwendung eines indirekten Messverfahrens gemäß Absatz 6.13.4.2.2 h) (ii), wie der Barcol-Test gemäß der Norm ASTM D2583:2013-03 oder EN 59:2016, die Wärmeformbeständigkeitstemperatur (HDT) gemäß der Norm ISO 75-1:2020, die thermomechanische Analyse (TMA) gemäß der Norm ISO 11359-1:2014 oder die dynamische thermomechanische Analyse (DMA) gemäß der Norm ISO 6721-11:2019;
- 1,5 in anderen Fällen.

Eine Auslegungsvalidierung unter Verwendung einer numerischen Analyse und eines geeigneten Versagenskriteriums für Verbundwerkstoffe muss durchgeführt werden, um zu überprüfen, dass die Lagen im Tankkörper unter den zulässigen Werten liegen. Geeignete Versagenskriterien für Verbundwerkstoffe sind unter anderem Tsai-Wu, Tsai-Hill, Hashin, Yamada-Sun, Strain Invariant Failure Theory, Maximum Strain or Maximum Stress. Mit Genehmigung der zuständigen Behörde sind andere Vergleiche für die Festigkeitskriterien zulässig. Die Methode und die Ergebnisse dieser Auslegungsvalidierung sind der zuständigen Behörde vorzulegen.

Die zulässigen Werte sind mit Hilfe von Versuchen zu ermitteln, um die Parameter abzuleiten, die für die gewählten Versagenskriterien in Verbindung mit dem Sicherheitsfaktor K, den nach Absatz 6.13.4.2.2 c) gemessenen Festigkeitswerten und den in Unterabschnitt 6.13.2.6 vorgeschriebenen Kriterien für die höchste Dehnung erforderlich sind. Die Analyse der Verbindungen ist in Übereinstimmung mit den gemäß Absatz 6.13.2.10 ermittelten zulässigen Werten und den gemäß Absatz 6.13.4.2.2 g) gemessenen Festigkeitswerten durchzuführen. Das Knicken ist gemäß Absatz 6.9.2.3.6 zu berücksichtigen. Die Auslegung von Öffnungen und metallenen Einschlüssen ist nach Absatz 6.13.2.11 zu berücksichtigen.

- 6.139.2.6** Bei den in Absatz 6.8.2.1.2 genannten dynamischen Belastungen darf die Auslegungsspannung den nach Unterabschnitt 6.9.2.5 geforderten und durch den Faktor α geteilten Wert nicht übersteigen. Bei jeder der in Absatz 6.8.2.1.2 und in Unterabschnitt 6.13.2.5 definierten Spannungen darf die resultierende Dehnung in jeder Richtung den in der folgenden Tabelle angegebenen Wert oder ein Zehntel der nach der Norm ISO 527-2:2012 ermittelten Bruchdehnung des Harzes, je nachdem, welcher Wert geringer ist, nicht überschreiten.

Beispiele bekannter Werte sind in nachstehender Tabelle angegeben:

<u>Harztyp</u>	<u>höchste Beanspruchung unter Spannung (%)</u>
<u>Ungesättigtes Polyester- oder Phenolharz</u>	<u>0,2</u>
<u>Vinylesterharz</u>	<u>0,25</u>
<u>Epoxyharz</u>	<u>0,3</u>
<u>Thermoplastharz</u>	<u>siehe Unterabschnitt 6.13.2.8</u>

- 6.913.2.7** Bei jeder der in den Unterabschnitten 6.9.2.5 und 6.9.2.6 definierten Spannungen darf die resultierende Dehnung in jeder Richtung den kleineren der Werte 0,2 % oder 1/10 der Bruchdehnung des Harzes nicht überschreiten.(gestrichen)
- 6.913.2.8** Beim festgelegten Prüfdruck, der nicht geringer als der in den Absätzen 6.8.2.1.14 a) und b) festgelegte zutreffende Berechnungsdruck sein darf, darf die maximale Dehnung im Tankkörper die Rissbildungsgrenze des Harzes nicht überschreiten.
- 6.913.2.9** Der Tankkörper muss in der Lage sein, dem in Absatz 6.913.4.3.3 aufgeführten Kugelfallversuch ohne sichtbare innere oder äußere Schäden standzuhalten.
- 6.913.2.10** Die für die Verbindungen, einschließlich der Verbindungen der Böden, der Schwallwände und der Tankunterteilungen mit dem Tankkörper, verwendeten Klebeverbindungen und/oder Überlamine müssen in der Lage sein, die oben genannten statischen und dynamischen Belastungen aufzunehmen. Um Spannungskonzentrationen im Überlaminat zu vermeiden, sind Neigungen mit einem Steigungsverhältnis von ≤höchstens 1:6 zu verwenden.

Die Schubfestigkeit zwischen dem Überlaminat und den damit verbundenen Tankteilen darf nicht kleiner sein als

$$\tau = \gamma \frac{Q}{I} \leq \frac{\tau_R}{K},$$

wobei:

- ~~TR die interlaminare Biegeschubfestigkeit Schubfestigkeit nach gemäß der Norm EN ISO 14125:1998 + AC:2002 + A1:2014 ISO 14130:1997 und Cor 1:2003~~
~~— Faserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung der Biogeigenschaften (Drei-Punkte-Methode) ist, mit einem Wert von mindestens $\tau_R = 10 \text{ N/mm}^2$, wenn keine gemessenen Werte verfügbar sind;~~
- Q die Last pro ~~Längeneinheit Breitereinheit~~ ist, die die Verbindung unter den oben aufgeführten statischen und dynamischen Belastungen zu übernehmen hat;
- K der gemäß Unterabschnitt 6.913.2.5 berechnete Faktor für die statischen und dynamischen Spannungen ~~ist; und~~
- I die Länge des Überlaminats ist;
~~y der Kerbfaktor ist, der die mittlere Verbindungsspannung mit der Spitzenverbindungsspannung am Ort der Versagenseinleitung in Beziehung setzt.~~

6.139.2.11 ~~Metallene Flansche und ihre Verschlüsse dürfen in FVK-Tankkörpern gemäß den Auslegungsvorschriften des Abschnitts 6.8.2 verwendet werden. Öffnungen im Tankkörper müssen so verstärkt sein, um dass sie mindestens den gleichendieselben Sicherheitsfaktoren gegen die in den Unterabschnitten 6.913.2.5 und 6.9.2.6 aufgeführten festgelegten statischen und dynamischen Belastungen Beanspruchungen aufweisen wie der Tankkörper selbst zu gewährleisten. Ihre Die Anzahl der Öffnungen muss so klein wie möglich sein ist zu minimieren. Bei Das Achsenverhältnis der ovalen Öffnungen darf das Verhältnis der beiden Achsen nicht mehr als 2 betragen.~~

~~Werden metallene Flansche oder Bauteile durch Kleben in den FVK-Tankkörper integriert, so ist für die Verbindung zwischen Metall und FVK die in Unterabschnitt 6.13.2.10 genannte Charakterisierungsmethode anzuwenden. Werden die metallenen Flansche oder Bauteile auf andere Weise befestigt, z. B. durch Schraubverbindungen, so gelten die entsprechenden Bestimmungen des anwendbaren Regelwerks für Druckbehälter.~~

6.913.2.12 Bei der Auslegung von Flanschen und Rohrleitungen, die mit dem Tankkörper verbunden sind, sind zusätzliche Kräfte durch Handhabung und Befestigung von Schrauben zu berücksichtigen.

~~6.13.2.x Die Festigkeitsberechnungen des Tankkörpers müssen mit der Finite-Elemente-Methode durchgeführt werden, wobei die Tankkörperlaminare, die Verbindungen innerhalb des FVK-Tankkörpers, die Verbindungen zwischen dem FVK-Tankkörper und der baulichen Ausrüstung sowie die Öffnungen simuliert werden.~~

6.9.2.13 Der Tank ~~Tankecontainer, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter),~~
 ist so auszulegen, dass er ohne wesentliche Undichtheiten den Auswirkungen einer allseitigen dreißigminütigen Brandbelastung, wie in den Prüfvorschriften nach Absatz 6.913.4.3.4 definiert, standhält. Bei Vorliegen von Daten von Prüfungen mit vergleichbaren ~~Tankbauarten Tankbaumustern~~ kann mit Zustimmung der zuständigen Behörde auf eine Prüfung verzichtet werden.

6.913.2.14 Sondervorschriften für die Beförderung von Stoffen mit einem Flammpunkt von höchstens 60 °C

6.13.2.14.1 FVK-Tanks ~~FVK-Tankcontainer, einschließlich FVK-Tankwechselaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),~~
 zur Beförderung von Stoffen mit einem Flammpunkt von höchstens 60 °C ~~müssen den Vorschriften des Absatzes 6.9.2.2.3.14 entsprechen sind so zu bauen, dass eine gefährliche elektrostatische Aufladung der verschiedenen Bestandteile verhindert wird.~~

~~6.9.2.14.1 Der an der Innen- und Außenseite des Tankkörpers gemessene Wert des elektrischen Oberflächenwiderstandes darf 10^9 Ohm nicht überschreiten. Dies kann durch die Verwendung von Additiven im Harz oder durch interlaminare, leitfähige Schichten, wie Metall- oder Kohlefasernetzwerk, erreicht werden.~~

~~6.9.2.14.2 Der gemessene elektrische Erdableitwiderstand darf 10^7 Ohm nicht überschreiten.~~

~~6.9.2.14.3 Alle Komponenten des Tankkörpers sind untereinander und mit den Metallteilen der Bedienungsausrüstung und der baulichen Ausrüstung des Tanks sowie mit dem Fahrzeug~~ ~~Tankecontainers, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter),~~
~~elektrisch zu verbinden. Der elektrische Widerstand zwischen sich berührenden Teilen darf 10 Ohm nicht überschreiten.~~

6.913.2.14.42 Der elektrische Oberflächen- und Erdableitwiderstand ist erstmalig bei jedem hergestellten Tank ~~Tankecontainer, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter),~~
 oder an ~~einem Ausschnitteiner Probe~~ des Tankkörpers mit einem von der zuständigen Behörde anerkannten Verfahren zu messen.

- 6.913.2.14.53** Der Erdableitwiderstand ist bei jedem Tank
~~Tankcontainer, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter);~~
als Teil der wiederkehrenden Prüfungen mit einem von der zuständigen Behörde anerkannten Verfahren zu messen.
- 6.139.3 Ausrüstungsteile**
- 6.139.3.1** Es gelten die Vorschriften der Absätze 6.8.2.2.1, 6.8.2.2.2, 6.8.2.2.4 und 6.8.2.2.6 bis 6.8.2.2.8.
- 6.913.3.2** Zusätzlich gelten auch die Sondervorschriften des Abschnitts 6.8.4 b) (TE), sofern diese bei einer Eintragung in Kapitel 3.2 Tabelle A Spalte 13 angegeben sind.
- 6.913.4 Prüfung und Zulassung des Baumusters**
- 6.913.4.1** Für jedes Bauart-Baumuster eines FVK-Tanks
~~FVK-Tankcontainers, einschließlich FVK-Tankwechselaufbau (FVK-Tankwechselbehälter);~~
sind die Werkstoffe und ein repräsentativer Prototyp der nachstehend aufgeführten Bauartprüfung-Baumusterprüfung zu unterziehen.
- 6.913.4.2 Werkstoffprüfung**
- 6.913.4.2.1** Für die ~~verwendeten zu verwendenden~~ Harze ist die Bruchdehnung gemäß Norm EN ISO 527-~~24:1997~~2012
~~— Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~
oder EN ISO 527-5:2009
~~— Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~
und die Wärmeformbeständigkeitstemperatur gemäß Norm EN ISO 75-1:2013~~2020~~
~~— Kunststoffe — Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur — Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren~~
zu ermitteln.
- 6.913.4.2.2** Folgende Eigenschaften sind an Proben zu ermitteln, die aus dem Tankkörper herausgeschnitten wurden. Parallel gefertigte Proben dürfen nur verwendet werden, wenn das Ausschneiden von Proben aus dem Tankkörper nicht möglich ist. Vor der Prüfung sind gegebenenfalls vorhandene Liner zu entfernen.
- Die Prüfungen umfassen:
- a) Dicke der Laminatschichten des Tankmantels/Mantels und der Tankböden/Böden des Tankkörpers.;
 - b) Massegehalt und Zusammensetzung der Verstärkungsfasern anhand der Norm EN ISO 1172:1998 oder ISO 14127:2008 sowie Orientierung und Aufbau der Verstärkungslagen.;
 - c) Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Elastizitätsmodul gemäß Norm EN ISO 527-4:1997
~~— Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 4: Prüfbedingungen für isotrop und anisotrop faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~
oder EN ISO 527-5:2009
~~— Kunststoffe — Bestimmung der Zugeigenschaften — Teil 5: Prüfbedingungen für unidirektional faserverstärkte Kunststoffverbundwerkstoffe~~
für die Umfangs- und Längsrichtung des Tankkörpers in der Richtung der Spannungen. Zusätzlich ist die Rissbildungsgrenze des Harzes mittels Schallemissionsmessung zu bestimmen. Für Bereiche des FVK-Tankkörpers sind Prüfungen an repräsentativen Laminatschichten in Übereinstimmung mit der Norm EN ISO 527-4:1997 oder EN ISO 527-5:2009 durchzuführen, um eine Bewertung der Eignung des Sicherheitsfaktors (K) zu ermöglichen. Es sind mindestens sechs Proben pro Zugfestigkeitsmessung zu verwenden; als Zugfestigkeit gilt der Mittelwert minus zwei Standardabweichungen.;
 - d) Biegefestigkeit und Durchbiegung im Biegekriechversuch nach der Norm EN ISO 14125:1998 + AC:2002 + A1:2011
~~— Faserverstärkte Kunststoffe — Bestimmung der Biegeeigenschaften~~
während einer Dauer von 1000 Stunden unter Verwendung von Proben mit einer Mindestbreite von 50 mm und einem Auflagerabstand von mindestens der zwanzigfachen Wanddicke.

- ~~e) Bei dieser Prüfung sind auch α und der Alterungsfaktor β gemäß Norm EN 978:1997 zu bestimmen. α , ermittelt aus dem Mittelwert der Ergebnisse von mindestens zwei Proben mit der in Absatz d) beschriebenen Konfiguration, die bei der in Unterabschnitt 6.13.2.1 angegebenen höchsten Auslegungstemperatur über einen Zeitraum von 1000 Stunden einem Kriechvorgang in einer Drei- oder Vier-Punkt-Biegung unterzogen werden. An jeder Probe ist die folgende Prüfung durchzuführen:~~
- ~~(i) unbelastetes Einspannen der Probe in die Biegevorrichtung in einem auf die höchste Auslegungstemperatur eingestellten Ofen und Akklimatisierung über mindestens 60 Minuten;~~
 - ~~(ii) Belastung der Probe gemäß der Norm EN ISO 14125:1998 + AC:2002 + A1:2011 mit einer Biegespannung, die der in Absatz d) ermittelten Festigkeit, geteilt durch vier, entspricht. Aufrechterhaltung der mechanischen Belastung bei der höchsten Auslegungstemperatur ohne Unterbrechung für mindestens 1000 Stunden;~~
 - ~~(iii) Messung der Anfangsverformung sechs Minuten nach Aufbringen der vollen Last gemäß Absatz e) (ii). Beibehaltung der Belastung der Probe im Prüfstand;~~
 - ~~(iv) Messung der endgültigen Verformung 1000 Stunden nach Aufbringen der vollen Last gemäß Absatz e) (ii) und~~
 - ~~(v) Berechnung des Kriechfaktors α durch Division der Anfangsverformung aus Absatz e) (iii) durch die endgültige Verformung aus Absatz e) (iv).~~
- ~~f) Der Alterungsfaktor β , ermittelt aus dem Mittelwert der Ergebnisse von mindestens zwei Proben mit der in Absatz d) beschriebenen Konfiguration, die bei der in Unterabschnitt 6.13.2.1 angegebenen höchsten Auslegungstemperatur einer statischen Drei- oder Vier-Punkt-Biegung in Verbindung mit einem Eintauchen in Wasser über einen Zeitraum von 1000 Stunden unterzogen werden. An jeder Probe ist die folgende Prüfung durchzuführen:~~
- ~~(i) vor der Prüfung oder Konditionierung Trocknung der Proben in einem Ofen bei 80 °C über einen Zeitraum von 24 Stunden;~~
 - ~~(ii) Belastung der Probe mit einer Drei- oder Vier-Punkt-Biegung gemäß der Norm EN ISO 14125:1998 + AC:2002 + A1:2011 bei Umgebungstemperatur mit einer Biegespannung, die der in Absatz d) ermittelten Festigkeit, geteilt durch vier, entspricht. Messung der Anfangsverformung sechs Minuten nach Aufbringen der vollen Last. Entfernung der Probe aus dem Prüfstand;~~
 - ~~(iii) Eintauchen der unbelasteten Probe für eine Dauer von mindestens 1000 Stunden ohne Unterbrechung der Konditionierungszeit in Wasser bei der höchsten Auslegungstemperatur. Entfernung der Proben nach Ablauf der Konditionierungszeit, Feuchthalten bei Umgebungstemperatur und Absolvierung des Schrittes gemäß Absatz f) (iv) innerhalb von drei Tagen;~~
 - ~~(iv) Unterziehung der Probe einer zweiten Runde statischer Belastung in der gleichen Weise wie in Absatz f) (ii). Messung der endgültigen Verformung sechs Minuten nach Aufbringen der vollen Last. Entfernung der Probe aus dem Prüfstand und~~
 - ~~(v) Berechnung des Alterungsfaktors β durch Division der Anfangsverformung aus Absatz f) (ii) durch die endgültige Verformung aus Absatz f) (iv).~~
- 6.9.4.2.3g)** Die interlaminare Scherfestigkeit der Verbindungen ist durch Prüfung repräsentativer Proben im Zugversuch nach in Übereinstimmung mit der Norm EN ISO 14130:1997 zu messen.
- ~~h) Die Effizienz der Verformungseigenschaften von Thermoplastharzen bzw. der Aushärtungs- und Nachhärtungsverfahren von Duroplastharzen, die für die Lamine verwendet werden, muss mit einer oder mehreren der folgenden Methoden bestimmt werden:~~
- ~~(i) direkte Messung der Eigenschaften des geformten Thermoplastharzes oder des Aushärtungsgrades des Duroplastharzes: die unter Verwendung der dynamischen Differenz-Thermoanalyse (DSC) in Übereinstimmung mit der Norm EN ISO 11357-2:2020 bestimmte Glasübergangstemperatur (T_g) oder Schmelztemperatur (T_m) oder~~
 - ~~(ii) indirekte Messung des Aushärtungsgrades des geformten Thermoplastharzes oder Duroplastharzes:~~
 - ~~– HDT gemäß der Norm ISO 75-1:2013,~~
 - ~~– T_g oder T_m mittels thermomechanischer Analyse (TMA) gemäß der Norm ISO 11359-1:2014,~~
 - ~~– dynamische thermomechanische Analyse (DMA) gemäß der Norm ISO 6721-11:2019,~~
 - ~~– Barcol-Test gemäß der Norm ASTM D2583:2013-03 oder EN 59:2016.~~
- 6.9.13.4.2.43** Für die chemische Verträglichkeit gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.7.1.3. des Tankkörpers mit den zu befördernden Stoffen ist mit Zustimmung der zuständigen Behörde durch eines der nachstehenden Verfahren nachzuweisen. Dieser Nachweis muss alle Aspekte der Verträglichkeit der Werkstoffe des Tankkörpers und seiner Ausrüstungen mit den zu befördernden Stoffen, einschließlich der chemischen Schädigung des Tankkörpers, der Einleitung kritischer Reaktionen durch den Inhalt und gefährlicher Reaktionen zwischen beiden, berücksichtigen.
- Für die Feststellung einer Schädigung des Tankkörpers sind aus dem Tankkörper entnommene repräsentative Proben, einschließlich gegebenenfalls vorhandener Liner mit Schweißnähten, der chemischen Verträglichkeitsprüfung nach der Norm EN 977:1997 für eine Dauer von 1000 Stunden bei 50 °C zu unterziehen. Im Vergleich mit unbelasteten Proben darf der im Biegeversuch gemäß Norm EN 978:1997 gemessene Abfall der Festigkeit und des Elastizitätsmoduls 25 % nicht übersteigen. Risse, Blasen, punktförmige Schäden, Trennungen von Lagen und Linern sowie Rauigkeit sind nicht zulässig.

- ~~— Bescheinigte und dokumentierte Daten über positive Erfahrungen hinsichtlich der Verträglichkeit der betreffenden Füllgüter mit den in Kontakt tretenden Werkstoffen des Tankkörpers über angegebene Temperaturen, Zeiten und andere bedeutsame Betriebsbedingungen.~~
- ~~— In der Fachliteratur, in Normen oder in anderen Quellen veröffentlichte technische Daten, die von der zuständigen Behörde akzeptiert werden.~~

6.913.4.3 PrototypprüfungBaumusterprüfung

Ein ~~repräsentativer~~repräsentatives Prototyp-Baumuster eines Tanks ist den nachstehend dargestellten Prüfungen zu unterziehen. Soweit erforderlich, darf die Bedienungsausrüstung zu diesem Zweck durch andere Teile ersetzt werden.

6.913.4.3.1 ~~Der~~Das Prototyp-Baumuster ist auf Übereinstimmung mit der Bauartspezifikation-Baumusterspezifikation zu prüfen. Dies schließt eine innere und äußere Besichtigung-Prüfung und eine Maßkontrolle der wesentlichen A-Hauptabmessungen ein.

6.913.4.3.2 ~~Der~~s an allen Stellen, für die ein Vergleich mit der rechnerischen Auslegung erforderlich ist, mit Dehnmessstreifen ausgerüstete Prototyp-Baumuster ist folgenden Belastungen zu unterziehen, wobei; die hierbei dabei auftretenden Dehnungen ~~sind~~ sind aufzuzeichnen sind:

- Füllung mit Wasser bis zum höchstzulässigen Füllungsgrad. Die Messergebnisse sind zur Überprüfung der rechnerischen Auslegung nach Unterabschnitt 6.913.2.5 zu verwenden.
- Füllung mit Wasser bis zum höchstzulässigen Füllungsgrad und Beschleunigung in allen drei Richtungen durch Fahr- und Bremsversuche mit dem auf einem FahrzeugAWagen befestigten Prototyp-Baumuster. Für den Vergleich mit der rechnerischen Auslegung nach Unterabschnitt 6.913.2.65 sind die aufgezeichneten Dehnungen im Verhältnis der in Absatz 6.8.2.1.2 geforderten und der gemessenen Beschleunigungswerte zu extrapolieren.
- Füllung mit Wasser und Anwendung des festgelegten Prüfdrucks. Unter dieser Belastung darf der Tankkörper keine sichtbaren Schäden und keine Undichtheit aufweisen.

6.913.4.3.3 ~~Es gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.7.1.4 Der Prototyp ist dem für den~~ Kugelfallversuch ~~nach der Norm EN 976-1:1997 Nr. 6.6 zu unterziehen. Dabei darf kein sichtbarer innerer oder äußerer Schaden auftreten.~~

6.139.4.3.4 ~~Es gelten die Vorschriften des Absatzes 6.9.2.7.1.5 für die Feuerbeständigkeitsprüfung. Der zu 80 % seines höchsten Fassungsraumes mit Wasser gefüllte Prototyp, einschließlich seiner Bedienungsausrüstung und baulichen Ausrüstung, ist einer allseitigen dreißigminütigen Brandbelastung durch ein Heizölbockenfeuer oder einer anderen Art von Feuer mit gleicher Wirkung auszusetzen. Die Abmessungen des Beckens müssen den Tank um mindestens 50 cm nach allen Seiten überragen, und der Abstand zwischen dem Ölspiegel und dem Tank muss zwischen 50 und 80 cm betragen. Der unterhalb des Flüssigkeitsspiegels verbleibende Tank, einschließlich der Öffnungen und Verschlüsse, muss, abgesehen von Tropflecken, dicht bleiben.~~

6.913.4.4 Zulassung des Baumusters

6.913.4.4.1 Die zuständige Behörde ~~oder eine von ihr benannte Stelle~~ hat für jedes neue Baumuster eines Tanks Tankcontainers, einschließlich FVK-Tankwechselaufbau (FVK-Tankwechselbehälter), eine Zulassungsbescheinigung auszustellen, die die Eignung ders Bauart-Baumusters für den vorgesehenen Zweck und die Einhaltung der Bau- und Ausrüstungsvorschriften sowie der für die zu befördernden Stoffe geltenden Sondervorschriften bescheinigt.

6.913.4.4.2 Die Zulassung ist auf der Grundlage der Berechnung sowie des Prüfberichtes, einschließlich aller Werkstoff- und Prototypprüfergebnisse-Baumusterprüfergebnisse und ihres Vergleiches mit der rechnerischen Auslegung, zu erstellen und muss sich auf die Bauartspezifikation-Baumusterspezifikation und das Qualitätssicherungsprogramm beziehen.

6.913.4.4.3 Die Zulassung muss die Stoffe oder Stoffgruppen, für die die Verträglichkeit mit dem Tank Tankcontainer, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter), nachgewiesen wurde, umfassen. Dabei sind die chemischen Benennungen oder die entsprechende Sammelbezeichnung (siehe Unterabschnitt 2.1.1.2) sowie die Klasse und der Klassifizierungscode anzugeben.

6.913.4.4.4 Die Zulassung muss ferner veröffentlichte Auslegungs- und Gewährleistungswerte (wie Lebensdauer, Betriebstemperaturbereich, Betriebs- und Prüfdrücke, Werkstoffkennwerte) sowie diejenigen Maßnahmen umfassen, die bei der Herstellung, Prüfung, Zulassung des Baumusters, Kennzeichnung und der Verwendung aller Tanks, Tankcontainer, einschließlich Tankwechselaufbau (Tankwechselbehälter), die nach derm zugelassenen Bauart-Baumuster gefertigt werden, zu beachten sind.

6.13.4.4.5 Es muss ein Betriebsdauer-Prüfprogramm erstellt werden, das Teil des Betriebshandbuchs ist, um den Zustand des Tanks bei wiederkehrenden Prüfungen zu überwachen. Das Prüfprogramm muss sich auf die kritischen Spannungsstellen konzentrieren, die in der gemäß Unterabschnitt 6.13.2.5 durchgeführten Auslegungsanalyse ermittelt wurden. Die Prüfmethode muss die potenzielle Schadensart an der kritischen Spannungsstelle berücksichtigen (z. B. Zugspannung oder Interlaminatspannung). Die Prüfung muss eine Kombination aus Sichtprüfung und zerstörungsfreier Prüfung sein (z. B. Schallemission, Ultraschallauswertung, Thermografie). Bei Heizelementen muss das Betriebsdauer-Prüfprogramm eine Untersuchung des Tankkörpers oder seiner repräsentativen Stellen ermöglichen, um die Auswirkungen von Überhitzung zu berücksichtigen.

6.913.5 Prüfungen

6.913.5.1 Für jeden Tank,

~~Tankcontainer, einschließlich Tankwechsellaufbau (Tankwechselbehälter),~~

der in Übereinstimmung mit dem ~~m~~f zugelassenen ~~Bauart~~-Baumuster hergestellt wird, sind die nachstehend aufgeführten Werkstoffprüfungen und Untersuchungen wie folgt durchzuführen.

6.913.5.1.1 Mit Proben aus dem Tankkörper sind die Werkstoffprüfungen nach Absatz 6.913.4.2.2 mit Ausnahme des Zugversuches und einer Verringerung der Prüfzeit für die Biegekiechprüfung auf 100 Stunden durchzuführen. Parallel gefertigte Proben dürfen nur verwendet werden, wenn das Ausschneiden von Proben aus dem Tankkörper nicht möglich ist. Die zugelassenen Auslegungswerte sind einzuhalten.

6.913.5.1.2 Bei der erstmaligen Prüfung muss überprüft werden, ob der Bau des Tanks in Übereinstimmung mit dem in Unterabschnitt 6.9.2.2.2 vorgeschriebenen Qualitätssicherungssystem erfolgt ist. Die Tankkörper und ihre Ausrüstung sind entweder zusammen oder getrennt erstmalig vor Inbetriebnahme zu prüfen. Diese Prüfung umfasst:

- eine Prüfung auf Übereinstimmung mit dem ~~m~~f zugelassenen ~~Bauart~~-Baumuster;
- eine Prüfung der Merkmale der ~~s~~ ~~Bauart~~-Baumusters;
- eine innere und äußere Untersuchung;
- eine Wasserdruckprüfung mit dem Prüfdruck, der auf dem in Absatz 6.8.2.5.1 vorgeschriebenen Schild angegeben ist;
- eine Funktionsprüfung der Ausrüstungsteile;
- eine Dichtheitsprüfung, sofern der Tankkörper und seine Ausrüstung getrennt druckgeprüft worden sind.

6.913.5.2 Für die wiederkehrenden Prüfungen der Tanks

~~Tankcontainer, einschließlich Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehälter),~~

gelten die Vorschriften der Absätze 6.8.2.4.2 bis 6.8.2.4.4. Darüber hinaus muss die Prüfung gemäß Absatz 6.8.2.4.3 die Untersuchung des inneren Zustands des Tankkörpers einschließen.

6.13.5.3 Darüber hinaus müssen die erstmalige und die wiederkehrende Prüfung nach dem Betriebsdauer-Prüfprogramm und den damit verbundenen Prüfmethoden gemäß Abschnitt 6.13.4.4.5 erfolgen.

6.913.5.34 Die Prüfungen ~~und Untersuchungen~~ nach den Unterabschnitten 6.913.5.1 und 6.913.5.2 sind von einem ~~m~~r von der zuständigen Behörde anerkannten ~~Sachverständigen-Prüfstelle~~ durchzuführen. Die Prüfergebnisse sind zu bescheinigen. In diesen Bescheinigungen ist auf die in diesem Tankkörper

~~Tankcontainer, einschließlich Tankwechsellaufbauten (Tankwechselbehälter),~~

gemäß Unterabschnitt 6.913.4.4 zur Beförderung zugelassenen Stoffe Bezug zu nehmen.

6.913.6 Kennzeichnung

6.913.6.1 Für die Kennzeichnung von FVK-Tanks

~~FVK-Tankcontainern, einschließlich FVK-Tankwechsellaufbauten (FVK-Tankwechselbehälter),~~

gelten die Vorschriften des Unterabschnitts 6.8.2.5 mit folgenden Änderungen:

- das Tankschild darf auch auf den Tankkörper auflaminiert werden oder aus geeigneten Kunststoffen bestehen;
- der Auslegungstemperaturbereich ist immer anzugeben;
- sofern gemäß Absatz 6.8.2.5.2 eine Tankcodierung vorgeschrieben ist, muss der zweite Teil der Tankcodierung ~~der zweite Teil der Tankcodierung muss~~ den höchsten Wert des Berechnungsdruckes des Stoffes (der Stoffe) angeben, der (die) gemäß der Baumusterzulassungsbescheinigung für die Beförderung zugelassen ist (sind).

6.13.6.2 Die vorgeschriebenen Angaben zu den Werkstoffen müssen lauten:

«Werkstoff der Tankkörperstruktur: Faserverstärkter Kunststoff», die Verstärkungsfaser, z. B. «Verstärkung: E-Glas», und das Harz, z. B. «Harz: Vinylester».

6.913.6.23 Zusätzlich gelten auch die Sondervorschriften des Abschnitts 6.8.4 e) (TM), sofern diese bei einer Eintragung in Kapitel 3.2 Tabelle A Spalte 13 angegeben sind.
