

1. Was sind Zusatzlasten an Stutzen (Stutzenlasten) ?

Stutzenlasten sind Lasten die aus abgehenden Rohrleitungen oder angebauten Armaturen auf den Stutzen und somit auf den Behälter/Apparat einwirken. Es können Längskräfte, Querkräfte und Momente auftreten.

Mögliche Ursachen von Zusatzlasten an Stutzen:

- Eigengewicht von Rohrleitungen / Armaturen etc.
- Last aus Füllung
- Lasten aus Druck
- Wind, Schnee, Erbeben
- Verhinderte Wärmedehnung

2. Standard GFK-Behälter – STUTZENLASTEN-

Bei einer Auslegung des Behälters nach EN13121-3, Advanced design, können bei einer Verwendung von Stutzen nach DIN16966-T6, nachfolgende Lasten von Stutzen, Stutzenanbindung und Behälterwand (Tabelle 1) aufgenommen werden.

STUTZENLASTABELLE FÜR GFK-BEHÄLTER –STANDARD-

DN	[bar]	N			Nm		
	Druckstufe	P	V _L	V _C	M _L	M _C	M _T
	PS	V ₁	V ₂	M ₁	M ₂		
50	16	115	155	115	25	20	40
80	10	175	205	150	70	45	90
100	10	215	240	175	105	70	130
150	10	335	340	240	200	130	240
200	6	475	465	315	320	210	365
250	6	630	610	400	455	305	510
300	6	810	775	490	610	415	670
350	4	1005	965	595	785	545	845
400	4	1215	1170	700	980	690	1045
450	4	1450	1400	820	1195	850	1260
500	2,5	1700	1650	945	1425	1025	1490
600	2,5	2260	2215	1225	1950	1430	2005

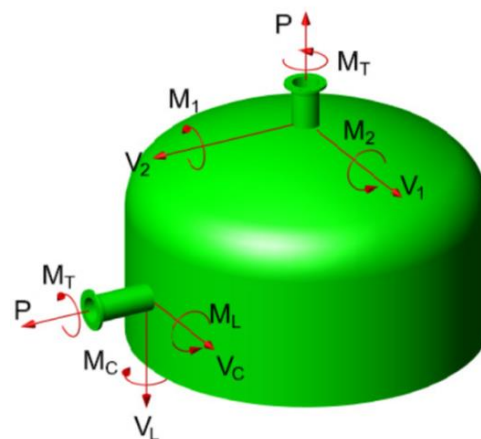


Tabelle 1: Stutzenlasten für Standard GFK-Behälter

Diese Stutzenlasten verursachen keinen zusätzlichen Aufwand bei der Behälterherstellung. Aus diesem Grund sollten diese Planzahlen im ersten Schritt der Rohrleitungsplanung angenommen werden bevor auf die Tabelle 2 übergegangen wird.

3. GFK-Behälter mit ZUSATZSTUTZENLASTEN

In wenigen Fällen sind höhere Stutzenlasten als die in der Tabelle 1 angegeben vorhanden und es muss hierbei ebenfalls eine sichere Ableitung der Lasten in den Behälter/Apparat ermöglicht werden. Der rechnerische Aufwand zur Nachweisführung ist sehr hoch. Um diesen Aufwand zu reduzieren ist es geplant im Rahmen einer Parameterstudie den Einfluss der Stutzenlasten auf die Stutzenanbindung und die Behälterschale näher einzugrenzen.

Als Basis hierfür wird die AD2000 S3/0, Tabelle 1¹ als Planzahltablelle herangezogen. Diese Tabelle gilt aber für Stahlbehälter. Für GFK-behälter werden 10% dieser Planzahlenwerte angenommen (siehe Tabelle 2).

STUTZENLASTABELLE FÜR GFK-BEHÄLTER - MIT ZUSATZSTUTZENLASTEN -

DN	[bar]	N			Nm		
	Druckstufe PS	P	V _L V ₁	V _C V ₂	M _L M ₁	M _C M ₂	M _T
50	16	230	310	230	50	40	80
80	10	350	410	300	140	90	180
100	10	430	480	350	210	140	260
150	10	670	680	480	400	260	480
200	6	950	930	630	640	420	730
250	6	1260	1220	800	910	610	1020
300	6	1620	1550	980	1220	830	1340
350	4	2010	1930	1190	1570	1090	1690
400	4	2430	2340	1400	1960	1380	2090
450	4	2900	2800	1640	2390	1700	2520
500	2,5	3400	3300	1890	2850	2050	2980
600	2,5	4520	4430	2450	3900	2860	4010

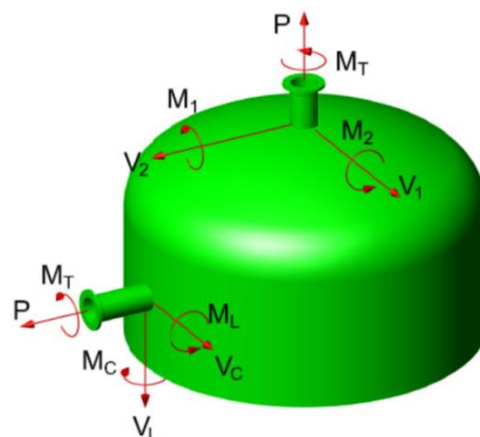


Tabelle 2: Stutzenlasten für GFK-Behälter mit Zusatzlasten an Stutzen

Die Mitarbeiter des AVK-Arbeitskreises stimmen überein dass mit den in Tabelle 2 angegebenen Tabellenwerten mindestens 80% der in der Praxis vorkommenden Lastfälle mit Zusatzstutzenlasten abgedeckt werden. Die Firma BASF hat diese Tabelle zur Anwendung bei GFK-Behältern bereits freigegeben. Es ist aber davon auszugehen das gegenüber den STANDARDSTUTZENLASTEN (Tabelle 1) ein erhöhter Aufwand entsteht z.B. dickere Anbindungslamine.

4. Auswirkungen auf die Steifigkeit der Stutzen- Behälterwandverbindung - PARAMETERSTUDIE-

Im Rahmen einer Parameterstudie soll für nachfolgend genannte Lasttabellen der lokale Einfluss auf die Stutzenanbindung an den Behälter und die Behälterschale untersucht werden:

1. Für „Standardbehälter“ - Tabelle 1
2. Für Behälter mit erhöhten Stutzenlasten - Tabelle 2

Folgende Ergebnisse werden erwartet:

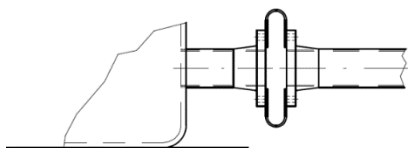
- erforderliche Wanddicke der Schale an der Stutzeneinbaustelle
- erforderliche Wanddicke der Stutzenanbindung an die Schale

5. Auswirkungen von Stutzenlasten auf den Stutzen

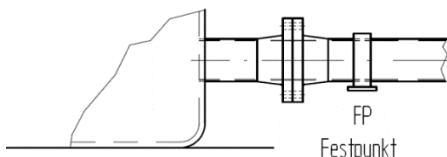
In einer Vorstudie wurde ermittelt dass GFK-Stutzen nach DIN16966 die Stutzenlasten nach Tabelle 2 problemlos aufnehmen können. Liegen die Lasten deutlich darüber so können oft in keine Normflansche nach DIN 16966 mehr eingesetzt werden! Dies ist z.B. der Fall wenn die Werte der Tabelle 2 verdoppelt werden.

6. Hinweise zur Konstruktion und Gestaltung von Stutzen Anschlüssen zur Vermeidung oder Reduzierung von Stutzenkräften auf Behälter

In aller Regel ist es sinnvoll Stutzenkräfte an Behältern und Apparaten soweit als möglich zu reduzieren bzw. gänzlich zu vermeiden. Das Deutsche Institut für Bautechnik Berlin (DiBt) führt hierzu in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen für GFK und Thermoplastbehälter aus „Rohrleitungen sind so auszulegen und zu montieren, dass unzulässiger Zwang vermieden wird“. Nachfolgend werden hierzu einige Beispiel gezeigt:

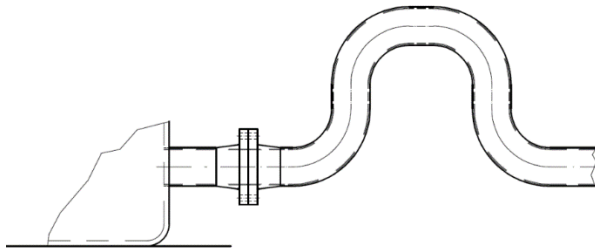


Kompensatoren einsetzen.
Achtung: Rückstellkräfte beachten



Festpunkt unmittelbar vor Übergang zum Behälterflansch anordnen.
D.h. nicht die Behälterwand zum Festpunkt machen.

GFK-Bauteile haben aufgrund ihrer geringeren Steifigkeiten teilweise Vorteile gegenüber z.B. Stahlbehältern. Treten beispielsweise aus behinderter Wärmedehnung Verformungen an der Anschlussstelle des Stutzens auf so sind die Rückstellkräfte und Momente bei GFK-Behältern deutlich geringer.



Dehnungsmöglichkeiten im
Rohrverlauf vorsehen.

7. Resultierende Vereinfachungen und Vorteile bei der Nutzung von Ausführungstabellen

Liegen die Ergebnisse der Parameterstudien in Form von Ausführungstabellen oder Grafiken vor und werden die Stutzenlasttabellen von der chemischen Industrie und dem Anlagenbau entsprechend angewandt so treten nachfolgende Vorteile ein:

- Der erforderliche Mehraufwand in der Herstellung der Bauteile ist von vorne herein bekannt und kalkulierbar.
- Zusätzlicher Berechnungsaufwand entfällt.
- In der Projektabwicklung entfallen unnötige Rückfragen.
- Den Rohrleitungsplanern liegen damit zukünftig auch für GFK-Behälter die zulässigen Stutzenlasten vor und können hiermit planen.

8. Beteiligte Firmen und Institutionen

- Ashland Technologies GmbH
- AVK-Frankfurt
- BASF Ludwigshafen
- Christen&Laudon GmbH
- Covestro Deutschland AG Dormagen
- Ingenieurbüro Lux
- Ingenieurbüro Westendorff
- Kurotec Kunststofftechnik Stade
- Prof. Dr. Ing. G. Nonhoff
- Platicon Germany GmbH
- Thyssen Krupp Uhde

Erstellt von der Arbeitsgruppe Statik, AVK Frankfurt

Stand: 20.02.2019

ⁱ AD2000 Merkblatt S 3/0, 2016, Allgemeiner Standsicherheitsnachweis für Druckbehälter - **Grundsätze** -