

Tragluftbauten

Berechnung, Ausführung und Betrieb

DIN

4134

Air-supported structures; structural design, construction and operation

Structure gonflables; calcul, exécution et opération

Diese Norm wurde im Fachbereich Einheitliche Technische Baubestimmungen des NABau ausgearbeitet. Sie ist den obersten Bauaufsichtsbehörden vom Institut für Bautechnik, Berlin, zur bauaufsichtlichen Einführung empfohlen worden.

Gegenüber anderen baulichen Anlagen benötigen Tragluftbauten für ihren Betrieb einen ständigen Energieaufwand und weisen bei Beheizung während der Winterperiode höhere Wärmeverluste durch die äußere Raumumschließung auf. Da Möglichkeiten für eine Verbesserung der Wärmedämmeigenschaften, insbesondere der Hüllenbaustoffe, gegenwärtig noch untersucht werden, sind Tragluftbauten ausdrücklich von der Anwendung der „Verordnung über einen energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden (Wärmeschutzverordnung)“ befreit.

Entwurf, Berechnung und Ausführung von Tragluftbauten erfordern gründliche Kenntnis und Erfahrung in dieser Bauart.

Anmerkung: Die technischen Festlegungen dieser Norm gelten unter der Voraussetzung, daß die bauaufsichtlichen Anordnungen über Betrieb und Überwachung der Tragluftbauten eingehalten werden (siehe auch Abschnitt 9).

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	6 Sicherheitsnachweise	7
2 Begriff	2	6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen	7
3 Bautechnische Unterlagen	2	6.2 Bemessung der Seile	7
3.1 Zeichnungen	2	6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile ...	7
3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung	2	6.4 Bemessung der Gründung	7
3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise	2	6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen ...	7
3.4 Betriebsanweisung	2	6.4.2 Erdanker	7
4 Berechnungsgrundlagen	2	6.5 Verträglichkeit der Verformungen	7
4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte	2	7 Bauliche Ausbildung	8
4.2 Lastannahmen	2	7.1 Hülle	8
4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle	2	7.2 Seile und Seilverbindungen	8
4.2.2 Eigenlasten	3	7.3 Gründung und Verankerung	8
4.2.3 Nenn-Innendruck	3	7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile ...	8
4.2.4 Windlast	3	8 Erzeugung und Steuerung des Innendrucks	8
4.2.5 Schneelast	3	8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse ...	8
4.2.6 Wärmeeinwirkungen	3	8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen	8
5 Ermittlung der Schnittgrößen	3	8.3 Sicherung der Luftansaugung	9
5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen	3	8.4 Sicherstellung des Innendrucks	9
5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen	4	9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)	9
5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze	5	9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen	9
5.3.1 Allgemeines	5	9.2 Überprüfungen	9
5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze	5	9.3 Noträumung bei Alarm	9
5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen	6	9.4 Einschalten der Heizung	9
5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck	6	9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes	10
		9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen	10
		Zitierte Normen	10
		Erläuterungen	10

Fortsetzung Seite 2 bis 14

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für den Nachweis der Standsicherheit, die Ausführung und den Betrieb von Tragluftbauten. Sie gilt auch für Tragluftbauten, die dazu bestimmt sind, wiederholt zu befristetem Gebrauch aufgestellt und wieder abgebaut zu werden („fliegende Bauten“).

Die Festlegungen dieser Norm gelten unter Beachtung der übrigen geltenden Normen, soweit in dieser Norm nichts anderes bestimmt ist.

Von dieser Norm darf abgewichen werden bei einfachen, durch den inneren Luftüberdruck getragenen Überdeckungen, die höchstens 100 m² Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe haben.

2 Begriff

Tragluftbauten im Sinne dieser Norm sind bauliche Anlagen, deren äußere Raumabschließung ganz oder überwiegend aus einer flexiblen Hülle (mit oder ohne Stützung durch Seile oder Seilnetze) besteht, welche von der durch Gebläse unter Überdruck gesetzten Luft des Innenraumes getragen wird.

3 Bautechnische Unterlagen

3.1 Zeichnungen

Im einzelnen sind dies:

- Lageplan, der insbesondere die Abstände zu den benachbarten Gebäuden, die Zufahrten und die Rettungswege angibt;
- Übersichtszeichnung mit den wesentlichen Maßen und folgenden Angaben:
Anordnung von Schleusen, Ausgängen und Notausgängen, Lüftungsanlagen, Fundamenten und Verankerungen sowie Gebläsen und Heizanlagen einschließlich deren Abstände von der Hülle;
- Schnitte durch den Tragluftbau, aus denen der freizuhaltende Raum nach den Abschnitten 6.5 und 7.4 ersichtlich ist;
- Konstruktionszeichnungen aller tragenden Bauteile, aus denen ihre Maße und Baustoffe, die Anordnung und Ausbildung ihrer Stöße und Verbindungen und sonstige wichtige Einzelheiten hervorgehen.

3.2 Bau- und Betriebsbeschreibung

Die Bau- und Betriebsbeschreibung muß Angaben, die für die Bauausführung und für die bauaufsichtliche Prüfung notwendig sind, aber aus den bautechnischen Unterlagen nicht hervorgehen, enthalten, insbesondere:

- Nutzungsart des Tragluftbaues und Anzahl der Personen, die sich in dem Tragluftbau aufhalten dürfen
- Hüllen- und Seilbaustoffe sowie ihre Verbindungen mit Angabe der für sie geltenden Normen und bauaufsichtlichen Zulassungen
- Korrosionsschutz der Seile und Stahlteile
- Gebläseanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Motorleistung, Luftförderung, Art des Haupt- und Ersatzantriebes, Antriebsenergie, Einrichtungen für den Selbstanlauf der Gebläse, Einrichtungen zur Überwachung der Luftzufuhr sowie zur Messung und Steuerung des inneren Überdrucks, Druckmangelalarmanlagen
- Heizanlagen mit Angabe von Anzahl, Fabrikat, Leistung
- Angaben über die zur Schneebeseitigung vorgesehenen Maßnahmen, sofern abgeminderte Schneelasten nach Abschnitt 4.2.5 in Ansatz gebracht werden

¹⁾ Siehe Erläuterungen zu Abschnitt 7.2.

- Art und Befestigung der Leuchten, woraus hervorgehen soll, daß diese keine Gefahr für die Hülle darstellen
- Feuerlöscheinrichtungen
- Ableitung des Niederschlagwassers.

3.3 Standsicherheitsnachweis und andere technische Nachweise

Es muß ein übersichtlicher Nachweis der Standsicherheit und der Verformungen in prüfbarer Form aufgestellt werden. Die diesem Nachweis zugrundeliegenden Brauchbarkeitsnachweise für die verwendeten Baustoffe und Bauteile, z. B. allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen, sind anzugeben.

Zu den technischen Nachweisen können erforderlichenfalls auch gehören:

- ein Baugrundgutachten mit Angabe des Grundwasserstandes,
- ein Gutachten über die Windverhältnisse,
- ein Gutachten über die Winddruckverteilung auf der Oberfläche der baulichen Anlage.

3.4 Betriebsanweisung

In der Betriebsanweisung (siehe Abschnitt 9) müssen die für einen sicheren Betrieb erforderlichen Maßnahmen angegeben sein.

4 Berechnungsgrundlagen

4.1 Baustoffeigenschaften und -kennwerte

Für Seile sind die in den DIN-Normen¹⁾ enthaltenen Kennwerte den Berechnungen zugrunde zu legen. Hüllenbaustoffe müssen schwerentflammbar (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102 Teil 1) sein.

Anmerkung: Hüllenbaustoffe und ihre Verbindungen, über die in DIN-Normen keine Festlegungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften und der an sie zu stellenden Anforderungen enthalten sind, sind neue Baustoffe bzw. Bauarten im Sinne der Bauordnungen der Länder. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit für den Verwendungszweck durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist (siehe auch Abschnitt 6.1). Wird der Nachweis nicht auf diese Weise geführt, so bedarf die Verwendung oder Anwendung dieser neuen Baustoffe bzw. Bauarten im Einzelfall der Zustimmung der obersten Bauaufsichtsbehörde.

4.2 Lastannahmen

4.2.1 Lasten und maßgebende Lastfälle

Bei Tragluftbauten ist das Einwirken folgender Lasten anzunehmen:

- Eigenlasten g , G ,
- Nenn-Innendruck p_i ,
- Windlast w ,
- Schneelast s ,
- Wärmeeinwirkungen aus Temperatur T .

Aus diesen Lasten werden die folgenden maßgebenden Lastfälle gebildet und der Berechnung zugrundegelegt:

Lastfall A („Wintersturm“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten g , G , Nenn-Innendruck p_i nach Abschnitt 4.2.3, Windlast w nach Abschnitt 4.2.4 und rechnerischer Wärmeeinwirkung aus Temperatur $T = 20\text{ °C}$

Lastfall B („Sommergewitter“):

Kurzzeitbeanspruchung infolge Eigenlasten g , G , Nenn-Innendruck p_i nach Abschnitt 4.2.3, 60% der Windlast w nach Abschnitt 4.2.4 und Wärmeeinwirkung aus Temperatur $T = 70\text{ °C}$

Lastfall C („Dauerbeanspruchung“):

Dauerbeanspruchung ($t > 10$ Jahre) infolge Eigenlasten g , G , Nenn-Innendruck p_i nach Abschnitt 4.2.3 und Wärme- einwirkung aus Temperatur $T = 20$ °C

4.2.2 Eigenlasten

Die Eigenlasten setzen sich zusammen aus der Eigenlast der Hülle sowie anderen ständigen Lasten (z. B. Einzel- lasten, Linienlasten, siehe auch DIN 1055 Teil 1).

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen kann die Eigenlast der Hülle in der Regel vernachlässigt werden. Dies trifft z. B. zu bei Verwendung von einlagigen beschichteten Chemiefasergeweben.

4.2.3 Nenn-Innendruck

Der Nenn-Innendruck p_i ist der rechnerisch vorzusehende Innendruck.

Er ist so groß zu wählen, daß die Standsicherheit und die zur Stabilität erforderliche Formbeständigkeit der Hülle sichergestellt sind.

Werden bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Hüllen ohne Seilstützung die Schnittgrößen ohne Berücksichtigung der Systemverformung ermittelt, ist der Nenn-Innendruck p_i so groß zu wählen, daß die Hülle die ungünstigsten Lasten nach Abschnitt 4.2.1 im Membranzustand aufnehmen kann.

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß oder bei kugelförmigen Membranen kann diese Forderung als erfüllt angesehen werden, wenn der Nenn-Innendruck p_i nach Tabelle 1 in Abhängigkeit von h/r , vom Staudruck q nach Abschnitt 4.2.4 oder von der Schneelast s nach Abschnitt 4.2.5 gewählt wird. Maßgebend ist jeweils der größere der beiden Werte. In der Regel darf der Nenn-Innendruck den Wert $p_i = 0,30$ kN/m² nicht unterschreiten.

Werden Tragluftbauten bis 20 m Höhe als Fliegende Bauten eingesetzt, kann der Nenn-Innendruck konstant zu $p_i = 0,30$ kN/m² angenommen werden, wenn sichergestellt wird, daß sich ab Windstärke 8 keine Personen in den Bauten aufhalten und durch Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. keine Gefährdung der Hülle gegeben ist. Örtliche Einfaltungen der Hülle sind dabei unbedenklich.

Weitere Möglichkeiten für eine zulässige Absenkung des Nenn-Innendrucks p_i siehe Abschnitt 8.4.4.

Tabelle 1. Nenn-Innendruck p_i bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen

Nr	Gestalt der Membran ^{1) 2)}	Nenn-Innendruck p_i ^{2) 3)} kN/m ²	
1	Zylinderförmig mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß		
1.1	Dreiviertelzylinder $h/r = 1,5$	$\geq 0,80 q$	$\geq 1,6 s$
1.2	Halbzylinder $h/r = 1$	$\geq 0,60 q$	$\geq 1,3 s$
1.3	Flacher Zylinder $h/r \leq 0,75$	$\geq 0,50 q$	$\geq 1,1 s$
2	Kugelförmig		
2.1	Dreiviertelkugel $h/r = 1,5$	$\geq 1,0 q$	$\geq 1,3 s$
2.2	Halbkugel $h/r = 1$	$\geq 0,70 q$	$\geq 1,0 s$
2.3	Kugelabschnitt $h/r = 0,5$	$\geq 0,60 q$	$\geq 1,0 s$

1) Zur Definition von h und r siehe Bilder 1 und 2.
 2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.
 3) Staudruck q nach Abschnitt 4.2.4, Schneelast s nach Abschnitt 4.2.5

4.2.4 Windlast

Der Winddruck w ist das Produkt aus dem Staudruck q und dem Druckbeiwert c_p (nach DIN 1055 Teil 4).

Zur rechentechnischen Vereinfachung darf ein über die Bauwerkshöhe konstanter Staudruck q nach Tabelle 2 angesetzt werden.

Tabelle 2. Staudruck in Abhängigkeit von der Bauwerkshöhe

Bauwerkshöhe über Gelände h m	Staudruck q kN/m ²
bis 8	0,5
über 8 bis 20	$0,3 + 0,025 \cdot h^1)$
über 20	$0,725 + 0,00375 \cdot h^1)$

¹⁾ h ist in m einzusetzen.

Bei Tragluftbauten, deren horizontale Projektion rechtwinklig zur Längsachse einen Flächeninhalt von mindestens 500 m² hat, kann der Staudruck q mit einem Reduktionsfaktor nach Tabelle 3 ermäßigt werden.

Tabelle 3. Reduktionsfaktor in Abhängigkeit von der Projektionsfläche A für die Ermäßigung des Staudrucks q

A m ²	Reduktionsfaktor
500 bis 3000	$(1,05 - A/10\ 000)$
≥ 3000	0,75

Für die Ermittlung der Schnittgrößen darf angenommen werden, daß der Winddruck rechtwinklig zur Tangential- ebene der Oberfläche wirkt. Hierbei kann zur Vereinfachung die Gestalt der unverformten Hülle zugrundegelegt werden. Falls nicht nach den Abschnitten 5.2 bis 5.4 verfahren wird, ist die Winddruckverteilung über die Oberfläche aufgrund von Sachverständigengutachten festzulegen.

4.2.5 Schneelast

Für die Annahme der Schneelast gilt DIN 1055 Teil 5.

Abweichend von DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.4.2, ist bei mechanischer Schneeräumung in Hüllbereichen mit weniger als 70° Neigung gegen die Horizontale als Schneelast $s = 0,25$ kN je m² Grundriß- projektion anzunehmen.

Für Schleusen gilt dies entsprechend.

4.2.6 Wärmeinwirkungen

Bei der Ermittlung der Schnittgrößen brauchen Wärme- einwirkungen nicht berücksichtigt zu werden.

5 Ermittlung der Schnittgrößen

5.1 Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen

Die Schnittgrößen sind unter Berücksichtigung der System- verformungen der Hülle zu ermitteln.

Bei Hüllen nach Abschnitt 4.2.3, Absatz 3, ist eine näherungsweise Berechnung ohne Berücksichtigung der Systemverformung zulässig.

Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- oder Linien- lasten sind zu berücksichtigen.

Bei zusammengesetzten Flächen mit Unstetigkeiten in den Krümmungen ist die Verträglichkeit an den Unstetigkeitsstellen sicherzustellen.

Sind an Ausschnitten Randseile angeordnet, die nicht rutschfest mit der Hülle verbunden sind, so ist die Verschiebung des Seils relativ zur Hülle bei der Schnittgrößenermittlung zu berücksichtigen.

Bei seilgestützten Hüllen nach Abschnitt 5.3 ist in die Berechnung allein der Stiche der zwischen den Seilen liegenden Hüllenteile einzusetzen.

5.2 Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Für zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und für kugelförmige Membranen dürfen die maßgebenden Schnittgrößen infolge Windlast in Abhängigkeit vom Staudruck q und infolge Belastung aus Nenn-Innendruck p_i nach den folgenden Gleichungen ermittelt werden:

Für den zylinderförmigen Teil:

$$n_{\varphi,w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \tag{1}$$

$$n_{\varphi,p} = p_i \cdot r \tag{2}$$

$$n_{x,w} = \alpha_x \cdot q \cdot r \tag{3}$$

$$n_{x,p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \tag{4}$$

Für Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membrane:

$$n_{\varphi,w} = \alpha_{\varphi} \cdot q \cdot r \tag{5}$$

$$n_{\varphi,p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \tag{6}$$

$$n_{\theta,w} = \alpha_{\theta} \cdot q \cdot r \tag{7}$$

$$n_{\theta,p} = p_i \cdot \frac{r}{2} \tag{8}$$

Hierin bedeuten:

n die auf die Längeneinheit bezogenen Membrankräfte

α Beiwerte für die Membrankräfte aus Lastfall Wind
 φ, x, θ Indizes zur Kennzeichnung der Krafrichtungen entsprechend den Bildern 1 und 2

w, p Indizes zur Kennzeichnung der Lastarten

Die Beiwerte α sind in Abhängigkeit von b/l und h/r in den Tabellen 4 und 5 angegeben. Die Schnittgrößen für kugelförmige Membranen ergeben sich durch Einsetzen der Beiwerte α für $b/l = 1$.

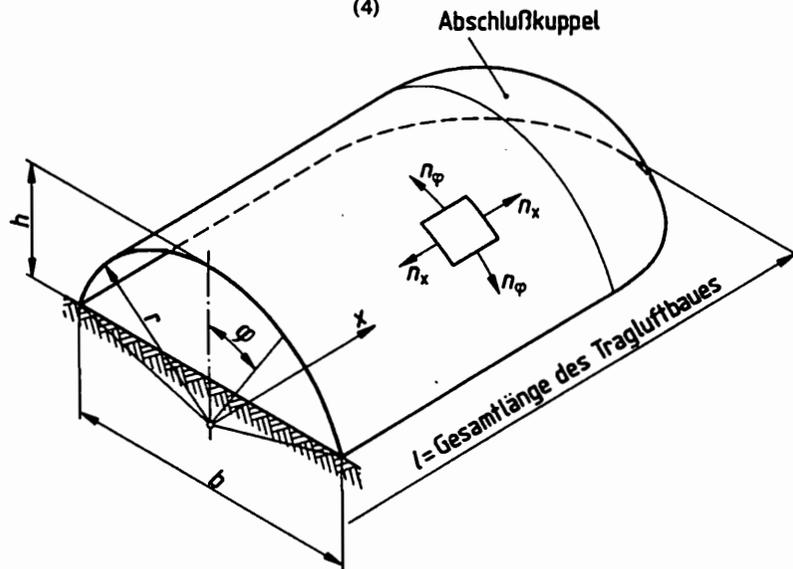


Bild 1. System- und Schnittgrößen einer zylinderförmigen Membran

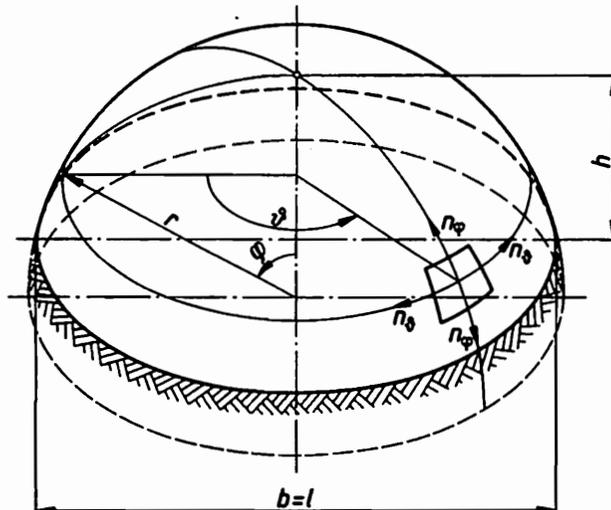


Bild 2. System- und Schnittgrößen einer kugelförmigen Membran

Tabelle 4. **Beiwerte α für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß**

$\frac{b}{l} \text{)}^2)$		$\frac{h}{r} \text{)}^2)$					
		0,5		0,75		1	
		α_φ	α_x bzw. α_θ	α_φ	α_x bzw. α_θ	α_φ	α_x bzw. α_θ
0,25	Zylinderteil	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	0,9
	Abschlußkuppel	1,2	0,9	1,2	0,9	1,2	0,9
0,5	Zylinderteil	0,8	0,8	0,9	0,8	1,0	0,8
	Abschlußkuppel	1,0	0,8	1,0	0,8	1,1	0,8
0,75	Zylinderteil	0,7	0,7	0,9	0,7	0,9	0,7
	Abschlußkuppel	0,8	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7
1	Abschlußkuppel	0,8	0,7	0,9	0,7	1,0	0,7

1) Zur Definition von b , l , h und r siehe Bilder 1 und 2.
2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

Tabelle 5. **Beiwerte α für die Membrankräfte aus Lastfall Wind von zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß und von kugelförmigen Membranen**

$\frac{b}{l} \text{)}^2)$		$\frac{h}{r} \text{)}^2)$					
		0,5		0,75		1	
		α_φ	α_x bzw. α_θ	α_φ	α_x bzw. α_θ	α_φ	α_x bzw. α_θ
0,25	Zylinderteil	0,9	1,3	1,0	1,3	1,1	1,3
	Abschlußkuppel	1,5	1,2	1,6	1,3	1,6	1,3
0,5	Zylinderteil	0,8	1,2	0,9	1,2	1,0	1,2
	Abschlußkuppel	1,4	1,1	1,4	1,1	1,5	1,2
0,75	Zylinderteil	0,7	1,1	0,9	1,1	1,0	1,2
	Abschlußkuppel	1,3	1,0	1,4	1,1	1,5	1,2
1	Kugel	1,3	1,0	1,4	1,1	1,5	1,2

1) Zur Definition von b , l , h und r siehe Bilder 1 und 2.
2) Zwischenwerte geradlinig einschalten.

5.3 Hüllen mit Stützung durch Seile oder Seilnetze

5.3.1 Allgemeines

Bei der Ermittlung der Seilkräfte aus den Gleichgewichts- und Verträglichkeitsbedingungen darf näherungsweise am unverformten Membransystem gerechnet werden.

5.3.2 Hüllen mit Stützung durch engmaschige Seilnetze

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen, deren Stützung engmaschig aus diagonal zu den Mantellinien verlaufenden Seilen besteht, dürfen die Seilkräfte vereinfachend durch Zerlegung der Membrankräfte n nach Abschnitt 5.2 nach den beiden Seilrichtungen bestimmt werden, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die Seile dürfen höchstens einen Abstand von $a = r/15$, aber nicht mehr als 1 m haben.
- Die Seile müssen zur Sicherstellung der Soll-Geometrie und entsprechend den statischen Erfordernissen eines Netztragwerkes durch ausreichend viele Klemmen miteinander verbunden sein (z. B. im Bereich der Verankerung am gesamten Umfang und im Bereich der Anschlußlinien der Abschlußkuppeln an den Zylinder auf einem Streifen von mindestens $4 \cdot a$ an allen Kreuzungen, im übrigen mindestens an jeder vierten Kreuzung (siehe Bild 3)).
- Die Klemmen müssen eine Beanspruchung von mindestens $\frac{1}{5}$ der Seilkraft ohne zu verrutschen aufnehmen können.

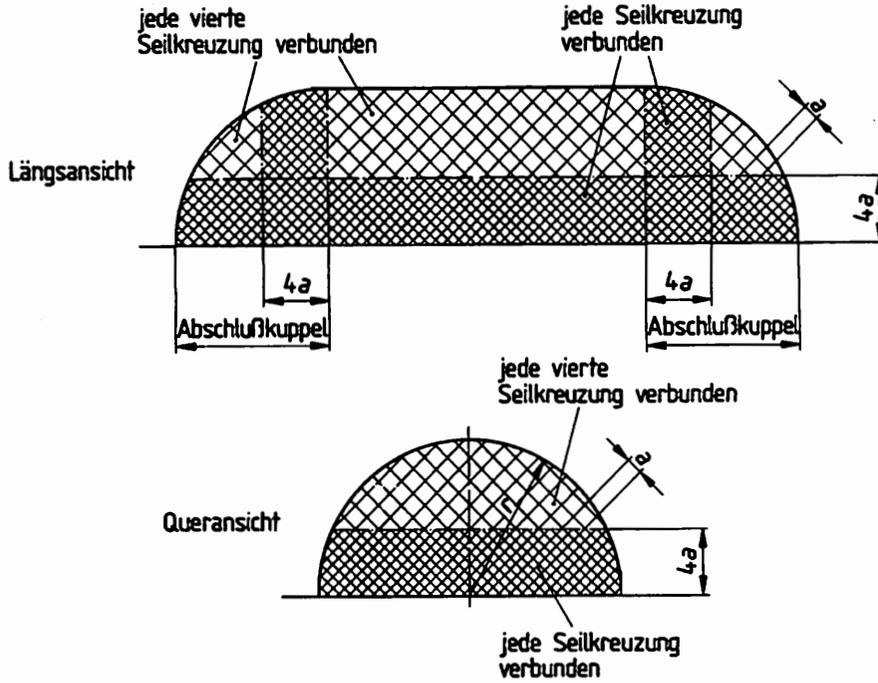


Bild 3. Beispiel für die Verbindung der Seilkreuzungen

5.3.3 Hülle zwischen den Stützseilen

Bei zylinderförmigen Membranen mit Abschlussskuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Membranen sind die Zugkräfte in der Membran mit den Lastannahmen nach Abschnitt 4.2 zu ermitteln.

Für den größten örtlich auftretenden Windsog $c_p \cdot q$ können die Beiwerte $\max c_p$ in Abhängigkeit von b/l und h/r nach Tabelle 6 verwendet werden, wenn die Stichhöhe höchstens $1/10$ des Abstandes der Stützseile beträgt.

Tabelle 6. **Max c_p für den größten örtlich auftretenden Windsog an zylinderförmigen Membranen mit Abschlussskuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß und an kugelförmigen Membranen**

$\frac{b}{l}$ ^{1) 2)}	Windbeiwert $\max c_p$ ^{2) 3)}
0,25	$2,2 \cdot \eta$
0,50	$2,2 \cdot \eta$
0,75	$1,9 \cdot \eta$
1	$1,5 \cdot \eta$

1) Zur Definition von b , l , h und r siehe Bilder 1 und 2
 2) Zwischenwerte geradlinig einschalten
 3) $\eta = 0,25 + 0,75 \cdot h/r$ für $0,5 r < h < 1,25 r$

5.4 Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die Verankerungskonstruktion ist für die Membrankräfte am Auflager zu bemessen.

Im Falle der Berechnung nach den Abschnitten 5.2 und 5.3 darf als Membrankraft am Auflager

- bei Abschlussskuppeln über Kreisgrundriß von zylinderförmigen Membranen

$$n_\phi = 0,8 \cdot \alpha_\phi \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (9)$$

- bei kugelförmigen Membranen

$$n_\phi = 0,6 \cdot \alpha_\phi \cdot q \cdot r + p_i \cdot \frac{r}{2} \quad (10)$$

angenommen werden.

Die Beiwerte α_ϕ in Abhängigkeit von $\frac{b}{l}$ und $\frac{h}{r}$ sind in den Tabellen 4 und 5 angegeben.

Die Richtung der Verankerungskräfte ist unter Berücksichtigung der Verformung der Hülle zu ermitteln.

Bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen kann für die Luvseite die Richtungswinkel der Verankerungskraft gegen die Waagerechte in Abhängigkeit von p_i/q und h/r der Tabelle 7 entnommen werden.

An der Leeseite von zylinderförmigen Membranen und an der Luv- und Leeseite von Abschlussskuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß zylinderförmiger Membranen und von kugelförmigen Membranen darf die Abweichung der Tangentenrichtung am Auflager bei der Ermittlung der Verankerungskräfte vernachlässigt werden.

Tabelle 7. **Winkel im luvseitigen Auflager zwischen der Tangente an die infolge Windlast verformte Hülle und der Waagerechten bei zylinderförmigen und kugelförmigen Membranen**

$\frac{p_i}{q}$ ¹⁾	$\frac{h}{r}$ ^{1) 2)}			
	0,5	0,75	1	1,25
Winkel im Auflager in °				
0,6	36	46	55	58
0,8	37	48	58	62
1,0	38	50	60	66

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.
 2) Zur Definition von h und r siehe Bild 1.

6 Sicherheitsnachweise

6.1 Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Für die Hülle sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse sind folgende Nachweise zu führen:

A („Wintersturm“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 1,6 n_w \leq \text{zul } n_o \quad (11)$$

B („Sommergewitter“):

$$1,0 n_g + 1,1 n_p + 0,7 n_w^2 \leq \text{zul } n_b \quad (12)$$

C („Dauerbeanspruchung“):

$$1,0 n_g + 1,3 n_p \leq \text{zul } n_t \quad (13)$$

Hierin bedeuten:

zul n_o die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei $T = 20^\circ\text{C}$

zul n_b die zulässige Kurzzeitfestigkeit bei $T = 70^\circ\text{C}$

zul n_t die zulässige Zeitstandfestigkeit bei $T = 20^\circ\text{C}$

Anmerkung: Soweit für Hüllenbaustoffe sowie ihre Verbindungen und Anschlüsse allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen erteilt wurden, sind die dort angegebenen zulässigen Festigkeiten der Berechnung zugrunde zu legen.

6.2 Bemessung der Seile

Für die Bemessung von Seilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1.

Stahlseile mit ihren Endausbildungen (Klemmen, Kauschen, Spannschlösser, Schäkkel) sind mit 3facher Sicherheit gegen die Mindestbruchkraft der Einzelteile zu bemessen.

In Anlehnung an DIN 18 800 Teil 1, Ausgabe März 1981, Abschnitt 6.2, darf mit 2,2facher Sicherheit gegen die wirkliche Bruchkraft der Stahlseile einschließlich der Endausbildungen bemessen werden.

Anmerkung: Kunststoffseile gelten nach den Bauordnungen der Länder als Bauteile, die noch nicht allgemein gebräuchlich und bewährt sind. Sie dürfen nur verwendet werden, wenn ihre Brauchbarkeit z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Verwendungszweck nachgewiesen ist.

2) Mit einem Teilsicherheitsbeiwert $\gamma_w = 1,2$ für die Kombination „Sommergewitter und Wärmeeinwirkung auf die Hülle aus Temperatur $T = 70^\circ\text{C}$ “ sowie mit

$$n_w (\text{Sommergewitter}) = 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

ergibt sich:

$$1,2 \cdot 0,6 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

$$\sim 0,7 \cdot n_w (\text{Windlast nach DIN 1055 Teil 4})$$

6.3 Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile

Für die Bemessung von Rand- und Anschlußbauteilen gilt Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1. Es dürfen die in den jeweiligen Normen für den Lastfall HZ (Haupt- und Zusatzlasten) angegebenen zulässigen Spannungen ausgenutzt werden.

6.4 Bemessung der Gründung

Für die Berechnung der Gründungskörper gilt DIN 1054, soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

6.4.1 Ballastgewichte und massive Gründungen

Die Sicherheit von Ballastgewichten und massiven Gründungen gegen Abheben, Umkippen und Gleiten muß für den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 mindestens 1,2 betragen.

6.4.2 Erdanker

Erdanker müssen die größten resultierenden Membrankräfte am Auflager aufnehmen können.

Die aufnehmbaren Zugkräfte von Erdankern sind am vorgesehenen Standort durch Ausziehversuche festzustellen. Die Prüfkraft darf in vertikaler Richtung angesetzt werden.

Hierbei muß die Ausziehkraft in Abhängigkeit von der Anzahl der Versuche entweder das 2,0fache oder das 1,5fache des größten Absolutwertes der Resultierenden aus der Verankerungskonstruktion betragen. Im ersten Fall sind die Versuche an 5% der Anker, jedoch mindestens an 3 Anker, im zweiten Fall an 50% der Anker durchzuführen. Hierbei wird vorausgesetzt, daß sich die Festigkeitseigenschaften des Bodens nicht wesentlich verschlechtern können.

Werden durch geeignete Untersuchungen entlang der Verankerungslinie (z. B. Schlag- oder Bohrsondierung etwa alle 10 m) die ungünstigsten Festigkeitseigenschaften des Bodens ermittelt, so kann die Ausziehkraft im ungünstigsten Bereich an mindestens 3 Anker mit 1,5facher Sicherheit festgelegt werden.

Über die Ausziehversuche ist ein Protokoll anzufertigen.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

6.5 Verträglichkeit der Verformungen

Die Verformungen, welche die freistehende Hülle in den verschiedenen Belastungszuständen erfährt, und die aufgrund der konstruktiven Ausbildung gegebenen Verformungsbehinderungen müssen miteinander sicher verträglich sein. Diese Verträglichkeit ist insbesondere nicht gegeben, wenn die Hülle im verformten Zustand feste Gegenstände wie Einbauten, Einrichtungen, Lagergüter usw. berührt, welche die Hülle mechanisch beschädigen können.

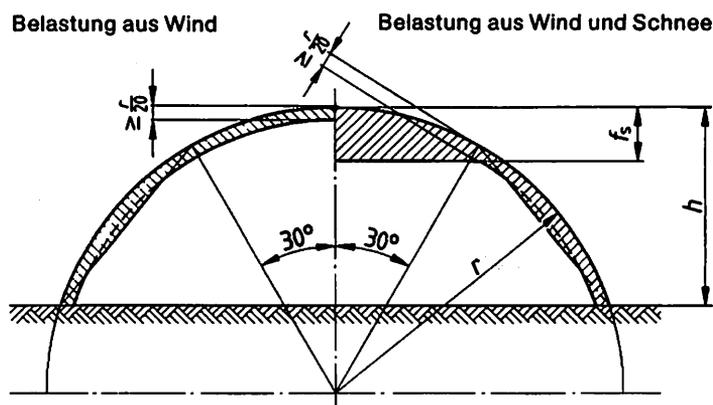


Bild 4. Von festen Gegenständen innerhalb der Hülle freizuhaltender Raum bei Belastung aus Wind und bei Belastung aus Wind und Schnee

Bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen kann diese Bedingung im nicht durch Schleusen oder andere starre Bauteile unterbrochenen Teil als erfüllt angesehen werden, wenn der in Bild 4 angegebene Raum innerhalb der Hülle von festen Gegenständen freigehalten wird. Der Zentriwinke' von 30° und der Abstand von mindestens $r/20$ von der Hülle können für alle Verhältnisse h/r angenommen werden.

Für die vorstehend genannten Hüllenformen kann der Abstand der waagerechten Begrenzungslinie vom Scheitel, ausgedrückt in f_s/r , in Abhängigkeit von p_i/s und h/r aus Tabelle 8 entnommen werden. Die Einsenkung f_s braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn der Schnee durch Erwärmung sicher abgetaut wird.

Die Werte für die Abstände können um ein Drittel vermindert werden, wenn die festen Gegenstände abgerundet oder gepolstert sind sowie Hülle und feste Gegenstände die aus der gegenseitigen Behinderung der Verformungen herrührenden Kräfte (z. B. aus Windlast oder Schneelast) aufnehmen können.

Tabelle 8. **Bezogene Einsenkung f_s/r der Hülle im Scheitel infolge Schneelast, wenn der Schnee nicht durch Erwärmung sicher abgetaut wird**

$\frac{p_i}{s}^1)$	$\frac{h}{r}^2)$			
	0,5	0,75	1	1,25
	Bezogene Einsenkung $f_s/r^3)$			
1,0	0,15	0,23	0,30	0,38
1,5	0,05	0,10	0,15	0,20
2,0	0,03	0,05	0,09	0,12
3,0	0,02	0,03	0,05	0,07

1) Zwischenwerte geradlinig einschalten.
 2) Zur Definition von h und r siehe Bilder 1 und 2.
 3) Größere bezogene Einsenkungen als $f_s/r = 0,20$ sind nicht zulässig.

7 Bauliche Ausbildung

7.1 Hülle

Die Hülle muß derart gefertigt werden, daß sich durch das Aufblasen ihre Sollform ohne Falten, die das Tragverhalten beeinträchtigen, einstellt.

7.2 Seile und Seilverbindungen

Stützseile müssen nach DIN 2078 oder gleichwertig gegen Korrosion geschützt sein.

7.3 Gründung und Verankerung

7.3.1 Streifenfundamente aus Stahlbeton sind besonders geeignet für Tragluftbauten, die für eine längere Nutzungszeit am selben Platz vorgesehen sind.

Hinsichtlich der Lage der Gründungssohle von Streifenfundamenten für Tragluftbauten gelten diese als Bauwerke im Sinne von DIN 1054, Ausgabe November 1976, Abschnitt 4.1.1, Aufzählung a).

7.3.2 Die Eintreibtiefe von Ankern muß mindestens 0,8 m betragen.

Werden die Linienlasten aus der Hülle von Einzelverankerungen (z. B. Schlagankern, Drehankern, Spreizankern,

Schraubenankern und Injektionsankern) als Punktlasten in den Baugrund abgeleitet, so sind Ausziehversuche nach Abschnitt 6.4.2 erforderlich.

Anmerkung: Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gilt DIN 4112.

7.3.3 Bei Stahlankern in stark aggressiven Böden und Wässern können besondere Maßnahmen zum Schutz gegen Korrosion erforderlich werden.

7.4 Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile

Elektrisch gesteuerte Schleusentore müssen bei Ausfall der Stromversorgung auch von Hand zu öffnen sein.

Türen und Tore von Schleusen sind so zu gestalten, z. B. durch Einbau von Druckausgleichsklappen, daß sie auch gegen den Innendruck leicht zu öffnen und zu schließen sind.

Notausgänge in der Hüllenwand dürfen durch Einbau von Schnellverschlüssen, Reißleinen und dergleichen geschaffen werden.

Anmerkung: Klapptüren, die in einem Ausschnitt der Hülle angebracht sind, und Schlupftüren, bestehend aus zwei aufeinanderliegenden Membranen, sind nur als Notausgänge zulässig.

Zwischen Hülle und starren Schleusen bzw. anderen starren Bauteilen, welche die Hülle durchdringen, sind Übergangsteile so anzuordnen, daß die Beweglichkeit der Hülle nicht behindert wird. Wenn diese Bewegungen bei zylinderförmigen Hüllen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und bei kugelförmigen Hüllen nicht genauer nachgewiesen werden, dürfen für die Luvseite Verformungswerte aus den Angaben der Tabelle 7 und des Abschnitts 6.5 abgeleitet werden. Für die Leeseite gelten diese Werte halbiert in umgekehrter Richtung.

Auf die Anordnung beweglicher Übergangsteile darf verzichtet werden, wenn die sichere Aufnahme der in der Hülle und dem Anschlußbaukörper auftretenden Beanspruchungen nachgewiesen wird.

An Ausschnitten in der Hülle sind die Schnittkräfte durch Verstärkungen, z. B. Randseile, aufzunehmen.

Anmerkung: Die Störungen der vorgegebenen Hüllenform können durch näherungsweise Anpassung des Randseils an die Stützlinie für den Lastfall „Nenn-Innendruck p_i “ klein gehalten werden.

Wird die Raumumschließung von Tragluftbauten teilweise aus feststehenden Wänden gebildet, so müssen diese die auftretende Beanspruchung aus Innendruck und Windlast aufnehmen können. Verglasungen müssen bruchsicher sein.

8 Erzeugung und Steuerung des Innendrucks

8.1 Eigenschaften und Ausführung der Gebläse

Es müssen Gebläse mit Drucksteuerung und Rückschlagklappen vorhanden sein, die für ihren Einsatz als Haupt- oder Ersatzgebläse einschließlich der zugehörigen Einrichtungen (z. B. Einrichtungen für Selbstanlauf) auf Dauer zur Erfüllung der Anforderungen nach den Abschnitten 8.1 bis 8.4 geeignet sind.

Werden Gebläseanlagen einschließlich der Antriebsvorrichtungen außerhalb des Tragluftbaues aufgestellt, müssen sie witterungsgeschützt sein.

8.2 Brandschutzanforderungen bezüglich der Gebläseanlagen

Außenliegende Gebläseanlagen müssen zur Hülle einen Mindestabstand von 3 m haben. Der Abstand braucht nur

1 m zu betragen, wenn der Witterungsschutz aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) besteht. Bei einem Abstand unter 1 m muß der Witterungsschutz aus Bauteilen der Feuerwiderstandsklasse F 90 nach DIN 4102 Teil 2 bestehen.

Innerhalb eines Tragluftbaues aufgestellte Gebläseanlagen mit Verbrennungsmotor oder direkt befeuerte Lufftherizer müssen durch Bauteile der Feuerwiderstandsklasse F 90 – A nach DIN 4102 Teil 2 umschlossen werden. Zuleitungen für angewärmte Luft, die durch die Hülle hindurchführen, müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen (Baustoffklasse A nach DIN 4102 Teil 1) bestehen, wobei eine Weiterleitung von Wärme an die Hülle mittels nichtbrennbarer Dämmstoffe verhindert werden muß. Für die Zuleitungen können schwerentflammbare Baustoffe (Baustoffklasse B 1 nach DIN 4102 Teil 1) gewählt werden, wenn die Temperatur der eingeführten Warmluft 70 °C nicht übersteigt.

Gegenstände aus Stoffen, die im Sinne von DIN 4102 Teil 1 leichtentflammbar sind, müssen zu Öffnungen, aus denen angewärmte Luft bis zu einer Temperatur von 70 °C austritt, mindestens 0,6 m, nach oben mindestens 1 m Abstand haben.

8.3 Sicherung der Luftansaugung

Die Ansaugöffnungen der Gebläse müssen so angeordnet sein, daß das Ansaugen brand- und gesundheitsgefährdender Stoffe vermieden wird. In der Nähe von Auspuffanlagen z. B. kann dies als erfüllt angesehen werden, wenn die Auspufföffnung mindestens 2 m über der Luft-Ansaugöffnung liegt. Die Öffnungen sind gegen Schnee und Vereisung so zu schützen, daß die erforderliche Luftzufuhr und Abgasableitung sichergestellt sind.

Der Anschluß der Verbindungsteile zwischen Gebläse und Tragluftbau ist so auszuführen, daß ein selbsttätiges Lösen ausgeschlossen ist.

8.4 Sicherstellung des Innendrucks

Tragluftbauten müssen je nach Größe und Nutzung sowie nach der Anzahl der Personen, die sich darin aufhalten dürfen, mit Gebläse- und Alarmanlagen nach den Abschnitten 8.4.1 bis 8.4.4 ausgestattet sein.

8.4.1 Bei Tragluftbauten, deren Grundfläche mehr als 1000 m² beträgt oder die für einen Aufenthalt von mehr als 10 bis 30 Personen bestimmt sind, muß sichergestellt sein, daß der erforderliche Innendruck bei einem mechanischen Ausfall eines Gebläses erhalten bleibt (100%ige Luftreserve, z. B. durch Installation eines zweiten, elektrisch betriebenen Gebläses).

8.4.2 Bei Tragluftbauten, in denen sich mehr als 30 Personen aufhalten dürfen, muß mindestens ein Gebläse einen selbstanlaufenden Motor haben, der bei Ausfall eines der in Betrieb befindlichen Gebläse ersatzweise anspringt und den erforderlichen Innendruck erhält. Für diesen Zweck muß entweder – bei elektromotorischem Antrieb der Gebläse solcher Tragluftbauten – eine Ersatzstromversorgung oder eine andere Art des Antriebes, z. B. Verbrennungsmotor, sichergestellt sein.

Für den Ersatzantrieb durch einen Verbrennungsmotor ist ein Treibstoff-Vorrat für mindestens 12 Betriebsstunden vorzuhalten.

8.4.3 Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 müssen Alarmanlagen haben, durch die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung oder bei Betriebsstörungen der Gebläseanlage die Aufsichtspersonen verständigt werden. In besonderen Fällen ist für die Benutzer eine Alarmanlage im Tragluftbau zu installieren. Die Alarmanlagen müssen auch bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung wirksam sein.

8.4.4 Der Innendruck darf den jeweiligen Windverhältnissen durch selbsttätige, staudruckabhängige Steuerung oder durch die verantwortliche Aufsichtsperson nach Abschnitt 9.1 von Hand angepaßt werden.

Bei Ausfall der selbsttätigen Steuerung muß sich der Nenn-Innendruck p_i automatisch einstellen.

Durch geeignete Maßnahmen muß sichergestellt sein, daß der Nenn-Innendruck p_i nach Abschnitt 4.2.3 um nicht mehr als 10% über- und nicht mehr als 50%, jedoch höchstens bis auf 0,18 kN/m², unterschritten werden kann.

Anmerkung: Eine Absenkung des Innendrucks auf 50% des Nenn-Innendrucks p_i – jedoch auf nicht weniger als 0,18 kN/m² – ist zulässig, wenn eine der folgenden Zusatzbedingungen eingehalten wird:

- a) Es sind eine windabhängige Steuerung und eine bei Unterschreitung des zulässigen Minimaldrucks nach Abschnitt 8.4.4 optisch oder akustisch wirkende Alarmanlage vorhanden. Bei Erreichen einer Windlast, die 25% der rechnerisch zugrunde gelegten höchsten Windlast (entspricht 50% der dieser Windlast zugrundeliegenden Windgeschwindigkeit) beträgt, muß sich der Nenn-Innendruck p_i wieder einstellen.
- b) Es ist keine windabhängige Steuerung vorhanden, jedoch eine Alarmanlage gemäß a) installiert und eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend.

Der vorhandene Innendruck muß ständig durch ein Überdruckmeßgerät oder eine andere selbsttätige Meßeinrichtung überprüfbar sein.

9 Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)

Der Betreiber oder ein von ihm beauftragter sachkundiger Vertreter sind dafür verantwortlich, daß die Forderungen der Betriebsanweisung, deren Kurzfassung im Tragluftbau auszuhängen ist, nach den Abschnitten 9.1 bis 9.6 eingehalten werden.

9.1 Verantwortliche Aufsichtspersonen

Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.2 muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen in dem Tragluftbau aufhalten. In allen anderen Fällen genügt es, wenn ein Verantwortlicher unverzüglich herbeizurufen ist.

9.2 Überprüfungen

Die Betriebssicherheit muß durch Stichproben überprüft werden, und zwar:

- Der Zustand der Gesamtanlage (Gebläse, Hülle und Verankerung) ist nach jedem Sturm³⁾, mindestens aber einmal im Jahr, gründlich zu überprüfen.
- In angemessenen Zeitabständen, bei Verbrennungsmotoren mindestens jede Woche, sind die dauernd in Betrieb befindlichen Teile der Gebläseanlage und das Ersatzgebläse auf ihre Betriebstauglichkeit zu prüfen.

Die Ergebnisse dieser Überprüfungen sind schriftlich festzuhalten.

Anmerkung: Während der Wintermonate soll der Verbrennungsmotor des Ersatzgebläses zweimal wöchentlich auf Funktionstüchtigkeit überprüft werden.

³⁾ Mehr als Windstärke 7 nach Beaufort.

9.3 Noträumung bei Alarm

Bei Alarmsignal müssen Personen unverzüglich den Tragluftbau verlassen. Dies gilt auch, wenn auf andere Weise ein erheblicher Druckabfall wahrgenommen wird (z. B. durch merkliches Absinken der Hülle am Scheitel).

9.4 Einschalten der Heizung

Während der Winterperiode ist die Heizeinrichtung für die Gebläseluft rechtzeitig einzuschalten, um die für die Schneebeseitigung erforderliche Mindesttemperatur zu erhalten, es sei denn, Vorrichtungen zur mechanischen Schneeräumung sind unmittelbar am Verwendungsort vorhanden und es ist sichergestellt, daß sie bei Bedarf sofort eingesetzt werden.

9.5 Sicherung des freizuhaltenden Raumes

Es ist auf geeignete Weise dafür zu sorgen, daß das nutzbare Profil des Tragluftbaues nach Abschnitt 6.5 (siehe Bild 4) durch feste Einbauten oder Lagergut nicht überschritten wird.

9.6 Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen

9.6.1 In unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges sind an leicht sichtbarer Stelle folgende Angaben anzubringen:

- Name, Anschrift und Telefonnummer der für den Betrieb verantwortlichen Person (siehe auch Abschnitt 9.1) und der mit der Wartung der Gebläse und Stromanlagen beauftragten Firma,
- der nach Abschnitt 4.2.3 erforderliche Nenn-Innendruck,

- erforderliche Maßnahmen bei Schneefall (Schneeräumung oder Abtauen des Schnees),
- die für das Abtauen erforderliche Mindest-Temperatur,
- Verwendung, zulässige Personenanzahl (mehr oder weniger als 30 Personen),
- Kurzfassung der Betriebsanweisung,
- Hersteller, Herstellungsdatum und Gewebebezeichnung, wenn diese Angaben nicht durch Stempelaufdruck oder dergleichen an mehreren Stellen des Tragluftbaues hervorgehen,
- Öffentlicher Notruf (Polizei, Feuerwehr).

9.6.2 Im Innern des Tragluftbaues ist ein deutlich lesbares Warnschild mit folgender Aufschrift anzubringen:

Bei merklichem Absinken der Hülle am Scheitel oder bei Alarmsignal ist der Tragluftbau unverzüglich zu verlassen.

9.6.3 Name und Anschrift der mit der Wartung der Gebläse beauftragten Firma sind zusätzlich in der Nähe des Gebläses anzubringen.

9.6.4 Im Tragluftbau sind in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an leicht sichtbarer Stelle Ablesemöglichkeiten für folgende Meßeinrichtungen anzubringen:

- a) für die Meßeinrichtung (Überdruckmeßgerät) zur Überprüfung des erforderlichen Nenn-Innendruckes,
- b) für ein Thermometer zur Überprüfung der Mindesttemperatur für das Abtauen von Schnee.

9.6.5 Am Hauptzugang sind Schnittzeichnungen aus dauerhaftem Material anzubringen, in denen der freizuhaltende Raum nach Abschnitt 6.5 eingetragen ist.

Zitierte Normen

DIN 1054	Baugrund; Zulässige Belastung des Baugrunds
DIN 1055 Teil 1	Lastannahmen für Bauten; Lagerstoffe, Baustoffe und Bauteile; Eigenlasten und Reibungswinkel
DIN 1055 Teil 4	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Windlasten nicht schwingungsanfälliger Bauwerke
DIN 1055 Teil 5	Lastannahmen für Bauten; Verkehrslasten; Schneelast und Eislast
DIN 2078	Stahldrähte für Drahtseile
DIN 4102 Teil 1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4102 Teil 2	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
DIN 4112	Fliegende Bauten; Richtlinien für Bemessung und Ausführung
DIN 18 800 Teil 1	Stahlbauten; Bemessung und Konstruktion

Erläuterungen

Nach Aufkommen der Tragluftbauten als neue Bauart auch in der Bundesrepublik Deutschland wurden dem allgemeinen Bedürfnis entsprechend Ende der 60er Jahre in einem besonderen Arbeitskreis der Fachkommission „Bauaufsicht“ die „Richtlinien für den Bau und Betrieb von Tragluftbauten“ erarbeitet und in den Jahren 1971/72 als Technische Baubestimmungen in den einzelnen Bundesländern eingeführt. Da die Entwicklung dieser Bauart noch nicht abgeschlossen war, wurde im Jahr 1973 auf Veranlassung des Ausschusses „Einheitliche Technische Baubestimmungen“ (ETB) der Arbeitsausschuß „Tragluftbauten“ im Normenausschuß Bauwesen gebildet, der auf der Grundlage der bauaufsichtlichen Richtlinien die vorliegende DIN-Norm erstmals aufgestellt hat.

Die Norm berücksichtigt unter anderem die inzwischen in Wirtschaft, Ingenieurwesen, Wissenschaft und Verwaltung gesammelten Erfahrungen mit den eingangs genannten Richtlinien.

Die weitere Entwicklung auf diesem Sachgebiet wird beobachtet, um deren Ergebnisse bei einer späteren Neufassung nach angemessener Frist zu berücksichtigen.

Zu den einzelnen Abschnitten werden folgende Erläuterungen gegeben:

Zu Abschnitt 1: Anwendungsbereich

Die vereinfachenden Angaben der Norm sind auf die Bedürfnisse der Baupraxis zugeschnitten. Sie beziehen sich daher auf die am meisten ausgeführten zylindrischen oder annähernd halbkugelförmigen Bauformen. Wesentlich andere Bauformen verlangen besondere technische Untersuchungen und Berechnungen.

Ausgenommen vom Anwendungsbereich sind sehr kleine Tragluftbauten mit höchstens 100 m² Grundfläche und höchstens 4 m Scheitelhöhe, wie sie bislang vorwiegend als Überdeckungen privater Schwimmbecken verwendet wurden, da in diesem Anwendungsbereich einzelne Anforderungen der Norm einen unverhältnismäßig hohen Aufwand verursachen würden. Den Nachteilen infolge Absinkens einer solchen Hülle, besonders bei Schwimmbad-Überdeckungen, kann z. B. durch folgende Maßnahmen begegnet werden:

- Festlegung des Innendruckes auf mindestens $0,10 \text{ kN/m}^2$
- Ausbildung einer Schlupftür in der Hülle
- Anordnung von Auffangvorrichtungen bei Schwimmbad-Überdeckungen wie Einstiegsleitern mit mindestens 1 m über die Wasseroberfläche ragenden, gerundeten Handläufen.

Da bei diesen Überdeckungen auf schwerentflammable Hüllenbaustoffe verzichtet wird, dürfen sie nicht zur Überdeckung brennbaren Lagerguts oder bei brandgefährdender Tätigkeit im Innern verwendet werden.

Zu Abschnitt 2: Begriff

Zum Verständnis und zur Erleichterung der Anwendung mußte der Begriff „Tragluftbauten“ eindeutig festgelegt werden. Tragluftkonstruktionen mit einem Anschluß der flexiblen Hülle an starre Außenwände oder an andere bauliche Anlagen sind durch die Begriffsbestimmung mit erfaßt, wenn tragendes Element die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes bleibt. Für den Begriff „Tragluftbauten“ ist es ferner unerheblich, ob die Hülle durch Seile oder Seilnetze verstärkt oder gestützt wird, wenn sie zusammen mit ihrer Verstärkung von der Luft des Innenraumes getragen wird.

Wird die Hülle nicht durch die Luft des Innenraumes, sondern durch Stützkonstruktionen getragen, auch wenn diese aus luftgefüllten Bauteilen wie Schläuchen oder Wülsten bestehen, handelt es sich um keinen Tragluftbau im Sinne dieser Norm. Dies gilt auch für Gebäude mit Überdachungen aus selbsttragenden Luftkissenkonstruktionen.

Zu Abschnitt 3: Bautechnische Unterlagen

Da Tragluftbauten grundsätzlich genehmigungsbedürftige bauliche Anlagen im Sinne des Bauaufsichtsrechts sind, müssen die Bauvorlagen den Anforderungen der Bauvorlagen-Verordnungen der Länder entsprechen. Da diese Bauart erheblich von herkömmlichen Bauarten abweicht, auf welche die Bauvorlagen-Verordnungen abgestimmt sind, nennt der Normtext ausdrücklich die Darstellungen in Plänen und die Nachweise, auf die es bei einem Tragluftbau besonders ankommt.

Wegen ihrer Bedeutung für die Standsicherheit von Tragluftbauten gehören sowohl Betriebsbeschreibungen als auch Betriebsanweisungen zu den einzureichenden Bauvorlagen.

Zu Abschnitt 4: Berechnungsgrundlagen

Als Hüllenbaustoffe für Tragluftbauten werden beschichtete Gewebe verwendet, die als neue, noch nicht allgemein bewährte Baustoffe im Sinne der Bauordnungen der Länder gelten. Die Norm weist daher hinsichtlich der Baustoffeigenschaften und -kennwerte auf die in solchen Fällen erforderlichen Brauchbarkeitsnachweise hin. Die Lastannahmen sind im Zusammenhang mit den in Abschnitt 6.1 angegebenen Festigkeitsnachweisen zu sehen. Grundsätzlich wurden 3 extrem ungünstige Lastkombinationen als wesentlich für die Beurteilung der Standsicherheit von Tragluftbauten angesehen: Der „Wintersturm“, das „Sommergewitter“ und die „Dauerbeanspruchung“ (Materialermüdung unter Langzeitbelastung vor allem durch Innendruck). Da die in den Bemessungsgleichungen maßgeblichen Materialeigenschaften wesentlich von den Temperaturbedingungen und der klimatischen Vorgeschichte beeinflusst werden, mußten die Beschreibungen der Lasten und der Materialeigenschaften unter den angenommenen Bedingungen auf diese Lastkombinationen abgestimmt werden. Die Belastung durch den „Wintersturm“ wird durch die Windlasten nach DIN 1055 Teil 4 und die Temperaturbedingung $20 \text{ }^\circ\text{C}$, die Belastung durch das „Sommergewitter“ durch einen Windlastansatz von 60% der Windlast nach DIN 1055 Teil 4 und $70 \text{ }^\circ\text{C}$ Temperatur erfaßt. Für die „Dauerbeanspruchung“ kann an Stelle einer aufwendigen Erfassung der Temperatur-Last-Ganglinie vereinfachend von einer Mitteltemperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ausgegangen werden.

Wie weit die Eigenlast der Hülle bei der Schnittgrößenermittlung vernachlässigt werden kann, ist bei mehrlagigen Hüllenwerkstoffen oder bei Sonderkonstruktionen zu überprüfen.

Ausreichender Innendruck soll vor allem die ausreichende Tragfähigkeit und Formstabilität bei Wind- und Schneebelastung sicherstellen. Tabelle 1 gibt hierzu für die am meisten ausgeführten Bauformen Werte an. Für Tragluftbauten als Fliegende Bauten gelten Sonderregelungen.

Zur Rechenvereinfachung können über die ganze Bauwerkshöhe konstante Staudrücke (Geschwindigkeitsdrücke) angenommen werden, die als integraler Mittelwert aus der in DIN 1055 Teil 4 angegebenen Verteilung des Staudrucks q zu entnehmen sind. Da die Spitzenwindgeschwindigkeiten nur innerhalb eines begrenzten Querschnittes gleichzeitig in voller Höhe auftreten können, sind in Abhängigkeit von der horizontalen Projektionsfläche des Bauwerkes Reduktionsfaktoren für den auf die Gesamtfläche einzusetzenden Spitzenstaudruck zugelassen.

Für die Annahme der Schneelast gilt grundsätzlich DIN 1055 Teil 5. Jedoch ist abweichend von den in DIN 1055 Teil 5, Ausgabe Juni 1975, Abschnitt 3.4.2 für Tragluftbauten genannten Sonderregelungen für den Fall der mechanischen Schneeräumung eine Mindestschneelast von $s = 0,25 \text{ kN/m}^2$ festgesetzt, da nicht immer eine sofortige Schneeräumung möglich sein dürfte. Dies gilt auch für Tragluftbauten, die als Fliegende Bauten verwendet werden.

Hinsichtlich der Schneebeseitigung durch Beheizung und durch mechanische Vorrichtungen siehe auch die Erläuterungen zu Abschnitt 9.4.

Zu Abschnitt 5.1: Grundlagen für die Ermittlung der Schnittgrößen

Die Ermittlung der Schnittgrößen soll genauer erfolgen als nach den bisherigen „Richtlinien“, vor allem durch Berücksichtigung der Systemverformungen. Ausnahmen können bei gleichsinnig doppelt gekrümmten Membranen gemacht werden, wenn ein ausreichend großer Nenn-Innendruck sichergestellt ist.

Örtlich stark abweichende Schnittgrößen aus der Einleitung von Einzel- und Linienlasten oder aus Unstetigkeiten in Neigungen und Krümmungen in der Hülle sind unter Berücksichtigung der Verträglichkeitsbedingungen zu ermitteln. Eine Berechnung von Teiltragwerken (z. B. Zylinderteil und Abschlußkuppel getrennt) ist immer durch eine rechnerische Erfassung der Zusammenhangsbedingungen zu ergänzen.

Um den Berechnungsaufwand nach Möglichkeit zu verringern, können für häufig wiederkehrende Formen von Tragluftbauten entsprechend aufgestellte Tafeln und Näherungsgleichungen verwendet werden (siehe auch Erläuterungen zu Abschnitt 5.2).

Zu Abschnitt 5.2: Zylinderförmige Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen

Die Näherungsgleichungen für die maßgebenden Schnittgrößen zylinderförmiger Membranen mit Abschlußkuppeln über Kreis- und Rechteckgrundriß sowie kugelförmiger oder kappenförmiger Membranen unter Wind- und Nenn-Innendruckbelastung besitzen den einheitlichen Aufbau

$$n_{w+p_i} = n_w + n_{p_i} = \alpha \cdot q \cdot r + \beta \cdot p_i \cdot r,$$

der die lineare Superponierbarkeit der Schnittgrößen infolge w und p_i voraussetzt.

Die Beiwerte β sind in den Gleichungen (2), (4), (6) und (8) bereits wie folgt berücksichtigt:

Zylinder:	$\beta_\varphi = 1,0$ (Ringrichtung)
	$\beta_x = 0,5$ (Längsrichtung)
Abschlußkuppel:	$\beta_\varphi = 0,5$ (Meridianrichtung)
(bzw. Kugel)	$\beta_\theta = 0,5$ (Breitenkreisrichtung)

Die Beiwerte α – dargestellt in den Tabellen 4 und 5 – sind teils aus Versuchen, teils aus Finiten-Element-Berechnungen bei homogener Anströmung ermittelt worden, d. h. ihre Genauigkeit ist für diesen Fall ausreichend.

Im Einzelfall, insbesondere bei Abweichungen von den vorstehenden normalen Bauformen (siehe Bilder 1 und 2), sollte eine genauere numerische Berechnung der Schnittgrößen erfolgen. Wegen der Aufspaltung der Schnittgrößen in n_w und n_{p_i} , die für den Sicherheitsnachweis benötigt werden, siehe Erläuterungen zu Abschnitt 6.1.

Zu Abschnitt 5.3: Hüllen mit Stützung durch Selle oder Seilnetz

Tragluftbauten mit engmaschiger Seilnetzstützung weisen ein ähnliches Tragverhalten auf wie nicht seilnetzgestützte Tragluftbauten. Deshalb dürfen die Seilkräfte aus den üblichen Membrankräften (ohne Berücksichtigung der Selle) abgeleitet werden, wobei die Membrankräfte für die am meisten ausgeführten Bauformen (zylinderförmige Membrane mit Abschlußkuppeln über Kreis- oder Rechteckgrundriß und kugelförmige Membranen) unter den Voraussetzungen des Abschnitts 5.3.2 mit Hilfe der Näherungsgleichungen ermittelt werden können. Bei wesentlicher Abweichung von den normalen Bauformen ist eine genauere Berechnung des stützenden Seilnetzes erforderlich.

Zu Abschnitt 5.4: Verankerungskräfte aus Windlast und Nenn-Innendruck

Die angegebenen Näherungsgleichungen (9) und (10) beruhen auf numerischen Berechnungen. Die Abminderungsfaktoren 0,8 bzw. 0,6 sind dadurch begründet, daß die α_φ -Werte der Tabelle 5 für die im gesamten Tragluftbau maximalen Schnittgrößen gelten, die vorwiegend im Zenitbereich der Abschlußkuppeln über Kreisgrundriß auftreten. Da die Schnittgrößen zu den Rändern hin abnehmen, können für die Berechnung der Gründung zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit geringere Kräfte eingesetzt werden. Bei Abschlußkuppeln über Rechteckgrundriß (Kappen) sind diese Abminderungen nicht berechtigt. Im zylindrischen Teil liegen die Verankerungskräfte nach Gleichung (9) auf der sicheren Seite. Ihre Richtung ergibt sich näherungsweise aus der Tabelle 7, deren Werte aus den Verformungen einer „dehnstarrten Hülle“ ohne Behinderungen durch die Abschlußkuppeln ermittelt wurden und daher nicht mehr an den Übergängen zu den Abschlußkuppeln gelten.

Zu Abschnitt 6.1: Festigkeitsnachweise für die Hülle und ihre Verbindungen

Die Festigkeitsnachweise für den Hüllenbaustoff, die Nähte und die Anschlüsse der Hülle erfolgen in den einzelnen Lastfällen nach Abschnitt 4.2.1 mit Teilsicherheitsbeiwerten entsprechend der Auftretenswahrscheinlichkeit der Lastarten und dem angestrebten Sicherheitsniveau.

Der Nachweis A gilt für die Bemessung bei extremer Windlast in den Herbst- und Winterstürmen bei der zugehörigen Temperatur.

Der Nachweis B erfaßt die Bemessung bei extremer Windlast im Sommer und der dann nach vorheriger starker Sonneneinstrahlung noch erhöhten Temperatur der Hülle.

Der Nachweis C soll die durch Dauerbeanspruchung herabgesetzte Tragfähigkeit der Hülle erfassen.

Bei der Verwendung von allgemein bauaufsichtlich zugelassenen PVC-beschichteten Polyestergeweben und ihren Verbindungen hat sich herausgestellt, daß die Lastfälle bzw. Nachweise B und C bei Bauformen nach Abschnitt 5.2 für die Bemessung nicht maßgebend sind.

Die Schnittgröße n_w (infolge Windlast) allein ist wegen des nichtlinearen Tragverhaltens der üblichen Hüllenwerkstoffe im unteren Lastbereich keine eindeutig erfaßbare Größe. Wegen der gleichzeitig erforderlichen Stabilisierung der Hülle durch den Innendruck berechnet man daher besser die Schnittgrößen n_{w+p_i} infolge Windlast plus Nenn-Innendruck. Der Rechenwert n_w ist dann die Differenz

$$n_w = n_{w+p_i} - n_{p_i}$$

In dieser Weise sind die Beiwerte α der Tabelle 4 ermittelt.

Die Teilsicherheitsbeiwerte können auch auf die Lasten angewendet werden. Die für die Bemessung maßgebenden Schnittgrößen ergeben sich dann aus der Kombination der entsprechend vergrößerten Lasten. Der Nachweis A hat in diesem Fall die Form

$$n_{g+1,1} \cdot p_i + 1,6 \cdot w \leq \text{zul } n_0$$

In die Ermittlung der lastseitigen Teilsicherheitsbeiwerte gehen die statistischen Kennwerte der Festigkeit auch ein. Hier wurde von PVC-beschichtetem Gewebe als Hüllenbaustoff ausgegangen. Die Festigkeitsnachweise können auch für vergleichbare neue Hüllenbaustoffe angewendet werden, deren entsprechende Kennwerte vorliegen. Die zulässigen Festigkeiten werden in Zulassungsbescheiden für den Hüllenbaustoff und die Nähte geregelt. Besteht eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nicht, so ist eine Zustimmung im Einzelfall durch die oberste Bauaufsichtsbehörde zu den aufgrund entsprechender Untersuchungen und Gutachten vorgesehenen Werten erforderlich. Als Basis wird im allgemeinen die 5%-Fraktile der Kurzzeitfestigkeit – beim Gewebe in Schußrichtung – bei einer Temperatur von 23 °C genommen.

Zu Abschnitt 6.2: Bemessung der Seile und zu Abschnitt 6.3: Bemessung der Rand- und Anschlußbauteile

Da das Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nur für die Hülle benutzt wird, können die Nachweise für die anderen Bauteile auf den Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 beschränkt werden.

Die Sicherheit dieser Bauteile richtet sich, soweit in dieser Norm nicht anders geregelt, nach den für diese Bauteile geltenden Normen und Anwendungsarten.

Zu Abschnitt 6.4: Bemessung der Gründung

Für die Bemessung der Gründung ist der Lastfall A nach Abschnitt 4.2.1 maßgebend.

Zu Abschnitt 6.4.2: Erdanker

Bei der vorgesehenen Ermittlung der aufnehmbaren Zugkräfte durch Ausziehversuche wird davon ausgegangen, daß der Boden längs der Verankerungslinie gleichförmig ist. Die Anker müssen bei stichprobenartiger Prüfung die genannte Ausziehungskraft sicher tragen. Bei ungleichförmigen Böden sind gesonderte Überlegungen erforderlich. Dabei kann das in Absatz 4 von Abschnitt 6.4.2 angegebene Verfahren angewendet werden.

Zu Abschnitt 6.5: Verträglichkeit der Verformungen

Die freie Verformung der Hülle kann durch Schleusen und Anschlußbauteile oder auch durch Einbauten wie Regale u. ä. ständig oder zeitweise behindert sein. Dabei können Zusatzspannungen auftreten, die sicher aufgenommen werden müssen.

In der Regel muß davon ausgegangen werden, daß Beschädigungen eintreten, wenn die Hülle bei Verformung unter Wind- und Schneelasten feste Gegenstände innerhalb oder außerhalb des Tragluftbaues berührt. Daher ist der innere und äußere Bewegungsraum der Hülle unter Gebrauchslasten nach Abschnitt 4.2.1, Lastfall A, nachzuweisen. Es ist sicherzustellen, daß dieser Bewegungsraum von allen festen Gegenständen freigehalten wird.

Zu Abschnitt 7: Bauliche Ausbildung

Die Konstruktion und Herstellung von Tragluflhallen erfordert besonderes technologisches Wissen und handwerkliche Erfahrung. Die Ausführungen dieser Norm können hierzu nur einige Grundsätze und Regeln geben.

Zu Abschnitt 7.1: Hülle

Die Hülle muß so zugeschnitten und gefertigt werden, daß unter vollem Innendruck die gebaute Form mit der geplanten Sollform übereinstimmt.

Zu Abschnitt 7.2: Seile und Seilverbindungen

Für die Ausführung der Seilkonstruktionen und ihrer Verbindungen gelten u. a. für Drahtseile aus Stahldrähten DIN 2078, DIN 3051 Teil 1 bis Teil 4, DIN 3052 bis DIN 3071, DIN 15 111 Teil 1 und Teil 2 und DIN 21 260, für Schäkkel DIN 82 101, für Spanschlösser DIN 1480, DIN 48 334 und DIN 82 004, für Seilklemmen DIN 1142, für Preßklemmen DIN 3093 Teil 1 bis Teil 3 und für Kauschen DIN 3090, DIN 3091 und LN 6899.

Zu Abschnitt 7.3: Gründung und Verankerung

Die Befestigung der Hülle an den Verankerungen kann punktweise oder durchlaufend durch Randseile oder biegesteife Bauteile erfolgen. Bei allen Lastfällen ist in Abhängigkeit von der möglichen Hüllenverformung die Richtung der Verankerungskräfte zu berücksichtigen.

Eine Möglichkeit zur Beurteilung von aggressiven Böden als Grundlage für entsprechende Korrosionsschutzmaßnahmen bietet das DVGW-Arbeitsblatt „Merkblatt für die Beurteilung der Korrosionsgefährdung von Eisen und Stahl im Erdboden“, zu beziehen bei der ZfGW-Verlag GmbH, Postfach 90 10 80, 6000 Frankfurt/Main.

Zu Abschnitt 7.4: Türen, Tore, Schleusen und starre Wandteile

Zugänge und Einfahrten werden vorzugsweise als Schleusen ausgebildet. Es ist darauf zu achten, daß beide Schleusentore nicht gleichzeitig geöffnet sind. Ein entsprechendes Verbotsschild ist deutlich sichtbar an der äußeren Schleuse anzubringen. Die Schleusentore sind mit Klarsichtfenstern auszurüsten, so daß sich jeder vor dem Öffnen des äußeren Tores davon überzeugen kann, ob das innere Tor geschlossen ist.

Zu Abschnitt 8: Erzeugung und Steuerung des Innendrucks

Die Tragluftbauten werden durch die unter Überdruck gesetzte Luft des Innenraumes getragen. Mit entsprechender Sorgfalt sind daher die zur Aufrechterhaltung des Innen-Überdruckes erforderlichen Gebläseeinrichtungen auszulegen und zu überwachen.

Zu Abschnitt 8.4.1

Die 100%ige Luftförderreserve ist durch Installation eines zweiten Gebläses sicherzustellen.

Eine unabhängige Stromversorgung oder ein Verbrennungsmotor, wie unter Abschnitt 8.4.2 aufgeführt, wird hier für den Antrieb des zweiten Gebläses nicht gefordert. Bei Tragluftbauten nach Abschnitt 8.4.1 wird unterstellt, daß den Personen im Tragluftbau nach Ausfall des Gebläses genügend Zeit zum sicheren Verlassen bleibt und das zweite Gebläse kurze Zeit später eingeschaltet werden kann, um am ersten Gebläse Reparatur- oder auch Wartungsarbeiten durchführen zu können.

Es wird freigestellt, je nach Sicherheitsbedürfnis weitergehende Steuerungseinrichtungen vorzusehen.

Zu Abschnitt 8.4.2 und Abschnitt 8.4.3

Bei Tragluftbauten für mehr als 30 Personen gewinnen zusätzliche Erwägungen Bedeutung; vor allem ist darauf zu achten, daß bei Störfällen Panik verhindert wird.

Zu Abschnitt 9: Betrieb und Überwachung (Betriebsanweisung)

Die Bedeutung des Überdruckes der Luft im Innenraum zur Stützung des Tragluftbaues erfordert besondere betriebliche Maßnahmen zu seiner Sicherstellung und zur Überwachung der Gebläse. Im Abschnitt 9 sind hierfür Anweisungen zusammengestellt. Die Verantwortung des Betreibers oder eines von ihm beauftragten sachkundigen, in die jeweiligen Betriebsbedingungen eingewiesenen Vertreters für die Einhaltung dieser Anweisungen wird besonders herausgestellt.

Zu Abschnitt 9.1: Verantwortliche Aufsichtspersonen

Bei Tragluftbauten, die zur Aufnahme einer größeren Personenzahl, d. h. für mehr als 30 Personen bestimmt sind, muß eine verantwortliche Aufsichtsperson anwesend sein, solange sich mehr als 30 Personen im Tragluftbau aufhalten. Sie soll bei Druckabfall, der unter anderem durch stärkere Bewegungen der Hülle sichtbar wird, den richtigen Innendruck schnell wieder herstellen können.

Zu Abschnitt 9.2: Überprüfungen

Die Gebläse zur Aufrechterhaltung des Nenn-Innendruckes und ihre Motoren müssen laufend überwacht werden. Die im Normtext erwähnten „angemessenen Zeitabstände“ für deren Prüfung auf Betriebstauglichkeit richten sich nach der Größe und Art der Nutzung des Tragluftbaues sowie nach den klimatischen Umständen. Tragluftbauten für regelmäßigen Personenaufenthalt wie Sporthallen oder Tragluftbauten bei Lage in überdurchschnittlich windanfälligen Gebieten verlangen eine häufigere Überprüfung. Ebenso sollen Überprüfungen in dichteren Zeitabständen im Winter wegen der mit Schneefall verbundenen zusätzlichen Belastungen auch bei den Verbrennungsmotoren der Ersatzgebläse durchgeführt werden.

Zu Abschnitt 9.4: Einschalten der Heizung

Die in Abschnitt 9.4 erwähnte Mindesttemperatur für die Schneebeseitigung kann mit 8 bis 12 °C in der Nähe des Scheitels des Traglufttraumes angenommen werden. Zu ihrer Kontrolle muß im Scheitel ein Temperaturfühler installiert werden, dessen Meßwerte in der Nähe des Hauptzuganges abzulesen sind. Auf ausreichende Beheizung kann verzichtet werden, wenn Vorrichtungen zur mechanischen Schneeräumung bei einsetzendem Schneefall schnell benutzt werden können. Sie sollen vom Gelände aus bedient werden können, damit man nicht auf die Hülle zu steigen braucht. Bei sehr langen Tragluftbauten empfiehlt es sich, mehr als eine Schneeräum-Vorrichtung vorzusehen (Abstände etwa 30 bis 40 m).

Eine solche Vorrichtung kann z. B. aus einem dicken Holzbrett bestehen, dessen Kanten gut abgerundet sein müssen (Verletzungsgefahr für die Hülle!). An den Schmalseiten des Brettes werden so lange Seile befestigt, daß diese Vorrichtung vom Boden aus über den gesamten Zylinderbogen des Tragluftbaues reicht. Durch Hin- und Herziehen des Brettes auf der Hülle rutscht der Schnee seitlich ab.

Da sich nasser Schnee mit seinem relativ hohen Gewicht auf einem unbeheizten oder nicht ausreichend beheiztem Tragluftbau ablagert und die Hülle eindrücken kann, ist erforderlichenfalls auch die Wirksamkeit der Schneeräum-Vorrichtung rechtzeitig zu überprüfen.

Zu Abschnitt 9.5: Sicherung des freizuhaltenden Raumes

Die Betriebsanweisung verlangt, daß auf geeignete Weise der nach Abschnitt 6.5 der Norm von festen Gegenständen freizuhaltende Raum beachtet wird und auch nicht von Lagergut beansprucht wird. Um bei Sturm Hüllenbeschädigungen auszuschließen, ist zu prüfen, ob Einbauten das nutzbare Profil einhalten, z. B. durch herabhängende Bleiperlenschnüre, durch Stapelgrenzen mit Angabe der maximalen Stapelhöhen und durch Bereithaltung von Meßblättern. In als Lagerhallen genutzten Tragluftbauten ohne fest vorgegebene Einbauten muß der freizuhaltende Raum in Schnittzeichnungen angegeben werden, die in der Nähe des Hauptzuganges angebracht sind.

An festen Einbauten, die bis an die Grenze des nutzbaren Profils heranreichen, dürfen keine scharfkantigen Teile vorsehen.

Zu Abschnitt 9.6: Anzubringende Schilder und Meßeinrichtungen

Damit im Störfall die erforderlichen Hinweise zur Behebung schnell gefunden werden können, müssen in unmittelbarer Nähe des Hauptzuganges an gut sichtbarer Stelle Schilder mit entsprechenden Angaben angebracht werden.

Internationale Patentklassifikation

E 04 B 1/345