



EASY SOFT- WARE

Seite 2

Formbestimmung für textile Gasspeicher unter Beachtung des Herstellungsprozesses und der Minimierung der Produktionskosten.

Seite 3

Statische Analyse mit und ohne Seilnetzverstärkung.

Seite 4

Ein wesentlicher Bestandteil bei der Berechnung textiler Gasspeicher ist die Generierung der Zuschnitte. Um faltenfreie Formen zu gewährleisten, sind bestimmte Randbedingungen einzuhalten.

BERECHNUNG TEXTILER GASSPEICHER

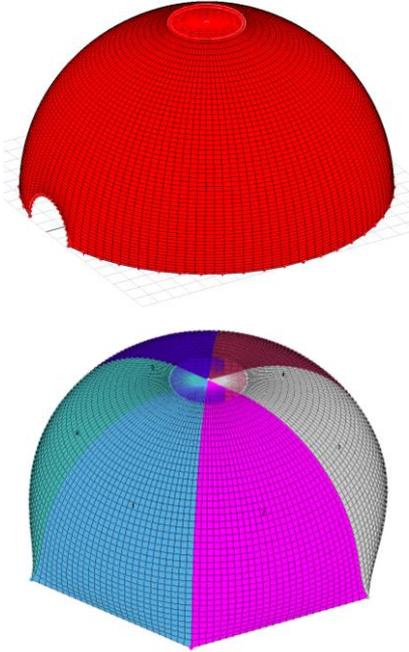
FORMBESTIMMUNG, ZUSCHNITTSGENERIERUNG UND STATISCHE ANALYSE

Computermodelle spielen heute eine wichtige Rolle bei der Berechnung von textilen Membran- und Folienstrukturen. Um qualitativ hochwertige Ergebnisse aus einem Modell ableiten zu können, muss die verwendete Software eine möglichst genaue und vollständige Beschreibung einer Struktur ermöglichen. Bei pneumatisch gespannten Strukturen ist die Erstellung der Modelle und die statische Berechnung in vielen Fällen eine Herausforderung.

Spezielle Anforderungen für Biogasanlagen wurden von der Firma technet GmbH im Rahmen des vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Forschungsprojektes "Erforschung neuer Lösungen für textile Biogasspeicher" entwickelt und in das bestehende Softwareprodukt Easy integriert.

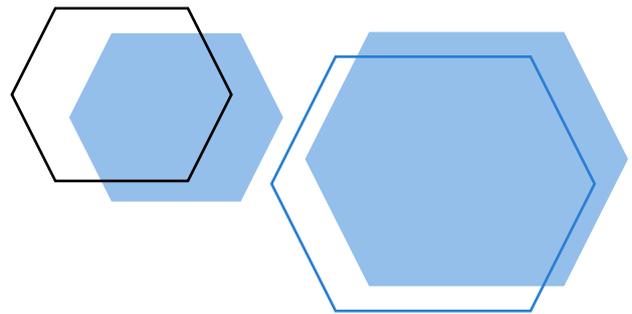
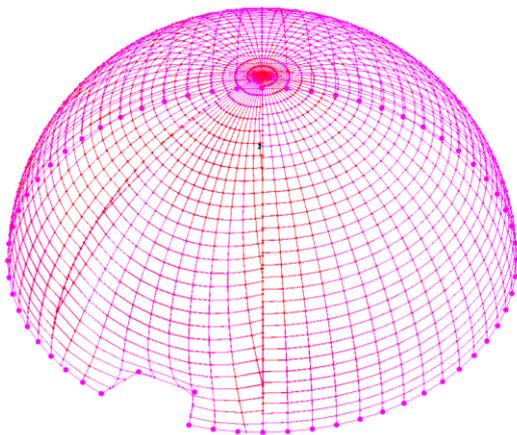
FORMBESTIMMUNG

SPANNUNGSHARMONISCHE FLÄCHEN



Die Formbestimmung wird bei der Berechnung oft unterschätzt, indem die Flächen rein geometrisch bestimmt werden. Eine geometrische Bestimmung ist jedoch nur für kugelförmige Schnitte möglich. Für alle anderen Geometrien, wie polygonale „Kugelränder“, durch Einbauten gestörte Kugelflächen oder Formen über rechteckigem Grundriss, ist die rein geometrische Bestimmung der Flächen immer falsch.

Pneumatische Membranformen sind physikalisch als vorgespannte Flächen unter Innendruck definiert - eine Tatsache, die bei der Formfindung berücksichtigt werden muss. Dies ist wichtig, da sonst unbelastete Flächen mit vielen Falten entstehen, die an anderen Stellen zu stark belastet sind. Dies kann zu Sicherheitsproblemen und zu einer Verkürzung der Lebensdauer von Biogasanlagen führen.

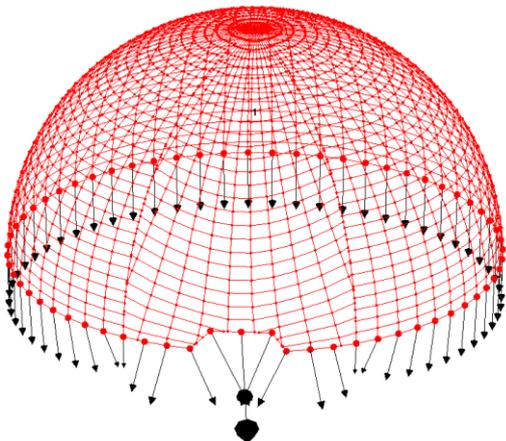


FORMBESTIMMUNG MIT STÖRBEREICHEN

KOMBINIerte MODELLE

Bei der Verwendung rein geometrischer Funktionen zur Erzeugung pneumatischer Modelle muss sichergestellt werden, dass die resultierenden Formen pneumatisch bildbar sind. Ist das nicht der Fall, kann die nichtlineare statische Berechnung zu keinem Ergebnis führen oder die Ergebnisgeometrie der statischen Berechnung ohne äußere Lasten kann sehr weit von der ursprünglich gewünschten Geometrie entfernt sein. Nur wenige geometrische Funktionen wie Kugeln, Zylinder und Segmente dieser Formen sind sinnvoll.

Störbereiche wie z.B. Eingänge zu Rührwerken, beeinflussen eine Form als Ganzes. Um den Herstellungsprozess einfach und die Produktionskosten niedrig zu halten, bietet das Softwarepaket Easy eine Möglichkeit, den Formfindungsprozess nur für den Störbereich durchzuführen und später mit dem „ungestörten“ Rest zu einer neuen Form zusammensetzen.



STATISCHE ANALYSE

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{bmatrix} \sigma_u \\ \sigma_v \\ \tau \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & 0 \\ m_{21} & m_{22} & 0 \\ 0 & 0 & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_u \\ \varepsilon_v \\ \Delta\alpha \end{bmatrix} = \mathbf{M} \cdot \boldsymbol{\varepsilon}$$

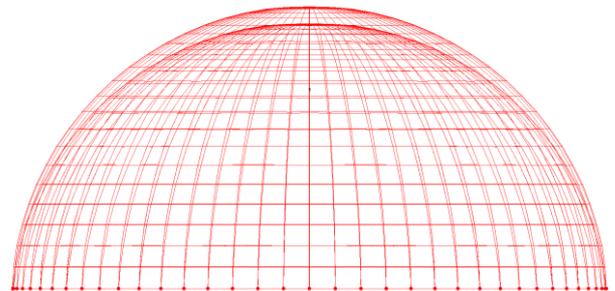
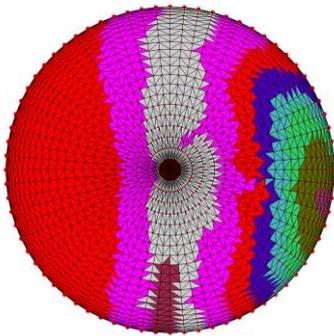
σ_u	Spannung in Kettrichtung
σ_v	Spannung in Schussrichtung
τ	Schubspannung
m_{12}	Querkontraktionssteifigkeit
m_{11}	Steifigkeit in Schussrichtung
m_{22}	Steifigkeit in Kettrichtung
m_{33}	Schubsteifigkeit
ε_u	Dehnung in Kettrichtung
ε_v	Dehnung in Schussrichtung
$\Delta\alpha$	Schubverzerrung

GASGESETZ UND KONTAKT

Eine statische Berechnung für Membranen und Folienstrukturen ist geometrisch nichtlinear. Die Berechnung erfordert die ungespannte Geometrie und die Materialeigenschaften für alle Elemente des Modells. Für die Lastfallberechnung werden die äußeren Lasten und bei pneumatischen Strukturen auch die Innendrucke oder Volumendaten benötigt. Zusätzliche Randbedingungen bei pneumatischen Strukturen sind, dass die Lasten verformungsabhängig sind und dass das Gasgesetz in bestimmten Lastfällen berücksichtigt werden muss.

Nicht alle Softwarepakete sind in der Lage, verlässliche Ergebnisse zu liefern, da die Berücksichtigung der Gasgesetze bei bestimmten Lastfällen unumgänglich ist.

Im Falle von Doppelmembranspeichern beeinflussen sich das Luftvolumen zwischen der äußeren Membran und der Gasmembran und das Gasvolumen gegenseitig. Das Softwarepaket Easy berücksichtigt diesen Zusammenhang. Easy behandelt auch den möglichen Kontakt zwischen äußerer und innerer Membran, der z.B. bei Windlasten auftritt.

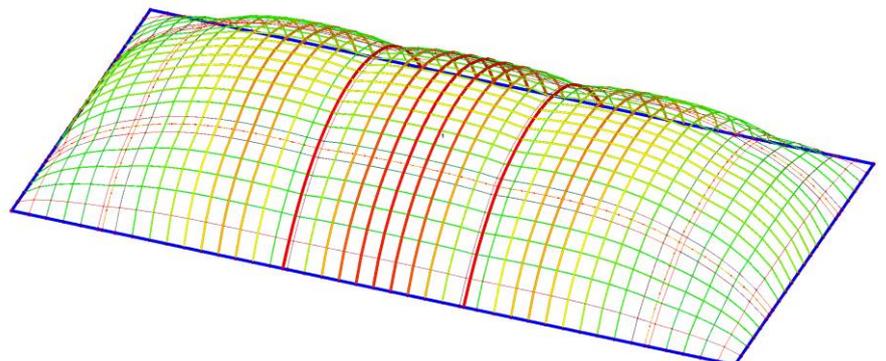


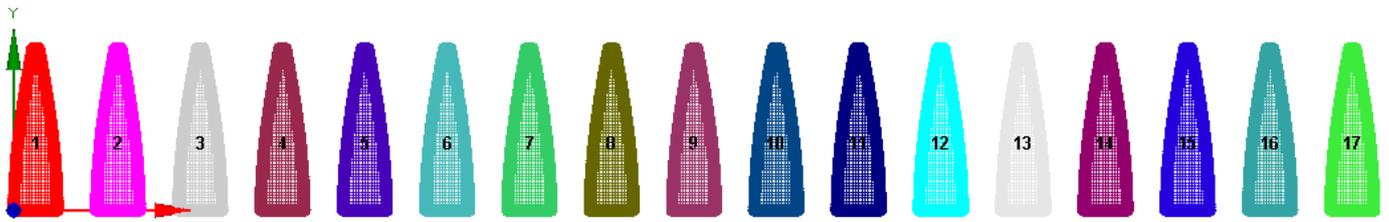
SEILNETZVERSTÄRKTE GASSPEICHER

HOHE MEMBRANSPANNUNGEN BEHERRSCHEN

Wenn die Spannungen in der Membran so groß werden, dass selbst das stärkste Membranmaterial die Spannungen nicht mehr abtragen kann, dann ist die Membran mit Seilnetzen zu verstärken.

Unser System ist in der Lage die Seilnetze auf der Membranoberfläche „gleiten“ zu lassen. Die Membran kann zusammen mit dem Seilnetz in einem Model berechnet und analysiert werden.





ZUSCHNITTSGENERIERUNG

AUTOMATISCHE GENERIERUNG DER SCHNITTMUSTER

Die Erstellung von Zuschnitten ist ein wesentlicher Teil des technischen Prozesses in der Textilen Architektur. Die Aufgabe besteht darin, eine meist doppelt gekrümmte, vorgespannte Fläche so auf ein ebenes Material mit begrenzter Breite zu bringen, dass nach dem Verschweißen der Streifen und dem Aufbau genau die Form entsteht, die zuvor im Computer modelliert wurde.

Die Erzeugung des Schnittmusters wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Da doppelt gekrümmte Flächen nicht ohne Verzerrung in die Ebene abgebildet werden können, müssen effiziente Verebnungsstrategien verwendet werden.
- Um den Verschnitt so gering wie möglich zu halten, müssen die ebenen Streifen so gerade wie möglich sein.
- Um den Arbeitsaufwand zu minimieren, sollten die Breiten der ebenen Streifen so breit wie möglich sein. Die maximale Streifenbreite hängt von der Rollenbreite des verwendeten Materials ab. Dennoch müssen die Verformungen beim Verebnen so gering wie möglich gehalten werden.
- Die geometrisch entstandene Oberfläche muss korrigiert (kompensiert) werden, um die korrekte vorgespannte Oberfläche zu erhalten.
- Um Probleme beim Zusammenfügen der Streifen zu vermeiden, müssen die korrespondierenden Saumlinien der einzelnen Zuschnittstreifen die gleiche Länge haben.

Durch Automatismen können in wenigen Augenblicken Schnittmuster erzeugt werden. Das Ergebnis kann direkt an die Schneidemaschine weitergeleitet werden.

