

Technische Beschreibung

Membranfaltstruktur als Konstruktionselement

Stand der Technik und Wissenschaft

Bleche und Membranen. Dünnwandige Metallstrukturen leisten einer Verformung weitaus mehr Widerstand als massive Konstruktionen gleichen Gewichts. Neben Metallen sind zunehmend Kunststoffe als Materialien für dünnwandige Konstruktionen (Membranen, Scheiben und Schalen) von Interesse.

Oberflächenstrukturierte Membranen besitzen eine Vielzahl technisch nützlicher Eigenschaften, etwa der Zugewinn an mechanischer Festigkeit und Bauteilsteifigkeit gute Wärmeübergangseigenschaften bei Benetzung und Gestaltänderungs- und Verformungseigenschaften.

Eine große Bedeutung haben strukturierte Bleche im Karosseriebau und in der Luftfahrtindustrie. In den Ingenieurwissenschaften sind Faltstrukturen, Ausbeulungen und Sicken für Blechkonstruktionen Gegenstand rezenter Forschung und Entwicklung. Ziel ist die Vermeidung von Dröhngeräuschen bei großen, ebenen Blechen und lokale Versteifung der gesamten Konstruktion. Faltstrukturen können bei richtiger Auslegung Spannungsspitzen im Blech abbauen, die durch Umformprozesse hervorgerufen werden.

Biologie. Die Biologie hat im Laufe der Evolution äußerst effiziente Lösungen hervorgebracht. Die belebte Natur verwendet das „Gestaltungselement Falte“ intensiv und in vielfältigen Variationen. Die Phänomene natürlicher Muster- und Gestaltentstehung, die Prinzipien biologischen Strukturaufbaus und Gestaltwandels, die Grundmechanismen des Wachstums und der Differenzierung bei der Individualentwicklung sind Gegenstand der Forschung. Aus der Verpackungstechnik ist bekannt, dass natürliche Faltstrukturen Vorbild für die Entwicklung innovativer Verpackungslösungen sein können. Es zeigt sich beispielsweise, dass künstliche Faltungen nach dem Vorbild der Natur bei gleichem Strukturaufwand handelsüblichen Wellpappen überlegen sind und diese bei der Lösung von Verpackungsproblemen ersetzen können. Ein Beispiel funktionaler Faltstrukturen in der belebten Natur sind die Blattnarben an Palmen und Kaktusgewächsen, die durch die Verfestigung des Stammes dem Emporwachsen der Pflanze dienen.

Technik. Die Wölbstruktur ist eine versetzte 3D-Wabenanordnung, die typische Merkmale eines Selbstorganisationsprozesses aufweist. Das Material springt durch leichten Druck von außen aus seiner Ausgangslage in die dritte Dimension und bildet so hexagonale Strukturen.

Bei der Übertragung von Prinzipien und Bauweisen (Falten, Muster und Strukturen) der belebten Natur auf Technik (Strukturelemente, Pakettierungen) sind Fragen hinsichtlich der Lage des Strukturelements, seine Form, Verlauf der Elementkanten und Radien sowie die Anordnung von verschiedenen Strukturelementen zueinander Gegenstand rezenter Forschung.

Problembeschreibung

War bislang bei der Entwicklung von Halbzeugen und gebrauchsfertigen Produkten die von allen Belastungsrichtungen beaufschlagbare Blech- bzw. Kunststoffkonstruktion das Ziel, richten sich die Forschungs- und

Entwicklungsbemühungen im Zeitalter computerunterstützter Simulation und Berechnung auf den gerichteten, nicht isotropen Belastungsfall. Hier sind Sicken-Beulen- und Faltstrukturen gefragt, die auf eine definierte Beaufschlagung mit einem definiertem elastischen Verformungsgebaren antworten.

Bleche mit Sicken und Wölbstrukturen erleiden bei der Herstellung Verschiebungen und Verzerrungen, die ihre Ursache in einer Plastifizierung des Halbzeugmaterials in der Fläche, fern der Knickkontur und der Faltlinien der Gestaltgebenden Formelemente haben. Da sich in diesem Fall auch die Materialeigenschaften verändern, ist in manchen Fällen der technischen Anwendung von Blech- und Verbundwerkstoffhalbzeugen (Flugzeugbau, Yachtbau) eine Plastifizierung des Materials fern der Knickkontur nicht erwünscht

Problemlösung

Die Erfindung nach Anspruch 1 betrifft eine Faltungs-Struktur-Bauweise für technische Scheiben, Schalen und Membranen, die dem Konstrukteur als voll parametrisierbares Gestaltungselement verfügbar gemacht werden kann.

Die Faltungs-Struktur-Bauweise ist verzerrungsneutral, d.h. das Halbzeugmaterial wird bei der Herstellung nicht in der Fläche plastifiziert (gedehnt, gestreckt, gerafft), sondern lediglich an der Knickkontur (den Faltlinien) verformt. Vorbild für die (technische) Faltungs-Struktur-Bauweise sind die Blattnarben an Palmen, Kaktusgewächsen und anderen Pflanzen.

Erreichbare Vorteile

Die Verfügbarkeit voll parametrisierter Gestaltungselemente führt in der Konstruktionspraxis zu einer Kraftfluss gerechten, richtungsabhängigen Gestaltung von Blech- und Kunststoffbauteilen.

Die Lage der Strukturelemente, deren Form, der Verlauf der Elementkanten und Radien sowie die Anordnung von verschiedenen Strukturelementen ist durch geeignete Parametrisierung einer computerunterstützten Simulation und Optimierung zugänglich.

Die Verzerrungsneutralität der Faltungs-Struktur-Bauweise in der Fläche bietet Vorteile bei der Konfektionierung von Blech- und Verbundwerkstoffhalbzeugen im Fahrzeugbau.

In der Verpackungstechnik und anderen Branchen, wo Karton-, Papp- und Papierfaltwerke zur Anwendung kommen, ist die Verzerrungsneutralität vorteilhaft.

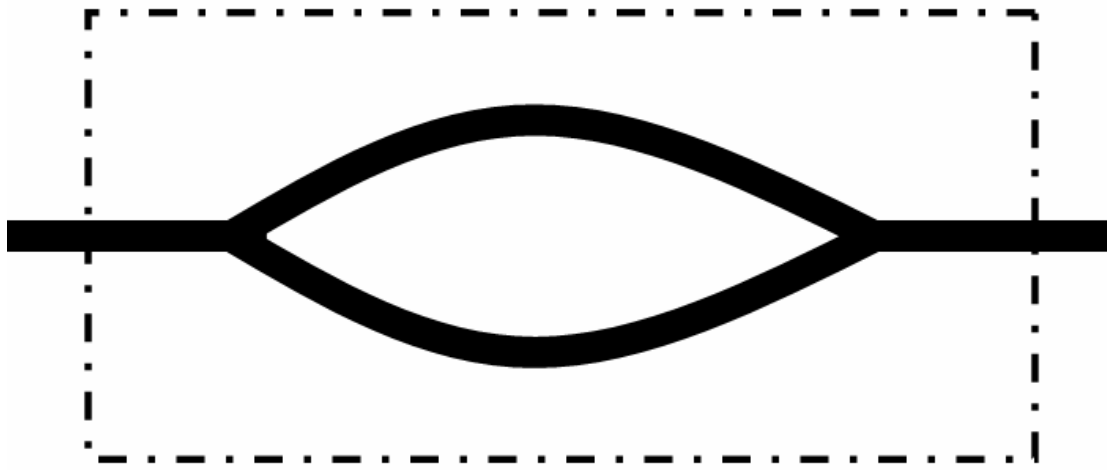
Aufbau, Anfertigung

Das Grundelement der Faltungs-Struktur-Bauweise nach Anspruch 1 beschreibt eine linsenförmige Kontur mit einer Anschlusslinie in den beiden Eckpunkten (Figur 1). Entlang dieser Konturkanten wird das Material gebogen (technologisch: geknickt, gekantet). Das Grundelement ist rapportierbar (Figur 2): eine Faltstruktur entsteht. Bearbeitet, bilden die Konturen benachbarter Elemente periodisch Täler und Höhen aus (schematisch in Figur 3). Die Faltungs-Struktur-Bauweise ist universell und kann (gestaltungsbedingt) verzerrungsneutral ausgeführt werden.

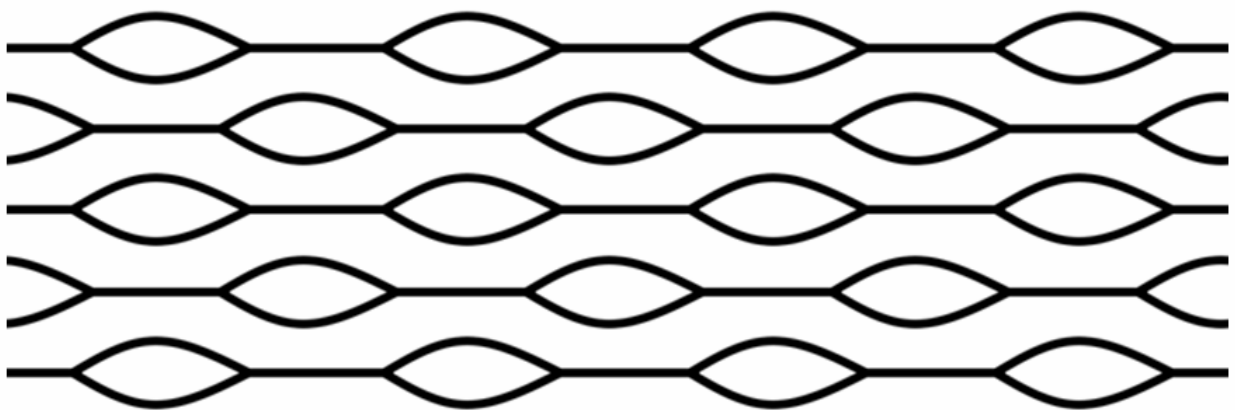
Figur 4 zeigt ein einzelnes Element an jeder Körperkante eines Verpackungskartons. In Bleche werden die Konturkanten gebogen. Bei Kunststoffmembranen kommen übliche Technologien, wie Tiefzieh-, Vakuum-, Blasverfahren zu Anwendung.

Membranen, Scheiben und Schalen in Faltungs-Struktur-Bauweise nach Anspruch 1 weisen in Lateralrichtung eine, im Vergleich zu nicht strukturierten Bauteilen, höhere Formstabilität auf.

Figur 1

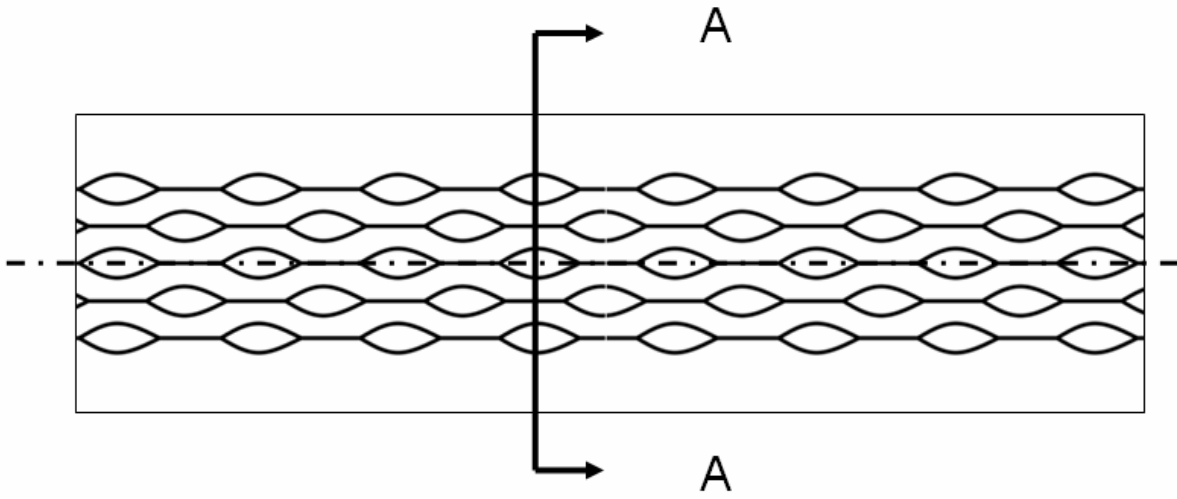
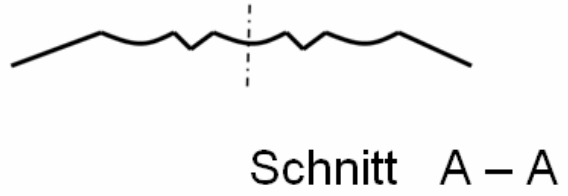


Figur 2

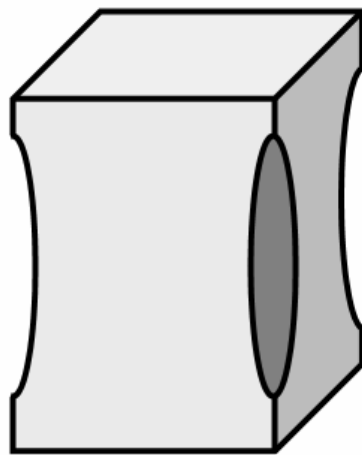


4

Figur 3



Figur 4



Schutzansprüche

1. Membranfaltstruktur-Bauweise dadurch gekennzeichnet,

dass linsenförmige Faltungskontur mit einer geradkantigen Anschlusslinie in den Eckpunkten ein dreidimensionales Grundelement bilden.

2. Membranfaltstruktur-Bauweise dadurch gekennzeichnet,
dass durch Rapportieren und Positionieren eines Grundelementes nach Anspruch 1 in der Ebene und ein 3-dimensionales periodisches Muster entsteht