

# Sonotroden-Optimierung mit Solidworks-Simulation

>> Mit Ultraschall lässt sich einiges anfangen – man kann ihn zum Schweißen, Sieben, Reinigen und vielem anderen einsetzen. Echte Profis in der Ultraschalltechnik finden sich bei Telsonic in der Ostschweiz. Das Unternehmen entwickelt mit Solidworks Ultraschallanlagen und Komponenten, die in einer breiten Palette von Anwendungen zum Einsatz kommen.



Die Kompaktanlagen des Typs IPA beinhalten Aktuator und Ultraschallanlage in einer kompakten Einheit und eignen sich damit ideal zur Integration in grössere Montageanlagen.

Die Ultraschalltechnik wird inzwischen in diversen Bereichen erfolgreich eingesetzt. Neben dem Reinigen und Kunststoffschweißen wird die Technologie höchst erfolgreich für das Trenn- und Metallschweißen, das Sieben sowie die Sonochemie verwendet. Daneben sorgen spezielle Kundenanfertigungen für erweiterte Lösungen in Geräten, Maschinen oder Anlagen.

## Aufgabe der Ultraschall-Sonotrode im Fügeprozess

Im Konverter sorgen piezoelektrische Werkstoffe, beispielsweise Siliziumdioxid, dafür, dass aus elektrischer Spannung me-

chanische Schwingungen entstehen. Diese Schwingungen werden nun, zum Teil verstärkt durch einen Booster, an die Sonotrode aus Stahl, Aluminium oder Titan übertragen. Wird die Sonotrode an den Schweisspunkt angelegt und aufgedrückt, wandeln sich die Schwingungen in thermische Energie, also Wärme, um und bringen so die Energierichtungsgeber an den Verbindungsstellen der beiden zu verbindenden Teile zum Schmelzen. Der Fügeprozess ist erfolgreich.

Eine wichtige Eigenschaft der Sonotrode ist, dass diese überall dieselbe Schwingungsamplitude besitzt. Die Kräfte, die sich in ungünstig geformten Sonotroden aufbauen können, sind so stark, dass So-

notroden brechen beziehungsweise sich durch Eigenschwingung selbst zerstören. Die Formgebung der Sonotrode ist deshalb eine der wichtigsten Aufgaben bei der Konstruktion. Betrachtet man diese Sonotroden, so fallen scheinbar unmotiviert Schlitz, Kerben oder Ausbuchtungen auf, die beim Optimieren auf ein möglichst homogenes Schwingverhalten angebracht wurden. Früher wurde die Form aufgrund von Erfahrung festgelegt, gefertigt und dann getestet. Stellte sich heraus, dass die Sonotrode nicht homogen schwingt, musste sie durch Fräsen von Rillen oder Schlitz abgestimmt werden. Dieses Abstimmen erfordert grosse Erfahrung.

## Berechnung vom Schwingverhalten spart viele Iterationsschritte

Abhilfe brachte der Einsatz des 3D-CAD-Systems Solidworks, das bei Telsonic im Jahr 2000 eingeführt wurde; vor allem weil es mit 3D-Modellierung, FEM-Analyse und Blechfunktionen alle Anforderungen von Telsonic abdeckte. Die Version Solidworks Office Professional ist auf drei Arbeitsplätzen installiert. Marc Klopfenstein aus der Konstruktion erläutert: «Nun können wir die Sonotrode dreidimensional modellieren und das Schwingverhalten dann in Solidworks Simulation berechnen. Das Ergebnis zeigt uns genau, wo wir Masse hinzufügen oder wegnehmen müssen. Das wird dann im nächsten Schritt modelliert und wieder berechnet.» Die Optimierung der Modelle erfordert eine Vielzahl von Iterationsschritten, was durch die nahtlose Integration der Simu-



Der obere Teil der Sonotrode wird mit Schlitz und Rillen versehen, um das Schwingungsverhalten zu optimieren.

lationsfunktionalität in Solidworks sehr effizient möglich ist.

### Effiziente Simulation bringt Flexibilität

Ultraschallschweissgeräte bestehen aus einer Presse und den Werkzeugen Sonotrode und Amboss, zwischen die die zu schweisenden Teile eingelegt werden. Die Form der Sonotrode und des Ambosses sind formgebend, müssen also für jeden Einsatzzweck individuell angefertigt werden. Das bedeutet auch, dass jede einzelne Sonotrode neu analysiert werden muss – die Simulation muss also sehr effizient zu handhaben sein. Klopfenstein erläutert: «Das Modell kann in Solidworks direkt durchgerechnet werden, ohne Export oder Zusatzprogramme. Die Frequenzberechnung ist in Bezug auf die Vergabe der Randbedingungen nicht allzu komplex, so dass wir mit der Simulation tatsächlich sehr gute und wirklichkeitsnahe Ergebnisse erhalten. Und wenn wir sehen, dass wir die Geometrie noch optimieren können, ist dies auch nahtlos möglich, so dass wir ohne weitere Probleme eine beliebig grosse Anzahl an Iterationsschritten aus Geometrieoptimierung und Neuberechnung durchlaufen können.»

### Schnelle Anpassung an das System

Aus bestehenden Projekten kann also nur sehr wenig übernommen werden. So ist die Nutzung eines PDM-Systems unter dem Gesichtspunkt der Teilewiederverwendung weniger wichtig. Allerdings entstehen durch die vielen Einzelprojekte grosse Datenmengen, die sehr wohl verwaltet werden wollen. Telsonic hat sich daher im Sommer 2008 dafür entschieden,

das im Professional-Paket enthaltene PDM-Works zu nutzen, was bezüglich der Anpassung des Systems keinen grossen Aufwand verlangte: anderthalb bis zwei Mannwochen Arbeit reichten aus.

«Mir persönlich gefällt die neu in der Version Solidworks 2008 eingeführte Oberfläche sehr gut», so Klopfenstein. Denn im Ribbon seien alle Funktionen erreichbar, die aktuell Sinn machen, während der Rest unsichtbar bleibe. In der Simulationsumgebung wurden Befehle teilweise neu be-

nannt, was etwas mehr Umstellungsaufwand erfordere.

### Einfache Bedienbarkeit

«Wir haben recht anspruchsvolle Baugruppen – zwar nicht unbedingt sehr grosse, eine Presse hat um die 250 Teile – aber die Geometrien sind sehr anspruchsvoll; es finden sich sowohl Gussteile als auch Blechkonstruktionen darunter. So nutzen wir mit FEM und PDM unsere Professio-



Das Telsonic-Portfolio reicht vom Ultraschallwerkzeug bis hin zur Komplettanlage, die sofort in Betrieb genommen werden kann.

#### NACHGEFRAGT



### Ultraschalltechnologie bei Telsonic

Guido Wiesli und Karl Frei gründeten Telsonic im Jahr 1966, um Ultraschallgeneratoren für die Feinstreinigung zu entwickeln. Heute weiss jeder, der schon einmal beim Optiker seine Brille reinigen liess, wie schonend und gründlich mit Ultraschall gereinigt werden kann. Damals war die Technologie neu. 1984 erhielt Telsonic das Patent auf die Ultraschall-Rohrschwinger, die vorrangig in der Industrie für Reinigungsaufgaben eingesetzt werden. Die beiden Gründer gaben sich jedoch nie mit dem Erreichten zufrieden und suchten stets neue Anwendungstechniken. So wurde 1970 die Ultraschall-Schweisstechnologie entwickelt und erfolgreich im Markt platziert. Darüber hinaus entstand eine Technologie zum Ultraschallsieben beispielsweise von Pulvern zum Beschichten, die 1994 für das Unternehmen patentiert wurde. Anwender erreichen damit beim Sieben einen wesentlich höheren Durchsatz als mit der Rütteltechnologie.

nal-Lizenzen optimal; und der Umfang der mitgelieferten Module passt gut zu uns», ergänzt Klopfenstein. «Somit erreichen wir ein sehr gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis. Gleichzeitig ist Solidworks so einfach zu bedienen, dass auch die Auszubildenden schnell damit zurechtkommen. Und wenn wir einmal nicht weiterkommen, hilft uns unser Reseller Solid Solutions schnell und kompetent weiter.»

Diese Einfachheit setzt sich im PDM-Bereich fort: «Schneller kann man eine Datenverwaltungslösung wohl kaum aufsetzen, und vor allem konnten wir eine komplexe, überdimensionierte Lösung vermeiden – die optimale Minimallösung für un-

sere Anforderungen mit nur drei Anwendungen. Wie gut die Optimierung unserer Sonotroden mit Solidworks Simulation funktioniert, sieht man diesen auf den ersten Blick an – die Geometrie ist wesentlich komplexer geworden, weil wir schneller optimieren können und so zu ungewöhnlichen Formen, aber eben auch zu besseren Ergebnissen kommen – die Sonotroden schwingen sauberer, die Qualität unserer Anlagen steigt und unsere Kunden sind zufrieden.» <<

*Autor*

Dipl.-Ing. Ralf Steck  
Freier Fachjournalist, Friedrichshafen

*Information*

Solid Solutions AG  
Hohlstrasse 534  
8048 Zürich  
Tel. 044 434 21 21  
Fax 044 434 21 00  
info@solidsolutions.ch  
www.solidsolutions.ch

*Anwender*

Telsonic AG  
Industriestrasse 6, 9552 Bronschhofen  
Tel. 071 913 98 88, Fax 071 913 98 77  
main@telsonic.com, www.telsonic.com

Bilder: Telsonic AG