

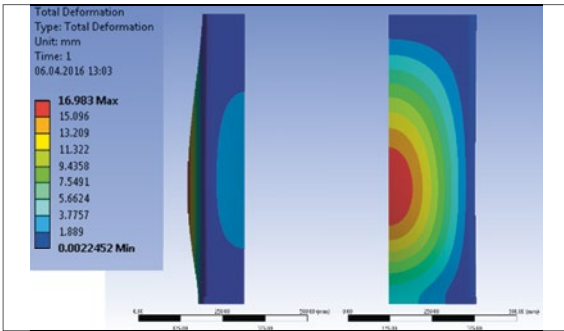


Flavio Ryser

Diplomand	Flavio Ryser
Examinator	Prof. Matthias Rommel
Experte	Dr. Ralph Eismann, ETH, Zürich, ZH
Themengebiet	Konstruktion inkl. CAD
Projektpartner	KTI-Projekt

Konstruktion eines Kunststoff Warmwasserspeichers

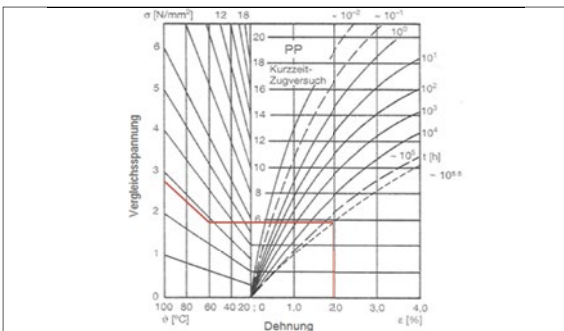
FEM Konstruktionsstudie



Deformation des Speicherprototyps

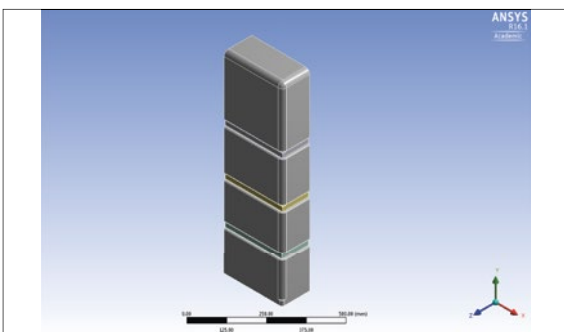
Ausgangslage: Das Institut für Solartechnik arbeitet in einem KTI-geförderten Projekt mit der Firma Swissframe AG zusammen. Die Swissframe AG baut die gesamten Installationen, die es in einem Badezimmer braucht, in eine sogenannte Vorwandeinheit ein. Neu soll nun auch die Warmwasserbereitung in diese Vorwandeinheit integriert werden. Ein zentraler Bestandteil dieses Systems ist ein druckloser Warmwasserspeicher von ca. 100 Litern Volumen, dessen Konstruktion Thema dieser Arbeit ist.

Aufgabenstellung: Aufgabe dieser Bachelorarbeit ist es, den Warmwasserspeicher mit Hilfe von FEM-Simulationen neu zu konstruieren. Das aktuelle Problem der «Speicherbauchung» durch den statischen Druck des Wassers auf die Speicherwände soll durch konstruktive Massnahmen behoben werden. Das Ziel ist es, die maximale Deformation auf 6 mm zu reduzieren. Neben der Druckstabilität soll auch das Langzeitverhalten unter Temperaturschwankungen von 10 °C–60 °C untersucht werden.



Spannungs-Dehnungs-Diagramm von Polypropylen

Ergebnis: Durch verschiedene Konstruktionsvarianten, die in einer FEM-Simulationsstudie untersucht wurden, konnte die Ausbauchung massiv verkleinert werden. Besonders bewährt haben sich horizontal umlaufende Sicken. Durch die Optimierung dieser Sicken konnte die maximale Deformation zunächst auf unter 3 mm pro Seite gesenkt werden. Bei diesen Ergebnissen wurde allerdings mit einem E-Modul von 1150 MPa gerechnet, der die Steifigkeitsabnahme über die Jahre und die Temperatureinflüsse nicht berücksichtigt. Um die Einflüsse der Temperatur auf die Steifigkeit des Polypropylen (PP) bestimmen zu können, wurde das Material im Zugversuch bei 60 °C getestet. Die Ergebnisse zeigten, dass das Polypropylen bei 60 °C noch ein E-Modul von 840 MPa aufweist. Grössere Beeinträchtigungen der Steifigkeit entstehen durch die lange Belastungszeit von 30 Jahren. Die Auswirkungen der Zeiteinflüsse wurden mithilfe des isochronen Spannungs-Dehnungs-Diagramms für PP ermittelt und zeigten, dass Polypropylen nach 30 Jahren bei 60 °C noch ein Kriechmodul von knapp 150 MPa aufweist. Der Verlust der Steifigkeit auf knapp 1/8 des Anfangswertes führt dazu, dass auch mit den optimierten Sicken die Deformation nach 30 Jahren weit über dem Grenzwert von 3 mm liegt. Aus diesem Grund musste der Speicher zusätzlich durch Metallprofile verstärkt werden, denn diese verlieren über die 30 Jahre nicht an Steifigkeit. Besonders geeignet sind dafür Aluminiumprofile, die im Nachhinein in den Sicken montiert werden. Durch diese zusätzliche Verstärkung des Speichers konnte die maximale Deformation nach 30 Jahren bei 60 °C auf 2,4 mm gesenkt werden.



Endvariante, Speicher mit drei Sicken verstärkt durch Aluminiumprofile