

## Problemstellung

Bei langsam fliegenden Flugzeugen ( $< \text{ca. } 0.5 \text{ Mach}$ ) werden üblicherweise Propeller als Antrieb verwendet während bei schnell fliegenden Flugzeugen in der Regel Strahltriebwerke zum Einsatz kommen. Heutzutage ist die Frage des Energieverbrauchs von großer Bedeutung. Durch den Einsatz von Propfans können bis zu 25 % an Treibstoffkosten gegenüber den üblichen Strahltriebwerken eingespart werden. Der Propfan unterscheidet sich von einem herkömmlichen Propeller durch eine größere Anzahl (ca. 8-10) von Blättern.

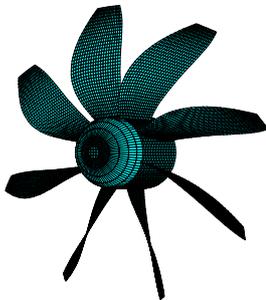


Abb. 1: Hamilton - Standard SR3 Propfan

Diese sind durch ihre gedrungene Form sowie ihre starke Verwindung gekennzeichnet, siehe Abb. 2.

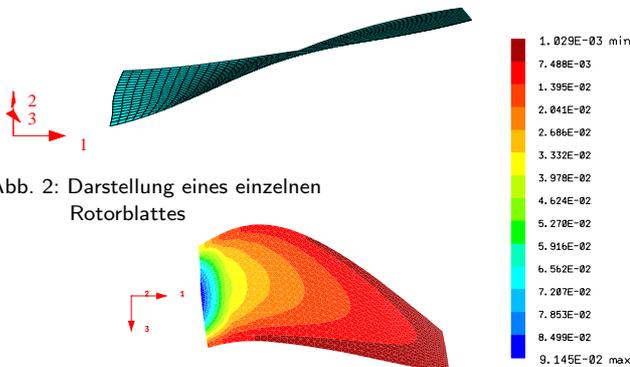


Abb. 2: Darstellung eines einzelnen Rotorblattes

Abb. 3: Dickenverteilung des SR3 Propfans in (m)

Insbesondere im Flugzeugbau werden aus Gründen der Gewichtsersparnis neuartige Materialien verwendet. Hierzu zählen die sog. Faserverbundmaterialien, die aus einer Anzahl von Schichten, z.B. Kohlefasern und Epoxidharz bestehen.

## Finite-Element-Modellierung

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde als Modellproblem der dynamische Anlaufvorgang des Propfans SR3 der Firma Hamilton-Standard mit einem Durchmesser von ca. 2.70 m mit der FEM untersucht,

siehe Abb. 1. Zu diesem Zweck wurde ein allgemeines nichtlineares, geschichtetes Schalenelement entwickelt, das die Beschreibung beliebig großer Rotationen sowie die Verwendung von schichtweise elastisch anisotropem Materialverhalten gestattet. Hierbei ist die an jeder Stelle des Profils unterschiedliche Dicke des Blattes zu beachten.

## Dynamische Simulation

Die numerische Simulation des dynamischen Anlaufvorgangs eines Rotorblattes unter einem zeitlich veränderlichen axialen Antriebsmoment wurde mit Hilfe des FEM-Systems FEAP durchgeführt. Zur Beschreibung des zeitabhängigen Prozesses wurde das Newmark-Verfahren verwendet. In Abb. 4 sind die wesentlichen Daten des Problems angegeben.

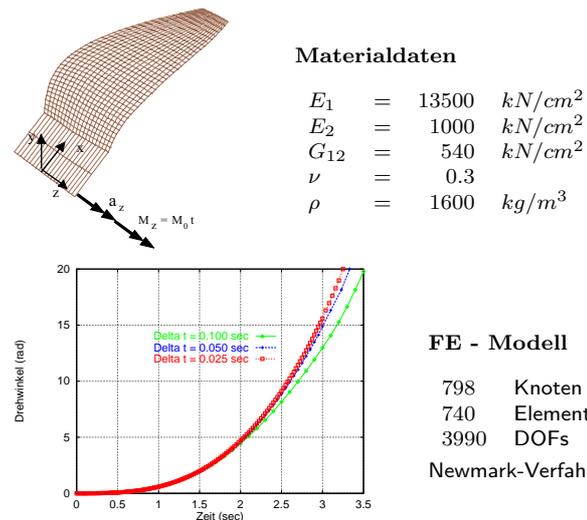


Abb. 4: Dynamische FEM-Analyse des SR3 Propfans

Das Diagramm zeigt den Verlauf des Rotordrehwinkels in Abhängigkeit von der Zeit. Ein Drehwinkel von 20 rad entspricht dabei etwa 3 Umdrehungen des Rotorblattes. Die Position des Blattes zu einzelnen Zeitpunkten innerhalb der ersten Umdrehung zeigt Abb. 5.

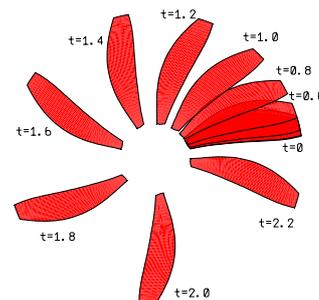


Abb. 5: Blatt-Positionen innerhalb der 1. Umdrehung