

Eine Aufhängung, die's in sich hat

Die Studierenden im letzten Semester Maschinentechnik der BFH in Burgdorf hatten eine knifflige Aufgabe zu lösen: Gefragt war eine Aufhängung für einen Lasthaken an einem Helikopter. Neben dem Aspekt Leichtbau mussten auch statische Fragestellungen inklusive FEM-Analysen berücksichtigt werden. Ein ambitioniertes Projekt, das die Studierenden vom ersten Konzeptentwurf bis hin zur Produktabnahme forderte.

Roland Rombach, Dozent für Maschinentechnik an der Berner Fachhochschule (BFH) in Burgdorf, erinnert sich: «Wir suchten nach einem Thema, das spannend und mit praxisnahe Lernen verbunden ist, um damit junge Leute zu begeistern. Dabei sollte das Entwerfen, Berechnen und Simulieren einer Konstruktion, die Produktion eines physischen Modells und - zu guter Letzt - das Prüfen bis zum Versagen dieses Prototyps im Mittelpunkt stehen.» Gefragt war also eine leichte und widerstandsfähige Aufhängung, durch etliche Simulationen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) iterativ verbessert und anschliessend mit der Zugmaschine geprüft und komplett validiert.

Wie der Dozent für Festigkeitslehre und FEM erklärt, nimmt das unten am Helikopter eingehängte Seil die Last auf, die jedoch nicht an einem einzelnen Punkt des Flugkörpers hängen darf: «Diese Punktlast würde die Belastungsfähigkeit der Helikopterstruktur übersteigen, weshalb sie – je nach Grösse des Helikopters - auf zwei oder vier Punkte zu verteilen ist.»

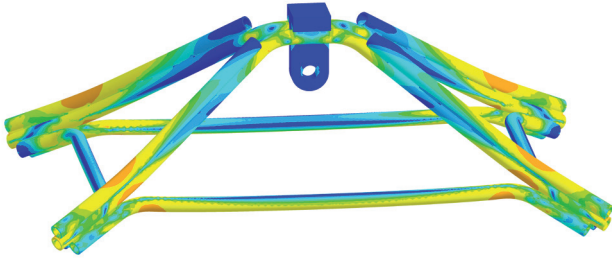
Da es in der Luftfahrttechnik stets um Leichtbau geht, darf die Aufhängevorrichtung nicht zu schwer ausfallen; also: je leichter, desto besser. Das wiederum bedeutet für die Aufgabenstellung, bei kleinstem Eigengewicht die höchste Tragfähigkeit herauszuholen. Auf Basis dieses Pflichtenheftes hiess es für die Studierenden des letzten Semesters in der Vertiefung Leichtbau, die Ärmel hochzukrempeln und in einer Gruppenarbeit die Aufhängekonstruktion zu entwerfen.



Geschafft: Aufnahme der Originalvorrichtung an einem Helikopter des Unternehmens Swiss Helicopter AG. (Bild: Glaser, BFH)

Anbaumasse und verfügbare Rohmaterialien wie Blech und Rohre - beides aus Stahl - waren vorgegeben. «Damit passen sämtliche Konstruktionen in unsere Zugprüfmaschine, und alle Vorrichtungen lassen sich in der betriebseigenen Werkstatt rasch herstellen», erklärt Roland Rombach, der sich auf FEM-Berechnungen spezialisiert hat. Die Studierenden waren damit beschäftigt, verschiedene Konzepte zu entwerfen und grobe Berechnungen durchzuführen, die Lösungsmöglichkeiten zu bewerten und sich letzten Endes für eine Lösung zu entscheiden.

Eine Finite-Element-Analyse diente dazu, kritische Stellen zu identifizieren und schon im Modell zu beheben. Diese Iterationsschleifen wurden mehrfach durchlaufen, um eine optimale Konstruktion und eine verbindliche Voraussage



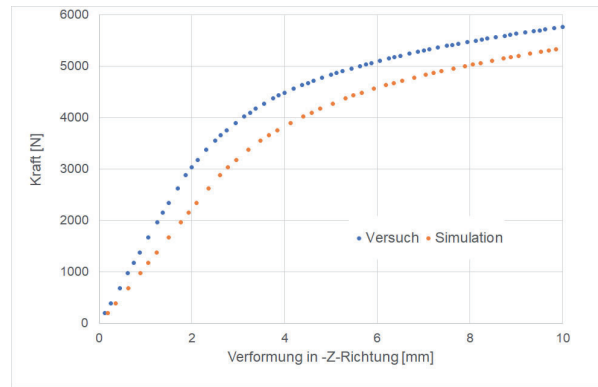
Darstellung: Vergleichsspannungen nach der Gestaltänderungsenergiehypothese (GEH) mittels FEM-Simulation.

(Bilder: Rombach, BFH)

der maximalen Belastbarkeit zu erzielen. Darauf erstellten die Studierenden normgerechte Fertigungszeichnungen für die Produktion der Prototypen. «Ein Bericht mit konkreten verbindlichen Angaben über Eigengewicht und geschätzter Tragfähigkeit ist wichtig und muss abgegeben werden», konkretisiert der Maschineningenieur Rombach. «Es folgt die Stunde der Wahrheit, wenn sich alle Teams im Werkstofflabor im Halbkreis um die Zugprüfmaschine einfinden: Jeder Prototyp wird nun soweit belastet, bis er durch Fließen des Materials oder sogar durch Reißen versagt. Jeder Prototyp wird gewogen und die Leichtbaukennziffer – Traglast geteilt durch Eigengewicht – berechnet.»

Der Dozent hat in dieser Entwicklung eine klare Zielsetzung: «Durch den gezielten Wettbewerb unter den Studierenden erreichen wir einen Wissenstransfer fern des Frontalunterrichts und hin zur selbstständigen, gruppenweisen Praxisanwendung. Mit der Simulation verbessern wir das Verständnis der Studierenden und werden so zum Coach und kniffligen Fragesteller, aber auch Beantworter.»

Die Studierenden erhalten ein Feedback zur Qualität ihrer Lösungen und dies transparent und quantitativ messbar.



Gegenüberstellung der theoretischen Vorhersage der Verformung zur Ist-Verformung aus dem Zugversuch.

«Der Lernerfolg», so Rombach, «stellt sich selbst dann ein, wenn die Lösung nicht besonders gut funktioniert, da die Schlusspräsentation jeder Gruppe eine Analyse ihrer Abweichung ‹Ist-zu-Soll› – die verbindliche Vorhersage – darstellt.» Das heisst: Die angehenden Ingenieure erleben den ganzen Produktentwicklungsprozess vom Konzept und der Ausarbeitung über Herstellung und Prüfung bis zur Abweichungsanalyse und den Verbesserungsvorschlägen.

Interessant waren die Ergebnisse auch für das Team von Swiss Helicopter, decken doch ihre rot-weissen Hubschrauber ein weites Spektrum von Tätigkeiten ab. Diese reichen von atemberaubenden Rundflügen und oft heiklen Tierbergungen mit grossen Netzen über rasches Eingreifen für Materialtransporte von Bergbauern und Renovationen von Gebirgshütten des Schweizer Alpenclubs, bis zu

Transporten für die Forstwirtschaft, Schutzbauten oder die immer akuter werdende Felssicherungen. Eines ist klar: Wer Lösungen für solche Aufgaben meistert und Ingenieur wird, hat gute Berufsaussichten.

(pi) ■

Berner Fachhochschule (BFH) Maschinentechnik
4300 Burgdorf, Tel. 034 426 43 48
maschinentechnik@bfh.ch, bfh.ch/maschinen