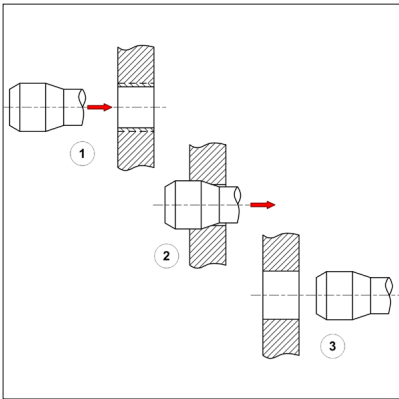




Roman Frei

# FEM-Simulation von Druckeigenspannungen in Aluminium-Legierungen

Diplomand	Roman Frei
Examinator	Prof. Dr. Hanspeter Gysin
Experte	Dr. Hans Gut, MAN Turbo AG Schweiz, Zürich
Themengebiet	Konstruktion und Systemtechnik
Projektpartner	RUAG Aerospace AG, Emmen LU



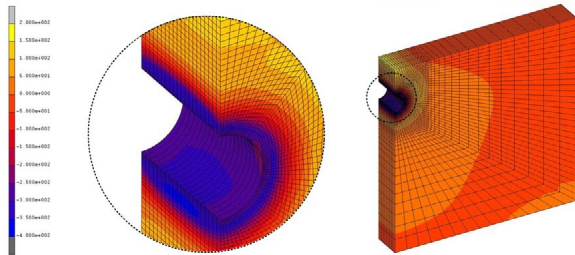
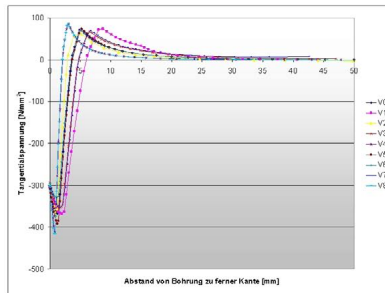
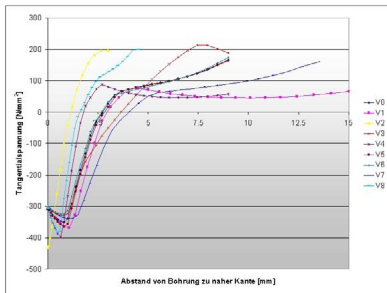
Ablauf der Kaltverfestigung

**Aufgabenstellung:** In höher belasteten Strukturbauteilen, insbesondere im Flugzeugbau, werden Bohrungen gezielt kaltverfestigt. Durch die dabei resultierenden Druckeigenspannungen im Bereich der Bohrung kann die Lebensdauer dieser Bauteile massiv erhöht werden. Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Firma RUAG Aerospace soll der Einfluss von Druckeigenspannungen auf die Lebensdauer von Strukturbauteilen aus Aluminium-Legierungen untersucht werden.

**Ziel der Arbeit:** Im Rahmen dieser Bachelor-Arbeit soll die Kaltverfestigung von Bohrungen in Alu-

minium-Legierungen mittels nichtlinearen FEM-Analysen (Plastizität, Kontakt) untersucht werden. Insbesondere soll der Einfluss verschiedener geometrischer Bohrungs- und Bauteilparameter auf die resultierenden Druckeigenspannungen ermittelt werden. Daraus soll eine analytische Formel hergeleitet werden, mit welcher Druckeigenspannungsverteilungen, in Abhängigkeit von Geometrieparametern, annähernd berechnet werden können.

Zur Bestimmung der Lebensdauer der Bauteile sollen ausserdem Rissfortschrittsberechnungen durchgeführt werden.



Ergebnisse aus den FEM-Analysen

**Lösung:** Mit einem gemessenen Druckeigenstressverlauf wurde das FEM-Modell validiert. Die resultierenden Spannungsverläufe der neun parametrisierten FEM-Berechnungen (V0 bis V8) streuen stark. Die Spannungsverläufe von der Bohrung zur nahen Kante weisen nur geringe Gemeinsamkeiten auf, was die Herleitung einer analytischen Formel stark erschwert. Hingegen zeigen die Spannungsverläufe zwischen der Bohrung und der weiter entfernten Bauteilkante bei allen Analysen einen ähnlichen Verlauf von ca.  $-350$  [N/mm<sup>2</sup>] zu ca.  $+85$  [N/mm<sup>2</sup>]. Die Rissfortschrittsberechnungen unter einer variablen Lastabfolge wurden jeweils aufgrund des geringen Risswachstums abgebrochen. Durch Vergleich mit einem Bauteil ohne Druckeigenstressungen, bei welchem ein Rissfortschritt berechnet wurde, kann trotzdem festgehalten werden, dass die Kaltverfestigung zu einer deutlich höheren Lebensdauer führt.