

Effiziente Echtzeitüberwachung von Bauteilen unter thermomechanischer Ermüdung

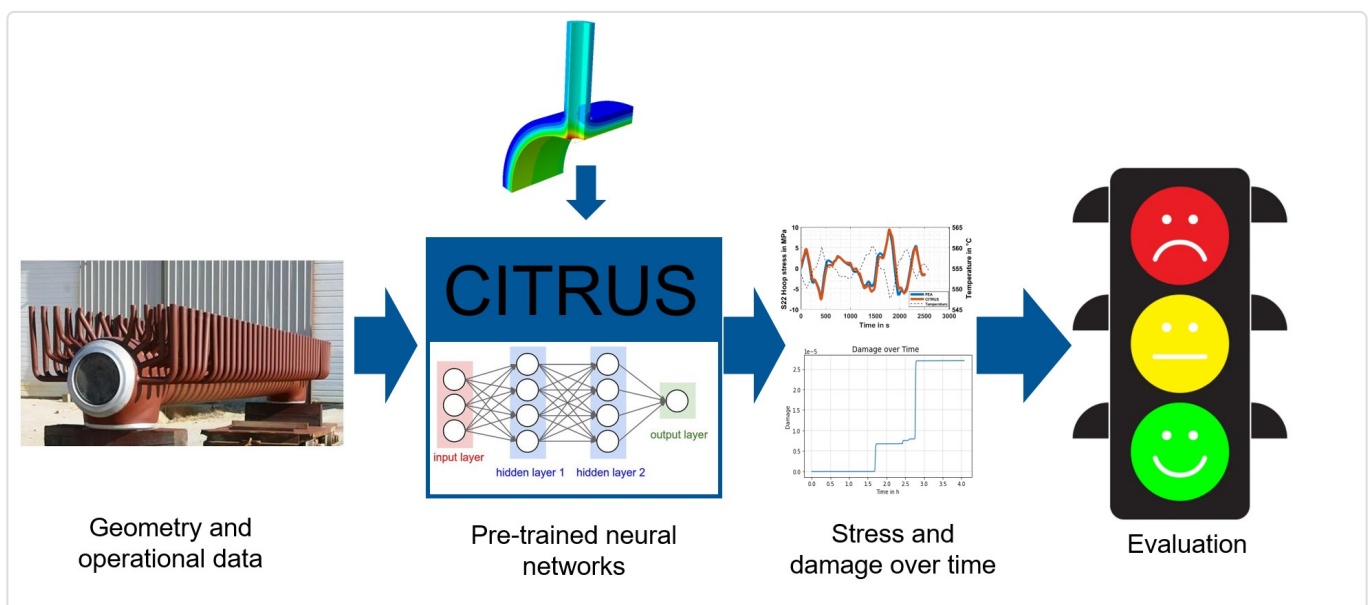
B. Engel¹

¹ University of Nottingham, Nottingham, Großbritannien

Die Überwachung von Komponenten und Systemen, welche aufgrund variabler Temperaturen und mechanischer Belastung thermomechanischer Ermüdung unterliegen, erweist sich als komplexe Aufgabe. Aktuelle Monitoring-Software, eingesetzt unter anderem in der Energieerzeugung, beruht auf der Überwachung von Sensordaten an kritischen Bauteilen. Dabei werden aktuelle Messwerte mit Datenmustern oder Designlimits verglichen und bei der Überschreitung von Grenzwerten eine Alarmmeldung ausgelöst. Problematisch dabei ist jedoch, dass dabei keine detaillierten quantitativen Aussagen über die dabei entstandenen Werkstoffschädigungen und damit einhergehende Lebensdauerreduzierung ermittelt werden können. Dazu sind in der Regel aufwändige numerische Simulationen notwendig, die aufgrund des hohen Zeit- und Kostenaufwands nur selten getätigt werden.

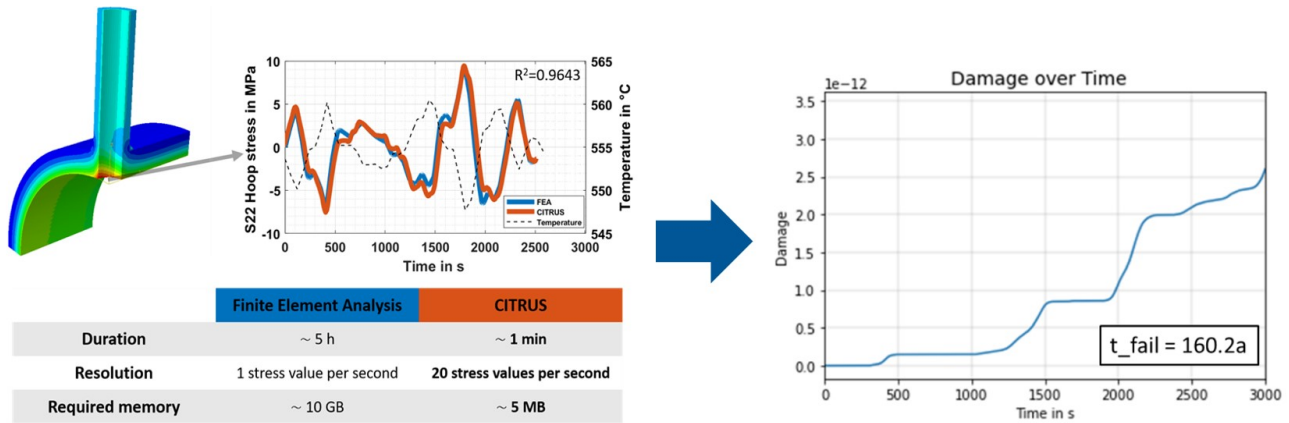
CITRUS (Component Integrity Readiness Utilisation System) kombiniert komplexe numerische Simulationen mit kontinuierlicher Bauteilüberwachung, um Werkstoffschädigung bzw. Lebensdauerreduzierung in Echtzeit vorherzusagen. Dazu nutzt CITRUS neuronale Netze, welche an finite Element Simulationen des Bauteils trainiert wurden. Eingehende Messsignale werden dabei in Echtzeit in stationäre und transiente Spannungstensoren transformiert, welche anschließend im postprocessing mittels Ermüdungs- und Kriechschädigungsmodelle in Werkstoffschädigung bzw. Lebensdauerreduzierung umgewandelt werden.

Durch die Echtzeitüberwachung mit CITRUS können Ingenieure und Betreiber komplexer Anlagen das Betriebsverhalten ihrer Systeme optimieren, um die Effizienz zu erhöhen, bei gleichzeitiger Minimierung der Bauteilschädigung. Dies führt zu einer verbesserten Anlagensicherheit und einer deutlichen Verringerung unvorhergesehener, kostenintensiver Ausfälle.



Datenfluss CITRUS

CITRUS basiert auf neuronalen Netzen, welche an finite Element Simulationen des zu überwachenden Bauteils und dessen Betriebsverhalten trainiert sind. Darauf aufbauend, transformiert CITRUS eingehende Sensorsignale in stationäre und transiente Spannungstensoren, welche dann in Schädigung und Lebensdauerreduzierung umgewandelt werden. Anschliessend wird das Ergebnis bewertet und dem Anwender in intuitiver und leicht verständlicher Form präsentiert.



Fallstudie Dampfsammler

Die Abbildung zeigt einen repräsentativen Temperaturverlauf eines Dampfsammlers eines Kohlekraftwerks und einen von CITRUS und FEA ermittelte Umfangsspannungsverlauf der sich dadurch ergibt. Es zeigt sich deutlich, dass CITRUS rund 300x schneller vergleichbare Resultate liefert. Zusätzlich ermittelt CITRUS die Werkstoffschädigung, welche bei überlagertem Innendruck entsteht.