



DIGITAL ENGINEERING

# Smarte CAE-Automatisierung erhöht die Effizienz

Maßgeschneiderte CAE-Automatisierungslösungen wie der Virtual Engineering Assistant können Ingenieure effizient unterstützen. Das Schweißnaht-Analyse-Programm ist ein Beispiel dafür, wie Komplexes auch einfach geht.

Im Zeitalter der Digitalisierung herrscht ein allgemein hoher Innovationsdruck, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Ineffiziente Arbeitsprozesse sowie risikobehaftete Analysen oder fehlerhafte Simulationen führen in der Konstruktion zu hohen Kosten, die die Wettbewerbsfähigkeit erheblich beeinträchtigen. Die Digitalisierung bietet aber auch Chancen, sich auf dem Markt durchzusetzen – zum Beispiel durch den Einsatz von Individualsoftware im Bereich Berechnung und Simulation. Mit computergestützten Analysen und der gezielten Optimierung von Prozessschritten können Ressourcen geschont, Kosten eingespart und innovative Lösungen entwickelt werden.

Unter Berücksichtigung dieser Aspekte stellte sich die Invenio Technical Simulations GmbH (Invenio TS), ein Unternehmen für Berechnungs-Dienstleistungen rund die Finite Elemente Methode (FEM) und Computational Fluid Dynamics (CFD), daher eine entscheidende Frage: Wie schaffen wir es, in unserem Unternehmensfeld wett-

bewerbsfähig zu bleiben und unseren Ingenieuren mehr Zeit für Innovationen bereitzustellen, um so die Qualität von Produkten für unsere Partner und Kunden nachhaltig zu optimieren? Die Antwort der Invenio TS: Systematische Automatisierung von zeitaufwändigen und fehleranfälligen Arbeitsschritten, um schnellere und erfolgversprechendere Problemlösungen für den Kunden zu garantieren. Aus dieser Notwendigkeit heraus wurden über die letzten Jahre verschiedene Algorithmen und Module entwickelt, die sich im sogenannten Virtual Engineering Assistant (VEA) bündeln.

Ziel der Anwendungen ist es unter anderem, die Auswertung von FEM-Ergebnissen zu automatisieren und bereits vor der eigentlichen Simulation Unstimmigkeiten im Finite-Elemente-Modell aufzuzeigen. Für die Kunden ergibt sich der Vorteil, überlastete oder überdimensionierte Bauteil-Positionen zuverlässig zu identifizieren und somit Kosten einzusparen. Auch durch Flüchtigkeit entstehende Unstimmigkeiten können

Maßgeschneiderte CAE-Automatisierungslösungen wie der Virtual Engineering Assistant begegnen dem immer herrschenden Innovationsdruck mit cleveren Ansätzen.



Bild: Invenio



nicht nur hohe Kosten verursachen, sondern dem Kunden im schlimmsten Fall sogar fehlerhafte Ergebnisse in seine Bauteilperformanz liefern.

Um dies zu verhindern und um die Prozesssicherheit und Effektivität sowie die Qualität des Endergebnisses nachhaltig zu steigern, werden die individuell entwickelten Algorithmen eingesetzt, um Prüfungen der FEM-Modelle nach entsprechenden Vorgaben und Normen durchzuführen. Mit dem Ziel im Hinterkopf, dem Kunden den nötigen Wettbewerbsvorteil zu verschaffen, setzt Invenio die Prozessautomatisierung bereits intern um und nutzt dabei aktuell folgende Module:

- Schweißnaht-Analyse-Programm nach den Normen DVS 1612, DVS 1608 und Eurocode
- Auswertung von Verbindungsmitteln nach Eurocode oder individuellen Festigkeitsanforderungen nach Kundenwünschen
- Auswerte-Programme für Power-Spectral-Density (PSD) sowie harmonische Analysen
- Amplitudenberechnung zur Identifizierung von relevanten Lastfallkombinationen
- Berechnung und grafische Darstellung von lokalen Bauteildicken sowie Kerbradien für Gussteile
- Schnittstellen zu Werkstoffdatenbanken
- Modul zur Überprüfung von Finite-Elemente-Modellen nach individuellen Ansprüchen, z.B. Prüfung der geometrischen Vorgaben nach Eurocode, Prüfung des realistischen Kraftflusses von Bauteilen und Schweißnähten oder Überprüfen fehlerhaft angebundener Verbindungsmittel
- Plausibilitätsprüfungen für Werkstoffe und Verbindungsmittel

## Deep Dive: Schweißnaht-Analyse

Das ingenieurgemäße Vereinfachen eines zu simulierenden Prüflings bedeutet, dass die komplexe realistische Struktur auf ein hinreichendes Finite-Elemente-Netz reduziert wird. Je einfacher das Netz aufgebaut ist, desto kostengünstiger wird die Modellerstellung für den Endkunden. Dabei spielt vor allem das Abbilden von Schweißnähten mittels Schalen-Elementen eine große Rolle. Da nicht alle Schweißnähte als Vollanschlüsse (sondern z. B. als einseitige Kehlnähte) ausgeführt werden, wäre an entsprechenden Stellen eine Reduzierung der Blechstärke im Modell notwendig.

Um diesen Modellaufwand zu vermeiden, werden die berechneten Spannungen erst bei der Ergebnis-Analyse in ein lokales Koordinatensystem transformiert und auf den entsprechenden reduzierten Schweißnaht-Querschnitt umgerechnet. Diese Umrechnung erfolgt im Verhältnis des Widerstandsmomentes des Referenz-Querschnittes im FEM-Modell zu dem tatsächlich vorhandenen Schweißnahtquerschnitt.

Da die Umrechnung somit nicht einfach linear ist, ist es ansonsten erheblich schwieriger für den Ingenieur, hochbelastete Positionen zu erkennen. Insbesondere bei großen Modellen mit unterschiedlichen Werkstoffen und einer hohen Anzahl von Schweißnähten oder stark abweichendem Verhältnis von Blechstärke zu Nahtdicke wird die Identifikation der Auslastungsgrade immer schwieriger und fehleranfälliger. Das Schweißnaht-Modul des VEAs kann hier die gesamte Struktur auf Grundlage bestimmter Normen (z.B. DVS 1612, DVS 1608 oder Eurocode) und unter Berücksichtigung entsprechender Kerbfallklassen auswerten. Diese Auswertung ermög-

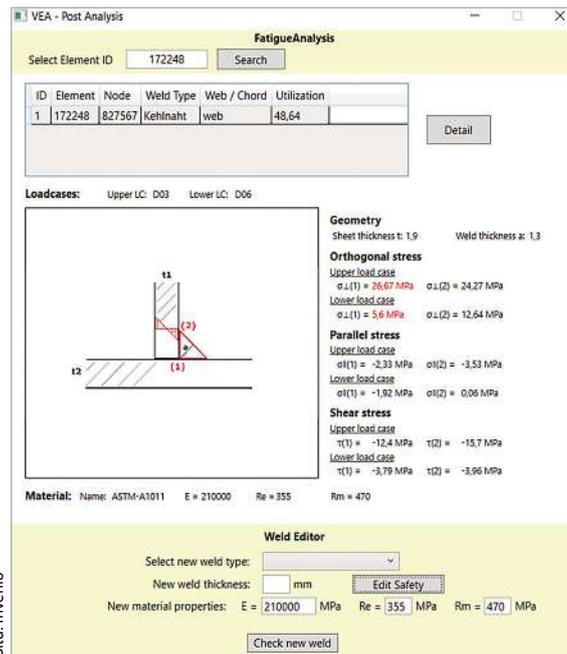


Bild: Invenio

Das Bild zeigt die Eingabemaske zum Prüfen von Schweißnaht-Änderungen.

licht wiederum eine vollumfängliche Abbildung der Produktleistung mit hochbelasteten oder überdimensionierten Bauteilpositionen, die anschließend zur Verfügung gestellt werden kann.

Änderungen an Schweißnaht-Formen oder Schweißnaht-Stärken gehören oft zum Alltag in der Konstruktion. In vielen Fällen ist somit eine nachträgliche Prüfung von angepassten Schweißnähten erforderlich. Um Verzögerungen im Entwicklungsablauf entgegenzuwirken oder mögliche Sparmaßnahmen zu prüfen, wird die Software verwendet, um die entsprechenden Schweißnähte hinsichtlich Werkstoffänderungen oder Schweißnaht-Typen schnellstens zu überprüfen. Die digitale Verwendung von Berechnungsdaten garantiert dem Kunden somit ein nachhaltiges Engineering.

## Branchenübergreifend und individuell

Der Virtual Engineering Assistant ist eine Sammlung von Softwaremodulen, mit der die Festigkeiten von FEM-Strukturen geprüft werden können, um Bauteildefizite oder Optimierungspotenziale schnell und sicher zu identifizieren – aber auch für die reine Optimierung von Arbeitsprozessen hinsichtlich Effektivität und Sicherheit. Durch die modular aufgebaute Struktur ist es möglich, maßgeschneiderte Module auf Basis des VEA zu entwickeln, um Kunden branchenübergreifend durch individuelle Software-Entwicklung in den unterschiedlichsten Themengebieten zu unterstützen. (mz)

FAKT

Die Entlastung der Berechnungsingenieure schafft mehr Zeit, sich auf die Herausforderungen der Kunden zu fokussieren.