

**HERAUSFORDERUNG:**  
Individuelle Auslegung eines Umformprozesses für die Fertigung einer Großkurbelwelle

**LÖSUNG:**  
Prozesssimulation

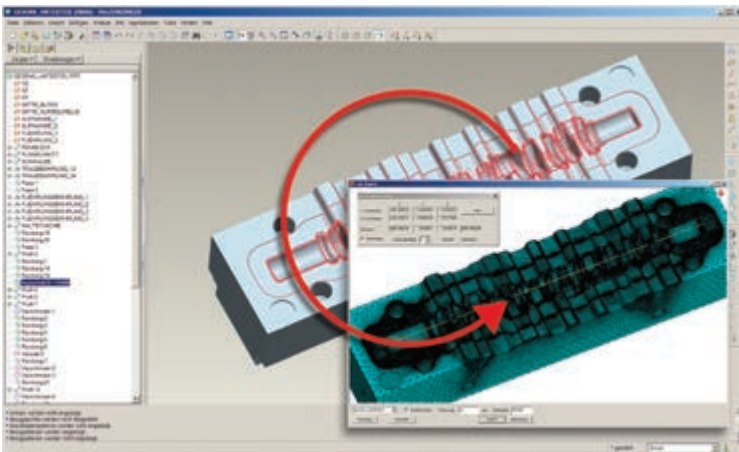
**VERWENDETE PRODUKTE:**  
Simufact.forming

**KUNDE:**  
Schmiedag GmbH & Co. KG  
Wildauer Schmiedewerke GmbH

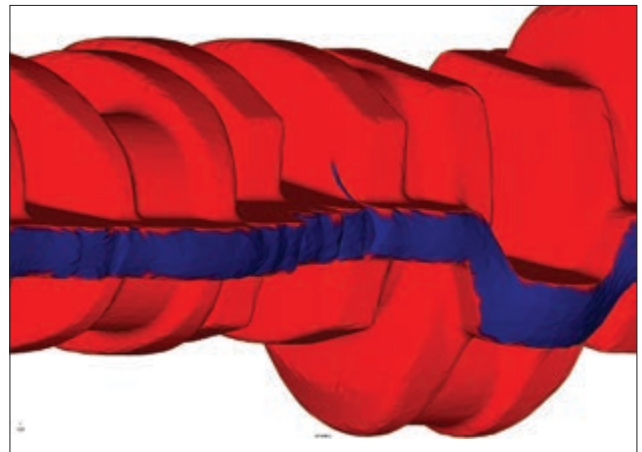


## Umformsimulation verschlankt Prozess bei der Herstellung von Großschmiedeteilen

**AUTOREN:** Volker Berghold (Schmiedag GmbH & Co. KG) Norbert Herrmann (Wildauer Schmiedewerke GmbH)  
Michael Wohlmuth (Simufact Engineering GmbH)



Komplette Baugruppen (Assemblies) können aus der CAD-Software übernommen werden



Oberflächenfehler können in der Simulation erkannt und in der Gesenkauslegung entsprechend berücksichtigt werden

**Kurbelwellen für Großdieselmotoren, die beispielsweise in Containerschiffen zum Einsatz kommen, werden in der Regel in Mittel- und Kleinserien geschmiedet. Da jede Kurbelwelle Besonderheiten aufweist, ist die Fertigung bzw. deren Planung eine Herausforderung. Hier findet die Umformsimulation ihren Einsatz.**

### Die Herausforderung

Die Wildauer Schmiedewerke GmbH ist europaweit einer der wenigen Betriebe, der Produkte dieses „Kalibers“ fertigen kann. Auf dem Flaggschiff der Wildauer, einem 630 kJ Hammer, können Gesenkschmiedeteile mit einem Gewicht von bis zu 3500 kg geschmiedet werden. Zu den Kunden der Wildauer Schmiedewerke gehören weltweit nahezu alle Großdiesel-Motorenhersteller, deren Motoren im Schiffsbau, in Diesellokomotiven sowie in der Energieerzeugung eingesetzt werden.

Um die Synergien bei den Werkzeugkonzepten für den Schmiedevorgang und bei der Auslegung des Fertigungsprozesses zu nutzen, arbeitet die Wildauer Schmiede mit der Hagener Firma Schmiedag GmbH & Co. KG zusammen. Beide Unternehmen sind eigenständige Werke im Verbund der Georgsmarienhütte Holding GmbH. Auf Grund der unterschiedlich eingesetzten Aggregate bieten Schmiedag und die Wildauer Schmiede ein variantenreiches Teilespektrum an. Um Prozesse zu optimieren und schneller zum gewünschten Ergebnis zu kommen, setzt man derzeit in beiden Unternehmen verstärkt auf die Umformsimulation.

### Die Kurbelwelle – das Herzstück des Motors

Einer Kurbelwelle für Großdieselmotoren kommt eine ganz besondere Bedeutung zu. Kurbelwellen müssen extremen Anforderungen genügen und so ausgelegt und gefertigt werden, dass

sie den enormen Belastungen des Motors über die gesamte Lebensdauer gerecht werden, da ein Versagen meist mit immensen Kosten verbunden ist und sogar lebensgefährlich werden kann (beispielsweise bei einem Antriebsausfall auf hoher See).

Kleinere Kurbelwellen, beispielsweise für PKWs, können in Schmiedepressen hergestellt werden. Die dafür eingesetzte Energie und die erforderliche Kraft der Pressen sind für den Umformvorgang noch ausreichend. Bei größeren Kurbelwellen – wie für Großdieselmotoren – muss, da die notwendige Energie für den gesamten Umformprozess nicht auf einmal aufgebracht werden kann, mit mehreren Schlägen und häufig in mehreren Hitzen die endgültige und gewünschte Bauteilform erzeugt werden. Das erfordert einen erfahrenen Schmiedemeister, der den eigentlichen Schmiedeprozess und

„Ausschlaggebend für den Einsatz der Umformsimulation war, dass man virtuell am Rechner den kompletten Schmiedeprozess simulieren und dadurch eventuelle Probeschmiedungen und Werkzeugänderungen vermeiden konnte. Mit der Simulation können wir frühzeitig erkennen, wo sich Fehler ergeben können und sind so in der Lage zu reagieren, bevor größere Kosten entstehen.“

Volker Berghold,  
Leiter Konstruktionsabteilung, Schmiedag



„Bei ca. 50-60 neuen Projekten pro Jahr sparen wir pro Projekt ein bis zwei Iterationen ein. Ohne konkrete Zahlen zu nennen kann man davon ausgehen, dass pro Variante bis zu fünfstellige Beträge entstehen können. Zurzeit setzen wir die Simulation vor allem ein, um den Stofffluss oder die Gesenkstandmenge zu betrachten. Zukünftig möchten wir auch die Gesenke selbst noch genauer betrachten, um diese weiter hinsichtlich Werkzeugspannungen und Verschleiß zu optimieren.“

Volker Berghold,  
Leiter Konstruktionsabteilung, Schmiedag

seine Mannschaft im Griff hat. Darüber hinaus ist es entscheidend, bereits im Vorfeld eine passende Auslegung der Fertigungsprozesse und Gesenke durchzuführen, um den gesamten Herstellungsprozess zu vereinfachen und im Ergebnis ein perfektes Bauteil zu erzeugen.

### Der Schmiedeprozess

Großkurbelwellen werden üblicherweise in zwei Operationen geschmiedet. In einem Vordruck nimmt man zunächst eine Massenverteilung vor, um im Bereich der Kurbelwangen genügend Material zur Verfügung zu haben. Danach geht es in die Fertigschmiede. Mit mehreren Hammerschlägen wird hier die Fertigform erreicht. Ist das Schmiedegut zwischenzeitlich zu sehr abgekühlt und nicht mehr schmiedbar, geht es zurück in den Ofen und wird danach fertig geschmiedet. Hierbei ist hinlänglich bekannt, dass Schmiedeteile dieser Größenordnung nur schwer ohne Oberflächenfehler herstellbar sind.

### Die virtuelle Vorarbeit

Der eigentlichen Produktion der Kurbelwellen geht in der Regel die Entwicklung und Auslegung der dafür notwendigen Schmiedegesenke voraus. In der Phase der Prozessauslegung berücksichtigt die Konstruktion die gesamte Fertigung und macht Vorgaben für die einzelnen Bearbeitungsschritte vom Schmieden bis hin zur Nachbearbeitung – einschließlich der Fehlerbereinigung. Mit der Anfrage des Kunden erhält die Schmiede in der Regel eine Fertigteilzeichnung, welche die Basis für die Rohlingsauslegung bildet. Bei der Gesenkentwicklung wird somit ein Standardbearbeitungsaufmaß auf das Fertigteil in Abhängigkeit von der Größe der Kurbelwelle berücksichtigt. Je nach Komplexität des Rohteils wird dann ein schmiedetechnischer Rohling ausgelegt, von dem man das Werkzeug ableitet. Um zu prüfen, ob das konstruierte Bauteil schmiedetechnisch umsetzbar ist, führt man hier zunächst eine Simulation durch. Somit kann rechtzeitig auf den Rohling Einfluss genommen und dieser ggf. abgeändert werden, bevor er per Zeichnung dem Kunden zur Freigabe vorgelegt wird. Das



Das Aggregat hat eine Gesamthöhe von ca. 20 m, davon liegen etwa 14 m unterirdisch. Gesenke bis zu 4,5 m Länge können eingebaut werden. Diese (Ober- und Untergesenke) wiegen jeweils ca 20 t.

Ziel der Auslegung ist es, nach dem Schmieden so wenig Fehler wie möglich bereinigen zu müssen, Wangen und Wangenschrägen sollten möglichst gar nicht mehr nachbearbeitet werden müssen.

### Mit Simulation zum Ziel

Für die angestrebten Prozesse und zur Auslegung eines gewichtsoptimierten Einsatzes des Rohmaterials kommt die Simulationssoftware Simufact.forming zum Einsatz. Sehr häufig wird angestrebt, bereits mit einem reduzierten Einsatzgewicht in die Schmiedung zu gehen, um so weniger Gratabfall zu haben. Dieses Ziel wird bei allen Simulationsprojekten im Hause Schmiedag verfolgt. Eine Gewichtsein-

spaarung von 10 - 30% gegenüber einem ersten Entwurf kann durch eine Variantenstudie bereits mit relativ geringem Simulationsaufwand erreicht werden.

### Ein typischer Anwendungsfall

Im jüngsten Fall der Vorauslegung einer Kurbelwellenfertigung wurde erfolgreich versucht, die Oberflächenfehler am Bauteil zu reduzieren, um so den Nachbearbeitungsaufwand zu minimieren. Die einzigen Parameter, die hierbei zur Verfügung standen, waren die Änderung der Blockabmessungen und die Modifikation der Vordruck-Operation, um eine unterschiedliche Massenverteilung sowie eine gewünschte Gratgestaltung zu erreichen. Bei der beschriebenen Kurbelwelle konnten die gewünschten Verbesserungen mit einer Änderung der Vordruckform sowie leichten Modifikationen am Grat erreicht werden, die Blockabmessungen konnten gegenüber dem ursprünglichen Fertigungskonzept beibehalten werden.

### Zusammenfassung

Die Umformsimulation mit Simufact.forming ist bei der Schmiedag seit über sechs Jahren im Einsatz. Seitdem werden der Materialfluss im Gesenk, Gratbildung und Varianten verschiedener Gesenk- und Rohlingsformen virtuell untersucht und optimiert.

Früher wurden – basierend auf dem Wissen einiger erfahrener Mitarbeiter – ein Werkzeug gebaut und eine Probeschmiedung durchgeführt. Dies dauerte ca. drei bis vier Varianten, durch den Einsatz der Simulation sind es nur noch maximal zwei, um zum erwünschten Ergebnis zu gelangen.

Ungeachtet weiterer zukünftiger Verbesserungen des Gesamtprozesses bei der Herstellung von Großkurbelwellen lässt sich aus heutiger Sicht feststellen, dass der Einsatz von Umformsimulation die Vorauslegung und den eigentlichen Fertigungsprozess deutlich vereinfacht, beschleunigt und kostengünstiger gemacht hat.