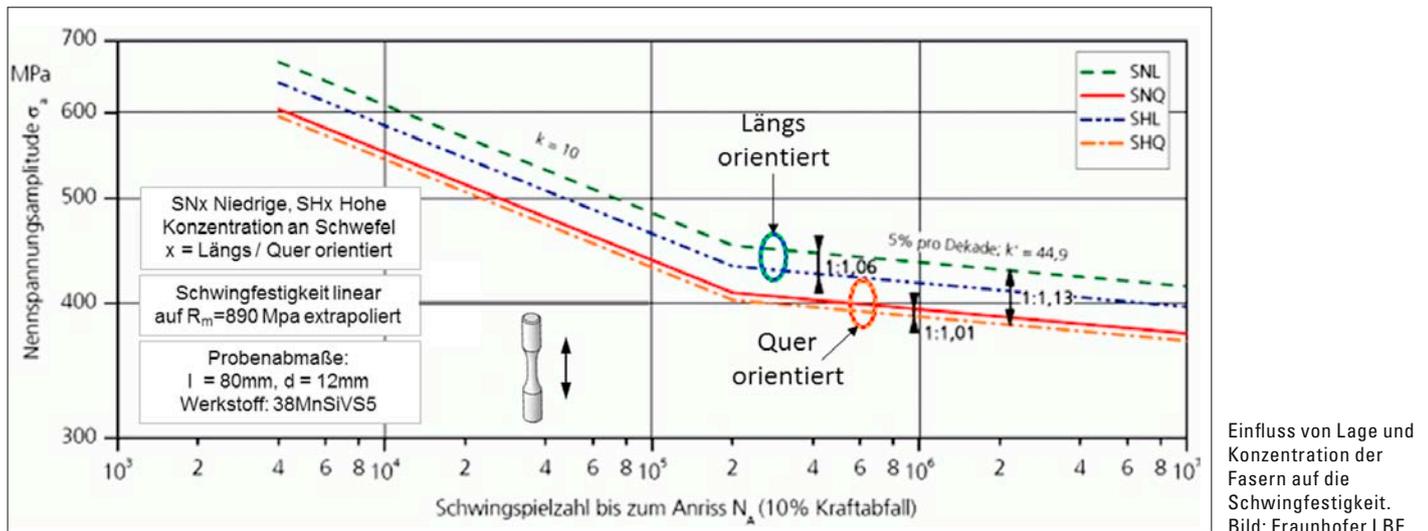


Spänemachen fast überflüssig

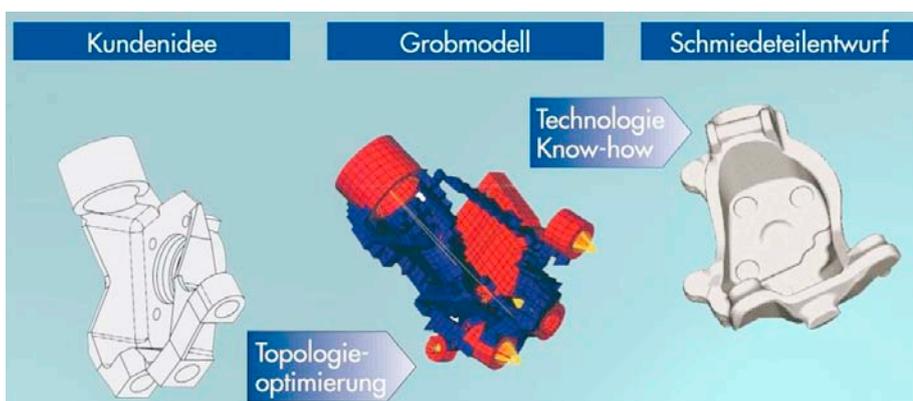
Energie- und Ressourcenschonung bei der Herstellung nebst geringer CO₂-Emission über den gesamten Lebenszyklus hinweg gelten heute als Standard. Die Massivumformung ist insoweit in einer Vorzugslage. Sie ermöglicht hoch belastbare, leichte Bauteile und geringen Materialeinsatz. Dank Net-Shape- oder Near-Net-Shape-Fertigung kann auf spanende Bearbeitung häufig verzichtet werden.



Nach Ansicht führender Experten wird der Bestand an Fahrzeugen mit klassischem Antrieb – also mit Verbrennungsmotor – bis 2030 weiter wachsen. Für 2020 ist bei Neufahrzeugen mit einem Zulassungsanteil an elektrifizierten Kfz zwischen 5 % und 15 % zu rechnen. Teil- oder vollelektrifizierte Fahrzeuge werden demnächst in größerer Breite angeboten werden als heute. Unabhängig von der Antriebsart wird man aber weiterhin Anstrengungen Richtung Leichtbau und Energieeffizienz unternehmen müssen. Stehen bei elektrisch angetriebenen Kfz möglichst hohe Reichweiten im Vordergrund, geht es bei klassischen Fahrzeugantrieben darum, die gesteckten CO₂-Ziele zu erreichen. In jedem Fall ist eine Steigerung

der Leistungsfähigkeit der Bauteile vonnöten. Für die Erreichung dieser Ziele werden nicht nur neue Werkstoffe und Verfahren benötigt: Nicht zuletzt auch aus Kostensicht wird man hierfür auch die entsprechenden Fertigungsverfahren und -methoden weiter ausreizen müssen. Hierbei bietet gerade die Massivumformung eine Reihe von zukunfts-trächtigen Entwicklungen an. Um bereits bei der Auslegung der Bauteile Potenziale zur Gewichtsminderung auszuschöpfen, ist sowohl konstruktiver als auch werkstofflicher Leichtbau gefordert. Konstruktiv orientiert man sich oft am Design eines bewährten Vorgängerbauteils. Dies kann Kosten und Risiken der Entwicklung in erheblichem Umfang einsparen, birgt aber die Gefahr in

sich, dass Neuerungen etwa aufgrund zwischenzeitlich stattgefundener Entwicklungen im Bereich des eingesetzten Verfahrens und der verwendeten Werkstoffe unberücksichtigt bleiben. Moderne Simulationsverfahren zur Gestalt- und Topologieoptimierung führen dagegen oft zu neuen, vorteilhaften Ansätzen. Insbesondere der tatsächlich nutzbare Bauraum sollte bei den Berechnungen entsprechend berücksichtigt werden. Bei der belastungsorientierten Auslegung kann so oft in erheblichem Umfang Gewicht eingespart werden. Daneben spielt die Wahl des Werkstoffs eine entscheidende Rolle. Dabei gilt es, die geforderten Eigenschaften durch optimale Abstimmung von Werkstoff und Fertigungsprozess zu erzielen.



Simulationsverfahren zur Gestalt- und Topologieoptimierung führen oft zu neuen, im Vergleich zu bewährten Bauteilen vorteilhaften Ansätzen.
Bild: Hirschvogel

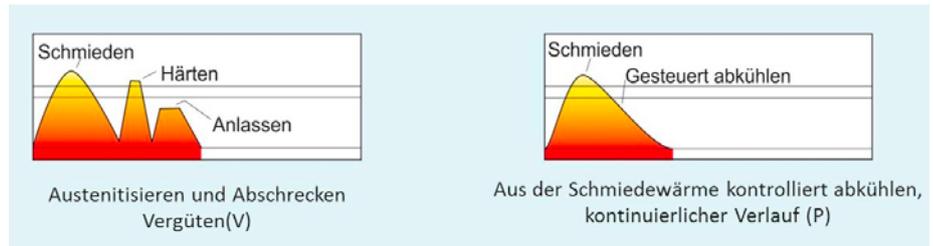
Wege in der Bauteilauslegung

Hier können Gefügeumwandlungen bei der Warm- und Halbwarmumformung oder auch die Verfestigung während einer Kaltumformung genutzt werden. Durch geschickte Werkstoffwahl ist zudem möglich, bisher separat dargestellte Funktionen Bauteil zu integrieren. Als Beispiel sei die mit dem Stahl-Innovationspreis 2009 ausgezeichnete, von den Firmen Schaeffler und Hirschvogel Umformtechnik gemeinsam entwickelte Leichtbau-Ausgleichswelle für Pkw-Vierzylindermotoren genannt, bei der die Wälzkörper des Nadellagers direkt auf der gehärteten Welle laufen können. So konnte der Innenring eingespart werden.

Im Bereich der Massivumformung sind Stahl und Aluminium die am häufigsten eingesetzten Werkstoffe. Bei Fahrwerksbauteilen hat in den vergangenen Jahren auf breiter Front eine Umstellung auf Aluminium stattgefunden. Im Vergleich zu Wettbewerbsverfahren bieten Schmiedebauteile hier im Missbrauchsfall höhere Sicherheitsreserven. Gegenüber Stahlbauteilen wurde nicht nur in erheblichem Umfang Gewicht eingespart, sondern auch der Fahrkomfort gesteigert.

Entwicklung bei Werkstoffen

Bei Stählen spielen seit vielen Jahren die sogenannten AFP-Stähle – ausscheidungshärtende ferritisch-perlitische Stähle – eine immer bedeutendere Rolle. Wichtiger Vorteil dieser niedrig legierten Werkstoffe im Vergleich zu den bekannten klassischen Vergütungsstählen mit ihrer hervorragenden Kombination aus Festigkeit und Zähigkeit ist die Tatsache, dass sie optimale Eigenschaften allein durch gesteuerte Abkühlung aus der Schmiedehitze erreichen. Neben den geringeren Legierungskosten ergeben sich weitere Einsparungen durch den Wegfall der sonst erforderlichen Wärmebehandlung. Gleichzeitig ist dies ein wichtiger Beitrag zur Energieeffizienz.



Nutzung der Prozesswärme zur Einstellung der gewünschten Festigkeit der Bauteile.

Bild: IMU

Trotz des bereits hohen Entwicklungsstands scheinen die AFP-Stähle noch weiteres Potenzial zu haben. Die Schmiedebbranche treibt deshalb über den Industrieverband Massivumformung e.V. (IMU) zusammen mit namhaften Forschungseinrichtungen Projekte zur Weiterentwicklung von AFP-Stählen voran. Daneben gilt die Aufmerksamkeit den bainitischen Stählen, die bei guten Zähigkeitseigenschaften und kostengünstiger Legierungslage ein noch höheres Festigkeitspotenzial als die AFP-Stähle bieten. Hierbei werden Streckgrenzen jenseits 800 MPa für AFP sowie besser als 850 MPa für Bainit angestrebt. Innerhalb der Forschungsprojekte konnte das Ziel durch die Entwicklung eines höher mikrolegierten

ausscheidungshärtenden ferritisch/perlitischen Stahls (AFP-M) realisiert werden. Durch Höherdosierung von Mikrolegierungselementen konnten Festigkeiten eingestellt werden, die denen der Vergütungsstähle nahekomen. Mit Hilfe des mikrolegierten AFP-Gefüges konnten an einem Lkw-Achsschenkel mit der serienüblichen Prozessroute Streckgrenzen von über 800 MPa und Zugfestigkeiten von über 1100 MPa bei einer Bruchdehnung > 10 % erreicht werden. Die Zähigkeit konnte dabei jedoch noch nicht über das Niveau der bereits eingesetzten AFP-Stähle angehoben werden. Auch die Eignung von bainitischen Stählen konnte an zwei Pilotbauteilen – Common-Rail-Bauteil und Lkw-Achs-

Systemlösungen

Richtapparate

Rollen

Führungen

Antriebe

Vorformer

Maschinen

Top News



AS PO/FX

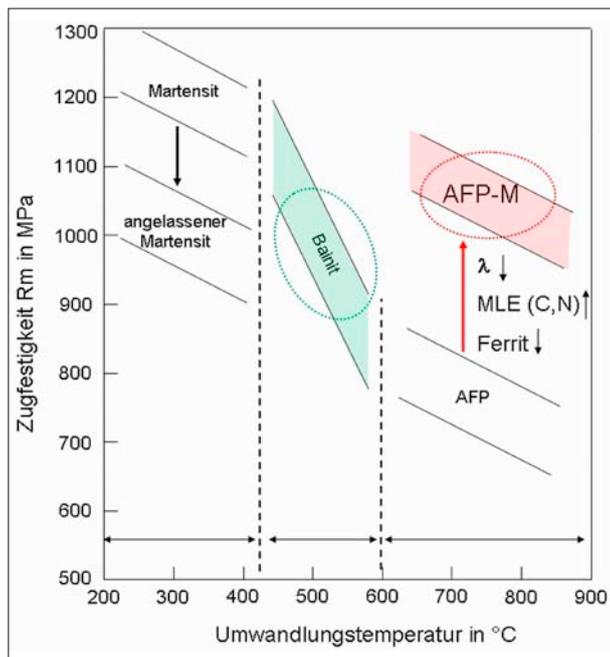
WITELS
ALBERT.COM

Sind Ihre Richtapparate in bezug auf die Minimierung der Querkräfte optimiert?

Moderne Simulationstools gestalten Richtapparate, die unsere Richtmodule AS PO/FX nutzen. Die modulare Bauweise ermöglicht die Sicherstellung einer spezifischen oder einer variabel einstellbaren Rollenteilung. Dadurch werden die beim Richten entstehenden Querkräfte minimiert und eine schonende Verarbeitung des Materials ist garantiert. Jedes Richtmodul trägt entweder eine feste oder eine einstellbare Rolle, die über einen Hydraulizylinder translatorisch bewegt wird. Eine definierte Rollenverteilung gelingt durch die Positionierung eines zugeordneten Anschlag unter Nutzung einer Positionsanzeige. Für Drähte von 5 mm bis 40 mm sind aus Modulen bestehende Richtapparate realisierbar, die für alle Abmessungen eine identische Nulllinie sicherstellen und über das Merkmal Schnellöffnung/Schnellverschluss verfügen. Detaillierte Informationen über Richtmodule und Richtapparate halten unsere HOTLINE und das INTERNET bereit!

WITELS-ALBERT GmbH
Malteserstr. 151-159, D-12277 Berlin

HOTLINE / FAX: +49 (0)30 723 988-27 / -88 Marcus Paech
INTERNET: www.witels-albert.com / info@witels-albert.com



Entwicklungsfelder für die Werkstoffentwicklung.
Bild: RWTH Aachen

schenkel – nachgewiesen werden. Hierbei konnten Streckgrenzen über 780 MPa und Zugfestigkeiten über 1200 MPa bei einer Bruchdehnung $> 10\%$ erreicht werden. Der Bainitanteil betrug dabei 97 % bis 99 %. Im Rahmen des Projekts wurde zusätzlich ein numerisches Modell zur Vorhersage der Gefügeentwicklung im Bauteil erstellt. Neben diesen Entwicklungen wurde ein Projekt zu einem Schmiedestahl mit TRIP-Effekt beantragt. TRIP steht für Transformation Induced Plasticity. Das Material profiliert sich gegenüber konventionellen Schmiedestählen und zwischenstufen-vergüteten ADI-Gusseisen-Werkstoffen (Austempered Ductile Iron) durch verbessertes Verhalten bei Überlast und variabler Betriebsbeanspru-

chung. Es ist somit für den Einsatz im Automobilbereich prädestiniert. Der Schmiedestahl dürfte gegenüber den heute verfügbaren Werkstoffen sowohl bei Raum- als auch bei Tieftemperatur eine höhere dynamische Festigkeit bei mindestens vergleichbarem Zähigkeitsverhalten haben. Voraussetzung für die optimale Auslegung eines Bauteils ist die Kenntnis der Werkstoffeigenschaften und des Verhaltens des Werkstoffs. Dies nicht nur unter Betriebsbedingungen, sondern auch im Missbrauchsfall. Grundsätzliche Idee ist hierbei, dass eine auf Basis realitätsnaher Belastungsprofile und Versagenskriterien sowie unter Berücksichtigung

lokaler Bauteilbelastungen und -eigenschaften durchgeführte Dimensionierung von Bauteilen gegenüber der pauschalierten Bemessung zu einem geringeren Materialbedarf führen sollte. Hierzu wurden verschiedene Forschungsprojekte gestartet.

So beschäftigt sich das Projekt „Betriebs-sichere Auslegung von Fahrwerkssicherheitsbauteilen aus AFP-Stahl“ mit der Entwicklung eines auf Betriebsfestigkeits-Nachweis und Bruchmechanik basierenden Bemessungskonzepts. Ausgehend von den Werkstoffeigenschaften soll eine ausreichende Dimensionierung der bestimmungsgemäßen Fahrzustände mit einem Betriebsfestigkeits-Nachweis geführt werden. Für die

Fahrzustände „Überlasten“ und „Sonderereignisse“ soll der Festigkeitsnachweis auf Basis der Bruchmechanik entwickelt werden. Ein zweites Projekt betrifft die „Untersuchung der Versagenskriterien von Schmiedeteilen aus Stahl und Aluminium“. Hierbei soll eine Bemessungsmethode für zyklisch beanspruchte Bauteile entwickelt werden, die im Stande ist, das reale Bauteilversagen möglichst genau vorherzusagen. Hierdurch können Bauteile häufig mit geringerem Gewicht als bislang ausgelegt werden. Ein weiteres, mittlerweile abgeschlossenes Projekt hat sich mit dem „Einfluss von Faserverlauf und Gefüge auf die Schwingfestigkeit von AFP-Stählen“ befasst. Ziel war die Ermittlung quantitativer Zusammenhänge zwischen Faserverlauf, Gefüge und Schwingfestigkeit. Als Ergebnis kann eine Anisotropie auf Grund der im Stahl enthaltenen nicht-metallischen Einschlüsse festgestellt werden, die sich entsprechend dem Materialfluss und dem Walzprozess bei der Stahlerzeugung zeitig ausrichten.

Versagensorientierte Auslegung

Bei dieser Richtungsabhängigkeit der Schwingfestigkeit spielen insbesondere Mangansulfide eine Rolle. Die Schwingfestigkeit ist bei Belastung längs zur Faserrichtung um rund 10 % höher als bei Belastung quer zu den Fasern. Die Nutzung des Wissens um den Materialfluss bei der Umformung führt – bei einer bezüglich der Faserrichtung optimierten Auslegung der Bauteile – zu einer erheblichen Lebensdauererhöhung und ermöglicht eine Reduktion des Materialeinsatzes bei gleicher Lebensdauer.

Das Einsparen von Vormaterial kann zur Energieeffizienz der Prozesskette beitragen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der



Net-Shape und Near-Net-Shape-Bauteile machen die spanende Nachbearbeitung entbehrllich.
Bild: IMU



Fahrwerksteile für den Automobilbau aus Stahl sowie aus Aluminium.
Bild: IMU



Je nach Auslegung und Bauraum können Wellen leichter und torsionssteifer ausgeführt werden.
Bild: IMU

Gesamtenergiebedarf zur Erzeugung eines Umformteils zu etwa zwei Dritteln bereits bei der Herstellung des Stabmaterials angefallen ist. Je nach Verfahren kann sich dieses Verhältnis nochmals zu Gunsten des Umformteils verschieben. Kann das Rohteilgewicht durch geeignete Maßnahmen noch weiter reduziert werden – beispielsweise optimierte Auslegung der Vorform mit FEM, gratarmes oder gratloses Umformverfahren –, so kann deshalb nicht nur Material, sondern unter dem Strich auch Energie eingespart werden.

Zwar geht der Trend beim Massivumformen immer mehr zum Net-Shape oder Near-Net-Shape-Bauteil, doch finden sich dennoch an den Rohteilen oft Zerspannungsaufmaße. Fortschritte bei den Verfahren der Massivumformung lassen heute jedoch in vielen Fällen geringere Bearbeitungsaufmaße zu, als dies noch vor einiger Zeit der Fall war. Funktionsflächen, die durch spanende Bearbeitung nur mit großem Aufwand herzustellen wären, lassen sich vielfach durch Massivumformung direkt einbaufertig darstellen. Der Kostenvorteil liegt dabei nicht nur in den eingesparten Bearbeitungskosten, sondern auch im eingesparten Vormaterial. Eine Materialeinspa-

rung kann aber auch bei hohl ausgeführten Bauteilen erreicht werden. Der für die hohle Ausführung der Bauteile erforderliche umformtechnische Mehraufwand wird zumindest teilweise und in manchen Fällen sogar vollständig durch den eingesparten Materialeinsatz kompensiert. Da viele solcher Bauteile im Betrieb ständig wechselnde Drehzahlen übertragen – beispielsweise Getriebewellen –, kann durch die hohle Ausführung erheblich Energie eingespart werden. Je nach konstruktiver Auslegung und abhängig vom Bauraum ist es auch möglich, Wellen nicht nur leichter, sondern gleichzeitig auch torsionssteifer auszuführen.

Verbesserung bei der Energienutzung

In bestimmten Fällen können weitere Funktionselemente wie etwa Steckverzahnungen in den Hohlfertigungsprozess integriert und damit kostengünstig gefertigt werden. Neben der Nutzung der Schmiedewärme für eine integrierte Wärmebehandlung (AFP) sind weitere Nutzungsansätze denkbar. In mehreren Vorhaben der Schmiedeindustrie wird deshalb untersucht, wie die Erwärmung auf Umformtemperatur effizient erfolgen kann und wie sich diese Wärmeenergie besser als

heute nutzen lässt, beispielsweise durch Energierückführung. Erste Ergebnisse z.B. aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt „Enermass“ (Effizientes Massivumformen von Stahl) zeigen entsprechende Möglichkeiten auf, die auch bereits in der Praxis umgesetzt werden.

Michael Dahme, Leiter des Ausschusses
Forschung und Technik im Industrieverband
Massivumformung (IMU), Hagen



www.umformtechnikmagazin.de

Fanden Sie den Beitrag nützlich?
Sähen Sie gerne mehr zum Thema im Heft?
Stimmen Sie ab: www.umformtechnikmagazin.de

Industrieverband Massivumformung e.V.

Goldene Pforte 1, 58093 Hagen
Tel.: +49 2331 9588-0
Fax: +49 2331 51046
E-Mail: osenberg@metalform.de
Internet: www.metalform.de

WAFIOS
UMFORMTECHNIK

Maschinen für Formteile



WAFIOS
Umformtechnik GmbH
Im Flehelspän 35
42369 Wuppertal
Telefon +49 (0)202 46 68-0
Telefax +49 (0)202 46 68-226

sales@wafios-umformtechnik.de
www.wafios-umformtechnik.de

Umformer für die Luft- und Raumfahrtindustrie

- Maschinen zur Fertigung von Formteilen u.a. für die Luft- und Raumfahrtindustrie
- Basierend Umformverfahren von rostfreien Stählen, Titan und Inconel
- Optimale Positionierung der Erwärmung in der Maschine zwischen Schere und Drehteilzug
- Dadurch minimale Wärmeverluste und hohe Energieeffizienz
- Genaue Steuerung der Temperatur durch Regeltechnik bis über 900°C
- Zunderfreier Aufwärmprozess, spezielle Drehbeschichtung nicht erforderlich
- Werkstoffe können mit geringerer Presskraft umgeformt werden
- Hohe Werkzeugstandzeiten, hohe Taktraten und deutliche Produktionssteigerung

Hilgeland
Kieserling
MRP
Nutap