
Das Maß der Dinge

Großskalierung von Fertigungsverfahren für XXL-Produkte

Die Umformtechnik stößt aufgrund der aktuell verfügbaren Fertigungsanlagen bei sehr großen Bauteilen an die Grenzen der verwendeten Umformverfahren. Schaut man hinter den Horizont dieser technischen Grenze, stellt sich die Frage: Bis zu welcher Größe können Bauteile theoretisch umgeformt werden?

In den Branchen Windenergieanlagenbau, Flugzeugbau und Schiffbau spielt die Herstellung von großen Komponenten eine zentrale Rolle. Ein Beispiel ist die umformtechnische Herstellung von großskaligen Metallbauteilen, die Größen bis zu mehreren Metern erreichen können, z. B. Schiffswellen oder Turmsegmente von Windenergieanlagen. Um diese Bauteile herstellen zu können, werden die eingesetzten Umformanlagen derzeit bis an ihre technischen Grenzen gebracht. Beispiele hierfür sind die Anlagenabmessung und die verfügbare Umformkraft. Die Vermutung liegt nahe: Die physikalischen Grenzen des jeweiligen Umformverfahrens sind noch nicht ausgereizt. Sie liegen deutlich höher als die technischen Grenzen. Die physikalische Grenze wird durch innere Effekte bestimmt, beispielsweise eine überproportionale Zunahme der Fließspannung bei einer Großskalierung. Diese Effekte stellen eine echte Barriere für die Umformung dar.

Aus Klein mach Groß

Die Kleinskalierung von Umformverfahren aus dem konventionellen Zentimeterbereich in den Bereich der Mikroprodukte wird in zahlreichen Forschungsvorhaben untersucht. Die Skalierung in die Gegenrichtung, hin zu XXL-Produkten, findet derzeit noch wenig Beachtung. Eine Erkenntnis der Mikroforschung ist der unterschiedliche Einfluss der Prozessparameter. Während in der konventionellen Umformung z. B. das Gefüge nur einen sekundären Einfluss besitzt, gewinnt es mit abnehmender Bauteilgröße an Bedeutung. Dieses Phänomen wird als Skalierungseffekt bezeichnet.

Für eine Großskalierung liegen derzeit noch keine Erkenntnisse über vergleichbare Phänomene vor. Während die maßgeblichen Skalierungseffekte der Mikroumformung bei der Großskalierung keine Rolle spielen, treten bei der Großskalierung neue Effekte auf. Ein Beispiel ist die relativ geringe Auskühlung eines warm umgeformten Bauteils und die dadurch stark abweichenden Umform- und Materialeigenschaften.



Simulation mit Potenzial

In der Simulation von Umformprozessen findet derzeit keine Berücksichtigung von Skalierungseffekten statt. Diese Effekte spielen jedoch vor allem zur Ermittlung der physikalischen Grenzen der Umformverfahren eine große Rolle. Im Rahmen eines Forschungsprojekts werden am IPH erstmals relevante Skalierungseffekte identifiziert und in Simulationsmodelle integriert. Diese erweiterten Modelle werden in die Simulationsprogramme LS-DYNA und FORGE3 implementiert. Auf Basis angepasster Berechnungsmethoden erfolgt die Durchführung umfangreicher Simulationen. Durch eine Variation der Verfahrensparameter, z.B. Bauteilgröße, Umformtemperatur und Umformkraft, soll die physikalische Grenze des Umformverfahrens ermittelt werden.

Ein abschließender Vergleich von den ermittelten technischen und physikalischen Grenzen soll das Entwicklungspotenzial ausgewählter Umformverfahren aufzeigen. Das wirtschaftliche Potenzial der Umformverfahren wird durch eine Kosten-/Nutzenanalyse anhand eines Beispielbauteils ermittelt. Durch die so gewonnenen Erkenntnisse können XXL-Produkte zukünftig effizienter ausgelegt und somit das Potenzial der Verfahren stärker ausgeschöpft werden.



www.formlimit.xxl-produkte.net

Das Projekt „Großskalierung umformtechnischer Fertigungsverfahren an ihre physikalischen Grenzen“ wird von dem Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur (MWK) und dem Niedersächsischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (MW) im Rahmen des Verbundprojekts „Innovationen für die Herstellung großskaliger Produkte“ gefördert.
