



## „Take-off“ für hochfestes Aluminium im Automobilbau

**Aushärtbare Legierungen der 7xxx-Familie werden seit vielen Jahren in der Luftfahrt eingesetzt und bieten aufgrund der extrem hohen spezifischen Festigkeit bisher ungeahntes Leichtbau-Potenzial für die Automobilindustrie.**

Die für Blechanwendungen im Automobilbau üblicherweise eingesetzten Aluminiumlegierungen sind naturharte Legierungen der 5xxx-Familie und aushärtbare Legierungen der 6xxx-Familie. Sie verbinden das Potenzial des Leichtbauwerkstoffes mit guter Umformbarkeit und Schweißbarkeit, erreichen jedoch nicht die absoluten Festigkeiten von höherfesten Stahlwerkstoffen. Typische Vertreter der 5xxx-Familie sind EN AW-5754 und 5182. Bekanntester Vertreter der 6xxx-Familie ist EN AW-6016. Neben der Kaltverfestigung

durch Umformung erfahren die 6xxx-Legierungen eine weitere Festigkeitssteigerung durch eine aushärtende Wärmebehandlung, die als Nebeneffekt einer Lacktrocknung der Karosserie erzielt wird. Die aushärtbaren 6xxx-Legierungen werden wegen der fließfigurenfreien Oberfläche auch im Außenhautbereich eingesetzt.

Höhere Festigkeiten und damit ausgeweitetes Leichtbaupotenzial durch Blechdickenreduzierung können mit den höchstfesten AlZnMgCu-Aluminiumlegierungen der 7xxx-Familie erzielt werden. Diese Legierungen finden im Flugzeugbau bereits seit Jahrzehnten eine breite Anwendung, unter anderem auch als hochbelastete Bleche in der Rumpfstruktur und den Tragflächen. Die im Vergleich zu hochfestem Stahl höhere spezifische Beulsteifigkeit dieser Aluminiumlegierungen ermöglicht

deutliche Gewichtseinsparungen beim Einsatz in Strukturbauteilen. Darüber hinaus ermöglicht die hohe Festigkeit in Kombination mit einer Restdehnung von über 10 % eine überlegene Energieabsorption beim Seitenaufprall.

Eine reine Werkstoff-Substitution führt in der Regel nicht zu einem optimalen Konstruktionsergebnis – weder in technischer noch in ökonomischer Hinsicht. Eine optimale Konstruktionslösung betrifft die gesamte Prozesskette vom Halbzeug bis zur Baugruppe. Wie in anderen Werkstoffklassen gilt es, einen geeigneten Kompromiss zwischen Festigkeit und der zur Herstellung der Bauteile benötigten Umformbarkeit zu finden. Geeignete, prozesssichere Fügeverfahren sind eine weitere Grundvoraussetzung für den Einsatz. Darüber hinaus sind die aus dem Betrieb des

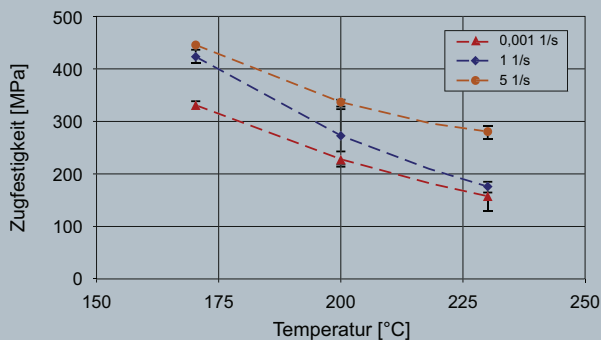


Abbildung 1: Einfluss der Umformtemperatur und der Dehngeschwindigkeit auf die Zugfestigkeit von AMAG TopForm® UHS

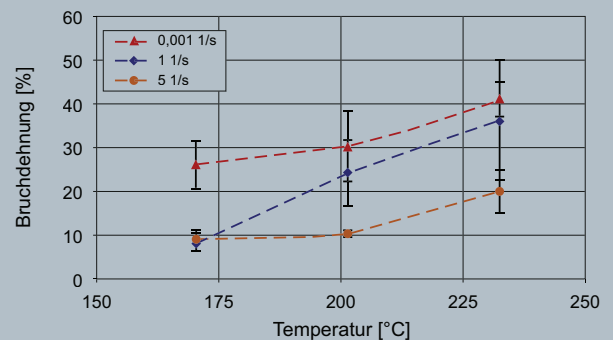


Abbildung 2: Einfluss der Umformtemperatur und der Dehngeschwindigkeit auf die Bruchdehnung von AMAG TopForm® UHS



Fahrzeuges resultierenden Werkstoffanforderungen wie Korrosionsbeständigkeit, Wechselfestigkeit oder Verformungsverhalten beim Crash zu erfüllen.

Die Legierungen der 7xxx-Familie weisen im hochfesten Wärmebehandlungszustand T6 eine stark eingeschränkte Umformbarkeit bei Raumtemperatur auf. Für Luftfahrtanwendungen wird daher in dieser Werkstoffklasse vielfach das Blech im weichen Werkstoffzustand umgeformt. Dies erfordert allerdings eine anschließende aufwendige Wärmebehandlung des gesamten Bauteiles und ist somit nicht praktikabel unter den Randbedingungen der automobilen Serienfertigung.

Ein aussichtsreicher Ansatz zur Verbesserung des Umformvermögens der höchstfesten 7xxx-Aluminiumlegierungen ist die Erhöhung der Temperatur in den Bereich des Halbwarm-Umformens. Im halbwarmen Temperaturbereich ab bereits 150° C steigen die Duktilität und die erreichbare Formänderung der 7xxx-Legierungen deutlich an. Gleichzeitig nimmt der Fließwiderstand ab. Unter dem Markennamen AMAG TopForm® UHS wurde eine für die Halbwarmumformung optimierte Variante der Normlegierung EN AW-7075 entwickelt. Die Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Umformtemperatur und der Umformgeschwindigkeit von AMAG TopForm® UHS ist in Abb. 1 dargestellt. Die Zugfestigkeit im halbwarmen Bereich wird mit zunehmender Temperatur und abnehmender Dehnrate herabgesetzt und reduziert sich bereits bei 170° C beträchtlich, die Bruchdehnung nimmt dagegen wie gewünscht zu, siehe Abb. 2.

Abb. 3 zeigt das Grenzform-Änderungsdiagramm von AMAG TopForm® UHS für verschiedene Temperaturen. Als Referenz dient die kalt umformbare Standard-Legierung 6016-T4. Erkennbar in dieser Darstellung ist die erwartungsgemäß eingeschränkte Umformbarkeit von AMAG TopForm® UHS bei Raumtemperatur. Bereits ab 170° C ist die Umformbarkeit von AMAG TopForm® UHS vergleichbar mit der von 6016-T4, bei einer Umformtemperatur von 230° C ist die Umformbarkeit von AMAG TopForm® UHS deutlich besser als die Referenz 6016-T4 – trotz drastisch höherer Festigkeit im umgeformten Bauteil. Die im Bauteil zu erwartende Festigkeit ergibt sich aus der Ausgangsfestigkeit von AMAG TopForm® UHS, die rund 550 MPa beträgt,

und dem Festigkeitsverlust, der durch die Wärmeeinwirkung während der Umformung und einer eventuell im weiteren Fertigungsablauf durchgeführten Lackeinbrennung hervorgerufen wird. Diese Einflüsse sind in Abb. 4 dargestellt. Bei geeigneter schneller Prozessführung – die aus Gründen der Produktivität ohnehin erwünscht ist – kann der Einfluss einer kurzfristigen Wärmeeinwirkung bei Umformung nahezu vernachlässigt werden.

Einen stärkeren Einfluss hat die Wärmeeinwirkung einer Lack-Trocknung, welche mit einem typischen Zeit-/Temperaturprofil von 20 – 30 Minuten bei 180 – 190° C durchgeführt wird. Dabei kommt es zu einem moderaten Festigkeitsabfall und zur Einstellung eines sogenannten überalterten Zustandes. Je nach Anwendungsfall kann dies sogar wünschenswert sein, um andere Werkstoffeigenschaften wie z. B. Beständigkeit gegen Spannungs-Riss-Korrosion zu verbessern.

Die Einordnung des halbwarm umgeformten AMAG TopForm® UHS im Vergleich zu kalt umgeformten Aluminiumlegierungen zeigt das Festigkeits-Dehnungs-Diagramm in Abb. 5. Dies verdeutlicht, dass durch die Umformung bei moderaten Temperaturen eine Kombination aus Geometrie Komplexität und Festigkeit erzielt werden kann, die der konventionellen Kaltumformung deutlich überlegen ist.

Die Frage, welches Gewichtseinsparpotenzial durch den Einsatz hochfester Aluminiumbleche realisierbar ist, kann nicht pauschal beantwortet werden, da dies stark von der Konstruktionssituation und den spezifischen Anforderungen an das Bauteil abhängig ist. Sind jedoch hohe Festigkeit, Beulsteifigkeit und Energieabsorption bei geringem Gewicht gefordert, so stellt AMAG TopForm® UHS eine erste Wahl dar. Hier kommen die Vorteile dieser Legierungsklasse – sehr hohe spezifische Streckgrenze und Festigkeit bei vergleichsweise hoher Restdehnung – in vollem Umfang zum Tragen. Die Halbwarmumformung bei moderaten Temperaturen ermöglicht eine große Designfreiheit bei überschaubarem Prozessaufwand.

Die Herausforderung liegt in der wirtschaftlichen und prozesssicheren Umsetzung der für diese Legierungsklasse spezifischen Weiterverarbeitungsprozesse. Hier liegt gegenwärtig ein Schwerpunkt in den Entwicklungsleistungen der AMAG gemeinsam mit Partnern aus der Automobilindustrie. ■

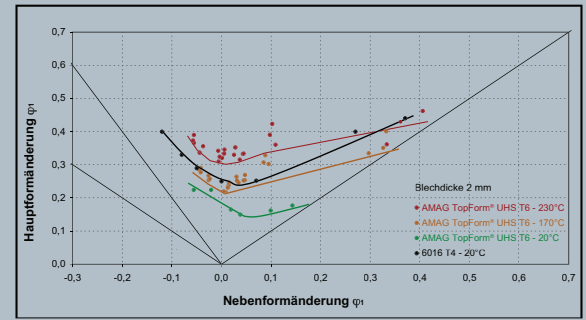


Abb. 3: Temperaturabhängiges Grenzform-Änderungsdiagramm von AMAG TopForm® UHS. Als Referenz dient die für ihre gute Kaltumformbarkeit bekannte Standard-Aluminiumlegierung 6016-T4. Unterhalb der jeweiligen Kurve liegt der erzielbare Umformbereich, oberhalb tritt Werkstoffversagen durch Riss auf. Das Umformvermögen von AMAG TopForm® UHS steigt signifikant mit zunehmender Temperatur und übertrifft bei 230° C die Kaltumformbarkeit von 6016-T4 deutlich.

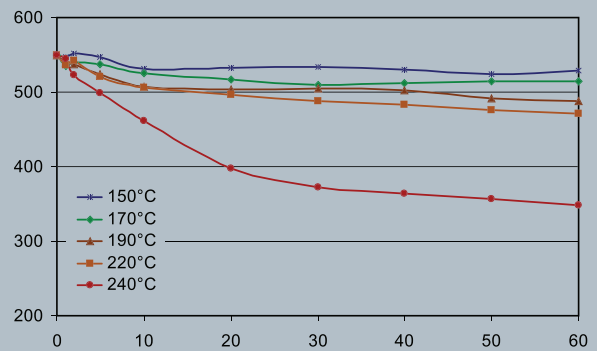


Abb. 4: Auslagerungsverhalten (Überalterung) von AMAG TopForm® UHS

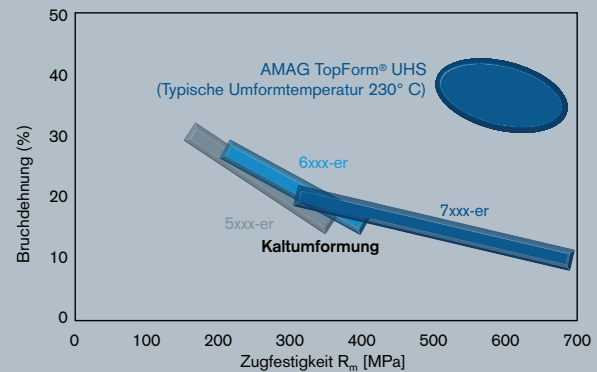


Abb. 5: Festigkeits-Dehnungs-Diagramm verschiedener Klassen von Aluminiumlegierungen. Dehnungswerte bei AMAG TopForm® UHS bei 230° C.

Warmauslagerungsöfen

