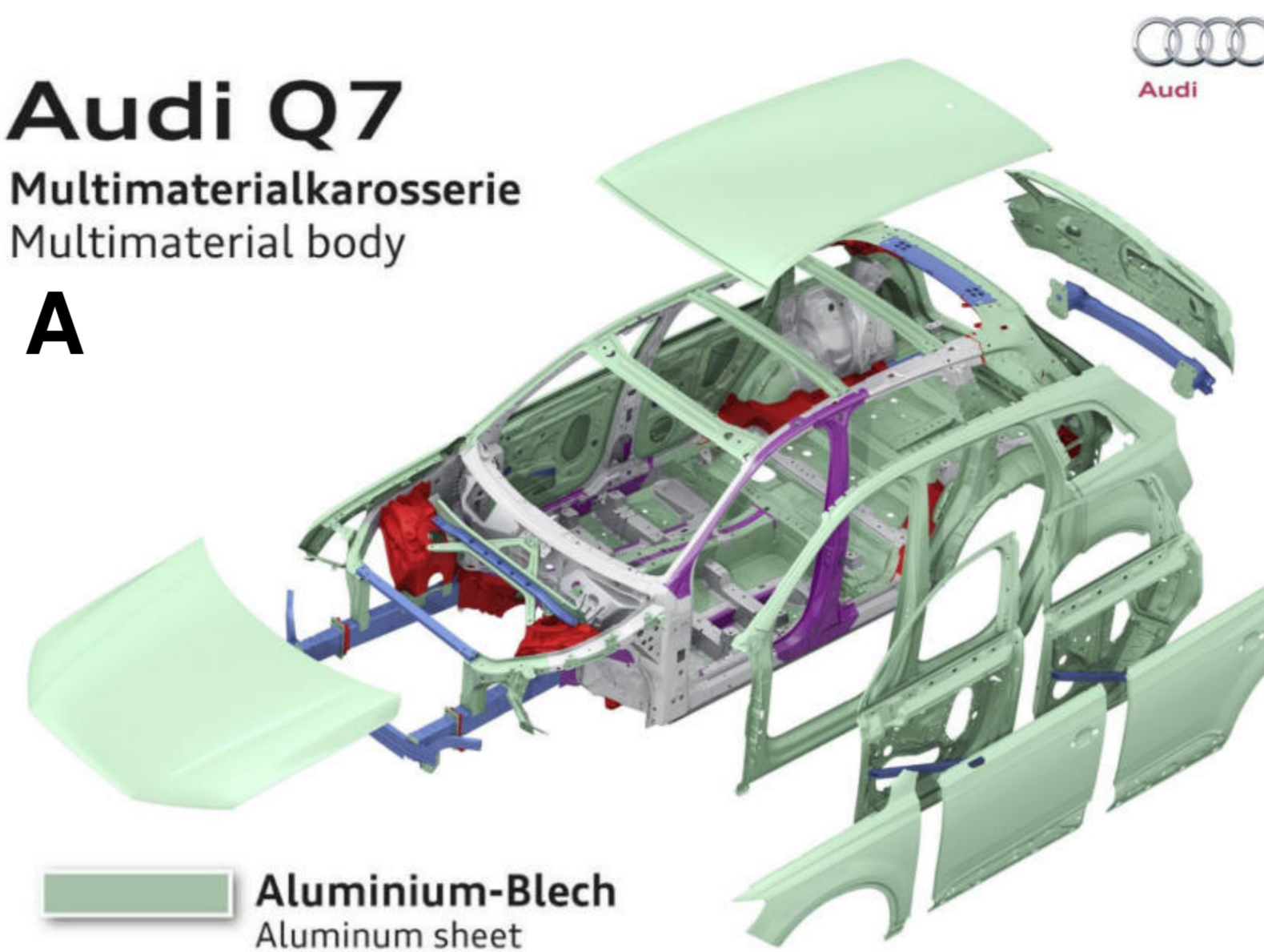


# Crossover-Legierungen – Innovative Aluminiumwerkstoffe für nachhaltigen Leichtbau

## EINLEITUNG

Der durch zunehmende Emissionen von Treibhausgasen forcierte Ausbau der Elektromobilität stellt viele Automobilisten vor große Herausforderungen. Etablierte Leichtbaukonzepte wie der Multi-Material-Mix in Karosserien (A) stoßen sowohl in ihrem Eigenschaftsspektrum als auch hinsichtlich ihrer Recyclingfähigkeit an ihre Grenzen. Die Etablierung von Crossover-Legierung als Einheitslegierungen mit breitem Eigenschaftsspektrum, insbesondere hinsichtlich Festigkeit und Duktilität, stellt eine nachhaltige Lösung dieser Probleme dar.

**Audi Q7**  
Multimaterialkarosserie  
Multimaterial body



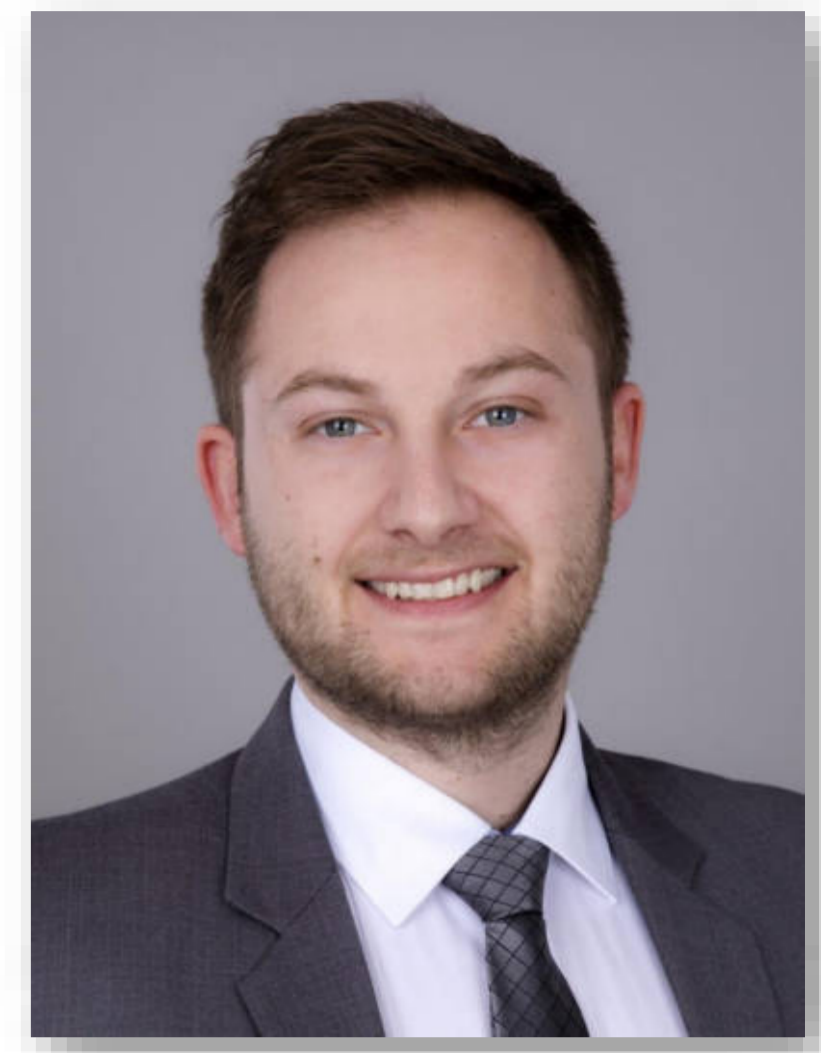
Aluminium-Blech  
Aluminum sheet

<https://www.audi-mediacycenter.com/en/photos/album/leightweight-construction-240> (geändert)



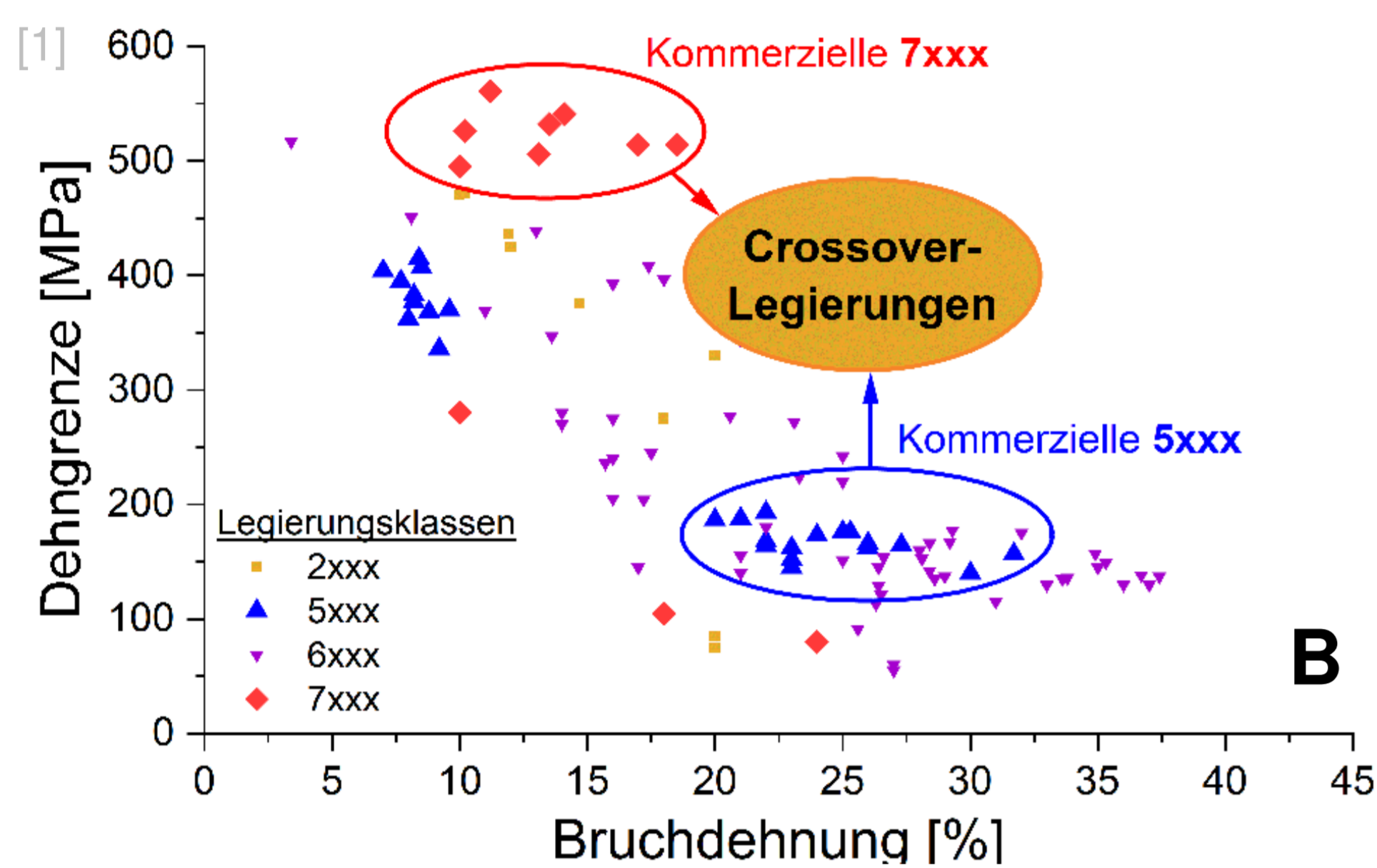
DI Lukas Stemper

Nichteisenmetallurgie  
Montanuniversität Leoben  
Österreich



Verwendete Aluminiumlegierungen [5]

Heute	AA 6060	AA 6082	AA 3003	AA 5182	AA 5754	AA 6016	AA 7020
Morgen	<b>Crossover-Legierungen</b>						



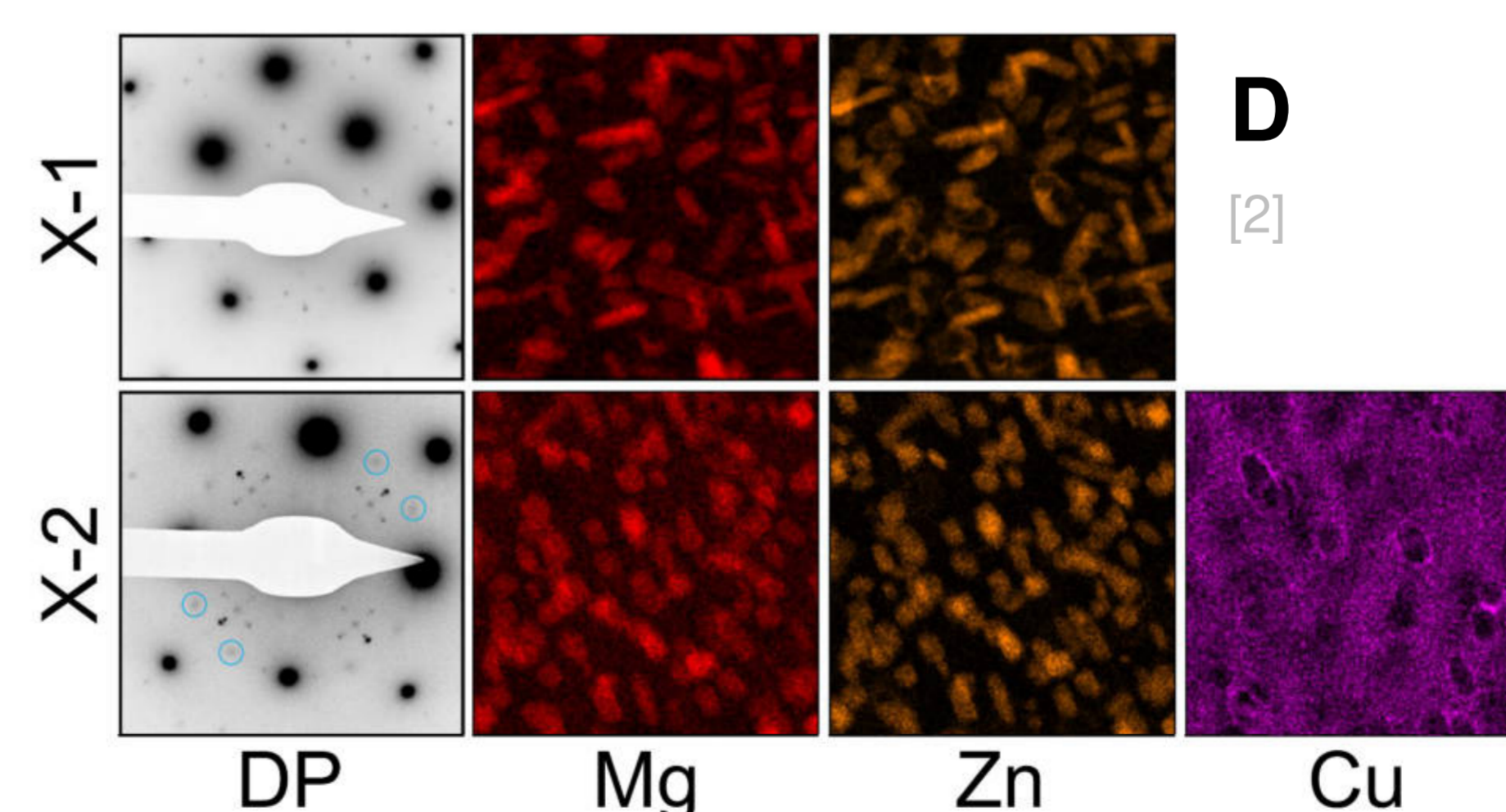
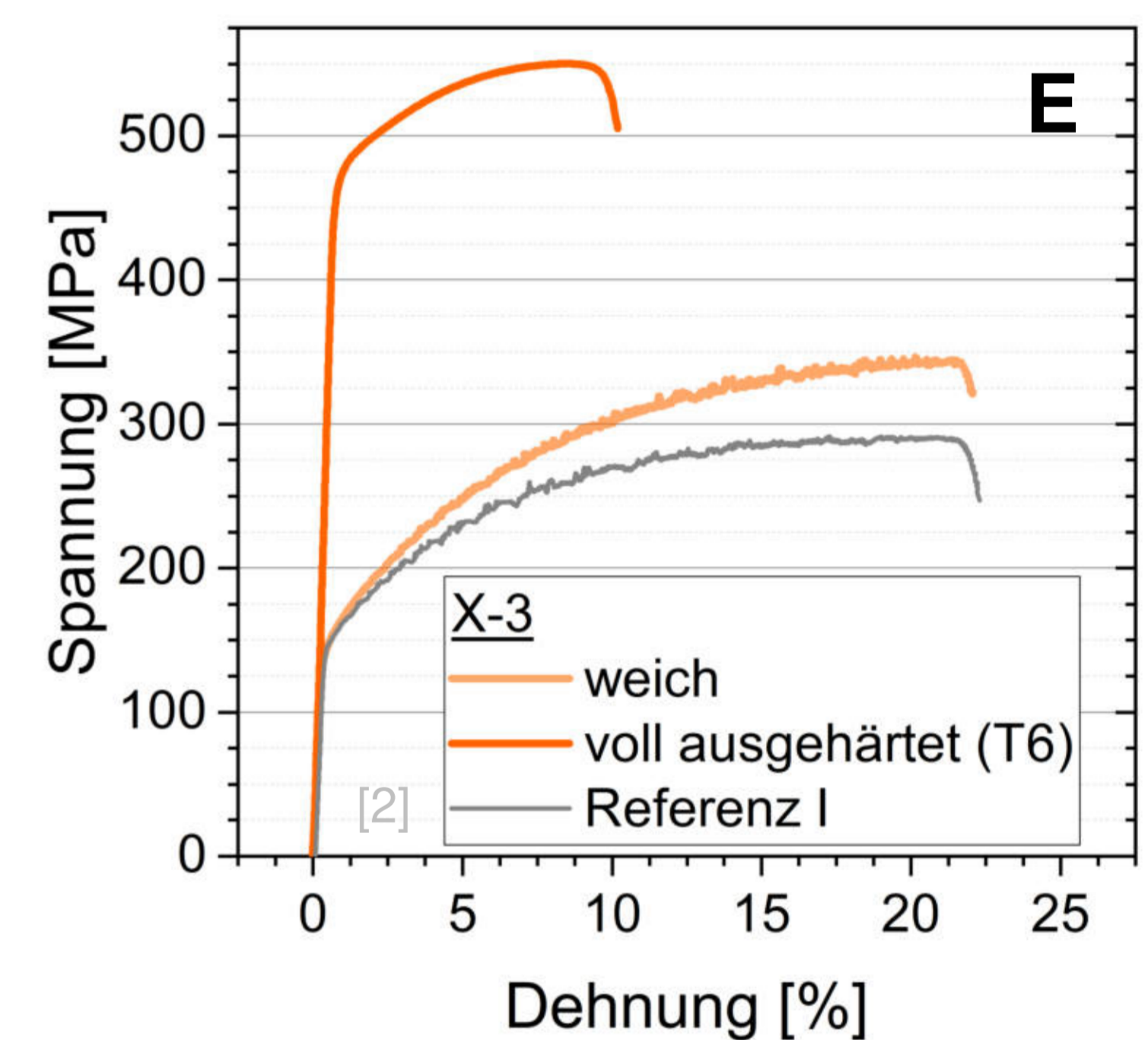
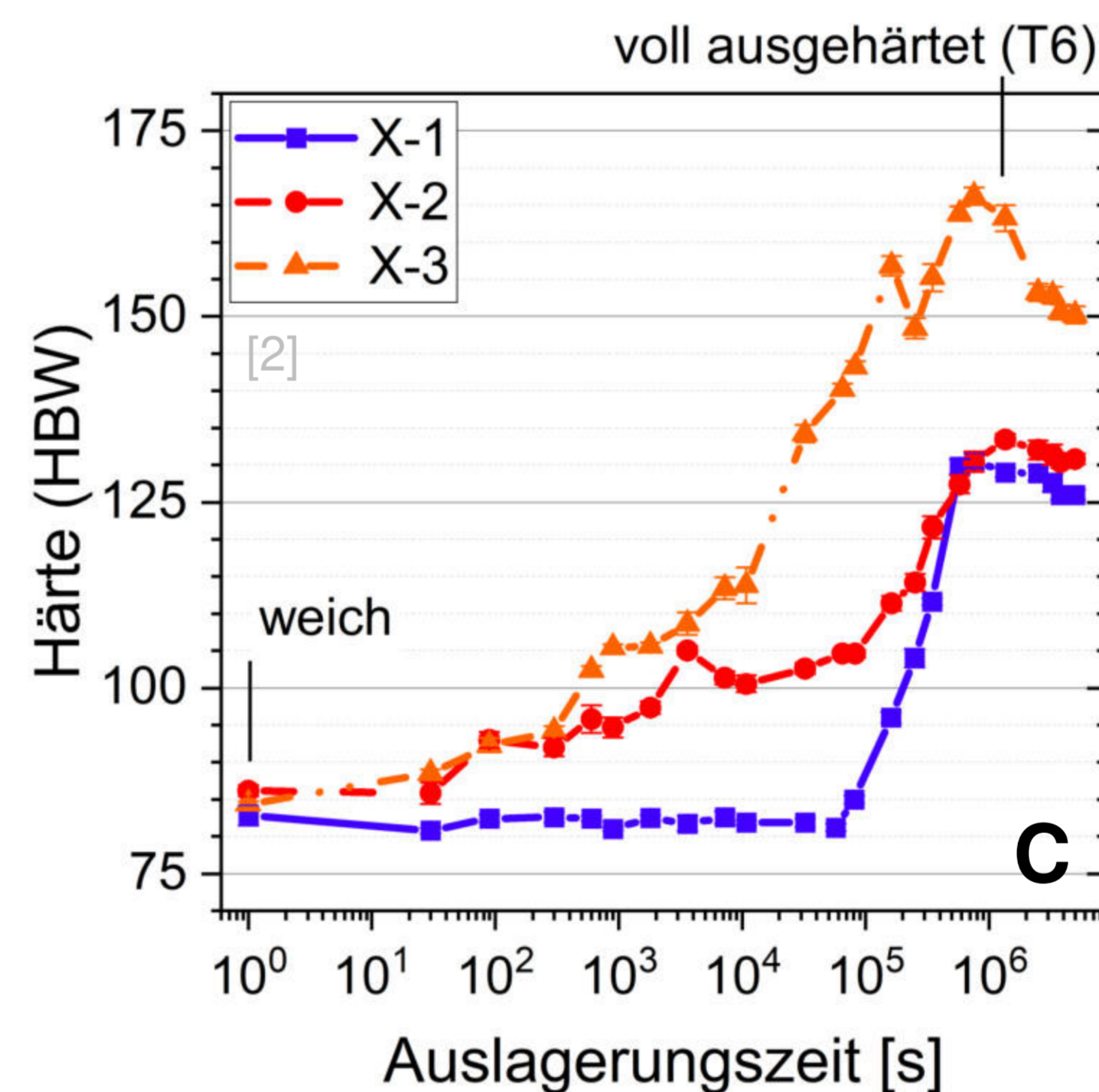
## METHODE

Crossover-Legierungen zeichnen sich dadurch aus, dass sie die angestrebten Materialeigenschaften durch Legierungsdesign vereinen. Grundlage dafür ist das bekannte Eigenschaftsspektrum kommerziell genutzter Klassen von Aluminiumlegierungen (B). Im Hinblick auf höchste Festigkeiten und herausragenden Umformeigenschaften zeigt sich, dass Crossover-Legierungen idealerweise durch eine Kreuzung von 7xxx-Legierungen (AlZnMg) und 5xxx-Legierungen (AlMg) die zu erzielende Eigenschaften kombinieren. Die im weiteren vorgestellten Legierungen basieren auf kommerziell erhältlichen AlMg-Legierungen und wurden durch unterschiedliche Mengen von Zink (Zn) und Kupfer (Cu) sowie Mikrolegierungselementen modifiziert.

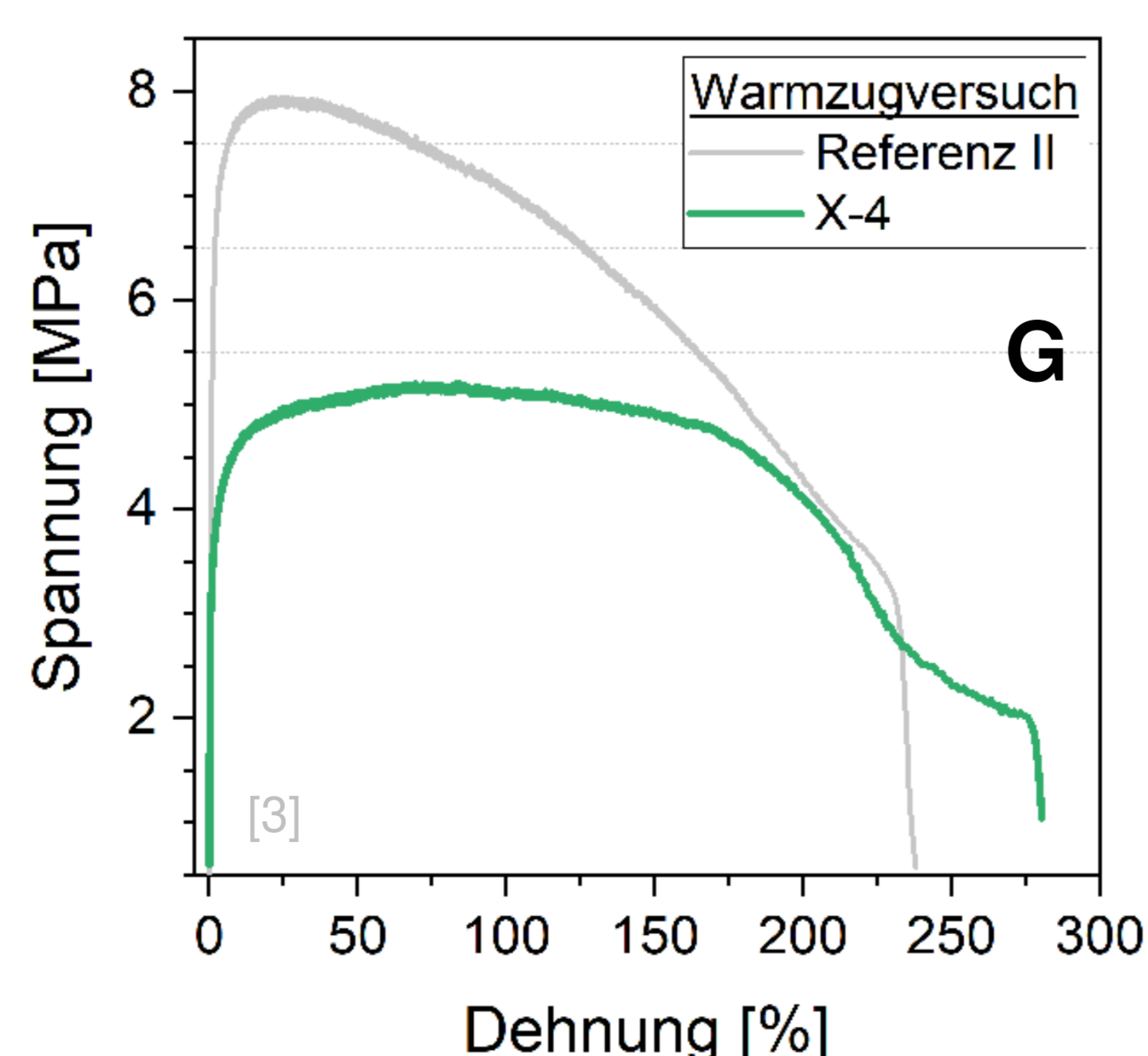
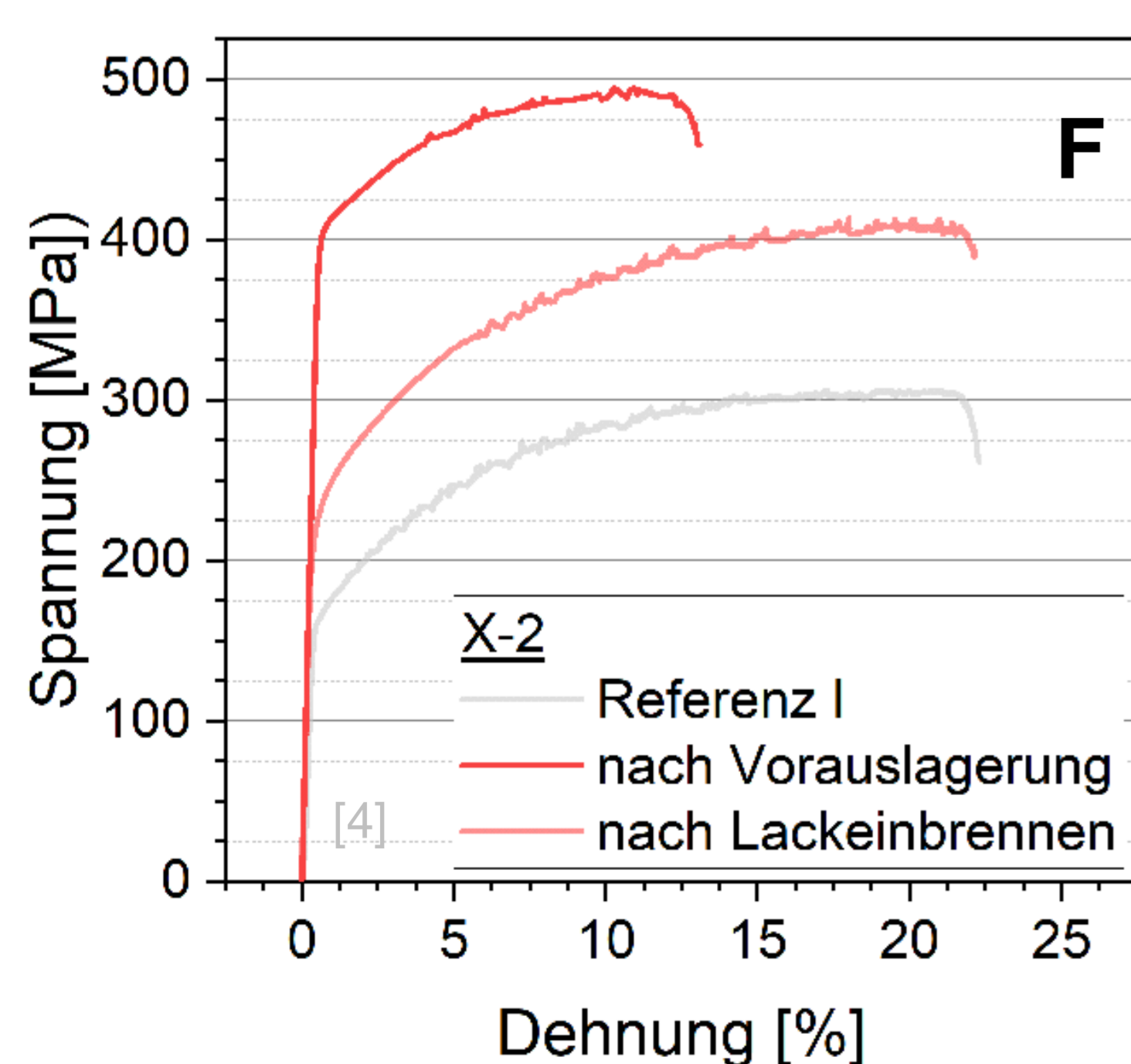
## ERGEBNISSE

Generell zeigen die untersuchten Legierungen eine signifikante Aushärtung im Zuge einer Warmauslagerung (C), welche durch geringfügige Anpassung der chemischen Zusammensetzung gezielt angepasst werden kann. Besonders interessant ist die Erkenntnis, dass die chemische Zusammensetzung der Legierung die Konstitution, Größe, Anzahl und Morphologie der festigkeitswirksamen T-Mg<sub>32</sub>(Al,Zn)<sub>49</sub>-Phase stark beeinflusst (D). Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften zeigen sowohl eine vorteilhafte Dehnungsperformance in weichem Zustand als auch eine außergewöhnlich hohe Streckgrenze von bis zu 460 MPa im maximal ausgehärteten Zustand (E).

Um die industrielle Nutzbarkeit der Crossover-Legierungen zu bewerten, wurden zusätzliche Experimente mit einem hohen Grad an industrieller Relevanz durchgeführt. Ein wesentlicher Punkt ist die Aushärtbarkeit während einer 20-minütigen Lackeinbrennbehandlung. Durch die Etablierung einer angepassten thermomechanischen Behandlung war es möglich während dieser kurzen Wärmebehandlung eine Festigkeitssteigerung von bis zu 180 MPa auf eine Dehngrenze von etwa 410 MPa zu erzielen (F). Auch wurde die Eignung von Crossover-Legierungen für superplastische Umformprozesse anhand von Warmzugversuchen evaluiert. Es zeigt sich, dass die untersuchte Legierungszusammensetzung das Warmverformungsverhalten nicht nachteilig beeinflusst und dass unter ähnlichen Versuchsbedingungen sogar höhere Dehnungen im Vergleich zu einer kommerziellen Referenzlegierung erzielt werden konnten (G).



Sources:  
 [1] L. Stemper, X-alloys – a big step towards a single-alloy concept, AluReport 02/2020.  
 [2] L. Stemper, M.A. Tunes, P. Oberhauser, P.J. Uggowitzer, S. Pogatscher, Age-hardening response of AlMgZn alloys with Cu and Ag additions, Acta Materialia 195 (2020) 541-554.  
 [3] L. Stemper, Novel alloy design strategies for high strength car body parts manufactured by superplastic forming, TMS 2020 - Annual Meeting & Exhibition San Diego 2020.  
 [4] L. Stemper, M.A. Tunes, P. Dumitraschkewitz, F. Mendez-Martin, R. Tosone, D. Marchand, W.A. Curtin et al., Giant Hardening Response in AlMgZn(Cu) Alloys, Acta Materialia (2020) 116617.  
 [5] Cui Jirang, H.J. Roven, Recycling of automotive aluminum, Transactions of Nonferrous Metals Society of China 20 (2010) 2057-2063.



## ZUSAMMENFASSUNG

Crossover-Legierungen sind in der Lage, den heutigen und zukünftigen Werkstoffanforderungen insbesondere im Automobilbereich gerecht zu werden und mehrere vorteilhafte mechanische Eigenschaften zu vereinen. Ihr breites Eigenschaftsspektrum bietet das Potenzial, den momentan eingesetzten Mix aus verschiedenen Aluminiumlegierungen zu ersetzen, wodurch die Etablierung von Einheitslegierungen und die damit verbundene vereinfachte Recyclingfähigkeit realistischer denn je erscheint.