

# MeGro

## Flexibler Walzprozess zum Einbringen variabler Wanddickenverläufe in Stringer

<b>Projektverantwortliche</b>	Franziska Peukert M. Sc. (geb. Aign)
<b>Laufzeit</b>	Juni 2020 – Mai 2024
<b>Abteilung</b>	Profiliertechnik
<b>Förderlinie</b>	Niedersächsisches Luftfahrtforschungsprogramm

### Abstract

Stringerprofile sind Profile zur Längsversteifung im Flugzeug und weisen zur Gewichtsoptimierung über die Länge hinweg unterschiedliche Materialstärken auf. Diese Dickenänderung wird gegenwärtig chemisch abgetragen, was sowohl ökologisch als auch ökonomisch als kritisch zu betrachten ist. Um die Dickenänderung zukünftig umweltfreundlicher in die T-Profile einzubringen, wurde am PtU im Rahmen des Projekts MeGro ein neuer Prozess zum flexiblen Walzen von T-Profilen aus AL7075 O entwickelt. Die Machbarkeit des neuen Verfahrens wurde auf Basis numerischer Untersuchungen überprüft und im Anschluss ein Sondergerüst zum flexiblen Walzen entwickelt sowie in Betrieb genommen.

### Projektbeschreibung

Häufig für Stringer eingesetzte Profilformen sind T-Profile. Zurzeit werden sie zur Einbringung der Dickenänderung in ein chemisches Fräsbad eingetaucht und die variable Dicke durch unterschiedliche Verweilzeiten realisiert. Aufgrund des hohen Aufwands und des Einsatzes von Chemikalien wird dieser Prozess als ökonomisch und ökologisch kritisch eingestuft und soll zukünftig durch eine alternative, rein mechanische Bearbeitung ersetzt werden. Unter den Verfahren zur Herstellung von Tailor Rolled Blanks hat sich das flexible Walzen als besonders vorteilhaft und ressourcenschonend erwiesen. Das flexible Walzen ist jedoch auf ebene Bleche beschränkt. Daher bedarf es eines neuen flexiblen Walzprozesses für verzweigte Profile wie T-Profile, der im Rahmen des Projekts MeGro am PtU entwickelt wurde.

Um Steg und Flansch des stranggepressten T-Profils gleichmäßig und verzugsfrei auszuwalzen, ist eine neue Walzenkonfiguration notwendig. Diese besteht aus einer Zylinderwalze und zwei im 45°-Winkel angeordneten Schrägwalzen, siehe Abbildung 1. Zur Walzspaltjustage benötigen die Walzen neben der Rotation auch translatorische Freiheitsgrade in radialer Richtung. Durch die Vorgabe von Steuerkurven können die Dickenverläufe gezielt eingebracht werden.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurde zunächst die Funktionsweise des Technologiekonzepts überprüft sowie die Machbarkeit numerisch nachgewiesen. Dabei wurde das realisierbare Produktportfolio und die Prozessführung inklusive auftretender Randbedingungen und Anforderungen an das Walzgerüst sowie die Vorgabe der Steuerkurven erforscht. Im Anschluss erfolgte die Umsetzung des flexiblen Auswalzprozesses im Realbetrieb. Die experimentelle Untersuchung und Validierung der Technologie an einer Prototypanlage im Forschungsumfeld war der finale Schritt des Vorhabens. Das Forschungsvorhaben umfasste demnach drei Arbeitspakete:

1. Vertiefende numerische Untersuchung zum Walzen der Dickenveränderung in stranggepresste T-Profile
2. Konzeptentwicklung, Konstruktion und Fertigung eines flexiblen Walzgerüsts
3. Inbetriebnahme der Anlage und Durchführung experimenteller Untersuchungen

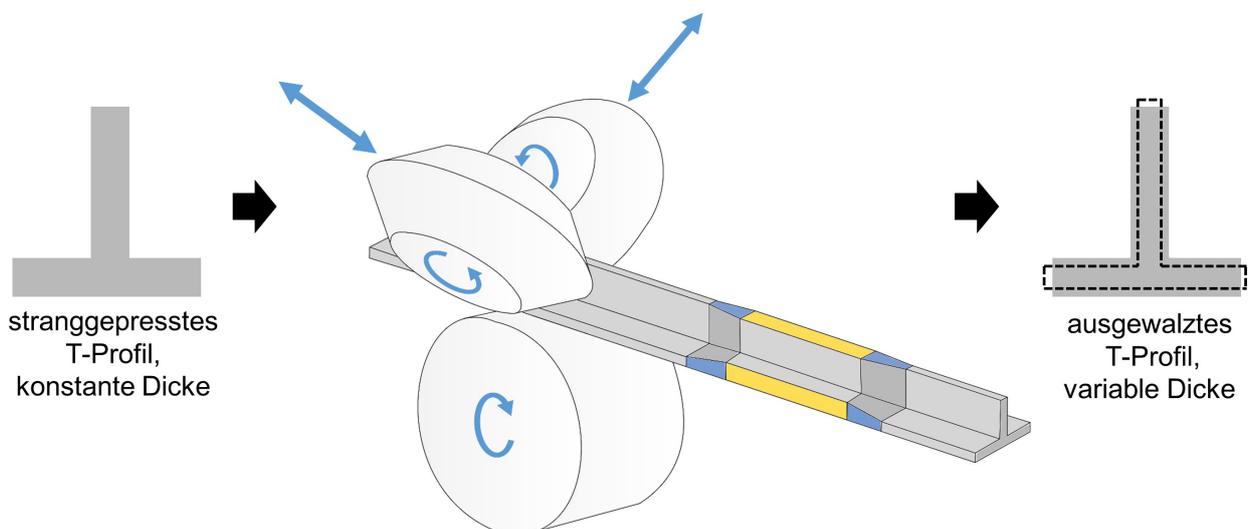


Abbildung 1: Flexibles T-Profilverwalzen

## Ergebnisse

Aufbauend auf den numerischen Erkenntnissen wurde ein Walzgerüst konzipiert, konstruiert, gefertigt und montiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 2 zu sehen. Zur Reduktion der Anlagenkomplexität und -kosten werden nur die Schrägwalzen translatorisch und inline über Hubgetriebe zugestellt. Um trotzdem gleiche Längungen in Steg und Flansch zu erhalten, ist ein Zustellwinkel von  $63.43^\circ$  erforderlich. Der rotatorische Antrieb für den Profilvertrieb erfolgt über Kardangelnwellen.

Numerische Voruntersuchungen zeigen, dass das Material maßgeblich in Längsrichtung verdrängt wird und eine Breitung des Materials durch Reibung verhindert wird. Die Auslegung der Walzenbewegungskurven der Profile kann also mit Hilfe der Volumenkonstanz erfolgen.

Die variierenden Walzenradien der Schrägwalzen führen jedoch zu Längsdehnungsdifferenzen über Steghöhe und Flanschbreite. Durch die Asymmetrie des T-Profils entstehen dadurch vertikale Längskrümmungen. Die Profilkrümmungen sind u. a. abhängig von der Höhe der Dickenreduktion, der Steghöhe, der Flanschbreite, der Ausgangsprofildicke und der Reibung. Erste numerische Untersuchungen zeigen, dass die eingebrachten Krümmungen durch geeignete Wahl der Prozessparameter gerichtet werden können.

Als mögliche Maßnahmen zum Richten der Profile wurden eine Differenz der Winkelgeschwindigkeiten der Walzen sowie unterschiedliche Dickenreduktionen in Steg und Flansch identifiziert. Dadurch werden die Längsdehnungen homogenisiert und die Profile gerade. Um die Prozessauslegung zu vereinfachen, wurde ein analytisches Modell zur Berechnung der benötigten Zustelldifferenz der Walzen entwickelt, wie in Aign et al. beschrieben [3]. Damit wurde die Prozessauslegung zum Erhalt maßhaltiger Profile optimiert.

Im Anschluss wurde das Walzgerüst in Betrieb genommen und erste Experimente mit AL7075 O durchgeführt. Das ausgewalzte T-Profil konnte durch die Variation der Umfangsgeschwindigkeit der Zylinderwalze gerichtet werden. Damit wurde die Machbarkeit des Verfahrens experimentell nachgewiesen.

## Projektbezogene Veröffentlichungen

- [1] Aign, F.; Groche, P.; Wang, T. (2021): Flexibles Auswalzen von T-Profilen zur Anwendung im Flugzeugbau. In: Blechnet 4, 54-55, Vogel Business-Media, ISSN 1864-1016.
- [2] Aign, F.; Groche, P. (2023): T-Profile-Rolling of Stringers with Tailored Thicknesses – Challenges and Approaches. In: Production at the Leading Edge of Technology, 569-578, Springer.
- [3] Aign, F. S.; Kilz, J.; Groche, P. (2024): Process design for flexible T-profile-rolling of tailored thickness stringers with different cross sections. In: IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1307 012051, DOI: 10.1088/1757-899X/1307/1/012051

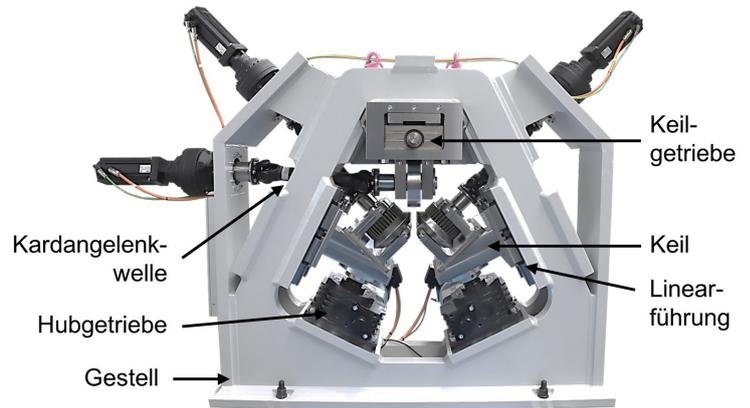


Abbildung 2: Entwickeltes Walzgerüst

## Danksagung

Im Rahmen des Niedersächsischen Luftfahrtforschungsprogramms wird das Projekt MeGro von der Investitions- und Förderbank Niedersachsen (NBank) gefördert. Zusätzlich gilt der Dank an die Projektpartner Airbus Aerostructures GmbH und Fooke GmbH.

## Gefördert durch



## Projektpartner

