

Grundlagen der Prozessauslegung für das maßhaltige Walzprofilieren asymmetrischer Profilgeometrien*

Projektverantwortlicher	Johannes Kilz
Laufzeit	November 2019 – September 2022
Abteilung	Profilierertechnik
Förderlinie	DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft

Abstract

In diesem Projekt wurden verschiedene asymmetrische Hut- und U-Hut Profilgeometrien auf auftretende Profilfehler untersucht und Maßnahmen zur Reduzierung der Profilfehler abgeleitet. Mit Hilfe numerischer Parameterstudien wurden Zusammenhänge zwischen Prozessparametern und Profilfehlern identifiziert und die Prozessparameter optimiert. Zudem wurden verschiedene Strategien zum Richten von asymmetrischen Profilen untersucht. Darüber hinaus wurde ein analytisches Modell entwickelt, mit dem die Längsdehnungsverteilung bei rollgeformten Profilen basierend auf der Ausprägung der Längsfehler berechnet werden kann.

Projektbeschreibung

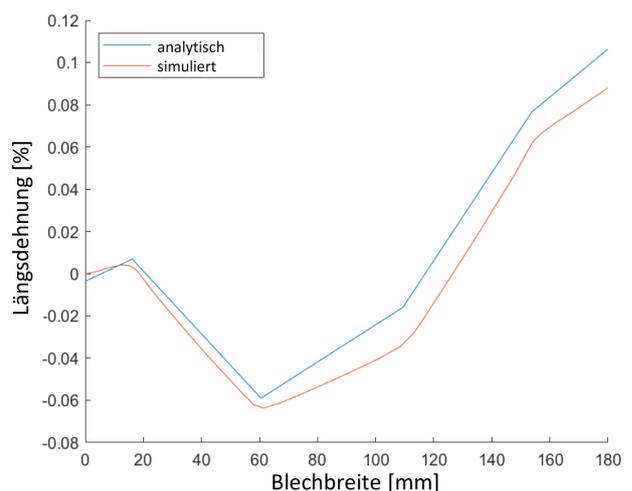
Das Rollformen ist ein kontinuierlicher Prozess zur Herstellung von Profilen aus kaltgewalztem Material. Dabei werden Blechbänder oder Platinen durch rotierende Rollen schrittweise in die gewünschte Form gebogen. Besonders asymmetrische Rollformprofile sind aufgrund ihrer gewichtsoptimierten Gestaltung und effizienten Herstellung für die Gewichtsreduzierung von Verkehrsmitteln geeignet. Allerdings entstehen neben der gewünschten Querbiegung prozessbedingt unerwünschte Längsdehnungen, die zu Profilfehlern wie Krümmungen und Verdrehungen führen. Diese Fehler treten bei asymmetrischen Profilen besonders häufig auf. Mangels grundlegender Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Längsdehnungen und Profilfehlern wird der Rollformprozess oft iterativ gestaltet, was lange Rüstzeiten und aufwendige Richtoperationen zur Folge hat. Das Projekt zielte darauf ab, die Mechanismen, die zu Profilfehlern führen, zu untersuchen und ein analytisches Modell zu entwickeln, das diese Zusammenhänge quantifiziert. Auf Basis numerischer Parameterstudien und experimenteller Validierungen wurden geeignete Richtoperationen identifiziert und optimiert.

Ergebnisse

In diesem Projekt wurden die Zusammenhänge zwischen Längsdehnungsverteilung und Profilfehlern bei symmetrischen und asymmetrischen Hut- und U-Hutprofilen untersucht. Ein im Projekt entwickeltes analytisches Modell konnte erstmals den direkten quantitativen Zusammenhang zwischen Profilfehlern und Längsdehnungsverteilung zeigen. Das Modell ermöglicht es, basierend auf Krümmungen und Verdrehungen eines Profils die Längsdehnungsverteilung im Profilquerschnitt vorherzusagen. Das Modell wurde durch Simulationen validiert und zeigte eine gute Übereinstimmung mit den Simulationsergebnissen, wie Abbildung [1] zeigt.

Die Simulationen wurden zudem genutzt, um den Einfluss verschiedener Prozessparameter wie Rollenabstand, Rollendurchmesser, Walzspalt und Materialstreckgrenze auf die Profilfehler zu analysieren. Es zeigte sich, dass alle untersuchten Parameter einen Einfluss auf die Profilfehler haben, jedoch kein einzelner Parameter alle Fehler gleichzeitig positiv beeinflusst. Experimentelle Validierungen der Simulationen zeigten nur geringe Abweichungen.

Darüber hinaus wurden verschiedene Richtstrategien zur Herstellung asymmetrischer Profile untersucht. Dabei erzielte das Verdrehen des letzten Profiliergerüsts die besten Ergebnisse. Um den optimalen Verdrehwinkel des letzten Profiliergerüsts zu bestimmen, wurde eine Simulation mit einem Optimierungsalgorithmus gekoppelt. Diese Methode reduzierte die erforderliche Anzahl an Simulationen und die Zeit bis zum Erreichen eines Optimums erheblich. Experimentelle Nachweise bestätigten, dass das Verdrehen des letzten Profiliergerüsts die Verdrehung asymmetrischer Profile deutlich reduziert, was das Verfahren als effektive Maßnahme zur Korrektur von Profilfehlern bestätigt.



[1] Analytisch berechnete und simulierte Längsdehnung eines gekrümmten und verdrehten asymmetrischen Hutprofils [Kilz J, Güngör B, Aign F, Groche P (2023) Profile defects caused by inhomogeneous longitudinal strain distribution in roll forming. Int J Mater Form 16(4), doi:10.1007/s12289-023-01762-3.]

Danksagung

Das vorgestellte Forschungsprojekt wurde gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) – 407937637. Wir danken der DFG für die Unterstützung bei der Durchführung des Projekts.

Gefördert durch



*offizieller Projekttitel: „Grundlagen der Prozessauslegung für das maßhaltige Walzprofilieren asymmetrischer Profilgeometrien“; Die Prozessbezeichnung „Walzprofilieren“ nach DIN 8586 (2003-09-00) wurde in der aktuellen Norm in „Rollformen“ umbenannt.