

# Numerische Simulation eines kontinuierlichen, mehrstufigen Biegeumformprozesses für perforierte Halbzeuge

B. Sc. Janos Wortmann

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

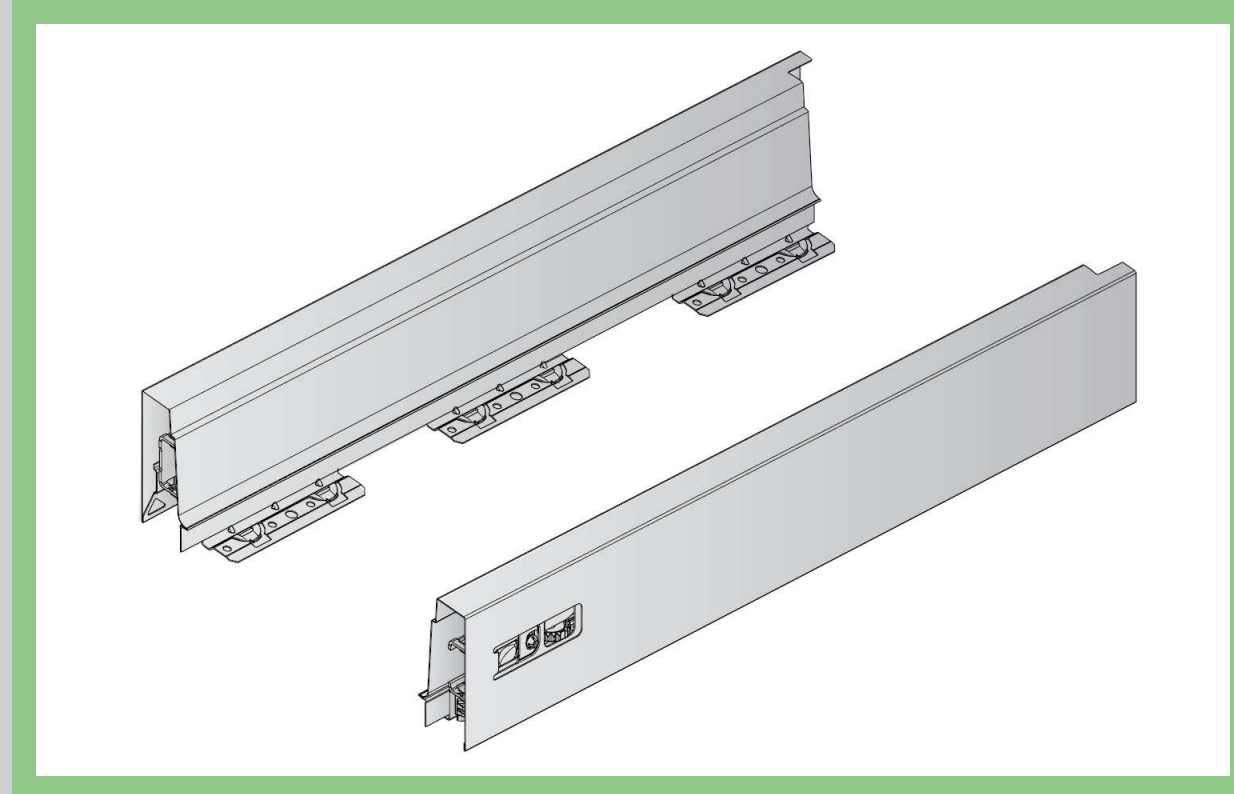


<sup>a</sup> Institut für Baumechanik  
und Numerische Mechanik  
Leibniz Universität Hannover  
Appelstraße 9a  
30167 Hannover  
www.ibnm.uni-hannover.de

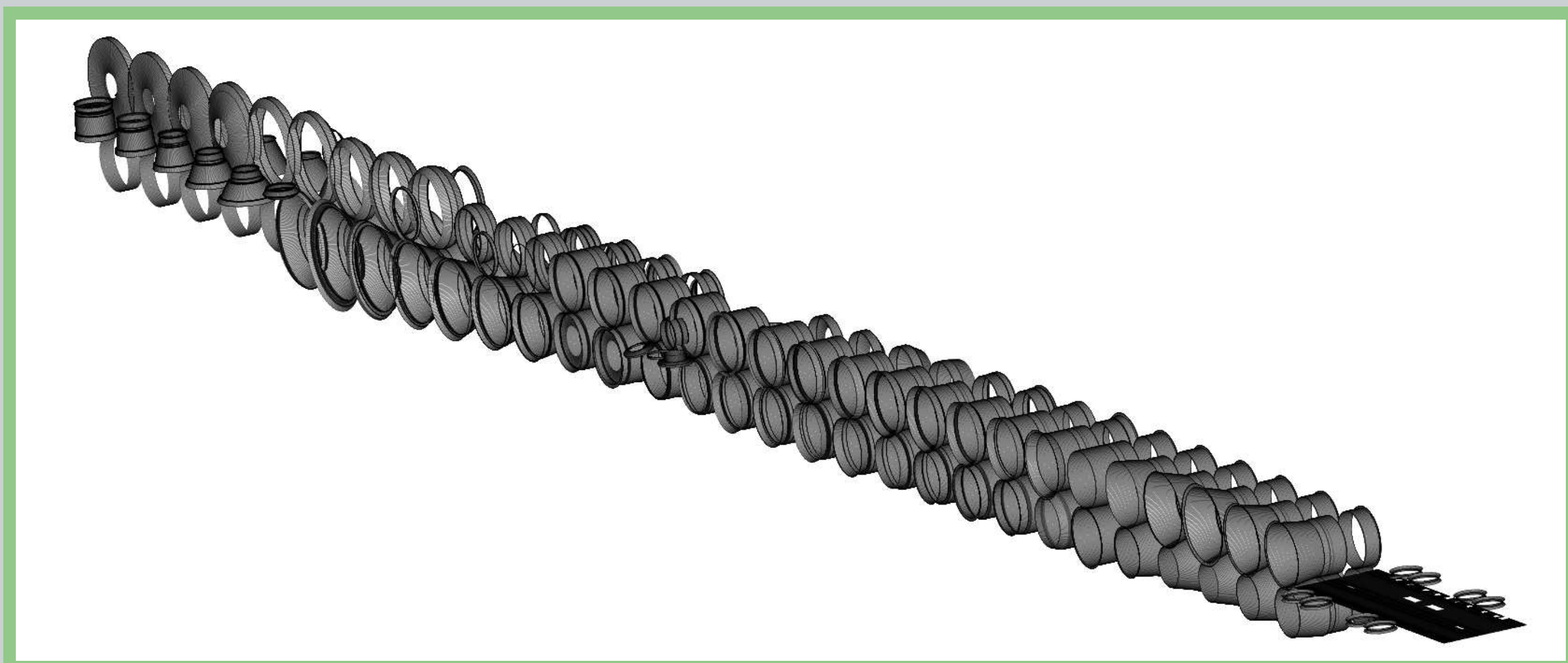
<sup>b</sup> Institut für Risiko  
und Zuverlässigkeit  
Leibniz Universität Hannover  
Callinstraße 34  
30167 Hannover  
www.irz.uni-hannover.de

## Problembeschreibung

Das Unternehmen *Hettich GmbH & Co. KG* gehört zu den führenden Herstellern von Möbelbeschlägen. Zum Kerngeschäft gehören die Entwicklung und Fertigung von Scharnieren, Auszugsführungen, Schubkastensystemen und Verbindungsbeschlägen.



Durch das **Rollprofilieren**, einem mehrstufigen Biegeumformprozess für Bleche, werden Teile mit gleichbleibendem Profilquerschnitt gefertigt. Bedingt durch den Umformprozess entstehen dabei **Eigenstressen** im Material, welche unter Umständen beim Trennen der Profile abgebaut werden und dabei zu unerwünschten Deformationen führen. Für den Rollprofilierprozess wird ein Simulationsmodell auf Basis der Methode der Finiten Elemente für eine ausgewählte, vorgestanzte Profilgeometrie entwickelt, mit dem diese Problematik abgebildet und analysiert werden kann.

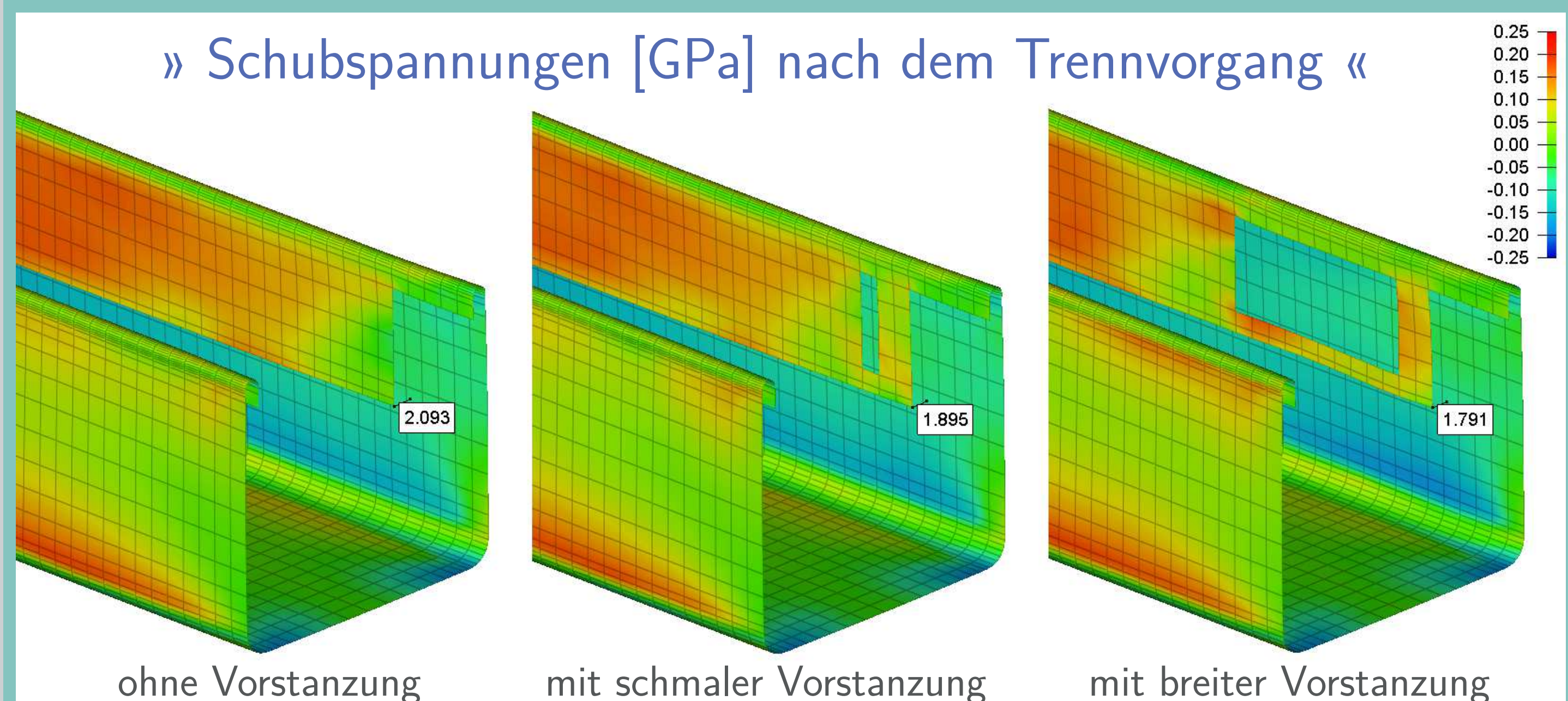


» Simulationsmodell für den Rollprofilierprozess «

## Ergebnisse

Die unerwünschten Deformationen werden beim Rollprofilieren durch die verbleibenden Normalspannungen in Profilierrichtung sowie die Schubspannungen in der Blechebene hervorgerufen. Für die elastische Rückfederung am Blechumschlag des hier untersuchten Profils können Zusammenhänge mit den im Blech vorhandenen Vorstanzungen, der speziellen Umformstrategie sowie der Druckeinstellung an der letzten Umformstation ausgemacht werden.

» Schubspannungen [GPa] nach dem Trennvorgang «



## Materialmodellierung

Sowohl für die Simulation des Umformprozesses als auch für die Berechnung der elastischen Rückfederung ist eine sorgfältige Modellierung des Materialverhaltens von großer Wichtigkeit. Die Wahl eines geeigneten Fließkriteriums, die präzise Beschreibung des Verfestigungsverhaltens sowie eine Berücksichtigung der Reduktion des Elastizitätsmoduls bei fortschreitender plastischer Dehnung haben signifikanten Einfluss auf die während der Umformsimulation berechneten Dehnungs- und Spannungsverteilungen.

Die **Anisotropie** des Bleches aus dem hier betrachteten Werkstoff Stahl DC01 wird mittels eines Fließkriteriums nach Hill (1948) [1] berücksichtigt, welches für den ebenen Spannungszustand durch

$$(G + H)\sigma_{xx}^2 + (H + F)\sigma_{yy}^2 - 2H\sigma_{xx}\sigma_{yy} + 2N\sigma_{xy}^2 - \sigma_{vgl}^2 \leq 0$$

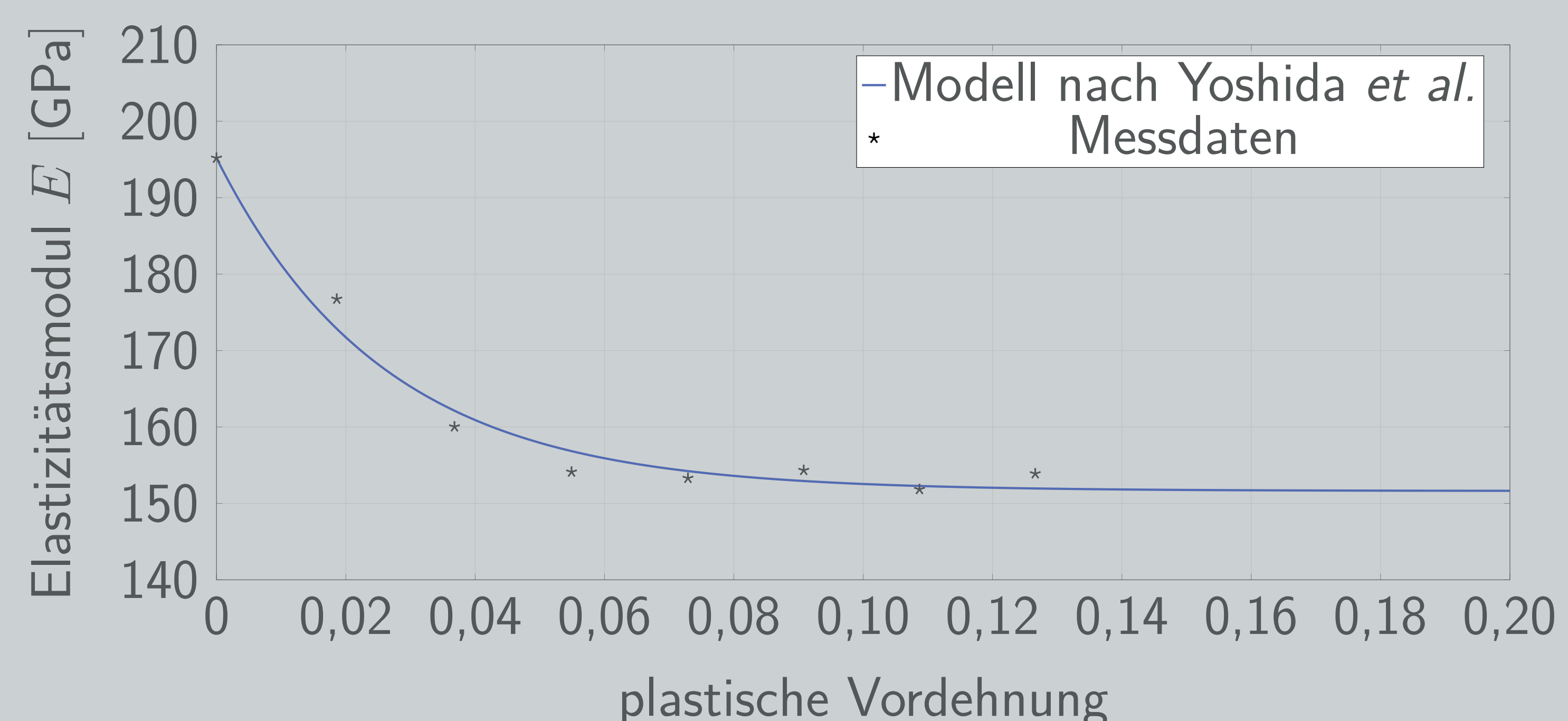
ausgedrückt werden kann. Hierbei bezeichnen  $F$ ,  $G$ ,  $H$ ,  $N$  die Anisotropieparameter und  $\sigma_{vgl}$  eine Vergleichsfließspannung. Aus einem einachsigen Zugversuch lässt sich die Fließkurve zur Beschreibung des **Verfestigungsverhaltens** ermitteln, welche mit einem Ansatz

$$\sigma = K(\epsilon_0 + \epsilon)^n$$

nach Swift [2] über den Bereich der Gleichmaßdehnung hinaus extrapoliert wird. Darüber hinaus kann für den Werkstoff eine deutliche **Reduktion des Elastizitätsmoduls** bei fortschreitender plastischer Dehnung beobachtet werden. Yoshida *et al.* [3] beschreiben diesen Effekt durch den Zusammenhang

$$E = E_0 - (E_0 - E_{sat})(1 - \exp(-\xi \cdot \epsilon_p))$$

mit dem anfänglichen Elastizitätsmodul  $E_0$ , einem Sättigungswert  $E_{sat}$  und einem weiteren Materialparameter  $\xi$ .



» E-Modul als Funktion der plast. Vordehnung für Stahl DC01 «

## Literatur

- [1] Hill, R.: A theory of the yielding and plastic flow of anisotropic metals. In: *Proc. R. Soc. A* **193** (1948), S. 281–297
- [2] Swift, H. W.: Plastic Instability under Plane Stress. In: *J. Mech. Phys. Solids* **1** (1952), S. 1–18
- [3] Yoshida, F.; Uemori, T.; Fujiwara, K.: Elastic-plastic behaviour of steel sheets under in-plane cyclic tension-compression at large strain. In: *Int. J. Plast.* **18** (2002), S. 633–659

» Diese Masterarbeit wurde im Unternehmen *Hettich GmbH & Co. KG* in 32278 Kirchlengern angefertigt und dort von Herrn Konrad Giebelmeyer betreut. «  
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Udo Nackenhorst<sup>a</sup> und apl. Prof. Dr.-Ing. Volker Berkahn<sup>b</sup>

Technik für Möbel

