

# Short-Cycle-Stretchforming (SCS) - Eine Chance zur Materialeinsparung

Dipl.-Ing. Matthias Schneider<sup>a</sup> und Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Mathias Liewald MBA<sup>b</sup>  
Institut für Umformtechnik, Universität Stuttgart, Holzgartenstraße 17, 70174 Stuttgart

<sup>a</sup>matthias.schneider@ifu.uni-stuttgart.de; <sup>b</sup>mathias.liewald@ifu.uni-stuttgart.de

**SCS ist ein neues Verfahren für das kombinierte Tief- und Streckziehen. In einem einfachwirkenden Prozess wird hierbei ein Streckziehen dem Tiefziehprozess vorgelagert. Es ermöglicht ein kostengünstiges Werkzeugkonzept mit zwei gegenüberliegenden Formelementen anstelle eines klassischen Blechhalters. Entwickelt wurde dieses Verfahren zur Herstellung von steifigkeitsoptimierten Außenhautteilen. Aktuelle Arbeiten zur Erweiterung dieser Technologie auf die Herstellung von Verpackungen liefern vielversprechende Ergebnisse.**

## **Einleitung**

Das SCS-Verfahren wurde am Institut für Umformtechnik (IFU) der Universität Stuttgart entwickelt [1] und in den letzten Jahren kontinuierlich verbessert. Es eignet sich vorzüglich für Außenhautteile der mittleren Serienfertigung wie z. B. Türen [2] und Dächer [3] und bietet folgende Vorteile:

- Optimierte Bauteileigenschaften durch erhöhte Beulfestigkeit. Dies wird dadurch erreicht, dass durch das vorgelagerte Streckziehen eine Verfestigung des Werkstoffes und damit eine höhere Festigkeit des Bauteils bewirkt wird.
- Verwendung eines kostengünstigen Pressenkonzepts, da eine einfachwirkende Presse ohne Ziehkissen eingesetzt werden kann.
- Verzicht auf komplexe Spann-Klemmvorrichtungen für das Streckziehen [4], wie sie für das Cyril-Bath Verfahren [5] oder schwenkbare Blechhalter [6] eingesetzt werden.

Das SCS-Werkzeugkonzept besteht aus zwei Teilen, einer oberen und einer unteren Werkzeughälfte, die am Werkzeugrand gegenüberliegende Formelemente aufweisen. Der Umformprozess für das Verfahren ist schematisch in Abb. 1 dargestellt.

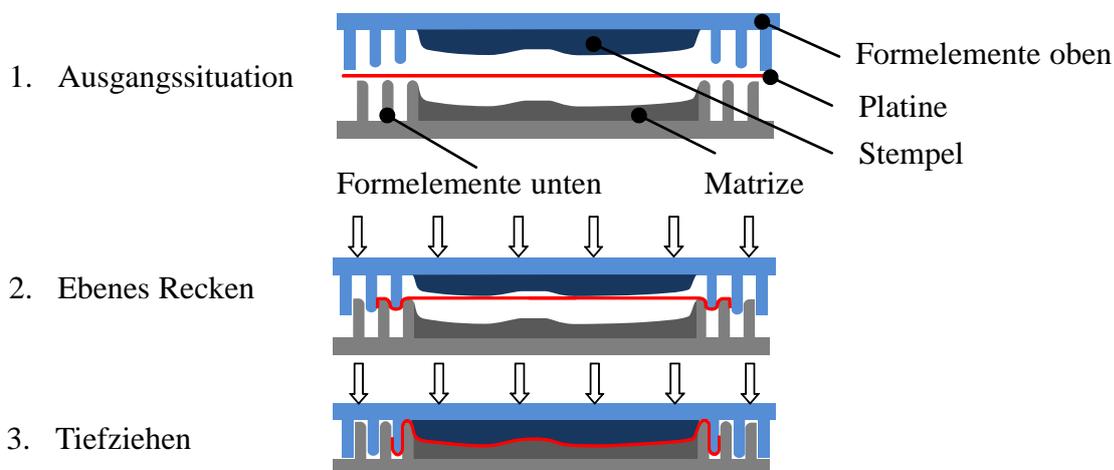


Abbildung 1: Prozessschritte des Short Cycle Stretch Forming (SCS) [4]

Beim Schließen des Werkzeugs greifen die Formelemente ineinander und induzieren durch Biegung und Reibung des Platinenrandes in den Formelementen eine Zugspannung im

Mittelbereich, die zu einem Streckziehen führt. Nach dem Streckziehen wird das Bauteil mithilfe der Stempel- und der Matrizegeometrie der Werkzeughälften ausgeformt. Die in den Formelementen eingeformten Blechabschnitte müssen final abgetrennt werden [4], wie bei sonst bekannten Ziehflanschen auch.

## Motivation

Wegen der hohen Stückzahlen, die in der Verpackungsindustrie benötigt werden, ermöglichen schon kleinste Materialeinsparungen enorme Kostensenkungen. So können beispielsweise weltweit jährlich 20.000 t Aluminium oder 30.000 t Stahl eingespart werden, wenn bei der Herstellung von Getränkedosen jeweils nur ein Gramm des verwendeten Werkstoffes weniger eingesetzt werden muss [7].

## Verfahren

Für eine Materialeinsparung bei der Herstellung von rotationssymmetrischen, dünnwandigen Verpackungsbehältern wird daher das SCS-Verfahren in den bestehenden Fertigungsprozess eines D&I (two-piece drawn and ironed) Napfes implementiert. Der bisher in der Praxis übliche Fertigungsprozess sieht einen Tiefziehprozess mit einem möglichen Weiterzug, gefolgt von mehreren Abstreckoperationen sowie abschließende Schritte wie Beschnitt, Necken und Bördeln vor. Das SCS-Verfahren wird nun in dieser Prozessfolge anstatt des initialen Tiefzuges implementiert. Ziel ist es, hierbei den Boden des Napfes stärker auszudünnen als es mit konventionellem Tiefziehen möglich ist und somit Material einzusparen. Der Festigkeitsverlust durch die Abnahme der Blechdicke wird durch die Verfestigung des Materials ausgeglichen.

Damit eine solche Materialeinsparung möglich ist, muss im Gegensatz zum SCS-Verfahren nach Abb. 1 das Blech aus den Formelementen herausgezogen und somit das Werkzeugkonzept modifiziert werden. Um eine Faltenbildung zu vermeiden, ist ein Faltenhalter entgegen dem äußersten Formelement sowie eine Blechhalterfunktion der Formelemente während des Tiefziehens ist notwendig, wie in Abb. 2 b) und c) dargestellt.

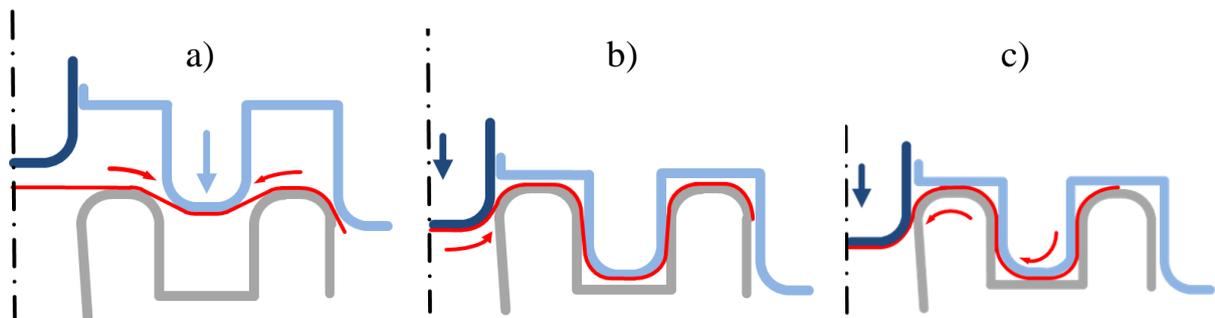


Abbildung 2: a-c) Phasen des rotationssymmetrischen SCS-Verfahrens mit Materialfluss

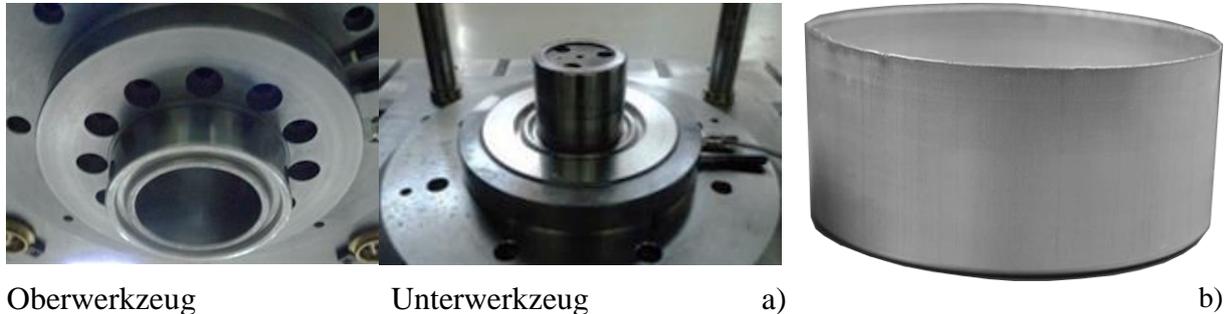
Das vorgestellte Verfahren teilt sich somit in zwei Phasen ein, zuerst ein Streckziehen durch Einfahren der Formelemente (Abb. 2 a; hellblau und graue Geometrie), gefolgt vom Tiefziehen durch den Stempel (dunkelblaue Geometrie). Die Phase des Tiefziehens kann bezüglich des Materialverhaltens ebenfalls in zwei Phasen unterteilt werden:

- Streckziehen durch den Stempel (Abb. 2 b))
- Ziehen des Napfes (Abb. 2 c))

In Abb. 2 b) ist eine weitere Ausdünnung des Bodens zu erkennen, da die Kraft im Boden, die zum plastischen Fließen des Bodens benötigt wird, kleiner ist als die Kraft, die benötigt wird, um das Blech aus den Formelementen herauszuziehen. Ab dem Zeitpunkt, an dem die Kraft

zum weiteren Streckziehen größer ist als die des Herausziehens, beginnt der Tiefziehprozess (Abb. 2 c)).

Das im Rahmen aktueller Forschungsarbeiten gefertigte Ober- und Unterwerkzeug des rotationssymmetrischen SCS-Verfahrens ist in Abb. 3 a) dargestellt. Abb. 3 b) zeigt einen gezogenen SCS-Napf der Versuchsreihe aus Weißblech ( $s_0 = 0,260 \text{ mm}$ ).



Oberwerkzeug Unterwerkzeug a) b)  
Abbildung 3: a) Gefertigtes Versuchswerkzeug mit Oberwerkzeug (links, ohne zusätzlichen Faltenhalter) und Unterwerkzeug (links); b) gezogener Napf

## Ergebnisse

In Abb. 4 a) sind die ausgerollten Dickenprofile zweier Näpfe mit gleicher Ausgangsblechdicke gegenüber gestellt. Ein Napf wurde konventionell tiefgezogen, der zweite mit dem beschriebenen SCS-Werkzeug hergestellt. Anhand der Verläufe ist zu erkennen, dass beim SCS-Napf eine Bodenausdünnung von ca. 7,5 % ( $\varphi_v \approx 0,08$ ) realisiert werden konnte. Zur Orientierung ist schematisch die entsprechende Lage am Napf gekennzeichnet. Das Napfzentrum entspricht hierbei dem Wert „null“ auf der X-Achse. Betrachtet man die Fließkurve des untersuchten Materials in Abb. 4 b), ist ersichtlich, dass durch die auftretende Umformung die Fließspannung von 277 MPa auf 390 MPa ansteigt, was einer Festigkeitszunahme von 41 % entspricht.

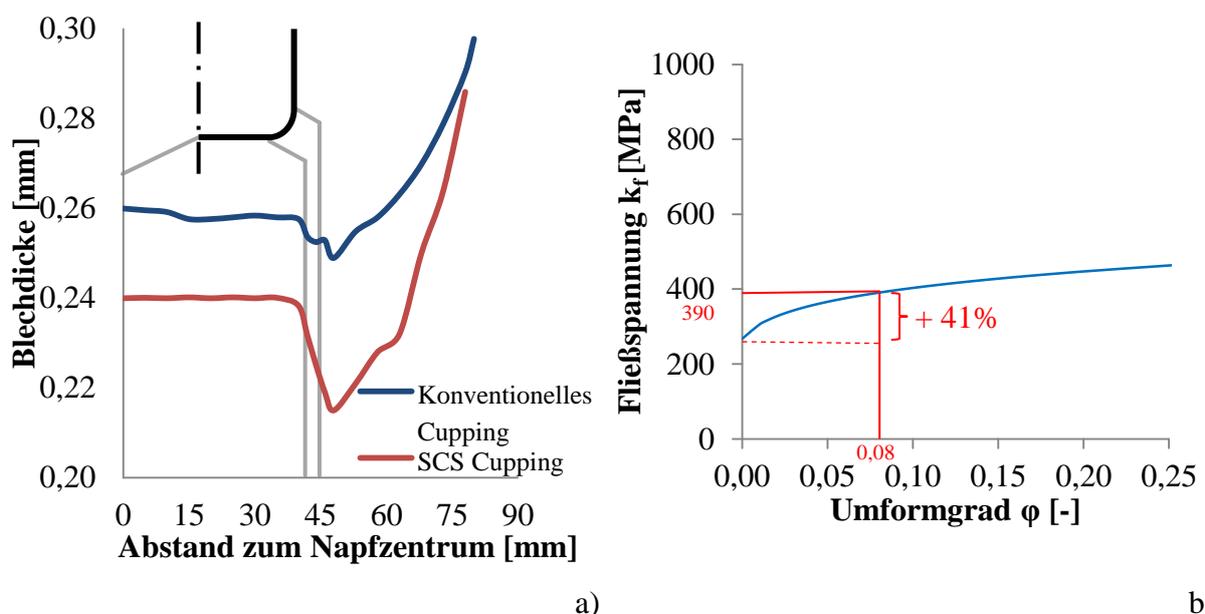


Abbildung 4: a) gemessene Bodenprofile (aufgerolltes Profil) und b) Fließkurve des untersuchten Werkstoffes [8] mit Kennzeichnung der entsprechenden Festigkeitszunahme

Bei einer 0,5 Liter Dose bedeutet dies eine Gesamtersparnis des Materials von ca. 3% bzw. in etwa einem Gramm des Gesamtgewichtes. Berücksichtigt man die hohen Stückzahlen im Bereich der Verpackungsindustrie, zeigen die bisher durchgeführten Arbeiten, dass das untersuchte Verfahren eine gute Chance bietet, um effizient Material und damit auch Kosten einzusparen.

### **Danksagung**

Das IGF-Vorhaben 17422 N der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. (FOSTA) wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

### **Literaturverzeichnis**

- [1] Liewald, M., Vlahovic, D.: Vorrichtung zum ebenen Streckziehen von Werkstücken, Patentnummer 10 2006 047 484 A1(2006)
- [2] Papaioanu, A., Liewald, M.: Further Development of the SCS Stretch-Forming Technology with Assistance of Forming Simulation, 13<sup>th</sup> International ESAFORM Conference on Material Forming (2010), pp. 155 - 158
- [3] Papaioanu, A., Liewald, M.: SCS – Innovativer Herstellungsprozess für Außenhautteile, ZWF - Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb, 106 (2011) pp. 644 - 646
- [4] Papaioanu, A., Liewald, M.: Influence of Pre-Stretching on Dent Resistance of Stretch Formed Parts, 10<sup>th</sup> International Conference on Technology of plasticity (2011), pp. 616-621
- [5] Bath, C.: "Streckziehen von Karosserieteilen." Werkstatt und Betrieb, 1965, Nr. 3
- [6] Hommel, W.: Verfahren und Vorrichtung zum Ziehen von Blechen, Patentnummer DE102010048406 A1 (2012)
- [7] Ball Packaging Europe: The can is green, Informationsbroschüre; Quelle: [http://www.balleurope.com/businesscards/assets/downloads/The\\_can\\_is\\_greenEN.pdf](http://www.balleurope.com/businesscards/assets/downloads/The_can_is_greenEN.pdf); vom 10.06.2015 um 14:56 Uhr
- [8] Schneider, M.; Liewald, M., Approach for implementation of Short Cycle Stretch Forming (SCS) to cupping Processes, Key Engineering Materials Vols. 611-612 (2014), S. 1096-1101