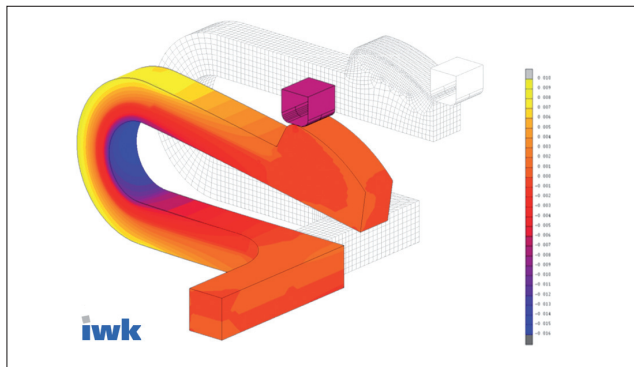


Füge- und Verbindungstechnik für Kunststoffkonstruktionen

# Gekröpfte Schnapphaken und ihre Auslegung

Auch für gekröpfte Schnapphaken stehen nun praktische Auslegungsgrundlagen und realitätsnahe Berechnungsformeln zur Verfügung, wie sie für gerade Schnapphaken bereits erarbeitet worden sind. Diese Grundlagen sind im Rahmen des Forschungsprojekts «Konstruieren mit Kunststoffen» am IWK Rapperswil entwickelt worden (Abb. 1).



**Abb. 1: Dehnung am U-förmig gekröpften Schnapphaken beim Fügen, berechnet mit FEM.**

Gekröpfte Schnapphaken sind in der Füge- und Verbindungstechnik für Kunststoffkonstruktionen immer dann eine Möglichkeit, wenn die verfügbaren Platzverhältnisse die Anwendung gerader Schnapphaken verhindern [1–3]. Allerdings trifft man sie in der Praxis eher selten an. Auch ist ihre Auslegung infolge der zusätzlichen Geometrieparameter etwas aufwendiger als bei geraden Haken und zusätzlich erschwert durch das weitgehende Fehlen praxisnaher Berechnungsgrundlagen in der Fachliteratur. Die wenigen bisher verfügbaren Berechnungstools [4, 5] basieren auf der Theorie 1. Ordnung, das heisst, dass sie die Hakenauslenkung und die damit verbundene Winkeländerung beim Fügen und Lösen nicht berücksichtigen und daher unrealistische Resultate liefern. Damit stellte sich die Aufgabe, wirklichkeitsnähere und zugleich möglichst einfach handhabbare Formeln zu entwickeln.

## Problemstellung

Bei der Auslegung von Schnapphaken interessieren in erster Linie die möglichst genaue Erfassung des Füge- und des Löseverhaltens sowie die Sicherstellung zulässiger Dehnungen und Spannungen mittels geeig-

netter Berechnungsformeln. Dies sollte bei der vorliegenden Aufgabenstellung in weitgehender Anlehnung an die bereits erarbeiteten Grundlagen für gerade Schnapphaken erfolgen [6]. Dies beinhaltet den Einbezug der Winkeländerung beim Fügen und beim Lösen [7, 8], die Erarbeitung einer optimierten Fügegeometrie [9] und die Berücksichtigung der Spannungs- und Dehnungsüberhöhungen (Kerbwirkung) bei der Anbindung des Hakens an das Formteil [10].

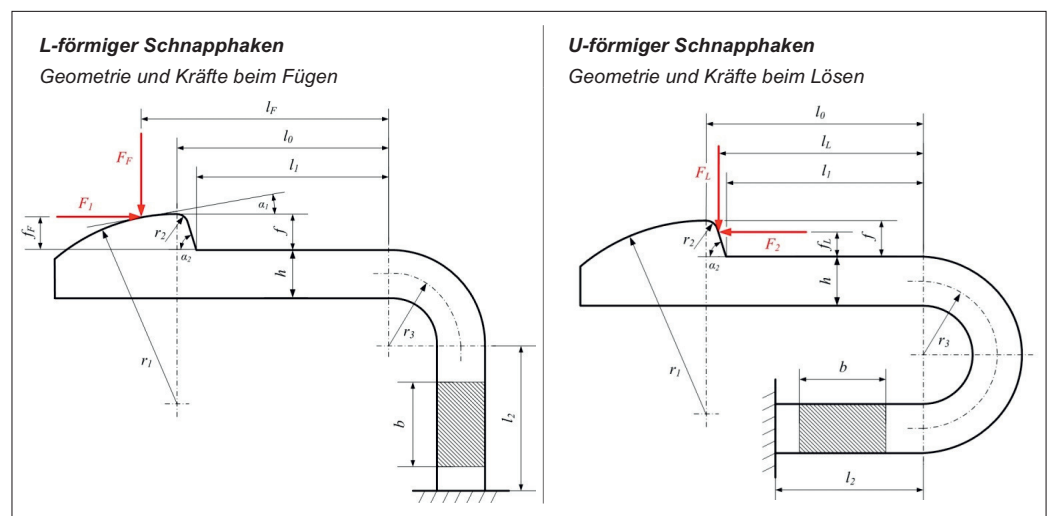
Die Problemstellung beschränkte sich auf L- und U-förmig gekröpfte Schnapphaken als Grundformen und mit Fügerichtung vom freien Ende her (Abb. 2). Für die Untersuchung wurden in bewährter Weise theoretisch-analytische Betrachtungen und rechnerisch-numerische Parameterstudien mittels der Finite Elemente Methode (FEM) kombi-

niert. Die gefundenen Gesetzmässigkeiten wurden anschliessend grafisch interpretiert und möglichst gut mathematisch beschrieben. Bei der Erarbeitung der Berechnungsformeln wurde jedoch nicht allein auf die Genauigkeit geachtet, sondern ebenso sehr auf möglichst einfache Beziehungen, um die praktische Handhabbarkeit zu gewährleisten.

## Voraussetzungen und Idealisierungen

Die Untersuchungen gehen von einer Reihe von Voraussetzungen und Idealisierungen aus:

- a) der federnde Teil des Schnapphakens ist von konstantem rechteckigem Querschnitt;
- b) der Schnapphaken besteht aus einem Kunststoff mit linear-viskoelastischem Verhalten, das heisst die zeitabhängige Werkstoffsteifigkeit,



**Abb. 2: L- und U-förmig gekröpfte Schnapphaken mit Fügerichtung von Seite des freien Endes (hier von links) und optimierter Fügegeometrie.**

$F$ : Auslenkkraft, Biegekräft.  $F_F$ : Auslenkkraft beim Fügen.  $F_1$ : Auslenkkraft beim Lösen.  $F_2$ : Fügekräft.  $F_2$ : Löse- bzw. Haltekräft.  $\alpha_1$ : Fügewinkel.  $\alpha_2$ : Löse- bzw. Haltewinkel.  $f$ : Federweg, Auslenkung (Hinterschnitt).  $f_F$ : Auslenkung bei maximaler Fügekräft.  $f_L$ : Auslenkung bei maximaler Lösekräft.  $b$ : Breite des Schnapparm-Querschnitts.  $h$ : Höhe des Schnapparm-Querschnitts.  $l_0$ : Länge bei maximalem Hinterschnitt.  $l_1$ : Länge des Schnapparm-Schenkels 1.  $l_2$ : Länge des Schnapparm-Schenkels 2.  $l_F$ : Länge bei maximaler Fügekräft.  $l_L$ : Länge bei maximaler Lösekräft.  $r_1$ : Fügeradius.  $r_2$ : Rundungsradius.  $r_3$ : Mittlerer Radius des Übergangsbogens.