Schnapphaken & Filmscharnier auslegen

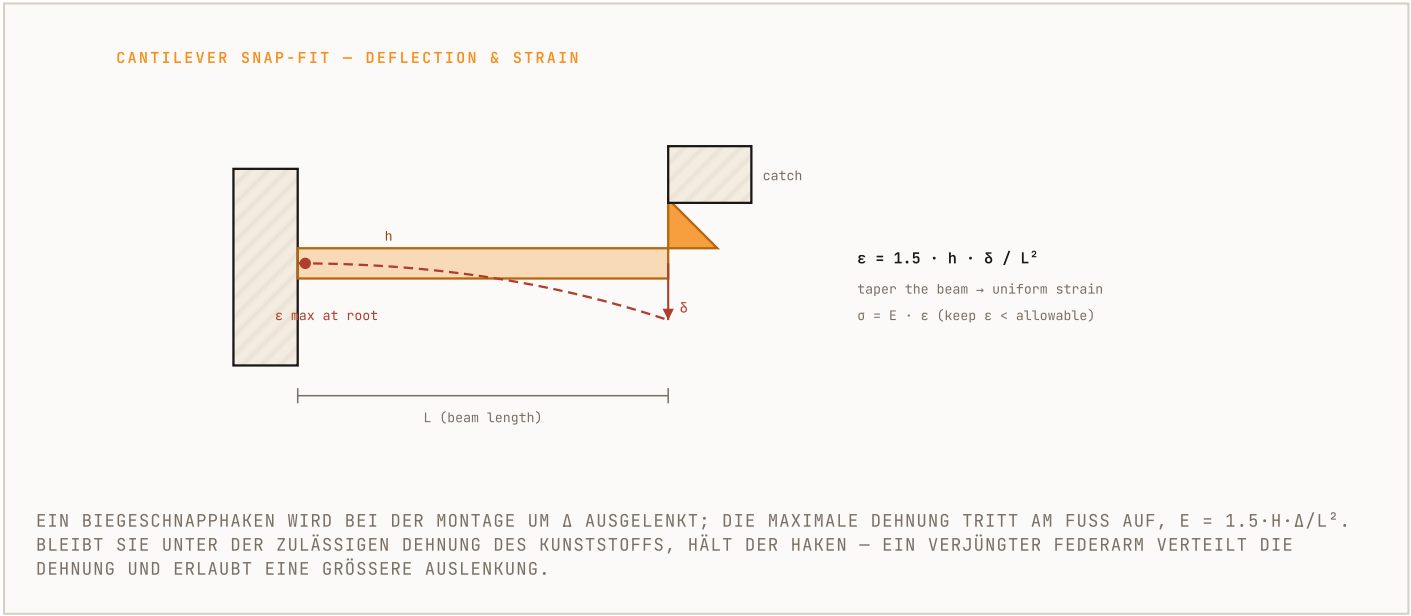
Auslegung von Biegeschnapphaken, ringförmigen Schnappverbindungen und angespritzten Filmscharnieren — zulässige Dehnung, Halte- und Fügekraft, Scharniergeometrie und die geeigneten Werkstoffe.

REVISION	AUSGABE	VERANTWORTLICH	BEGLEITMATERIAL
1.0	June 2026	Ideambox Engineering	PDF-Referenz

KURZFASSUNG

Schnappverbindungen und Filmscharniere sind „kostenlose“ Funktionselemente, die direkt an das Kunststoffteil angespritzt werden und Schrauben sowie separate Scharniere ersetzen. Sie funktionieren über elastische Verformung, die gesamte Auslegung ist daher ein Dehnungsproblem: genug auslenken, um zu fügen, aber unter der zulässigen Dehnung des Werkstoffs bleiben, damit das Element nicht bricht oder sich bleibend verformt.

Abschnitt 1 behandelt die Bauarten von Schnappverbindungen. Abschnitt 2 behandelt den Biegeschnapphaken (Dehnung, Kräfte). Abschnitt 3 behandelt ringförmige Schnappverbindungen. Abschnitt 4 behandelt Filmscharniere. Abschnitt 5 betrifft Werkstoffe und Spritzguss. Abschnitt 6 enthält Schadensbilder und eine Checkliste.



EIN BIEGESCHNAPPHAKEN WIRD BEI DER MONTAGE UM Δ AUSGELENKT; DIE MAXIMALE DEHNUNG TRITT AM FUSS AUF, $\varepsilon = 1.5 \cdot H \cdot \Delta / L^2$. BLEIBT SIE UNTER DER ZULÄSSIGEN DEHNUNG DES KUNSTSTOFFS, HÄLT DER HAKEN — EIN VERJÜNGTER FEDERARM VERTEILT DIE DEHNUNG UND ERLAUBT EINE GRÖSSERE AUSLENKUNG.

INHALT

1. Bauarten von Schnappverbindungen
2. Biegeschnapphaken
3. Ringförmige Schnappverbindungen
4. Filmscharniere
5. Werkstoffe und Spritzguss
6. Schadensbilder und Checkliste

1. Bauarten von Schnappverbindungen

Eine Schnappverbindung wird bei der Montage ausgelenkt und federt dann zurück, sodass ein Haken (oder Wulst) hinter einer Rastkante sitzt.

BAUART	WIRKPRINZIP	EINSATZ
Biegeschnapphaken	ein Federarm wird gebogen	der Standardfall — die meisten Schnappverbindungen
Ringförmig (Ringschnappverbindung)	ein Wulst weitet sich über eine Nut	Deckel, runde Blenden, Abdichtung
Torsionsschnappverbindung	ein Steg wird verdreht	Hebel, häufig geöffnete Verriegelungen

Die **Geometrie der Rastkante** bestimmt das Verhalten: ein flacher **Haltewinkel** (~30–45°) macht die Verbindung lösbar; eine steile/90°-Fläche macht sie unlösbar. Der **Fügewinkel** (~20–30°) bestimmt, wie leicht sich die Teile fügen lassen.

`Auslenkung δ`	Weg, um den sich der Haken bei der Montage verformt
`Dehnung ε`	Örtliche Dehnung am Fuß des Federarms — der zu begrenzende Wert
`Zulässige Dehnung`	Höchste Dehnung, die der Kunststoff verträgt (einmalige vs. wiederholte Betätigung)
`Haltewinkel`	Winkel der Rastfläche — flach = leicht lösbar, 90° = unlösbar

2. Biegeschnapphaken

Bei einem Biegeschnapphaken mit konstantem Querschnitt tritt die maximale Dehnung am **Fuß** auf:

$\varepsilon = 1.5 \cdot h \cdot \delta / L^2$ (h = Dicke des Federarms, L = Länge, δ = Auslenkung), und die Spannung ist $\sigma = E \cdot \varepsilon$.

- $\varepsilon \leq$ zulässiger Wert (siehe unten) einhalten. **Den Federarm verjüngen** (zur Spitze hin dünner oder schmaler), um die Dehnung zu vergleichmäßigen
  ein verjüngter Haken lässt sich bei gleicher Maximaldehnung ~2× weiter auslenken.

- **Fügekraft** ≈ Auslenkkraft des Federarms × (tan des Fügewinkels + Reibung); die **Haltekraft** ergibt sich mit dem steileren Haltewinkel. Kleinerer Fügewinkel für leichtere Montage; größerer Haltewinkel für festeren Halt.

- Längere/dünnere Federarme lassen sich leicht auslenken (geringe Dehnung), halten aber weniger; es ist ein Kompromiss. Zur Dimensionierung das Werkzeug
  Snap-fit stress
  verwenden.

KUNSTSTOFF	ZULÄSSIGE DEHNUNG, EINMALIG	HINWEISE
ABS	2–3%	zäh, unkomplizierter Standard
PC	~2%	fest, aber kerbempfindlich
PP	5–6%	sehr flexibel, fehlertolerant
PA (Polyamid)	2.7–3.5%	fest; Feuchtigkeit verändert die Werte
POM (Polyacetal)	6–8%	ausgezeichneter Werkstoff für Schnapphaken
PE	~5%	flexibel, niedriger E-Modul

Für **lösbare / wiederholt betätigte** Schnappverbindungen auf ≈60% des einmalig zulässigen Werts auslegen (bei vielen Zyklen noch weniger).

3. Ringförmige Schnappverbindungen

Eine Ringschnappverbindung weitet einen Wulst über eine Gegennut (Flaschenverschlüsse, runde Gehäuse):

- Ausgelegt wird über die **Umfangsdehnung** = (Aufweitungsdurchmesser − Nutdurchmesser) / Nutdurchmesser
  sie muss unter dem zulässigen Wert des Werkstoffs bleiben.
- **Geschlossene Ringe** sind steif (hohe Haltekraft, hohe Fügekraft); **geschlitzte** Ringe (Segmente) senken beides und erleichtern die Montage.
- Gut geeignet zum Abdichten und für rotationssymmetrischen Halt; wo eine Dichtung nötig ist, mit einer O-Ring-Nut kombinieren.

4. Filmscharniere

Ein Filmscharnier ist ein dünner, angespritzter Steg — bei richtiger Auslegung Millionen von Zyklen, aber nur mit dem richtigen Kunststoff:

- **Werkstoff: nur PP oder PE** (oder PP-Copolymer). Andere Kunststoffe reißen. PP ist der Standard.
- **Geometrie:** Stegdicke **0.25–0.5 mm**, großzügiger Innenradius (~0.4–0.6 mm) und kurzer Steg; der dünne Querschnitt soll sich biegen, nicht dehnen.
- **Verarbeitung:** so anspritzen, dass die **Schmelze quer über das Scharnier fließt** (die Molekülorientierung quer zur Scharnierachse erhöht die Dauerhaltbarkeit erheblich), und das **Scharnier unmittelbar nach dem Entformen** im warmen Zustand einmal biegen, um die Orientierung zu fixieren.
- Das Scharnier dünn und gleichmäßig halten; dicke oder ungleichmäßige Stege ermüden und werden weiß.

5. Werkstoffe und Spritzguss

- **Schnapphaken:** POM und PP sind am fehlertolerantesten; ABS und PA sind üblich; PC erfordert Sorgfalt (kerbempfindlich den Fuß verrunden).

- **Den Fuß des Federarms immer verrunden**
  eine scharfe Innenecke ist eine Kerbe, die die Lebensdauer des Hakens halbiert.

- **Entformungsschrägen und Auswerfen** beachten
  Schnapphaken benötigen oft einen Schieber, einen Schrägauswerfer oder eine geschickt gelegte Trennebene, um sich spritzen und entformen zu lassen.

6. Schadensbilder und Checkliste

SCHADENSBILD	URSACHE	ABHILFE
Bruch bei der Montage	Dehnung > zulässig, scharfkantiger Fuß	längerer/verjüngter Federarm, Fußradius, zäherer Kunststoff
Verlust der Haltekraft (Kriechen)	dauerhaft ausgelenkt, warm, weicher Kunststoff	Haken nicht vorspannen, auf null Dauerdehnung auslegen
Ermüdung (wiederholte Betätigung)	Dehnung zu hoch für die Zyklenzahl	auf ≪ zulässig auslegen, verjüngen, POM/PP
Filmscharnier reißt/wird weiß	falscher Kunststoff, dicker/ungleichmäßiger Steg, ungünstiger Anguss	PP/PE, Steg 0.25–0.5 mm, Fluss quer über das Scharnier, warm biegen

Checkliste: Bauart (Biege- / Ring- / Torsionsschnappverbindung) → δ aus dem Fügeweg festlegen → L, h so bemessen, dass $\varepsilon = 1.5h\delta/L^2$ unter dem zulässigen Wert liegt (≈60% bei lösbaren Verbindungen) → Fuß verrunden, Federarm verjüngen → Halte-/Fügewinkel für unlösbar vs. lösbar wählen → bei Scharnieren PP/PE, Steg 0.25–0.5 mm, Fluss quer über das Scharnier.

This document is also a web page, kept up to date:
https://ideambox.com/de/downloads/snap-fit-living-hinge/

Designing something that needs this? ideambox.com/contact