

PROJEKT: BISTABLE COMPOSITES AS SMART ACTUATORS

# Verlust der Bistabilität und Ablösen von Versteifungen auf bistabilen Laminaten

M.Sc. Arne Schirmer, Universität Rostock, Lehrstuhl für Leichtbau  
M.Sc. Michelle Hedvard, Universität Rostock, Lehrstuhl für Leichtbau  
Prof. Dr.-Ing. Philipp Weißgraeber, Universität Rostock, Lehrstuhl für Leichtbau

Bistabile Strukturen erlauben viele Anwendungen für smarte Strukturen mit schaltbarem Strukturverhalten

Versteifungen erlauben die genaue Einstellung des mechanischen Verhaltens, beeinflussen aber das bistabile Verhalten

Geklebte Versteifungen können sich ablösen, wenn kritische Bedingungen erreicht werden

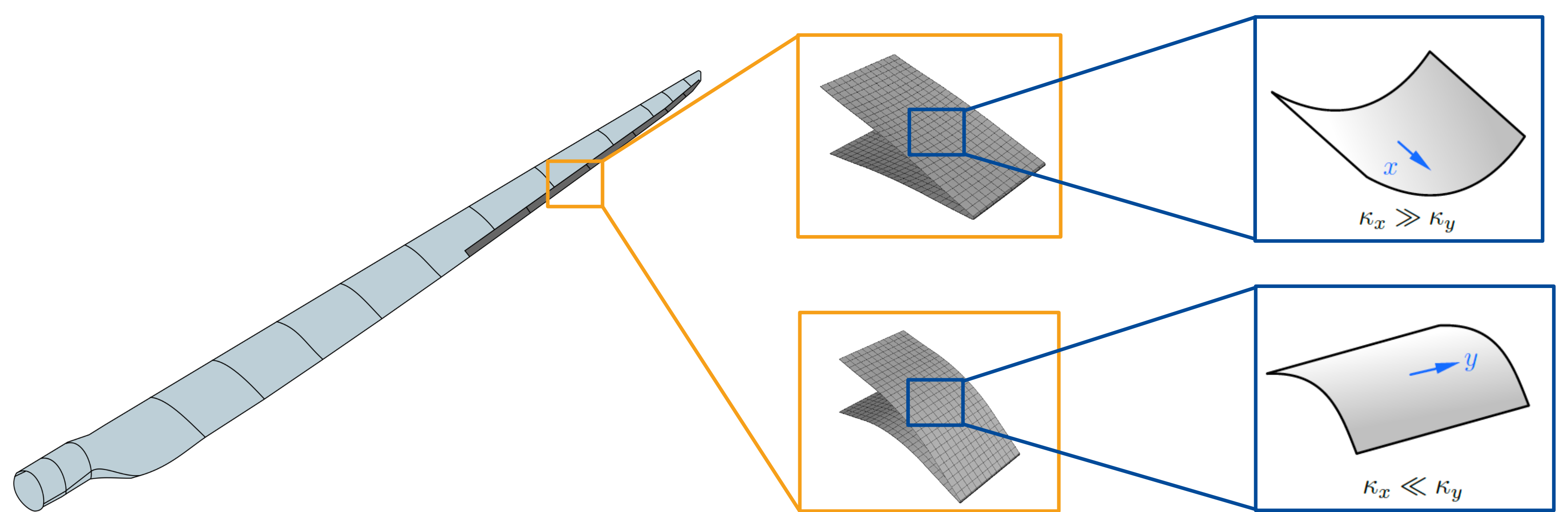
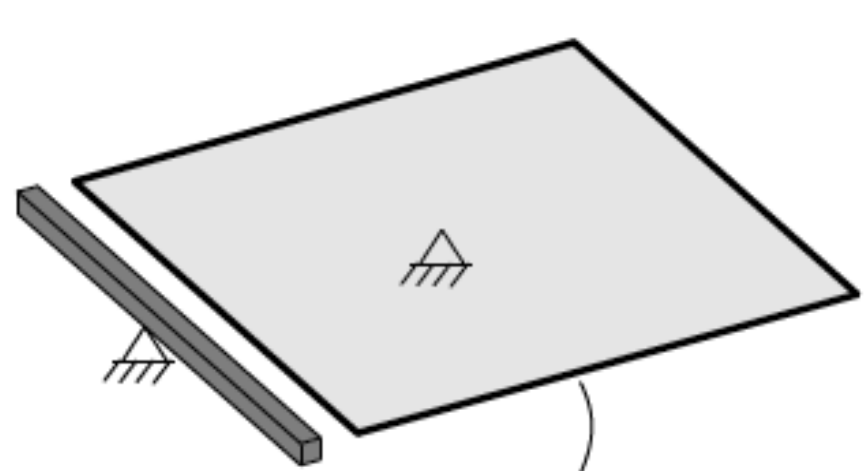
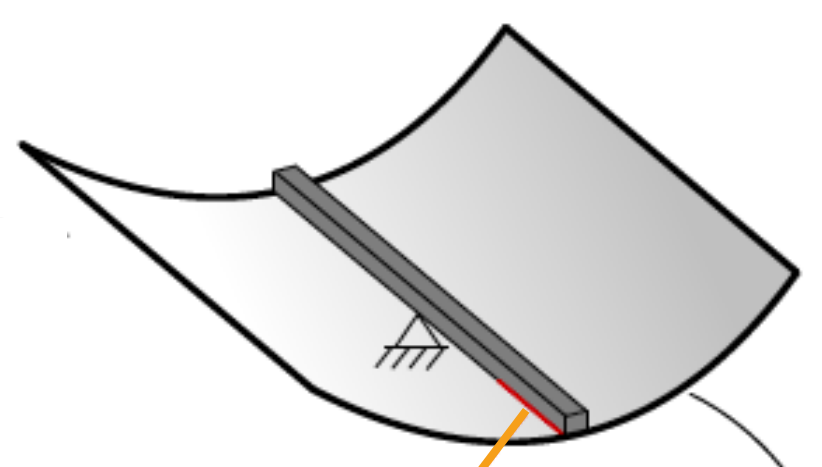


Abbildung 1: Bistabiles Laminat im Einsatz in aerodynamischen Strukturen [Buhl et al., 2007; Diaconu et al., 2008, Schirmer et al., 2025]

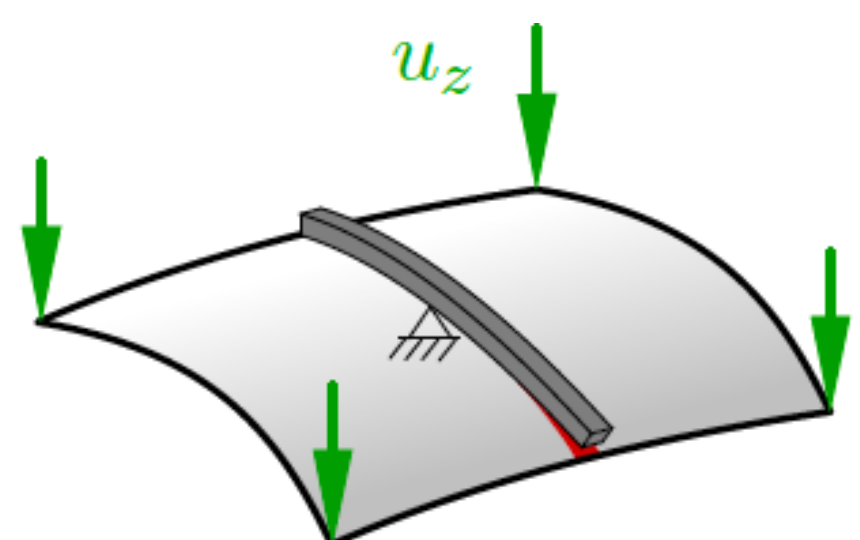
## Numerische Analyse der Bistabilität und Ablösung der Versteifung



$T_1 = 180^\circ\text{C}$



$T_2 = 20^\circ\text{C}$



Ebenes asymmetrisches Laminat mit Versteifung – bei Abkühlung Übergang in erste Gleichgewichtslage des bistabilen Laminats

Bei Wechsel in zweite Gleichgewichtslage können folgende Fälle auftreten:

- 1: Verlust der Bistabilität: die zweite Gleichgewichtslage ist nicht mehr stabil
- 2: Erhalt der Bistabilität
  - 2a – Bedingung für Ablösung der Versteifung nicht erfüllt, Konfiguration auch bruchmechanisch stabil
  - 2b – Bedingung für Ablösung der Versteifung erfüllt, Energiefreisetzungsrates übersteigt Bruchzähigkeit, Versteifung löst sich ab

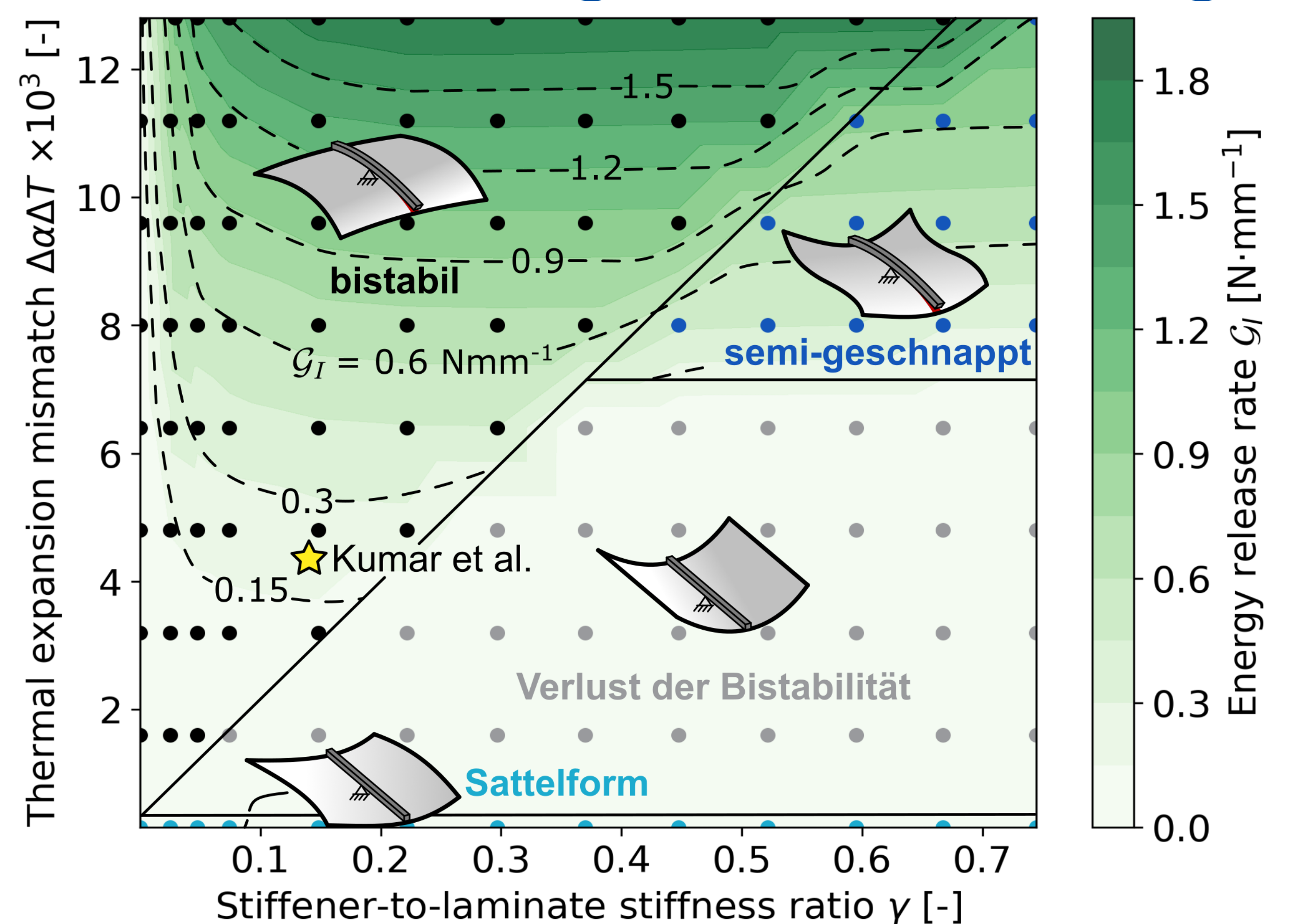


Abbildung 2: Verhalten hängt ab von:

- thermischen Kontrast des asymmetrischen Laminats  $\Delta\alpha \Delta T = (\alpha_2 - \alpha_1)(T_2 - T_1)$
- Steifigkeitsverhältnis von Versteifungselement zu Platte  $\gamma = \frac{E_s I}{D_1 L}$