



**Diplomand** Jordan Arno  
**Dozent** Prof. Baumann Ralf  
**Projektpartner** Pfisterer Switzerland AG  
**Experte** Dipl. Ing. ETH Bucher Beat  
**Themengebiet** Produktentwicklung & Mechatronik

## Beurteilung des Knickverhaltens von Isolatoren

### Ausgangslage

Die Pfisterer Switzerland AG in Küssnacht entwickelt Isolatoren für Hochspannungsleitungen (Abb. 1). Da Hochspannungsleitungen laufend für höhere Netzspannungen und damit höhere Lasten gebaut werden, müssen auch die Isolatoren immer höheren Anforderungen entsprechen. Je nach Anwendung und Konstruktion können Verbundisolatoren auf Druck belastet werden. Aufgrund dieser Belastung und ihrer schlanken, langen Geometrie sind sie knickgefährdet. Schadensfälle an Isolatoren sind bisher nicht bekannt. Im Rahmen dieser Arbeit möchte die Pfisterer AG herausfinden, welche Faktoren das Knickverhalten beeinflussen und wie gross der Einfluss der einzelnen Faktoren ist.

Verbundisolatoren werden in unterschiedlichen Bauformen eingesetzt. Der Isolatorkern besteht dabei immer aus einem glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), der von einem Isoliermantel umschlossen wird. Der Isolator wird mit unterschiedlichen Endarmaturen ausgestattet (Abb. 2).



Abb. 1: Verbundisolatoren an einem Freileitungsmasten

### Vorgehen

Die Isolatoren werden mit Hilfe von Computermodellen als Balkensysteme vereinfacht. Im FEM-Programm ANSYS wird das Modell des Isolators mit verschiedenen Imperfektionen, wie z.B. Exzentrizität der Krafteinleitung, Fertigungstoleranzen oder Montagefehler versehen. Für die Beurteilung des Auslenkungs- bzw. Knickverhaltens der Isolatoren werden Berechnungsgrößen wie Kräfte, mechanische Spannung und Verformung herangezogen. Die Auswirkungen der einzelnen Einflussfaktoren werden miteinander verglichen.

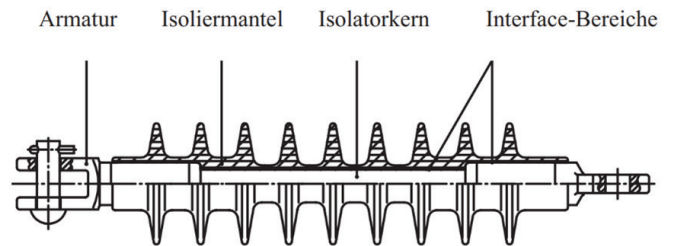


Abb. 2: Aufbau und Bestandteile von Verbundisolatoren

### Ergebnis

Die Resultate zeigen, dass die exzentrische Krafteinleitung, die Geradheit des GFK-Stabes und eine Abkippung zwischen zwei Flanschen (zwischen GFK-Stab und Armatur) den grössten Einfluss auf das Belastungsverhalten aufweisen. Diese Arbeit zeigt, dass Imperfektionen keinen Einfluss auf die theoretische Knicklast haben. Sie steuern lediglich zu einem früheren Auslenken bei. Somit versagen Isolatoren mit grossen Imperfektionen bereits vor Erreichen der Knicklast, da die mechanische Spannung im schwächsten Bauteil den Maximalwert überschreitet. Bei den untersuchten Baugruppen sind die Isolatoren durch T-Träger verlängert, die immer das schwächste Bauteil des Isolators darstellen. Abb. 3 zeigt die Auslenkung des Isolators unter einer typischen Druckbelastung.



Abb. 3: Beulform des Verbundisolators bei Druckbelastung