

Reibschweiss- technologie

Bernhard Stamm

IBOIS

Lehrstuhl für Holzbaukonstruktionen

ETH Lausanne

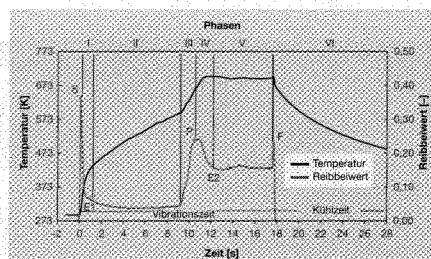
Im Rahmen eines Projektes des Schweizerischen Nationalfonds wird seit mehreren Jahren an einer neuen Verbindungstechnik für Holzbauteile geforscht, ein Reibschweissverfahren, das in dieser Form beim Werkstoff Holz bisher nicht angewendet wurde. Die Forschung beschäftigt sich unter anderem mit den Vorgängen, die während des Verschweisens stattfinden und über eine Veränderung der Oberflächen zu einer Holz-Holz-Verbindung führen. Sie erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Institut für Materialforschung (LMC) der ETH Lausanne (Dr. Parviz Navi) und der Holzforschung München der TU-München (Prof. Gerd Wegener).

Die Herstellung von Holz-Holz-Verbindungen ohne Zusatzstoffe durch thermische Umwandlung und Erweichung der Oberflächen per Reibwärme ist ursprünglich ein Verfahren aus der Kunststoff- und Metallverbindungstechnik. Bei der Anwendung dieser Technologie beim Werkstoff Holz wurde beobachtet, dass die Oberflächen infolge der entstehenden Temperaturen erweichen und sich bei Erkalten und Wiedererhärten ein Verbund der Werkstücke einstellt. Dies ist ein Phänomen, das in dieser Form für den Werkstoff Holz sehr ungewöhnlich ist.

Die aktuelle Grundlagenforschung beschäftigt sich mit den physikalischen Grundlagen des Verfahrens. Ermittelt wurden die Temperaturverläufe, -verteilungen, Maximaltemperaturen und in diesem Zusammenhang der temperaturabhängige Verlauf des Reibkoeffizienten in Abhängigkeit der Material- und Anlagenparameter. Mit den Versuchen gelang es, den Prozess in verschiedene Phasen der Reibung und Viskosität zu unterteilen.

Die Untersuchungen belegen, dass die Reibkraft und damit der Reibkoeffizient während des Schweissprozesses mehrere Phasen durchläuft. Diese lassen sich an charakteristischen Punkten festmachen. Damit lässt sich der Prozess in sechs Bereiche unterteilen.

Phase I: Während der Anfangsphase des Schweissprozesses werden die Schweisstteile unter Aufbringen eines Anfangsdruckes in Kontakt gebracht (Punkt S). Die Oberflächenrauigkeiten werden infolge trockener Reibung geglättet. Die zunächst recht rauen Oberflächen und der damit verbundene hohe Reibkoeffizient führen zu einem anfänglich steilen Anstieg der Temperatur der Kontaktzone. Bei einer Temperatur von ca. 393 K zeigt die Temperaturkurve einen Knick. Dies ist auf eine deutliche Reduzierung des Reibkoeffizienten durch Polieren der Oberflächen zurückzuführen. Auch das Verdunsten der im Holz enthaltenen Feuchte (12,8%) reduziert die zum Erwärmen der Oberflächen verfügbare Energie.



Ein exemplarischer Schweissversuch: Einteilung des Prozesses in verschiedene Phasen anhand des Verlaufes des Reibkoeffizienten.

Phase II: Dieser Bereich (zwischen E1 und I) ist durch einen konstanten Reibkoeffizienten gekennzeichnet (linearer Temperaturanstieg). Diese Phase dauert an, bis die thermische Umwandlung der polierten Oberflächen stattfindet.

Phase III beginnt mit einem steilen Anstieg des Reibkoeffizienten (Punkt I), begleitet von einsetzender Rauchentwicklung. In diesem Abschnitt des Schweissprozesses beginnen die Oberflächen, sich ther-

misch durch chemische Umwandlung der Holzzellen zu verändern. (Start bei einer Temperatur von etwa 593 K). Die Reibkraft steigt kontinuierlich bis zu einem Maximum P an. Der Anstieg findet aufgrund der thermischen Oberflächenveränderungen statt. Gleitreibung geht in viskose Reibung über.

Phase IV: Das Erreichen einer Maximaltemperatur zwischen 693 bis 713 K führt zu einem Gleichgewicht der Temperatur und des Reibkoeffizienten (E1).

Phase V: Ein Charakteristikum von Phase V ist die gleich bleibende und bis zum Ende des Prozesses beibehaltene Reibkraft (zwischen E2 und F). Dieser Zustand beruht darauf, dass die durch Reibung erzeugte Wärme im Gleichgewicht mit der Energie steht, die durch den heissen Rauch, das aus der Fuge herausgequetschte erweichte Material und durch Wärmeleitung von der Kontaktzone wegtransportiert wird. Wahrscheinlich erreicht das Holz bei dieser Temperatur auch eine Art Phasenübergang, der zu dem Gleichgewicht führt, da die erzeugte Wärme zum Teil von endothermen Reaktionen aufgebraucht wird.

Phase VI: Nach Beenden des Prozesses kühlt der Kontaktbereich unter einem gewissen Druck ab, was zum Aushärten desselben und damit zur Erzeugung der Verbindung führt.

Die so erzeugten Verbindungen besitzen etwa ein Drittel der Bruchschersfestigkeit des natürlichen Holzes. Sie wären vor allem für Bereiche geeignet, die geringe Schubfestigkeiten erfordern, z.B. beim Verschweissen von Brettstapelelementen oder für Sperrholz. Die Maschinen, die bisher zum Verschweissen verwendet werden, sind speziell auf das Verschweissen von kleinen Flächen im Kunststoff- und Metallbereich konzipiert. Um die Technologie des Holzschweisens in breiter Anwendung nutzen zu können, müssen geeignete Maschinen für diesen Prozess entworfen werden.