

GEOTEXTILIEN

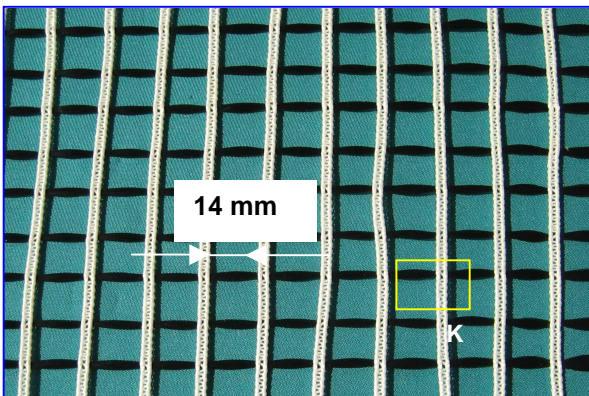
Projektleiter: Dipl.-Phys. Eva-Maria Falk

Laufzeit: 04/06 – 12/07

Ausgangssituation und Forschungsziel

Die Gitterfäden von textilen Gitterstrukturen waren an den Kreuzungsstellen sehr leicht in der von der Maschine vorgelegten Struktur verschiebbar, das Handling war schwer und die Textilgitter entsprachen bei speziellen Belastungen in den vielfältigen Einsatzgebieten unzureichend den geforderten Lasteigenschaften. Damit konnte die vorgesehene Einsatzbreite nicht in dem Maße ausgeschöpft werden.

Ziel des Forschungsvorhaben war eine Erhöhung der Stabilität von textilen Gitterstrukturen durch eine verschiebefeste Fixierung der Fäden an den Kreuzungsstellen der Gitterstruktur durch gezielte thermische Behandlung mit der Lasertechnik. Das Verschweißen der Knotenpunkte sollte Verschiebefestigkeit und Belastbarkeit erhöhen. Biege-, Anpassungsfähigkeit und Drapierbarkeit sollten erhalten bleiben. Damit wurde eine größere Einsatzbreite und Wettbewerbsfähigkeit angestrebt.



Textile Gitterstruktur als Basisgitter
(Knotenpunkt K)

Im Vorhaben sollten grundlegende Untersuchungen zum Verschweißen von Polymerfäden aus PET an den Kreuzungsstellen durchgeführt werden. Geeignete Prozessparameter waren zu ermitteln. Optische und strukturelle Eigenschaften der polymeren Materialien waren im Zusammenhang mit dem Laserdurchstrahlschweißen einzu beziehen. Die Eigenschaften der PET - Fäden, die in der Schmelze gezogene parallele gestreckte Molekülketten ergeben, die anschließend nochmals kalt gereckt werden, waren zu berücksichtigen. Die Behandlung mit zu hohen Temperaturen kann eine Minderung der hohen Festigkeiten bewirken. Vorversuche bestätigten die Hinweise der Schweißliteratur.

Veränderungen treten am Faden bereits bei 237 °C auf. Am Schmelzpunkt schmelzen sie sofort, ziehen sich zusammen und bilden Schmelzperlen. Temperaturen am Erweichungspunkt führen zu ungenügender Schweißfestigkeit. Schweißen kann nur im thermoplastischen Bereich kurz unter der Schmelztemperatur des PET erfolgen. Zudem brauchen Polymerfäden Zeit, um auf die Wärmeeinwirkung mit Interdiffusion zu reagieren, was die Problematik beim Schweißen zeigt.

Die Festigkeitseigenschaften der Gitterfäden wurden über Zugkraftmessungen im Zugversuch nach DIN EN ISO 2062 geprüft. Eine geeignete Sensorik zum Auffinden der Knotenpunkte für eine spätere Umsetzung in der Maschine musste untersucht werden.

Forschungsergebnis

Geeignete Prozessparameter zum Laserkopfabstand, zur Leistung, Zeit, Temperatur sowie zum Druck konnten in Experimenten ermittelt werden. Optische und strukturelle Eigenschaften der Polymerfäden des Basisgitters wurden entsprechend dem Diffusions-, Transmissionsverhalten und der Wärmeleitung für das Laserdurchstrahlschweißen optimiert (alternative Systeme). Nur mit stark absorbierenden Schmelzhilfsfäden, die kompatibel mit dem Ober (Kett) - und Unter (Schuss) faden aus PET sein müssen, wurden geringere Fadenfestigkeitsminderungen erreicht.

Weiß ist geeignet als Unter (Schuss) faden, farblos durch hohe Transmission, geringe Reflexion und Absorption als Ober (Kett) faden und zudem billiger als der weiße Faden. Bezüglich der geometrischen Verhältnisse eignen sich dünnere Schichten durch geringere Inhomogenität besser als dickere Modellsysteme. Höhere Drücke und niedrigere Laserzeiten mit entsprechenden Leistungen an der unteren Leistungsgrenze sind besser.

Verfestigungen durch Schweißen sind bei ganz speziellen Parametern in der Größenordnung von 3100 cN da. Sie bewirken aber selbst an der unteren Leistungsgrenze bei geringer Laserenergie Faserschädigungen, deren qualitative Beurteilung vor und nach Belastung über Zugkraftmessungen einen Festigkeitsabbruch von 13 % ergaben, der für den praktischen Einsatz (Scher-, Hangabtriebskräfte) als nachteilig eingeschätzt wird.

GEOTEXTILIEN

Da sich bei längerer Zeit die Aufheizung und damit das Aufschmelzen von Kett- und Schussfäden verstärken wird, werden Verbesserungsmöglichkeiten durch geringere Laserzeit, dafür etwas höhere Leistung, bei hohem Druck und durch Absorptionserhöhung des Schmelzhilfsfadens gesehen.

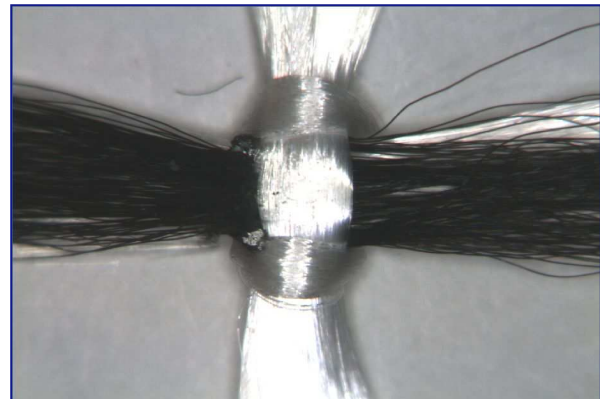
Eine geeignete Sensortechnik für das Auffinden der Knotenstellen wurde ermittelt.

Anwendung und wirtschaftliche Bedeutung

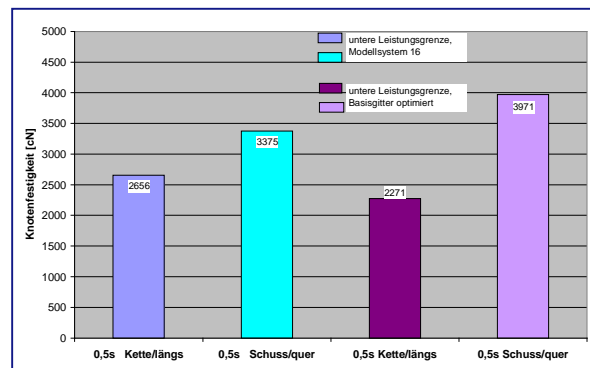
Durch weitere Versuche zur Prozess – und Materialoptimierung ist das angesprochene Problem der Festigkeitsminderung zu optimieren.

Durch Verbesserung der Stabilität und Erhöhung der Knotenfestigkeit bei Beibehaltung der Flexibilität werden neue und breitere Einsatzmöglichkeiten geschaffen, um teure und zeitaufwendige konventionelle Bauweisen zu ersetzen. Damit werden eine größere Wettbewerbsfähigkeit angestrebt sowie neue Märkte erschlossen.

Der Markt von textilen Gitterstrukturen ergibt sich aus den verschiedensten Funktionen. Bewehrte textile Geokunststoffe finden vorwiegend im Tiefbau, bei der Lösung von Separations-, Filter-, Drainage- und Schutzproblemen Verwendung. Einsatzgebiete werden insbesondere im Bauwesen als Bautextilien für vielfältigste Bereiche gesehen. Der Einsatz der Lasertechnik wird forciert und damit ein wirtschaftliches Verfahren angestrebt.



Knotenfestigkeit Kette (längs) zum Schuss und Schussfaden (quer) zur Kette mit optimalen Parametern am Modellsystem 16 und optimiertem Basisgitter

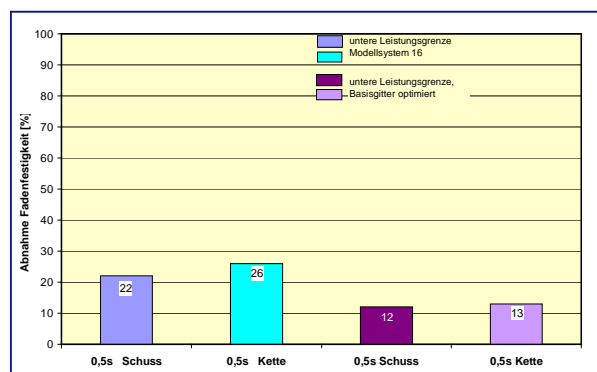


Optimierte Gitterfäden im Modellsystem 16, Knotenpunkt verschweißt

Kettfaden PET farblos

Schweißhilfsfaden PET schwarz

Schussfaden PET weiß



Fadenfestigkeitsminderung Schuss (Unter) faden und Kett (Ober) faden mit optimalen Parametern am Modellsystem 16 und optimiertem Basisgitter