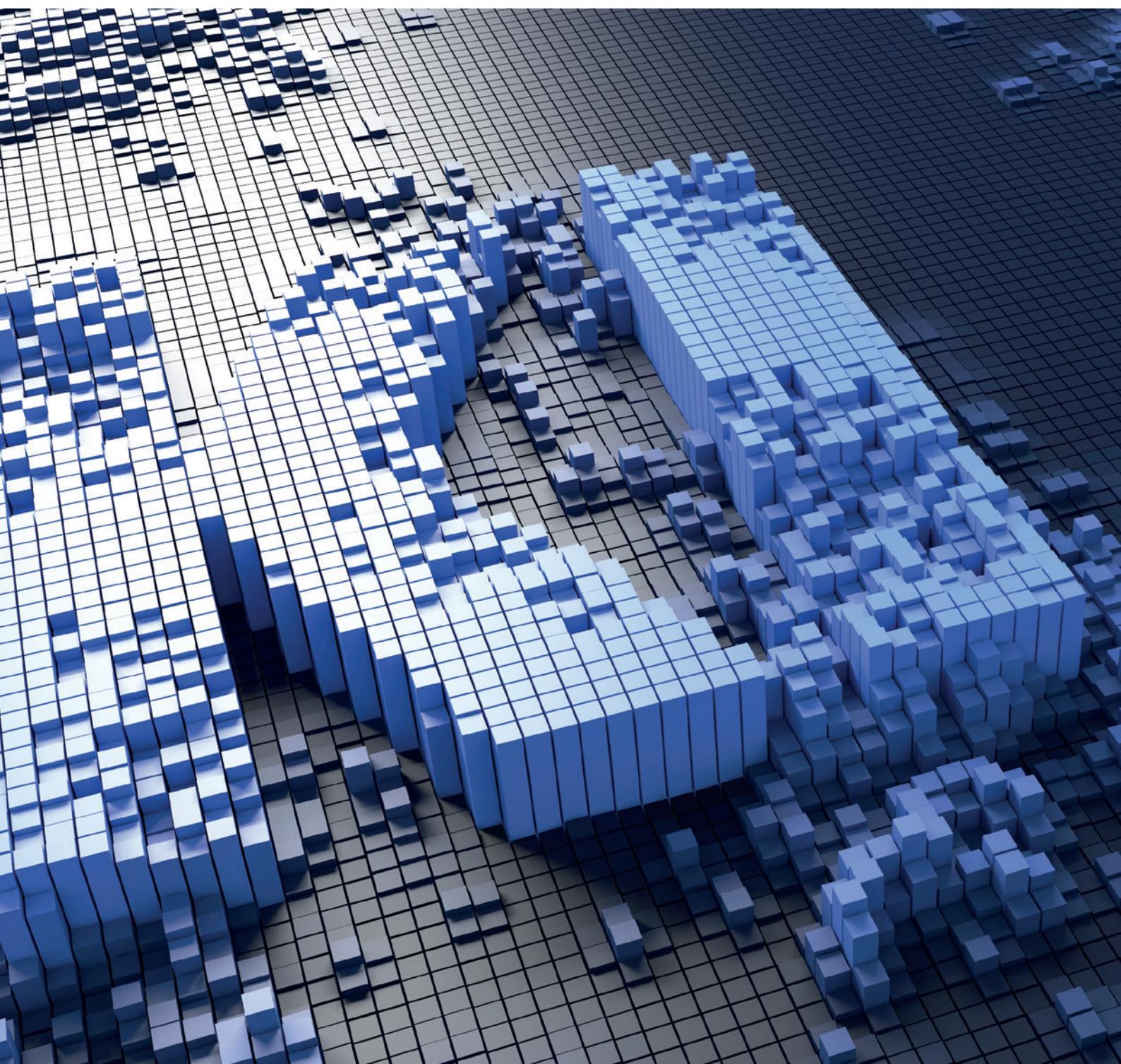


AK COMPOSITES REPORT 12



INHALT / CONTENT

8 ITA

Intelligente Regelsysteme
Intelligent Control

18 TU DRESDEN

Ungenutzte Potenziale entlang der
Composite-Wertschöpfungskette
Exploiting unused potential along the
composite value chain

24 RWTH AACHEN

Einsatz von KI in Produktentwicklung
und Produktion erschließen
Unlocking the use of AI in product
development and production



Liebe Leserinnen und Leser,

sind „Digitalisierung & KI“ nur Schlagwörter oder bieten sie tatsächliche Chancen auch für die Composites-Industrie?

Die Welt der Faserverbundkunststoffe ist extrem heterogen, sowohl was die damit hergestellten Produkte angeht, als auch die für die Produktion eingesetzten Materialien und Verfahren. Dementsprechend variiert die Größe der Firmen, die Composites-Bauteile herstellen – viele bzw. die meisten der AVK-Mitgliedsunternehmen sind jedoch mittelständische oder oftmals auch kleine oder Kleinstunternehmen. Gemeinsam ist allen, dass sie ständig auf der Suche nach Verbesserungen und Optimierungen ihrer Produktionsprozesse sind. Das ist zum einen dem wirtschaftlichen Druck geschuldet, gerade in der aktuellen Zeit, wo viele Anwendungsbereiche der industriellen Produktion um Märkte und Kunden kämpfen müssen. Zum anderen ist es dem unternehmerischen Geist geschuldet, ständig effizienter und besser zu werden und sich über Technologien auch neue Märkte erschließen zu können.

Die Digitalisierung und die Künstliche Intelligenz versprechen generell Fortschritte in den unternehmerischen Prozessen, das gilt selbstverständlich auch für die Composites-Industrie. Die Frage ist, wie – und vor allem auch mit welchem (Kosten-) Aufwand – die bereits vorhandenen Technologien sinnvoll eingesetzt werden können. Die AVK beschäftigt sich deshalb explizit – gemeinsam mit interessierten Mitgliedsfirmen – in einem eigenen Arbeitskreis mit dem Thema.

Dieser Composites Report soll den aktuellen Stand der Erkenntnisse und die aktuellen Projekte in der Welt der AVK-Institute aufzeigen. Wir wünschen Ihnen viel Spaß mit der 12. Ausgabe des und hoffen, dass sie Ihnen dabei hilft, die sich bietenden Chancen von „Digitalisierung & KI“ für das eigene Unternehmen herauszuarbeiten.

Ihr Dr. Elmar Witten,
AVK-Geschäftsführer

6

**ARBEITSKREIS DIGITALISIERUNG
WORKING GROUP
DIGITALISATION**
Visionäre Kooperationen
für morgen
Visionary collaborations
for tomorrow

8

**INSTITUT FÜR TEXTILTECHNIK DER
RWTH AACHEN UNIVERSITY (ITA)**
Intelligente Regelsysteme
Intelligent Control

12

**INSTITUT FÜR TEXTILTECHNIK DER
RWTH AACHEN UNIVERSITY (ITA)**
Von der Idee zum Prototyp –
digitale Prozesskontrolle ...
From idea to prototype –
digital process control ...

MACHINE LEARNING



Dear reader,

Are “digitalisation and AI” just buzzwords, or do they offer real opportunities for the composites industry?

The world of fibre-reinforced plastics is extremely heterogeneous, both in terms of the products manufactured with them and the materials and processes used in production. Accordingly, the size of companies that manufacture composite components varies greatly – however, many or most of the AVK member companies are medium-sized or often small or micro-enterprises. What they all have in common is that they are constantly looking for ways to improve and optimise their production processes. On the one hand, this is due to economic pressure, especially in the current climate, where many areas of industrial production have to fight for markets and customers. On the other hand, it is due to the entrepreneurial spirit of constantly striving to become more efficient and better, and of being able to tap into new markets through technology.

Digitalisation and artificial intelligence promise general advances in business processes, and this naturally also applies to the composites industry. The question is how – and, above all, at what cost – existing technologies can be put to good use. The AVK is therefore explicitly addressing this topic in a dedicated working group together with interested member companies.

This Composites Report aims to highlight the current state of knowledge and the latest projects in the world of AVK institutes. We hope you enjoy the 12th edition and that it helps you to identify the opportunities offered by “digitalisation & AI” for your own company.

Yours sincerely, Dr. Elmar Witten
AVK Managing Director



READ
ONLINE
LESEN!

INHALT CONTENT

18

INSTITUT FÜR LEICHTBAU UND
KUNSTSTOFFTECHNIK (ILK),
TU DRESDEN

Ungenutzte Potenziale entlang der
Composite-Wertschöpfungskette
Exploiting unused potential along
the composite value chain

24

INSTITUT FÜR KUNSTSTOFFVER-
ARBEITUNG (IKV) AN DER RWTH
AACHEN

Einsatz von KI in Produktentwick-
lung und Produktion erschließen
Unlocking the use of AI in product
development and production

28

FIBRE

Echtzeit-Monitoring des
RTM-Verfahrens
Real-time monitoring of the
RTM process

AVK VERANSTALTUNGEN

ARBEITSKREISE, SEMINARE UND KONFERENZEN



JEC FORUM DACH 2025

AVK-Innovationspreise
AVK Innovation Awards

Für die Mitgliedsunternehmen der AVK gibt es ein Angebot von über 20 regelmäßig angebotenen Arbeitskreisen, an denen die Mitarbeitenden teilnehmen können. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind genauso breit gefächert wie die Vorgehensweise zur Bearbeitung der unterschiedlichen Themen. In einigen Arbeitskreisen geht es um die konkrete gemeinsame Erarbeitung von Industriestandards oder sogar Normen. In anderen stehen der Erfahrungsaustausch und die Diskussion aktueller Marktentwicklungen im Vordergrund. In wieder anderen werden technische Innovationen gemeinsam nach vorne gebracht oder die Leistungen der Mitgliedsunternehmen über unterschiedliche Marketingkanäle aufgezeigt (Messen, Websites, Fachartikel etc.). Eine Mitarbeit ist nur möglich, wenn das Unternehmen als Mitglied Teil des AVK-Composites-Netzwerkes ist, das den deutschen bzw. deutschsprachigen Faserverbund-Markt, welcher der größte in Europa ist, im Fokus hat.

Neben den ausschließlich an die Mitgliedsunternehmen gerichteten Arbeitskreisen ist die AVK auch mit selbst organisierten Seminaren und Konferenzen am Markt präsent. Mit diesen werden explizit auch Nichtmitglieder angesprochen – und kommen so auch in Kontakt mit

unseren Mitgliedern. Die Seminare haben die Wissensvermittlung zu einem Thema als Schwerpunkt und finden häufig bei einem unserer Mitgliedsinstitute oder -unternehmen statt, inklusive eines Praxisteils. Bei den Konferenzen gibt es mehrere Impulsvorträge unterschiedlicher Referierender, es geht vor allem um den Erfahrungsaustausch zu einem Thema und die Möglichkeit, Kontakte zu anderen Unternehmen zu knüpfen. Die Fachkonferenzen der AVK sind teilweise international renommierte Branchenevents, wie z. B. die „World Pultrusion Conference“, die „SMCCreate“-Konferenz oder die „Composites-Flammschutztagung“.

Ein besonderes Highlight im AVK-Veranstaltungskalender ist die Partnerschaft mit dem jährlich im Herbst stattfindenden JEC FORUM DACH. Dieses von der JEC organisierte Business-Event bringt Einkäufer und Verkäufer im deutschsprachigen Composites-Markt zusammen und zeichnet sich vor allem durch die Quantität und Qualität der organisierten Meetings aus. Flankierend organisiert die AVK den inhaltlichen Teil des JEC FORUM DACH, u. a. mit einem Konferenzprogramm zu den jeweils aktuellen Themen der Branche.

AVK EVENTS

WORKING GROUPS, SEMINARS AND CONFERENCES

AVK member companies can choose from over 20 regularly held working groups in which their employees can participate. The topics covered are as diverse as the approaches used to address the various issues. Some working groups focus on the concrete joint development of industry standards or even norms. Others focus on the exchange of experiences and discussion of current market developments. Still others work together to promote technical innovations or showcase the achievements of member companies through various marketing channels (fairs, websites, technical articles, etc.).

Participation is only possible if the company is a member of the AVK Composites network, which focuses on the German and German-speaking fibre composites market, the largest in Europe.

In addition to the working groups aimed exclusively at member companies, the AVK is also present on the market with seminars and conferences organised by itself. These are explicitly aimed at non-members, who thus also come into contact with our members. The seminars focus on

imparting knowledge on a specific topic and often take place at one of our member institutes or companies, including a practical component. The conferences feature several keynote speeches by different speakers and focus primarily on the exchange of experiences on a specific topic and the opportunity to establish contacts with other companies. Some of the AVK's specialist conferences are internationally renowned industry events, such as the World Pultrusion Conference, the SMCCreate Conference and the Composites Flame Retardants Conference.

A particular highlight in the AVK event calendar is the partnership with the JEC FORUM DACH, which takes place every autumn. This business event, organised by the JEC, brings together buyers and sellers in the German-speaking composites market and is notable above all for the quantity and quality of the meetings organised. The AVK also organises the content of the JEC FORUM DACH, including a conference program on current topics in the industry.



VISIONÄRE KOOPERATIONEN FÜR MORGEN

Das Themenfeld der Digitalisierung rückt für viele AVK-Mitglieder zunehmend in den Fokus. Daher wurde 2023 im Netzwerk eine Umfrage gestartet, um den Bedarf an entsprechenden Aktivitäten zu ermitteln. Dabei zeigte sich deutlich der Wunsch nach Austauschmöglichkeiten innerhalb der vertrauensvollen Umgebung unseres Netzwerks. Gleichzeitig offenbarte die große Bandbreite an Rückmeldungen die Heterogenität unserer Mitglieder: Während sich viele niedrigschwellige Einstiegsveranstaltungen wünschten, forderten andere sehr spezifische Formate mit inhaltlichem Tiefgang.

In der Folge fanden verschiedene Veranstaltungen mit Feedback- und Diskussionsrunden statt, die schließlich zur Gründung des Arbeitskreises Digitalisierung führten. Von Beginn an wurde der AK in enger Abstimmung mit der entsprechenden Arbeitsgruppe des Composites United gedacht und als gemeinsames Forum konzipiert. Digitalisierung ist ein breites Themenfeld und in vielerlei Hinsicht ein Querschnittsthema. Daher sollte der AK nicht parallel zu den bestehenden Arbeitskreisen des AVK stehen, sondern eng mit diesen kooperieren.

So entstand der Ansatz, AK-Sitzungen thematisch technologieorientiert entlang einzelner Prozessgruppen auszurichten und diese jeweils gemeinsam mit den entsprechenden AVK- und CU-Arbeitskreisen durchzuführen. Den Auftakt bildete Ende 2024 eine gemeinsame Sitzung der Arbeitskreise Digitalisierung und SMC bei der Firma Polynt. Spannende Impulsvorträge zu Möglichkeiten und Grenzen der Prozessüberwachung, der Prozesssimulation sowie der unternehmensübergreifenden Datenverwertung lösten intensive Diskussionen und neue Kooperationsansätze aus.

Anfang Juli 2025 folgte die nächste Veranstaltung bei Airbus in Bremen. Diesmal stand die Faserablage im Fokus. Trotz etlicher Unterschiede der beiden Prozesse Wickeln und Tapelegen, mit duroplastischer oder thermoplastischer Matrix zeigen sich gerade im Bereich der Digitalisierung viele Gemeinsamkeiten. Vorträge, unter anderem zu den neuesten Entwicklungen in der Pfadplanung sowie in der Prozess- und Bauteilüberwachung, boten erneut reichlich Gesprächsstoff und die Gelegenheit, gemeinsame Zukunftsvisionen zu entwickeln. Am Beispiel der Drucktanks für Fahrzeuge, die mit Wasserstoff betrieben werden, zeigte sich die gesamte Bandbreite der Digitalisierung, die inzwischen von der Bauteilentwicklung über die Fertigungsplanung und den erfassten Ist-Prozessdaten über Produktqualitätsdaten bis in die Datenerfassung während der Bauteilnutzung

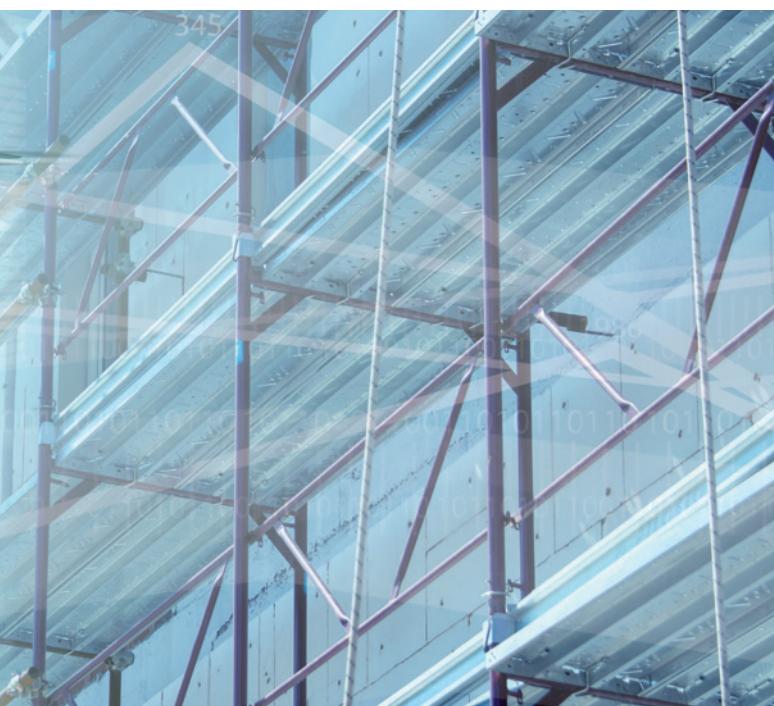


reicht. Dieser ganzheitliche Ansatz hat das Potenzial die Sicherheitsfaktoren mit denen Drucktanks derzeit ausgelegt werden, faktenbasiert mittels der Digitalisierung deutlich zu reduzieren. Dies bedeutet eine Materialeinsparung, einhergehend mit einer Kostenreduktion in der Bauteilherstellung und einer signifikanten Gewichtsreduktion für die Nutzungsphase, was eine höhere Nutzlast ermöglicht.

Weitere Veranstaltungen sind bereits in Vorbereitung und werden künftig weitere Prozessgruppen in den Blick nehmen.

WORKING GROUP DIGITALISATION

VISIONARY COLLABORATIONS FOR TOMORROW



Digitalisation and SMC working groups at Polynt. Exciting keynote speeches on the possibilities and limitations of process monitoring, process simulation and cross-company data utilisation sparked intense discussions and new approaches to cooperation.

The next event followed at Airbus in Bremen at the beginning of July 2025. This time, the focus was on fibre placement. Despite a number of differences between the two processes of winding and tape laying, with thermosetting or thermoplastic matrices, there are many similarities, particularly in the area of digitalisation. Presentations on topics including the latest developments in path planning and process and component monitoring once again provided plenty of food for discussion and an opportunity to develop shared visions for the future. The example of pressure tanks for hydrogen-powered vehicles demonstrated the entire spectrum of digitalisation, which now ranges from component development to production planning and recorded actual process data, product quality data and data collection during component use. This holistic approach has the potential to significantly reduce the safety factors currently used in the design of pressure tanks on a fact-based basis through digitalisation. This means material savings, accompanied by cost reductions in component manufacturing and significant weight reductions during the utilisation phase, enabling higher payloads.

Further events are already in preparation and will focus on other process groups in the future.

The topic of digitalisation becomes increasingly important for many AVK members. Therefore, a survey was launched within the network in 2023 to determine the need for relevant activities. This clearly revealed a desire for opportunities to exchange ideas within the trusting environment of our network. At the same time, the wide range of responses revealed the heterogeneity of our members: while many wanted low-threshold introductory events, others demanded very specific formats with in-depth content.

This was followed by various events with feedback and discussion rounds, which ultimately led to the establishment of the Digitalisation Working Group. From the outset, the working group was conceived in close coordination with the corresponding Composites United working group and designed as a joint forum. Digitalisation is a broad topic and, in many respects, a cross-cutting issue. Therefore, the working group should not operate in parallel to the existing AVK working groups, but should cooperate closely with them.

This led to the approach of organising AK meetings thematically according to specific technologies along individual process groups and holding these meetings jointly with the corresponding AVK and CU working groups. This began at the end of 2024 with a joint meeting of the



INTELLIGENTE REGELSYSTEME

und prädiktive Laminatauslegung zur Reduktion
materialbedingter Fehler im Automated Tape Laying

Autoren: Jan Patrick Böhler, Thomas Gries

Die Verarbeitung flächiger Faserhalbzeuge wie Gewebe oder Gelege zu Faserverbundwerkstoffen ist arbeitsintensiv und verursacht durch Zuschnitte Materialverluste von 25–50 %. Eine Möglichkeit, Arbeitsaufwand und Verschnitt deutlich zu reduzieren, bietet der Einsatz additiver Fertigungsverfahren wie dem Auto-

Ursache des Problems sind die nicht konstanten Eigenschaften des Multifilament-Rovings, etwa Breite, Schlichtemenge und Faserorientierung. Bei der Tape-Herstellung werden die Rovings meist mittels statischer Stangen gespreizt. Die nicht konstanten Eingangseigenschaften resultieren dann in der hohen Breitenschwankung der Tapes.

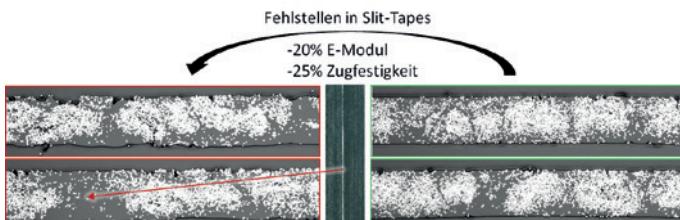


Abb. 1: Fehlstellen in Slit Tapes durch nicht konstante Faserverteilung

mated Tape Laying (ATL), indem gespreizte Endlosfaserbänder (sog. Tapes) direkt auf die Werkzeugoberfläche abgelegt werden.

Die Vorteile werden jedoch durch Materialfehler eingeschränkt: Towpregs oder Spread-Tows weisen oft hohe Breitenschwankungen auf, die die Toleranzen gängiger ATL-Systeme (0,1–0,5 mm) überschreiten und damit Fehlstellen wie Gassen oder Überlappungen erzeugen. Verbleiben diese im Bauteil, sinken die lokalen Festigkeits- und Steifigkeitswerte um bis zu 27 %. Zur Vermeidung der Fehlstellen erfolgt entweder eine manuelle oder automatische Fehlererkennung. Manuelle Inspektionen und Nacharbeiten beanspruchen jedoch bis zu 63 % der Prozesszeit. Vollautomatisierte Systeme können die Zykluszeit um etwa 20 % verkürzen, lösen das Problem jedoch nicht vollständig.

Als Alternative dienen daher oft teurere Slit-Tapes mit geringeren Schwankungen (0,1–0,2 mm). Die Inhomogene Faserverteilung wird jedoch lediglich durch die Kunststoffeinbettung kaschiert. Die Fehlstellen bleiben bestehen und führen zu Festigkeitsschwankungen von bis zu 25 % (Abb. 1). Zudem verursacht der Slitting-Prozess selbst bis zu 30 % Materialverlust.

Zur Lösung hat das ITA ein aktives Regelsystem entwickelt, das dynamisch auf Materialschwankungen beim Spreizen reagiert und so Breitenschwankungen effektiv reduziert. Ein erweiterter Sensoraufbau (Abb. 2) ermöglicht erstmals die Analyse des Spreizprozesses über mehrere Stangen. Der dazu neu entwickelte PID-Kaskadenregler strebt für jede Stange einen Ziel-Breitenwert an. Die Abhängigkeit der Regelabweichung (MAE) und der Reglerparameter KP, KI, KD, wird durch eine Black-Box-Funktion beschrieben. Die Funktion selbst ist also unbekannt, es können jedoch Systemantworten für einzelne Datenpunkte ermittelt werden. Daher wurde unter Verwendung eines Supervised-Learning-Ansatzes der Bayesschen Optimierung mit Matérn-Kernel eine gaußsche Approximation der Funktion durchgeführt.



Abb. 2: ITA Stangenspreizanlage mit erweiterter Sensorik
Fig. 2: ITA bar-spreading system with extended sensor technology

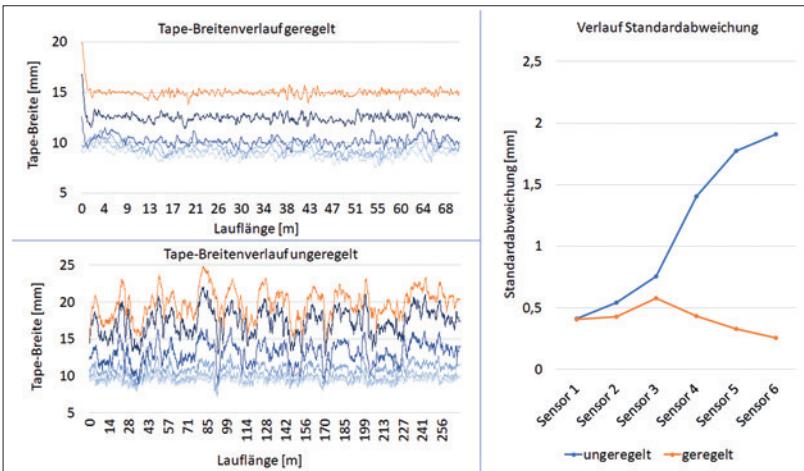


Abb. 3: Vergleich der Tape-Breite und -Streuungen zwischen einem ungeregelten und einem geregelten Spreizsystem. Die Prozessrichtung verläuft von Sensor 1 bis Sensor 6

Die Optimierung wählt schließlich aus 25 Parameterkombinationen die mit dem geringsten mittleren Fehler aus. Das Ergebnis ist ein optimierter Regler, der die Standardabweichung von der Zielbreite des Tapes auf < 0,3 mm (Abb. 3) reduziert.

Das erweiterte Sensorsystem ermöglicht zudem die digitale Spiegelung des Tapes (digitaler Schatten).

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Patrick Böhler
patrick.boehler@ita.rwth-aachen.de
Telefon: +49 241 80 23402

Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Straße 11 D-52074 Aachen

Darauf aufbauend entwickelt das ITA ein prädiktives Qualitätssicherungssystem, das Tape-Daten mit den zu erwartenden mechanischen Eigenschaften verknüpft. So lassen sich Laminat-Eigenschaften prognostizieren und Fehlstellen vor dem Legen identifizieren und ausschneiden womit die Nebenzeiten im ATL erheblich reduziert werden können.

Advanced Composites

Bewegung im Markt

Windenergie ist eine der Schlüsseltechnologien unserer Zeit. Unsere hochqualitativen Prozessadditive und Haftvermittler sorgen für eine optimale Harzinfusion und ermöglichen die Produktion von leichteren und zugleich stärkeren Composite-Strukturen. Dies führt zu energieeffizienteren, beständigeren Komponenten – und nicht zuletzt interessanten Kosteneinsparpotenzialen.

www.byk.com

INSTITUT FÜR TEXTILTECHNIK OF RWTH AACHEN UNIVERSITY, ITA

INTELLIGENT CONTROL

and Predictive Laminate Design to Reduce Material-
Induced Defects in Automated Tape Laying

Authors: Jan Patrick Böhler, Thomas Gries

The processing of planar fiber semi-finished products such as fabrics or non-crimp fabrics into fiber-reinforced composites is labor-intensive and causes material losses of 25–50% due to cutting. One way to significantly reduce both labor effort and scrap is the use of additive manufacturing methods such as Automated Tape Laying (ATL), in which spreaded continuous fiber tows (so-called tapes) are placed directly onto the tool surface.

27%. To avoid such defects, either manual or automated defect detection is carried out. Manual inspections and rework, however, can account for up to 63% of the process time. Fully automated systems can reduce cycle time by around 20%, but do not completely solve the problem. As an alternative, more expensive slit tapes with lower width variations (0.1–0.2 mm) are often used. Yet the inhomogeneous fiber distribution is merely masked by the polymer embedding. The defects remain and lead to strength variations of up to 25% (Fig. 1). In addition, the slitting process itself causes up to 30% material loss. The root cause of the problem lies in the non-uniform properties of the multifilament roving, such as width, sizing content, and fiber orientation. During tape production, the rovings are usually spread using static bars. The non-uniform input properties then result in the high width variations of the tapes.

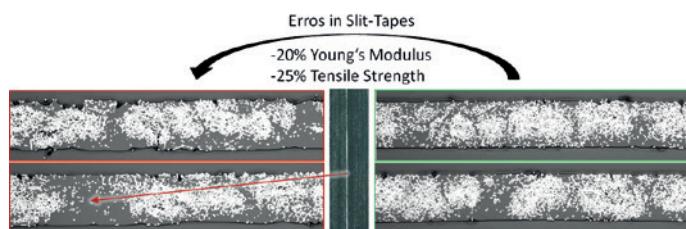


Fig. 1: Defects in slit tapes caused by non-uniform fiber distribution

However, these advantages are limited by material defects: towpregs or spread tows often exhibit high width fluctuations that exceed the tolerances of common ATL systems (0.1–0.5 mm), thereby creating defects such as gaps or overlaps. If these remain in the part, the local strength and stiffness values can be reduced by up to

To address this, ITA has developed an active control system that dynamically responds to material fluctuations during spreading and thus effectively reducing width variations. An extended sensor setup (Fig. 2) enables, for the first time, the analysis of the spreading process across multiple bars. The newly developed PID cascade controller targets a set width value for each bar. The relationship between control deviation (MAE) and the controller parameters KP, KI, KD is described by a black-box function. While the function itself is unknown, system responses can be determined for individual data points. Therefore, using a supervised learning approach of Bayesian optimization with a Matérn kernel, a Gaussian approximation of the function was carried out. The optimization ultimately selected the parameter combination with the

OUR KNOWLEDGE CAN SPEED UP YOUR PROJECTS

- WELDING
- RECYCLING
- ADVANCED FORMING
- AUTOMATED FIBER PLACEMENT
- OUT-OF-AUTOCLAVE CONSOLIDATION

READ MORE AT WWW.TPRC.NL

TPRC
THERMOPLASTIC COMPOSITES
RESEARCH CENTER

**Arplus⁺
IMA**

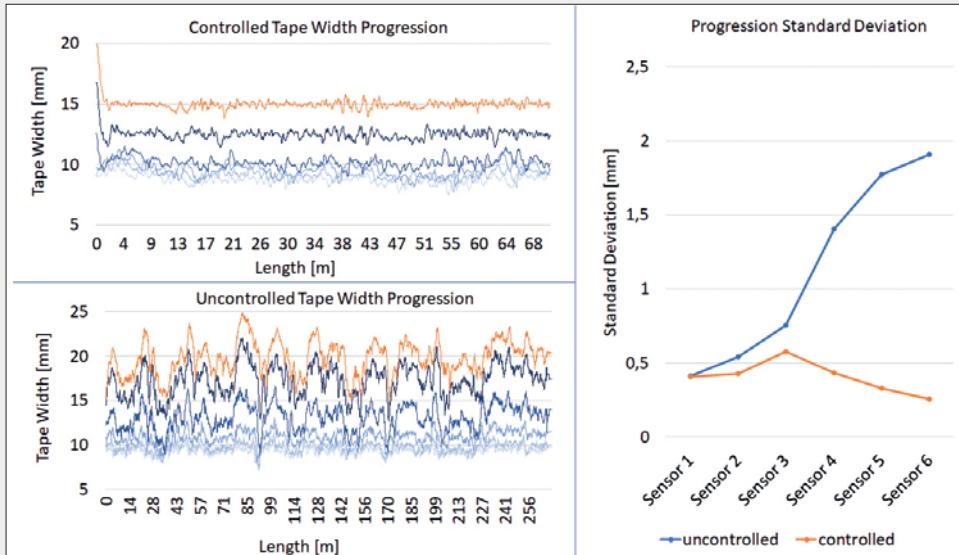
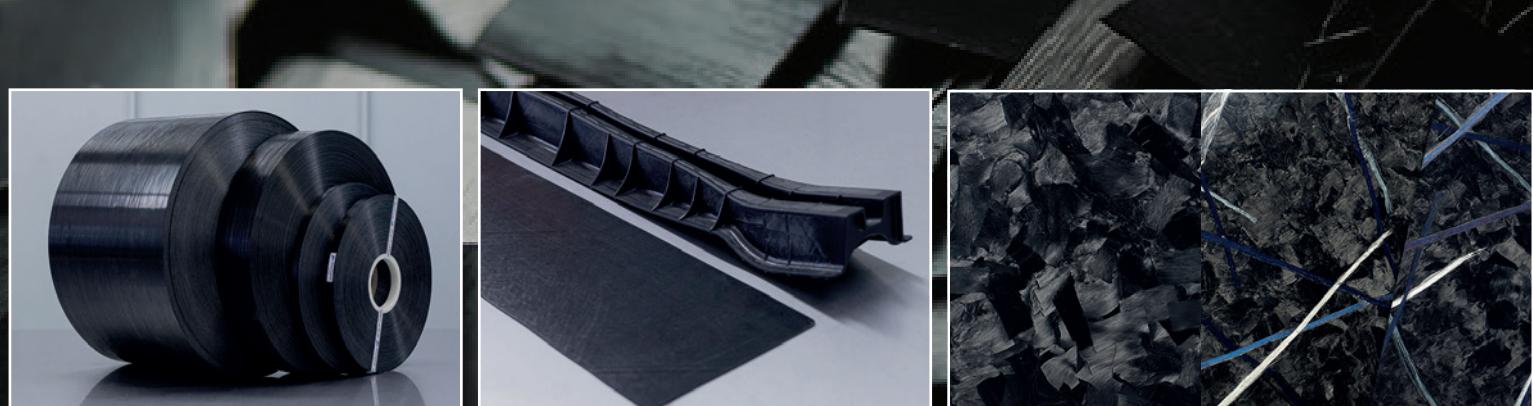


Fig. 3: Comparison of tape width and width variation between an uncontrolled and a controlled spreading system. The process direction runs from Sensor 1 to Sensor 6

lowest mean error from 25 candidates. The result is an optimized controller that reduces the standard deviation from the target tape width to <0.3 mm (Fig. 3).

The extended sensor system also enables the creation of a digital copy of the tape (digital shadow). Building on

this, ITA is developing a predictive quality assurance system that links tape data with the expected mechanical properties. In this way, laminate properties can be predicted and defects identified and cut out before layup, significantly reducing auxiliary process times in ATL.



UD tapes
in different widths

Sheets and forming parts
from UD tapes

New appearance design
with chopped UD tapes

Unidirectional thermoplastic tape made of
carbon fiber and polypropylene

TAFNEX™ CF-PP UD

Visit us @ www.tafnex.eu

Mitsui Chemicals
Group

VON DER IDEE ZUM PROTOTYP

Digitale Prozesskontrolle revolutioniert das (3D-)Flechten

*Wie lässt sich die Zukunft des (3D-)Flechens gestalten –
durch nahtlose Automatisierung und intelligente Instandhaltung in Echtzeit?*

Autor: Ben Vollbrecht

Mit dieser Frage startet das Forschungs- und Entwicklungsprojekt SensoricBraid, das die Digitalisierung und Automatisierung des Flechtprozesses auf ein neues Niveau hebt. Ziel ist es, die Verarbeitung von (spröden) Hochleistungsfasern im Flechtprozess effizienter, präziser und zugleich nachhaltiger zu gestalten.

sondern senkt auch die Betriebskosten erheblich. Der Klöppel verfügt über einen integrierten Kraftsensor mit drahtloser Anbindung, der eine präzise, umlenkungsfreie Fadenspannungsmessung ermöglicht und damit die Basis für eine intelligente Regelung sowie künftige KI-Anwendungen schafft.

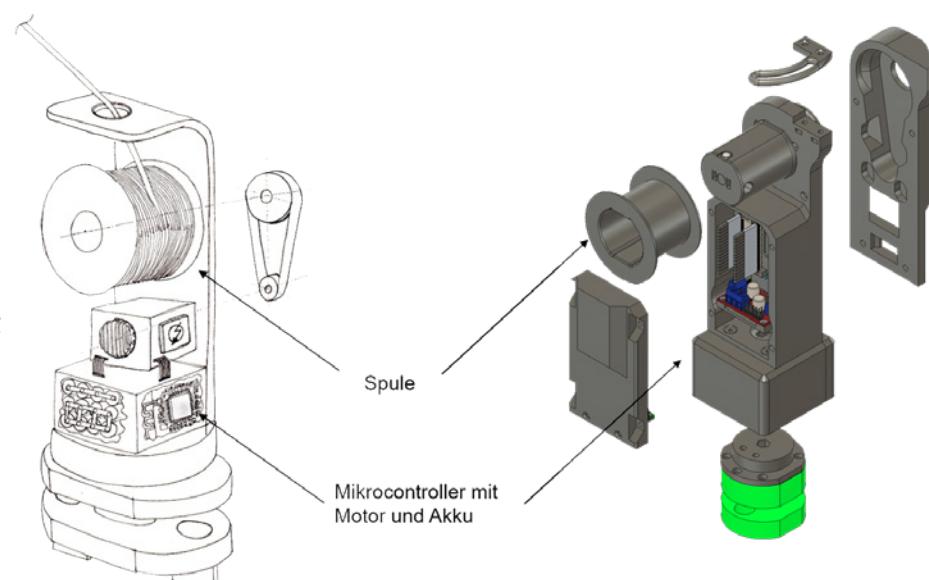
ELEKTRISCH GEREGELTER FLECHTKLÖPPEL

Im Zentrum der Entwicklung steht ein elektrisch geregelter Flechtklöppel, der die Fadenumlenkung auf ein Minimum reduziert. Damit werden Abrieb, Faserbruch und die damit verbundenen Stillstände deutlich verringert. Das Einfädeln wird erheblich erleichtert, und Reinigungs- oder Austauschprozesse lassen sich stark reduzieren. Diese Neuerung ermöglicht nicht nur eine gleichbleibend hohe Qualität der gefertigten Geflechte,

INTELLIGENTE INSTANDHALTUNG

Parallel dazu entsteht ein prospektives Instandhaltungssystem, das auf einer intelligenten Sensordatenerfassung basiert. Statt wie bisher in festen Wartungsintervallen zu agieren, erfasst das System kontinuierlich den Verschleißzustand zentraler Komponenten und gibt rechtzeitig Handlungsempfehlungen. So werden Stillstände vermieden, Ressourcen gespart und die Lebensdauer der Anlagen signifikant verlängert.

Abb. 1: Elektrisch geregelter Flechtklöppel – konzeptionelle Skizze (link), CAD-Explosionsdarstellung mit wesentlichen Baugruppen (rechts)



BREITE ÜBERTRAGBARKEIT

Ein besonderer Fokus liegt auf der Übertragbarkeit: Während erste Demonstrationen am 3D-Flechtprozess erfolgen, soll die Lösung langfristig auf weitere Flechtmaschinenarten ausgeweitet werden. Damit eröffnet das Projekt ein breites Anwendungsspektrum, insbesondere in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, wo geflochtene Hochleistungsfaserstrukturen unverzichtbar sind.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Wir danken dem Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) für die Förderung dieses Projekts.

KERNNUTZEN AUF EINEN BLICK

- Schonende Verarbeitung von Hochleistungsfasern durch minimierte Umlenkung
- Weniger Ausfallzeiten durch prospektive, sensorbasierte Instandhaltung
- Kostenreduktion dank längerer Lebensdauer und weniger Wartungsaufwand
- Hohe Flexibilität durch Übertragbarkeit auf verschiedene Flechtmaschinentypen

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Ben Vollbrecht | ben.vollbrecht@ita.rwth-aachen.de

Institut für Textiltechnik (ITA) der RWTH Aachen University
Otto-Blumenthal-Straße 1 | D-52074 Aachen



TU Clausthal

Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik

NACHHALTIGE
FASERVERBUNDWERKSTOFFE



PROZESSORIENTIERTE FORSCHUNG



» Wir flechten, Sie bauen! «

Unsere Leidenschaft und Expertise liegen im Flechten:
Ob flexible Schläuche, robuste Bänder oder präzise Kordeln –
wir entwickeln maßgeschneiderte Lösungen für Ihre individuellen
Anforderungen.

Mit nachhaltiger Energie produziert, für eine grüne Zukunft!

Flecht- und Isoliertechnologie
Holzmüller GmbH & Co.KG

Schreiben Sie uns eine Nachricht!



70 Jahre Erfahrung

Seit 70 Jahren stehen wir als verlässlicher Partner für innovative Faserverstärkungen in der Composite-Industrie – von Leichtbau über Orthopädie bis hin zu Spezialanwendungen.

Mit über 400 hochmodernen Maschinen und mehr als 100 Hochleistungsmaterialien beliefern wir weltweit über 14 Branchen mit Produkten, die Maßstäbe setzen.



Anwendungsgebiete

- ✓ Automobiltechnik
- ✓ Energieindustrie
- ✓ Luftfahrtindustrie
- ✓ Schienenindustrie
- ✓ Medizintechnik
- ✓ Elektromobilität

» Kunden- & Projektbezogene Entwicklungen





Palmstr. 27
D-84387 Julbach

T +49-8571-922 970
M siltex@siltex.de
www.siltex.de

SILTEx
Engineering Your Success

Hybride Faserstrukturen – Technik trifft Design!

Sie möchten verschiedene
technische Fasern in einem
Schlauch vereinen?
Kein Problem – wir machen es
möglich!

Unsere Schläuche, Bänder und
Kordeln sind nicht nur funktional,
sondern auch optisch ein
Highlight.



Elektroisolierung gewünscht?

Wir flechten nicht nur – wir be-
schichten! Mit Silikon, Polyurethan
und anderen Hightech-Materialien
schaffen wir Elektroisolierung und
mehr.

Funktional, langlebig, perfekt für
Ihre Anforderungen.

SILTEx – geflochten und veredelt!

Wir flechten alles!

Mit über 100 verschiedenen
Fasermaterialien und jahrzehn-
telanger Erfahrung setzen wir
Maßstäbe. Ob Carbon, Aramid,
Glasfasern, Flachs, Baumwolle,
Polyester oder Polyamide – wir
haben die perfekte Lösung für
jede Anwendung.



Compositeprodukte

Sie möchten ein Bauteil?
Kein Problem! Unsere Produkte
sind äußerst flexibel und formbar.

Keine Lust auf klebriges Harz?
Entdecken Sie unsere Carbonpro-
dukte mit integrierter Schmelz-
faser – für saubere, effiziente
und formbare Bauteile ohne den
üblichen Harzaufwand.

INSTITUT FÜR TEXTILTECHNIK DER RWTH AACHEN UNIVERSITY, ITA

FROM IDEA TO PROTOTYPE

Digital process control revolutionizes (3D) braiding

How can the future of (3D) braiding be shaped – through seamless automation and intelligent real-time maintenance?

Author: Ben Vollbrecht

So, this question marks the start of the SensoricBraid research and development project, which is all about taking the digitization and automation of the braiding process to a whole new level. The project aims to make the processing of (brittle) high-performance fibres in the braiding process more efficient and precise while also becoming more sustainable.

ELECTRICALLY CONTROLLED BRAIDING BOBBIN

At the heart of this development is an electrically controlled braiding bobbin that minimizes thread deflection. This significantly reduces abrasion and fiber breakage, as well as the associated downtime. Thread management is made considerably easier and cleaning or replacement processes are greatly simplified. This innovation ensures a consistently high quality of braided fabric and significantly reduces operating costs. The bobbin has an integrated force sensor with wireless connectivity, enabling precise, deflection-free measurement of thread tension. This creates the basis for intelligent control and future AI applications.

INTELLIGENT MAINTENANCE

At the same time, a prospective maintenance system that uses intelligent sensor data collection is being developed. Instead of fixed maintenance intervals being operated on as before, the system has been designed to continuously record the wear status of central components and provide timely recommendations for action. This helps avoid downtime, save resources, and significantly extend the equipment's lifespan.

WIDE TRANSFERABILITY

While initial demonstrations focus on the 3D braiding process, the solution will be extended to other types of braiding machines in the long term. Thus, the project opens up a wide range of applications, particularly in the automotive and aerospace industries, where braided, high-performance fiber structures are indispensable.

WOLFANGEL®
COMPOSITE EQUIPMENT

A photograph shows a green robotic arm with a white protective cover attached to a large industrial braiding machine. The machine has a complex metal frame and is set against a dark background.

GREMOLITH

Sie stellen grossartige Produkte her.
Wir Lösungen mit Mehrwert.

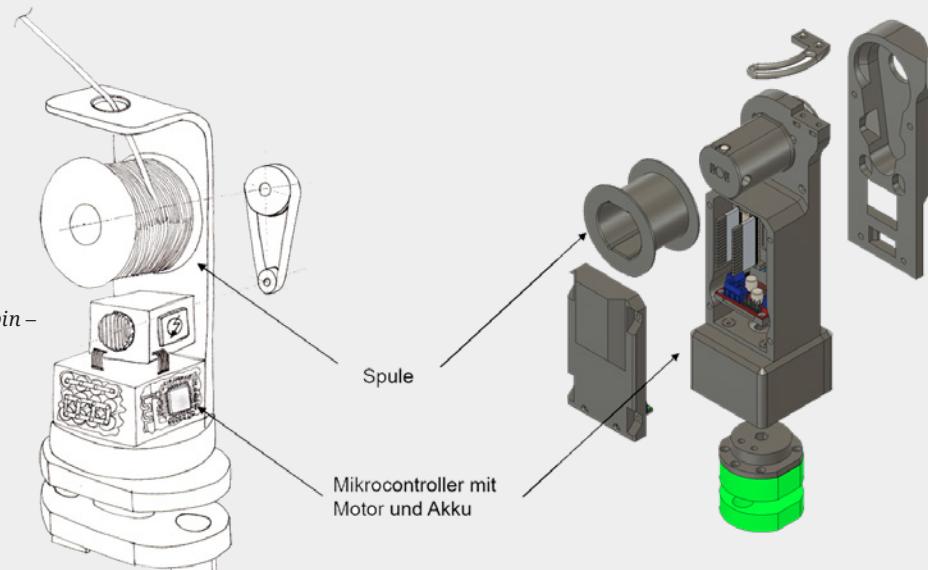


Fig. 1: Electrically controlled braiding bobbin – Concept design (left), CAD exploded view with key assemblies (right)

KEY BENEFITS AT A GLANCE

- Gentle processing of high-performance fibers with minimized deflection
- Less downtime with proactive, sensor-based maintenance
- Cost reduction thanks to a longer service life and less maintenance
- High flexibility due to transferability to different types of braiding machines

Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

We would like to thank the Central Innovation Programme for SMEs (ZIM) and the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWE) for supporting this project.



Forum Schaumspritzgießen 2026

Veranstalter:

Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)
ENGEL Deutschland GmbH

Datum:

04. März 2026

Geschäumte Spritzgießbauteile.
Ein innovativer Wachstums-
markt. Was gibt es hier Neues?

Ort:

Erwin-Schrödinger-Straße 58
67663 Kaiserslautern

Jetzt
informieren
& anmelden!

Für weitere Informationen und Anmeldung
scannen Sie den QR-Code
oder klicken Sie auf den Button:

Wir freuen uns auf Ihre Teilnahme!



AMAC
Advanced Materials
Advisory & Consultancy

Ihre Industrie- und Unternehmensberatung im Bereich Composites.

www.effing-aachen.de

Ungenutzte Potenziale entlang der COMPOSITE-WERTSCHÖPFUNGSKETTE erschließen – Ansätze mit Hilfe maschinellen Lernens

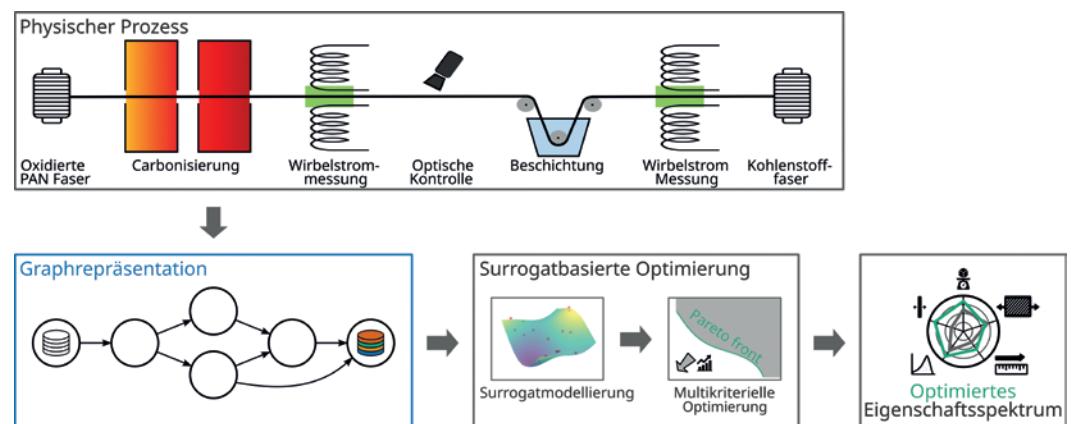
Autoren: Johannes Gerritzen¹, Christian Düreth¹, Jan Wolf¹, Andreas Hornig^{1,2}, Maik Gude¹

Innerhalb der Produktentwicklung mit Faser-Kunststoffverbunden (FKV) erlauben digitale Methoden bereits heute, anwendungsgangepasste und zuverlässige Hochleistungs-Leichtbauprodukte bereitzustellen. Allerdings ist dies häufig durch sich akkumulierende Unsicherheiten entlang des gesamten Produktlebenszyklus geprägt. Datengetriebene Ansätze können es ermöglichen, die resultierenden Einschränkungen, etwa in Bezug auf Leichtbaugrad oder Nachhaltigkeit, erheblich zu mindern. Durch die fortschreitende Vernetzung von Maschinen, Sensoren und Produkten innerhalb des Internets of Things (IoT) wurden Grundlagen für stetig wachsende Datengrundlagen und darauf aufbauende virtuelle Zwillinge gelegt. Hierbei eröffnet insbesondere die Kombination von experimentell und simulativ ermittelten Daten die Möglichkeit zu Prozess- und Produktoptimierungen sowie vorausschauender Wartung. Durch die strukturierte Verknüpfung von Daten und Modellen über einzelne Produktlebensabschnitte hinaus lassen sich digitale Ketten (Digital Threads) etablieren, die komplexe Zusammenhänge aufdecken können. Insbesondere mittels Methoden des maschinellen Lernens (ML) können diese modelliert und dadurch praktisch nutzbar gemacht werden. Dadurch bieten sie nie dagewesene Möglichkeiten

entlang der gesamten FKV-Wertschöpfungskette, punktuell oder übergreifend, Unsicherheiten zu verringern und Optimierungen vorzunehmen. Im Folgenden wird dies an ausgewählten Forschungsschwerpunkten des Instituts für Leichtbau und Kunststofftechnik aufgezeigt wird.

Als Grundlage für eine kontinuierliche Prozessüberwachung sowie zur Aufklärung der Prozess-(Struktur-)Eigenschafts-Beziehung bei der Herstellung von Kohlenstofffasern (CF) lassen sich inline-Wirbelstromsensoren mit Methoden des maschinellen Lernens kombinieren. Dadurch werden Grundlagen für eine Verringerung der Ausschussquote aufgrund sofortiger Prozessadaptation ermöglicht [1]. Die weiterführende Modellierung sequentieller Prozesse mittels gerichteter Graphen erlaubt darüber hinaus deren Optimierung (Abbildung 1), auch unter gegenläufigen Zielgrößen wie etwa einer erhöhten Qualität bei verringertem Ressourceneinsatz [2].

Für eine weiterführende Qualitätskontrolle schaffen ML-gestützte Bildverarbeitungsalgorithmen vielversprechende Ansätze. Diese ermöglichen bspw. die vollständig automatisierte Segmentierung eines CT-Scans von CF-Gewebe in Matrix-, Kett- und Schussanteile



zur Aufklärung von Nesting-Effekten [3] und eine verbesserte Fehlerbewertung im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung [4]. Durch den zusätzlichen Einsatz generativer Methoden lässt sich innerhalb kurzer Zeit eine Vielzahl einzigartiger, realistischer Mikrostrukturen erzeugen (Abbildung 2) [5]. Dadurch kann die Aussagekraft explorativer Simulationsstudien zur Struktur-Eigenschafts-Beziehung deutlich gesteigert werden. Gewonnene Ergebnisse können anschließend zur Erforschung datengetriebener Versagenskriterien genutzt werden, die bei komplexen Spannungszuständen, wie sie bspw. in Lasteinleitungsgebieten auftreten, eine erheblich genauere Bewertung ermöglichen als etablierte Theorien [6]. Sollen stattdessen bestehende Modelle mit ihrem inhä-

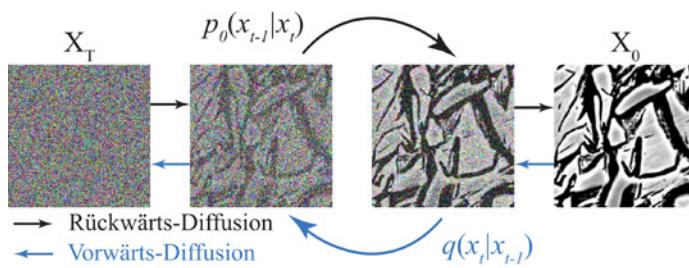


Abb. 2: Generative Modelle zur Erzeugung realistischer Mikrostrukturen

renten Expertenwissen weiter genutzt werden, so bietet ML die Möglichkeit den iterativen Prozess der inversen Materialkartenkalibrierung durch einen einzigen direkten Schritt zu ersetzen [7,8]. Während des Betriebs von FKV-Bauteilen können CF-basierte Sensoren in Kombi-

nation mit ML-Methoden die Möglichkeit zur Zustandsüberwachung bieten [9]. Dadurch wird sowohl eine Analyse des aktuellen Zustands, bspw. nach einem Impact, als auch eine vorausschauende Wartung ermöglicht [10].

Durch ML-basierte Ansätze kann also entlang der gesamten Composite-Wertschöpfungskette bisher unerschlossenes Potenzial erschlossen werden. Insbesondere die durchgängige Verknüpfung von Datenströmen mit klarer Eigenschafts- und Unsicherheitsprovenienz sowie darauf aufbauende ML-Modelle zeigen großes Potenzial im Kontext der angestrebten Kreislaufwirtschaft zuverlässige Produkte schnell und effizient zu entwickeln.

¹ Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology (ILK), TUD Dresden University of Technology, Germany

² Center for Scalable Data Analytics and Artificial Intelligence Dresden/Leipzig (ScaDS.AI), TUD Dresden University of Technology, Germany

ANSPRECHPARTNER / CONTACT

Johannes Gerritzen | johannes.gerritzen@tu-dresden.de
+49 351 463-42637

Technische Universität Dresden
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik (ILK)
Holbeinstraße 3 I 01307 Dresden I Deutschland

REFERENZEN / REFERENCES

- [1] Wolf, J., Vogel, A., Morgenstern, M., Prescher, C., Burgbacher, U., Prätorius, M., Garcia, L., Risse, B., Behnisch, T., & Gude, M. (2025). Tailoring carbon fibers combining novel inline sensors and machine learning. Artificial Intelligence for Composite Materials Conference - AIComp25, 1.-3.9.2025, Bristol (UK) https://composites-ai.org/wp-content/uploads/2025/08/Book_of_abstract-compressed.pdf
- [2] Gerritzen, J., Hornig, A., & Gude, M. (2025). Graph-based process models as basis for efficient data-driven surrogates – expediting the material development process. Computational and Structural Biotechnology Journal, 29, 149–155. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2025.04.018>
- [3] Düreth, C., Condé-Wolter, J., Danczak, M., Tittmann, K., Jaschinski, J., Hornig, A., & Gude, M. (2025). Analysis of the compaction behavior of textile reinforcements in low-resolution in-situ CT Scans via machine-learning and descriptor-based methods. (Version 1). arXiv. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2508.10943>
- [4] Düreth, C., Hornig, A., Koch, I. & Gude, M. (2022) Application of machine learning methods on the defect detection in stereographic images. Proceedings of the 20th European Conference of Composite Materials - ECCM-20, 26.-30.06.2022, Lausanne (Switzerland) 3, 1576–1583. https://doi.org/10.5075/epfl-298799_978-2-9701614-0-0
- [5] Düreth, C., Seibert, P., Rücker, D., Handford, S., Kästner, M., & Gude, M. (2023). Conditional diffusion-based microstructure reconstruction. Materials Today Communications, 35, 105608. <https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2023.105608>
- [6] Gerritzen, J., Hornig, A. & Gude, M. (2025). Efficient failure information propagation under complex stress states in fiber reinforced polymers: From micro- to meso-scale using machine learning. Materials Research Proceedings, 52, 260–267. <https://doi.org/10.21741/9781644903551-32>
- [7] Gerritzen, J., Hornig, A., Winkler, P., & Gude, M. (2024). A methodology for direct parameter identification for experimental results using machine learning — Real world application to the highly non-linear deformation behavior of FRP. Computational Materials Science, 244, 113274. <https://doi.org/10.1016/j.commatsci.2024.113274>
- [8] Gerritzen, J., Hornig, A., Winkler, P. & Gude, M. (2024) Direct parameter identification for highly non-linear strain rate dependent constitutive models using machine learning. Proceedings of the 21st European Conference of Composite Materials - ECCM-21, 02.-05.07.2024, Nantes (France), 3, 1252–1259. <https://doi.org/10.60691/yj56-np80>
- [9] Wieja, N., Steinbild, P. J., Ehrig, T., Winkler, A., Kostka, P., Condé-Wolter, J., & Modler, N. (2023). Spatially resolved strain measurement at meter scale using a carbon fiber based strain sensor and artificial neural networks. Proceedings of the 10th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials, 1743–1754. <https://doi.org/10.7712/150123.9945.444359>
- [10] Scholz, V., Winkler, P., Hornig, A., Gude, M., & Filippatos, A. (2021). Structural damage identification of composite rotors based on fully connected neural networks and convolutional neural networks. Sensors, 21(6). <https://doi.org/10.3390/s21062005>

Exploiting unused potential along the **COMPOSITE VALUE CHAIN**

Approaches using machine learning

Authors: Johannes Gerritzen¹, Christian Düreth¹, Jan Wolf¹, Andreas Hornig^{1,2}, Maik Gude¹

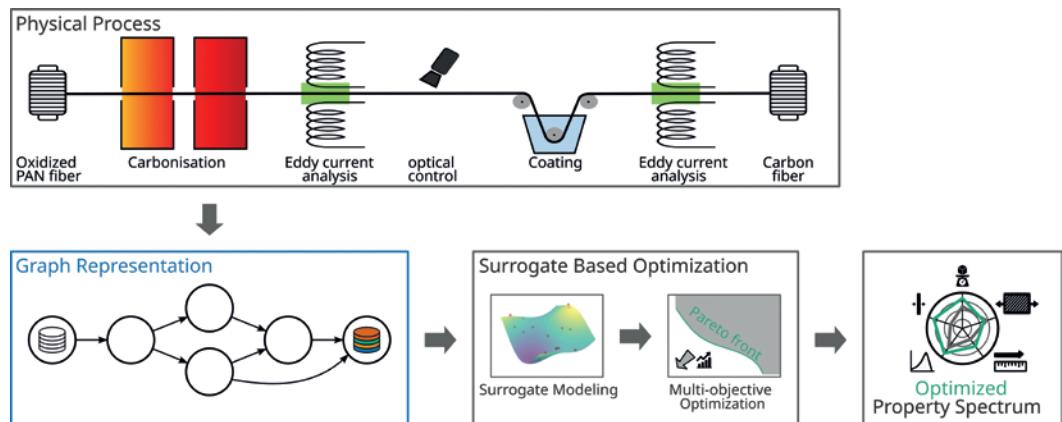


Fig. 1: Inline eddy current sensors for monitoring the CF manufacturing process and process graph for optimizing sequential processes

Within product development with fiber-reinforced polymer composites (FRP), digital methods already enable the design of application-specific and reliable high-performance lightweight products. However, this development is often accompanied by accumulating uncertainties throughout the entire product life cycle. Data-driven approaches can substantially mitigate the resulting limitations, for example with respect to the degree of lightweight design or sustainability. The ongoing networking of machines, sensors, and products within the Internet of Things (IoT) has laid the groundwork for continuously expanding data bases and the creation of corresponding Virtual Twins. In particular, the combination of experimentally and numerically obtained data opens up opportunities for process and product optimisation as well as predictive maintenance. By structuring the linkage of data and models beyond individual phases of the product life cycle, Digital Threads can be established that reveal complex interrelations. Especially through the application of machine-learning (ML) methods, these Digital Threads can be modelled and made practically available. Consequently, unprecedented possibilities arise along the entire FRP value chain—both at individual elements and across the whole chain—to reduce uncertainties and to implement optimisations. The following sections illustrate opportunities using selected research of the Institute of Lightweight Engineering and Polymer Technology (ILK).

As a basis for continuous process monitoring and for exploring the process-(structure-)property relationship in carbon-fiber (CF) production, inline eddy current sensors can be combined with machine-learning methods. This synergy creates the conditions for reducing scrap rates through immediate process adaptation [1]. Moreover, the advanced modelling of sequential processes using directed graphs enables further optimisation (Figure 1), even when faced with opposing objectives such as higher quality while lowering resource consumption [2].

For advanced quality control, ML-supported image processing algorithms offer promising approaches. For instance, they enable the fully automated segmentation of a CT scan of CF fabric into matrix, fiber, and warp and weft components to investigate nesting effects [3] and improve defect evaluation in non-destructive testing [4]. By additionally employing generative methods,

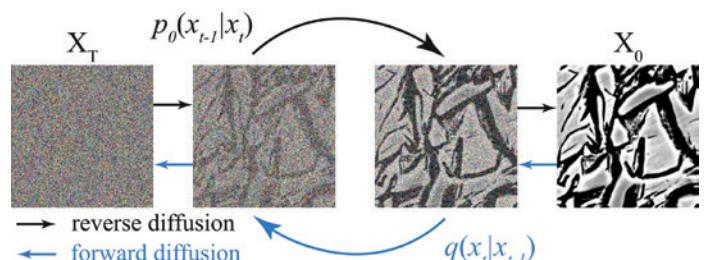
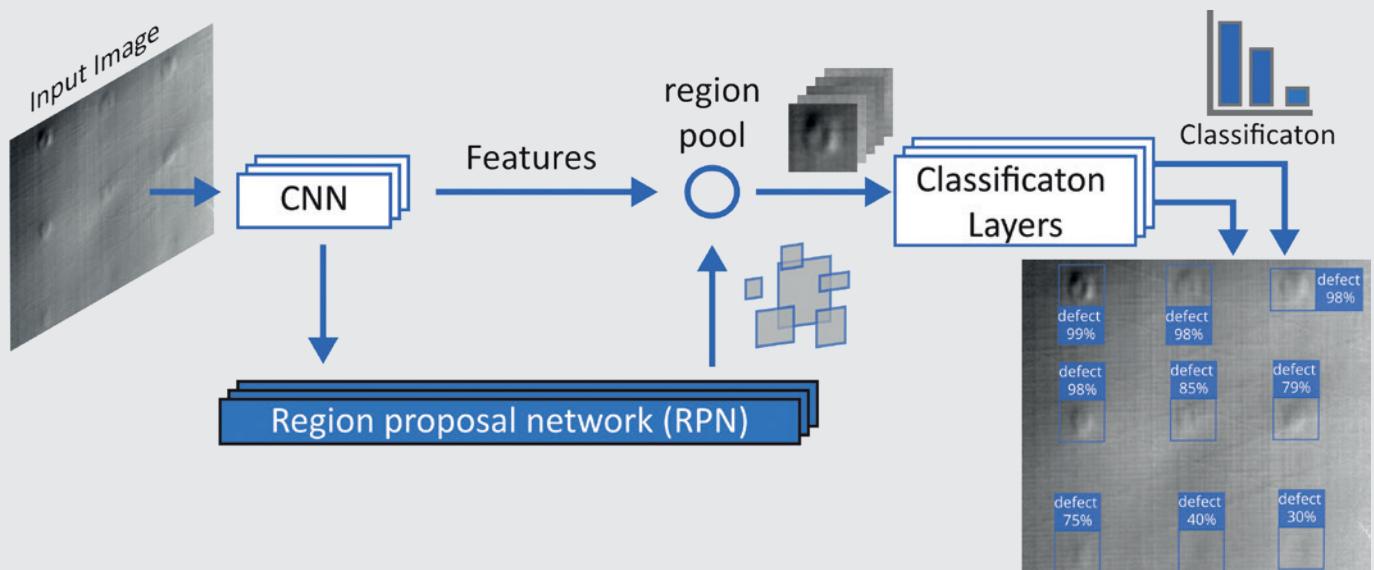


Fig. 2: Generative models for generating realistic microstructures



a wide range of unique, realistic microstructures can be generated within a short time (Figure 2) [5]. This can significantly enhance the validity of exploratory simulation studies on the structure-property relationship. The obtained results can then be used to investigate data-driven failure criteria, which can provide a much more accurate assessment than established theories, especially in complex stress states, such as those occurring in load introduction areas [6]. If, instead, existing models with their inherent expert knowledge are to be further utilized, ML offers the possibility of replacing the iterative process of inverse material mapping calibration with a single direct step [7,8].

During the operation of FRP components, CF-based sensors in combination with ML methods can provide the possibility of condition monitoring [9]. This enables both an analysis of the current state, for example after an impact, and predictive maintenance [10].

ML-based approaches can therefore unlock previously untapped potential along the entire composite value chain. In particular, the consistent linking of data streams with clear property and uncertainty provenance, as well as ML models based on this, show great potential in the context of the desired circular economy for developing reliable products quickly and efficiently.



CREATING TOMORROW'S SOLUTIONS

CLASS-A SURFACES – POWERED BY VINNAPAS® LOW-PROFILE ADDITIVES



VINNAPAS® low-profile additives (LPAs) reduce shrinkage to less than 0.05%, producing extremely smooth, homogeneous surfaces. At the same time, they provide excellent gloss as well as very good mechanical properties. VINNAPAS® LPAs are easy to process, create a thickening effect in SMC applications and dissolve quickly and completely in styrene and acrylic monomers. But above all, they ensure consistently high quality for your products. For more information, please go to www.wacker.com/lpa

Wacker Chemie AG, Gisela-Stein-Strasse 1, 81671 Munich, Germany
www.wacker.com/contact, www.wacker.com

Follow us on:   

Übertragung der DIN 35255 – „Qualitätsanforderungen an Composite-Prozesse“ in „Technische Lieferbedingungen Composite-Prozesse – Qualitätsanforderungen an Herstell- und Instandsetzungsbetriebe für militärische Produkte“

Zur DIN 35255:2025

– Qualitätsanforderungen an Composite-Prozesse

Diese Norm legt für die Composite-Technologie erstmalig weltweit und umfassend, d.h. von der ersten Produktidee bis zum fertigen FVK-Bauteil die Qualitätssicherungs-Leitlinien für Composite-Produkte und Composite-Prozesse fest. In der Klebtechnik existieren vergleichbare QS-Normen bereits, sind weltweit anerkannt und längst internationaler Industriestandard.

Die DIN 35255 überträgt die Erfolgs-Story der QS-Normen in der Klebtechnik jetzt auf die Composite-Technologie. Wie die Klebnormen legt auch sie produktneutral und branchenübergreifend sowohl die Anforderungen an eine qualitätsgerechte Entwicklung und Ausführung von Faserverbundbauteilen als auch die allgemeinen organisatorischen, vertraglichen und fertigungstechnischen Grundlagen für die Entwicklung, Herstellung, Instandhaltung und Reparatur für diesen Technologiebereich fest. Sie enthält die aus den Klebnormen bereits bekannten Kernelemente:

- - **Klassifizierung nach** hohen (C1)
 - mittleren (C2)
 - geringen (C3)
 - und ohne (C4)
- **Sicherheitsanforderungen**
- objektiver **Nachweis der** jeweiligen technologischen **Personalkompetenz** (Kompetenzlevel 1 – 3)
siehe www.faserverbund-in-bremen.de)
- **Nachweisführung** der Produkt- und Prozesssicherheit



Auch damit lehnt sich die DIN 35255 bewusst eng an die klebtechnische DIN EN ISO 21368:2023 (vormals DIN 2304-1) an. Sie ist hinsichtlich ihrer inhaltlichen Struktur identisch und damit zu den QS-Klebnormen kompatibel aufgebaut. Der Grund dieses Aufbaus dient, neben inhaltlichen Aspekten auch der Akzeptanzbildung: Betriebe, die die Verbindungstechnik Kleben einsetzen, ist die Umsetzung der klebtechnischen QS-Normen wohlbekannt. In der Faserverbundtechnologie stellt Kleben eine essenzielle Verbindungstechnik dar. Folglich ist für viele Betriebe, die Composites einsetzen, die DIN 35255 also nichts wirklich „Neues“.

Der fachliche Grund für diese Composite-Norm ist der gleiche wie bei der Verbindungstechnik Kleben: auch bei der Faserverbundtechnologie handelt es sich nach DIN EN ISO 9001 um „spezielle Prozesse“. D.h., auch Composite-Produkte und -Prozesse sind zerstörungsfrei nicht einhundertprozentig verifizierbar. Daher greift hier auf Basis der Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) die in der DIN EN ISO 9001 für „spezielle Prozesse“ geforderte Einsetzung eines Qualitätsmanagementsystems.

Dessen Hauptfunktion besteht darin, potenzielle, nicht zerstörungsfrei 100%ig nachweisbare Fehler im Produkt und Prozess von vorherein zu verhindern. Diese umfassende Fehlerprophylaxe entspricht – quasi als „Ersatz“ der nicht realisierbaren zerstörenden Prüfung mit 100%igem Ergebnis – damit dem gesetzlich geforderten „Stand der Technik“.

Wie bei den Klebnormen besteht die Funktion der DIN 35255 ebenfalls ausschließlich in der Funktion, das jeweils existierende QMS technologiespezifisch, hier Composite-spezifisch, zu konkretisieren, um eben diesen gesetzlich geforderten „Stand der Technik“ zu erfüllen.

Für die Verbindungstechnik Kleben erweisen sich die Qualitätssicherungsnormen als weltweiter Erfolg: ca. 1.200 Betriebe weltweit, davon über 60% außerhalb Deutschlands, verfügen inzwischen über ein aktives Zertifikat; Tendenz steigend.

Beispiel Klebtechnik: DIN EN ISO 21368 (vormals DIN 2304-1) und TL A0023

– „Kleben und verwandte Prozesse - Qualitätsanforderungen an Herstell- und Instandsetzungsbetriebe für militärische Produkte“

Parallel zur Entwicklung der klebtechnischen Qualitätssicherungsnormen wurde das dazu analoge QS-Dokument „Technische Lieferbedingungen A0023 – Kleben und verwandte Prozesse – Qualitätsanforderungen an Herstell- und Instandsetzungsbetriebe für militärische Produkte“ fertiggestellt. Der inhaltliche Aufbau und die Struktur der „zivilen“ QS-Normen wurde dabei übernommen. Inhalte wurden lediglich dort spezifisch angepasst, wo es die Besonderheiten militärischer Produkte erfordern, wie z.B. bei der Definition der im militärischen Bereich anders als im zivilen Bereich zu gestaltenden Sicherheitsklassen.

Analoge Übertragung der DIN 35255 in „Technische Lieferbedingungen Composite-Prozesse – Qualitätsanforderungen an Herstell- und Instandsetzungsbetriebe für militärische Produkte“

Composite-Produkte und -Prozesse kommen im militärischen Bereich ebenfalls zum Einsatz. Sie sind auch hier ohne Ausnahme den o.g. „speziellen Prozessen“ zuzuordnen. Vor diesem Hintergrund und dem zukünftig auch im militärischen Bereich verstärkten Composite-Produkteinsatz ist die logische Schlussfolgerung die folgende: Analog zum Kleben besteht für die Composite-Technologie auf Basis der DIN 35255 ebenfalls die Notwendigkeit des Dokuments „Technische Lieferbedingungen Composite-Technologie - Qualitätsanforderungen an Herstell- und Instandsetzungsbetriebe für militärische Produkte“. Dies wird Gegenstand eines zukünftigen Projekts sein. Auch im militärischen Composite-Bereich besteht dann mit dieser TL der „Stand der Technik“ in der fehler(quellen)vermeidenden Verknüpfung von Produktsicherheit, QMS und QMS-konkretisierender TL .



Für weitere Fragen steht der Projektleiter DIN 35255, Herr Stefan Simon (stefan.simon@ifam.fraunhofer.de / www.faserverbund-in-bremen.de) gern zur Verfügung.

EINSATZ VON **KI**

in Produktentwicklung und Produktion erschließen

Maschinendaten sammeln sich in den Produktionshallen der Kunststoffindustrie längst in gewaltigen Mengen an – doch ihr volles Potenzial bleibt oft ungenutzt.

Autoren: Marie Hadenfeldt, Christian Hopmann, Hakan Çelik, Kai Fischer

Erst der gezielte Einsatz von Künstlicher Intelligenz macht aus diesen Daten belastbare Entscheidungen, effiziente Prozesse und echte Innovationssprünge. Genau hier setzt das IKV mit dem Konsortialprojekt KI4KI – Künstliche Intelligenz für die Kunststoffindustrie an: Es schafft einen strukturierten und praxisnahen Rahmen, in dem Unternehmen befähigt werden, den Einsatz von KI Schritt für Schritt für sich zu erschließen – und dabei voneinander und miteinander zu lernen. Eingeladen sind alle Unternehmen der Kunststoffindustrie, die Künstliche Intelligenz in Produktentwicklung und Produktion für sich nutzen wollen.

Das IKV bringt aus zahlreichen Projekten eine langjährige Erfahrung im Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Digitalisierung in der Kunststofftechnik ein. Darauf baut das im Herbst 2025 startende Projekt KI4KI auf. Ziel ist es, zu zeigen, wie KI wirtschaftlich/ingenieurtechnisch und zielgerichtet eingesetzt werden kann, um der Kunststoffindustrie nachhaltige Wettbewerbsvorteile zu erschließen. Unternehmen werden dabei unterstützt,

den Schritt von isolierten Pilotanwendungen hin zu industriell tragfähigen Routinen zu vollziehen – und das im Verbund mit einem starken Netzwerk aus Industriepartnern. Im Mittelpunkt stehen stets die konkreten Fragestellungen der teilnehmenden Unternehmen. Sie können ihre individuellen Herausforderungen in Workshops und Expertengesprächen einbringen. Darauf aufbauend entstehen passgenaue Lösungen, die mit geeigneten Methoden der Künstlichen Intelligenz umgesetzt und in den zentralen Handlungsfeldern der Kunststoffindustrie verankert werden.

Am IKV wurde der ingenieurtechnische Einsatz von KI im Composites Bereich im Fließpressen von langfaser-verstärkten Kunststoffen untersucht. Beim Fließpressen wird ein langfaserverstärktes Halbzeug unter Druck in die Zielgeometrie überführt. Das dabei entstehende Materialfließen führt zu einer Umlagerung der Fasern, deren Ausrichtung maßgeblich die anisotropen mechanischen Eigenschaften bestimmt. Um diese an den jeweiligen Lastfall anzupassen, müssen die Einlegeposition



Abb. 1: Roadmap zum Projekt „KI4KI – Künstliche Intelligenz für die Kunststoffindustrie verstehen und nutzen“

und -geometrie des Halbzeugs so gewählt werden, dass die lastgerechte Faserorientierung entsteht. Die Prozessabbildung über numerische Simulationen ist möglich, jedoch für iterative Optimierungen mit zahlreichen Variationen zeit- und ressourcenintensiv.

Hier zeigen sich exemplarisch die Chancen, aber auch die Hürden beim Einsatz von KI in der Kunststofftechnik: Künstliche neuronale Netze (Feedforward) als eine Methode der KI Metamodelle zur effizienten Lösung der Optimierung, um auf Basis möglichst wenigen

Gerade aus solchen Erfahrungen wird deutlich, dass Unternehmen einen praxisnahen Rahmen benötigen, um den Einsatz von KI zielgerichtet für ihre eigenen Fragestellungen zu erschließen. Genau hier setzt das Projekt KI4KI an: Es unterstützt Unternehmen dabei, das Potenzial von KI über isolierte Pilotstudien hinaus nutzbar zu machen und tragfähige Routinen für die industrielle Praxis zu entwickeln.

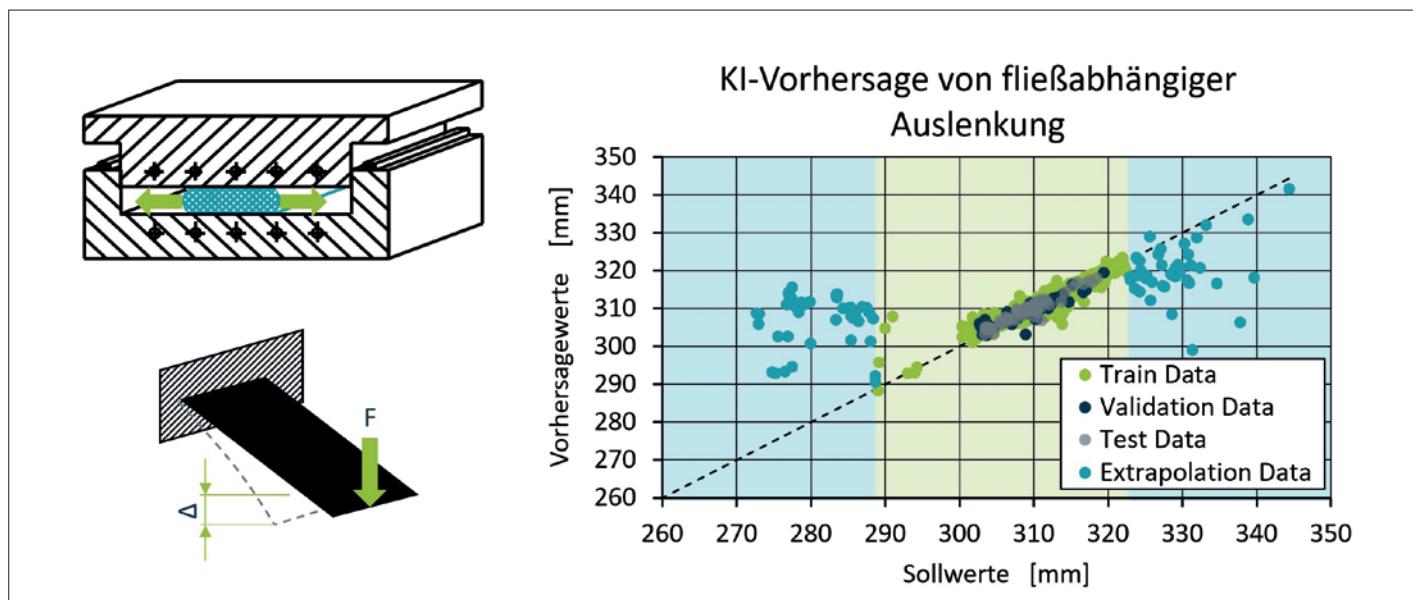


Abb. 2: Beispielhafte Darstellung von KI-basierter Vorhersage der fließabhängigen Auslenkung

ger Simulationsdaten belastbare Vorhersagen des mechanischen Bauteilverhaltens ermöglichen zu können. Im Fokus der Grundlagenforschung standen Fragen zur Modellstruktur, Auswahl geeigneter Eingangsparameter, Trainingsstrategien sowie der Einsatz künstlicher Datenverweiterung. Verglichen wurden ein einstufiges Modell (direkte Korrelation von Einlegeposition und resultierende Auslenkung) und ein zweistufiger Ansatz (zusätzliche Berücksichtigung der Fließfronten).

Die entwickelte Methodik zeigt exemplarisch, welches Potenzial KI für die Kunststofftechnik eröffnet und zugleich, wie komplex ihre Umsetzung im Detail sein kann. Sie ermöglicht es, material- und bauteilgeometrieunabhängig ein Metamodell zu erstellen, das die Einlegeposition und -geometrie mit der resultierenden Auslenkung unter Last auf Basis numerischer Simulationen korreliert. Innerhalb der Intervalle des Trainingsdatensatzes (grün markierter Bereich) kann dieses Modell bereits für Optimierungen eingesetzt werden; die Erweiterung der Extrapolationsfähigkeit (blau markierter Bereich) ist Gegenstand weiterer Forschung.



Das Forschungsvorhaben 460280822 wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziell gefördert. Ihr gilt unser ausdrücklicher Dank.

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

Zum DFG Projekt:

Marie Hadenfeldt | marie.hadenfeldt@ikv.rwth-aachen.de
Telefon: +49 241 80-28334

Zum Projekt „KI4KI“:

ki4ki@ikv.rwth-aachen.de | www.ikv-aachen.de/ki4ki

Dr.-Ing. Hakan Celik | hakan.celik@ikv.rwth-aachen.de
Telefon: +49 241 80-28359

Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) in Industrie und Handwerk an der RWTH Aachen
Seffenter Weg 201 | 52074 Aachen | Deutschland

UNLOCKING THE USE OF **AI**

in product development and production

Machine data has long been accumulating in large volumes on the shop floors of the plastics industry – yet much of its potential remains untapped.

Authors: Marie Hadenfeldt, Christian Hopmann, Hakan Çelik, Kai Fischer

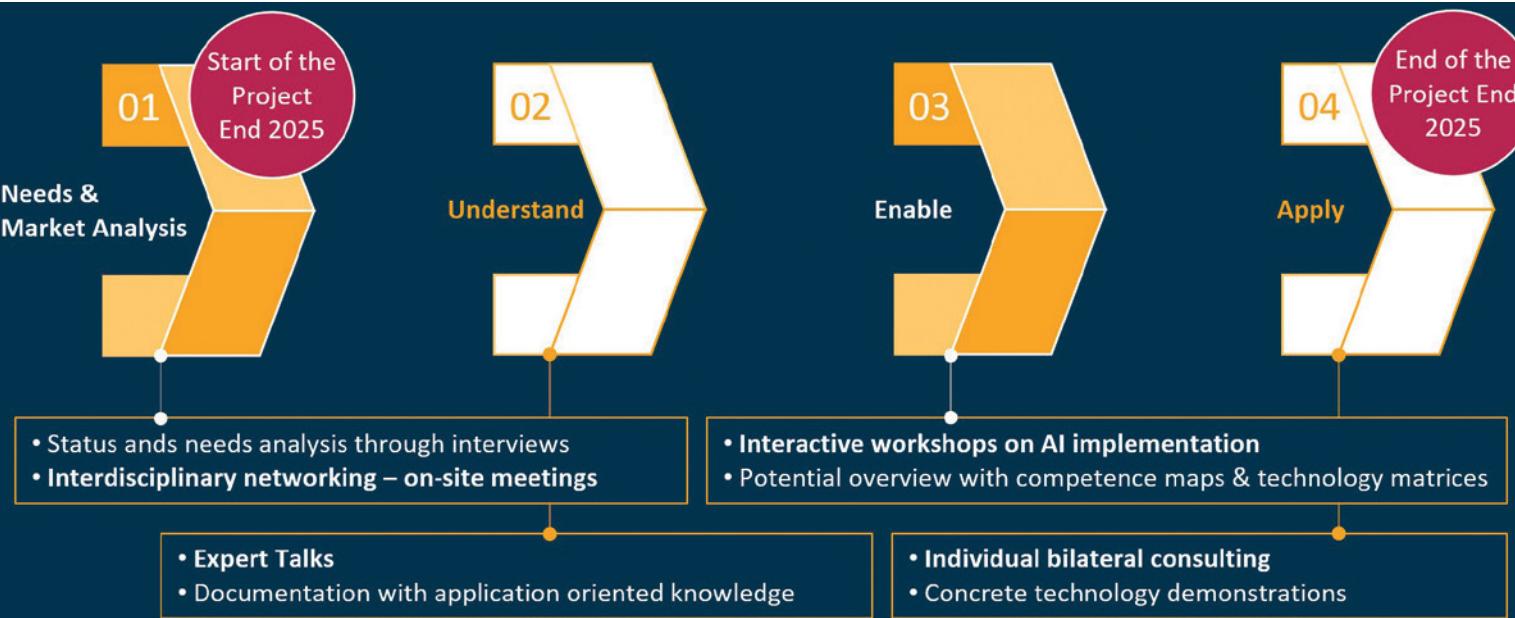
Only the targeted use of artificial intelligence (AI) can transform this data into reliable decisions, efficient processes, and genuine innovation. This is exactly where IKV comes in with the consortium project KI4KI – Artificial Intelligence for the Plastics Industry: It provides a structured and practice-oriented framework that enables companies to systematically unlock the benefits of AI – while learning both with and from each other. All companies in the plastics industry that aim to leverage AI in product development and production are invited to participate.

IKV contributes extensive experience from numerous projects in applying AI methods and digitalisation in plastics engineering. Building on this foundation, the project KI4KI: Understanding and Using Artificial Intelligence for the Plastics Industry, starting in autumn 2025, aims

to demonstrate how AI can be applied in economically and engineering-wise meaningful ways to secure lasting competitive advantages for the industry. The project supports companies in moving from isolated pilot applications towards robust industrial routines – within a strong network of industrial partners. The focus is always on the specific challenges of the participants: companies bring their individual issues into workshops and expert discussions, where tailored solutions are developed, implemented with suitable AI methods, and anchored in the key application areas of the plastics industry.

At IKV, the engineering use of AI was investigated in the field of composites, using the example of compression moulding of long-fibre-reinforced plastics. In this process, a long-fibre-reinforced semi-finished product is pressed into the target geometry. The resulting mate-

Fig. 1: Roadmap of the Project 'KI4KI – Understanding and using artificial intelligence for the plastics industry'



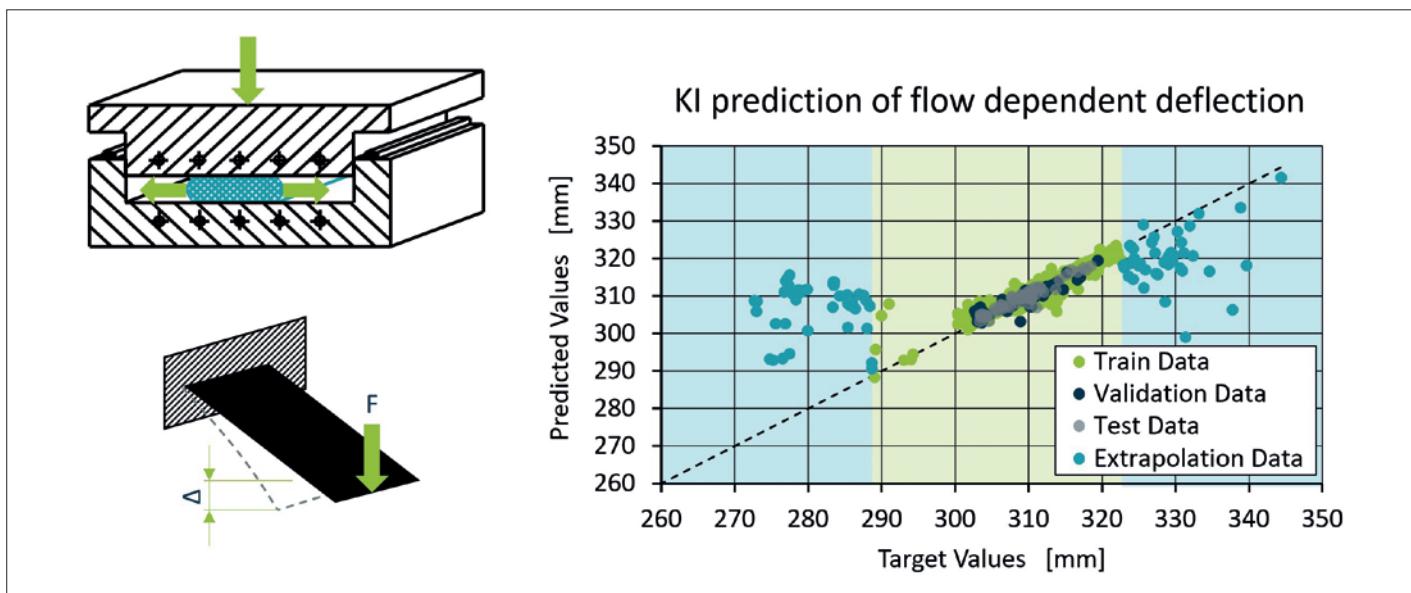


Fig. 2: Exemplary representation of AI-based prediction of flow dependend deflection.

rial flow causes fibre reorientation, which significantly determines the anisotropic mechanical properties. To tailor these properties to a given load case, the position and geometry of the semi-finished product must be chosen to achieve the load-appropriated fibre orientation. Numerical simulations can model this process, but for iterative optimisations with many variations they are time- and resource-intensive.

This example illustrates both the opportunities and the challenges of applying AI in plastics engineering: artificial neural networks (feedforward) can be used as metamodels to make optimisation significantly more efficient, enabling reliable predictions of mechanical component behaviour based on a limited number of simulation data. The research focused on questions of model structure, selection of suitable input parameters, training strategies, and the use of artificial data augmentation. A single-stage model (direct correlation between layup position and resulting deflection) was compared with a two-stage approach (including flow front information). The developed methodology demonstrates the potential

of AI for plastics engineering – as well as the complexity of its implementation in detail. It allows the creation of metamodels, independent of material and component geometry, that correlate layup position and geometry with resulting deflection under load, based on the corresponding numerical simulations. Within the intervals of the training dataset (green area), this model can already be used for optimisation; improving its extrapolation capability (blue area) is the subject of further research.

Experiences like these highlight the need for a structured framework to transfer AI potential from research into industrial practice. This is precisely what KI4KI delivers: a network that supports companies in moving beyond isolated pilot studies and in developing reliable, sustainable routines for industrial application.



The depicted research 460280822 has been funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). We would like to extend our thanks to the DFG.

ReichTank
High Performance Composites
Kunststoffverarbeitung Reich GmbH
Am Kornfeld 2
86932 Pürgen
+49 (0)81 96 93 03 -10
info@reich-tank.de

FIBRE

ECHTZEIT-MONITORING

des RTM-Verfahrens durch den Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen

Autoren: David Droste (Faserinstitut Bremen e.V.), Martin Rosenbaum (all ahead composites GmbH), Daniel Geldsetzer (Liquisign oHG), Adli Dimassi (Faserinstitut Bremen e.V.), David May (Faserinstitut Bremen e.V.)



Fertigung des TFP-Preforms mit lokalen Verstärkungselementen.
Production of the TFP preform with local reinforcement elements.



Werkzeug zur Fertigung des Fahrradrahmens und Referenzrahmen aus Prepreg.
Tool for producing the bicycle frame and reference frame made of prepreg.

Zur Herstellung extrem leistungsfähiger und belastbarer Strukturauteile im Bereich der faserverstärkten Kunststoff-Verbunde mit maximalem Gewichtseinsparpotenzial hat sich das RTM-Verfahren (Resin Transfer Moulding) etabliert. Das RTM-Verfahren ermöglicht aufgrund des geringen Schrumpfens der verwendeten Epoxidharze eine außerordentlich hohe Bau teilgenauigkeit und Oberflächenqualität. Ein Nachteil des RTM-Verfahrens ist, dass während der Injektion des Harzsystems kein vollständiges Monitoring und keine Qualitätssicherung existiert. Ein Eingreifen in den Prozess ist daher nur bedingt möglich. Die erfolgreiche Imprägnierung des Bauteils ohne trockene Stellen kann erst nach dem Entformen des Bauteils kontrolliert werden.

CFK-Fahrradrahmen werden aus Prepregs hergestellt. Die Konsolidierung dieser erfolgt im Autoklav oder in einer Heizpresse. Aufgrund der hohen Kosten bei der Fertigung und dem großen Anteil an Handarbeit beim Belegen des Werkzeugs, ist die Umstellung auf das RTM-Verfahren eine vielversprechende Option, um die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

Ein sensorgestütztes RTM-Verfahren zur Herstellung von CFK Fahrradrahmen wird daher im Projekt „Fiber-

Sense“ durch die Projektpartner all ahead composites GmbH, Liquisign oHG und Faserinstitut Bremen e.V. entwickelt. Die Preforms für das Bauteil werden im Tailored Fibre Placement (TFP) Verfahren hergestellt, um die Handarbeit beim Belegen des Werkzeugs zu minimieren und den Ressourcenbedarf zu reduzieren. Durch die Entwicklung eines intelligenten Werkzeugs, das mit Druck- und Fließfrontsensoren ausgestattet ist, und der Nutzung von künstlicher Intelligenz (KI) soll der Füllprozess in Echtzeit aufgezeichnet und dargestellt werden, um bereits im Prozess mögliche Fehlstellen des finalen Bauteils zu erkennen und damit die Qualitätssicherung zu vereinfachen.

Im Projekt wurde die KI als ein künstliches neuronales Netzwerk (KNN) implementiert. Das KNN wurde mithilfe von Füllsimulationen trainiert. In den Simulationen wurden zum einen die Materialkennwerte variiert und zum anderen wurden zufällig Fließkanäle, die beispielsweise durch Faltenbildung des Druckschlauchs entstehen können, generiert. Diese Variationen sorgen für unterschiedliche Fließfrontverläufe in den Simulationen, die dem KNN als Trainingsdaten übergeben wurden. Der Input des KNN ist auf die zuvor definierten Sensordaten (Druck und Fließfronterkennung) begrenzt. Mithilfe der

Simulation konnten vor der experimentellen Umsetzung Parameterstudien durchgeführt werden, wie sich unterschiedliche Sensorpositionen und Anzahl von Sensoren auf die Vorhersage der Fließfront auswirken. Das Konzept wurde im ersten Schritt für einen Ausschnitt des Fahrradrahmens getestet und validiert. Bei der Validierung mit Simulationsdaten, die zuvor nicht beim Training verwendet wurden, zeigte sich eine fast perfekte Vorhersage in mehr als 99 % aller simulierten Fälle. Die Nutzung des KNN mit realen Versuchsdaten zeigt ebenfalls eine gute Übereinstimmung der Fließfronten (vgl. Abbildung 2). Die Versuche wurden als Vakuuminfusion durchgeführt, um die Fließfront optisch verfolgen zu können. Es zeigten sich bei diesem Abgleich größere Unsicherheiten in der Vorhersage. Im weiteren Projektverlauf soll die Vorhersage des KNN durch eine Erweiterung der Trainingsdaten verbessert werden und für einen größeren Ausschnitt des Fahrradrahmens genutzt werden.

ANSPRECHPARTNER | CONTACT

David Droste | droste@faserinstitut.de
Faserinstitut Bremen e.V.
Am Biologischen Garten 2 | 28359 Bremen

Martin Rosenbaum | mrosenbaum@all-ahead.de
all ahead composites GmbH
Oberdürrbacher Str. 3 | 97209 Veitshöchheim

Daniel Geldsetzer | d.Geldsetzer@liquisign.de
Liquisign oHG
Am Rangierberg 1 | 57518 Betzdorf

Wir danken dem Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt und dem Projektträger Karlsruhe (PTKA) für die Förderung des Forschungsprojekts „FiberSense“.



BERGOLIN

Innovation für die Faserverbundindustrie.

NEXT-LEVEL BESCHICHTUNGSLÖSUNGEN

für Verbundwerkstoffe: Innovation trifft Nachhaltigkeit

Bergolin setzt neue Maßstäbe in der Beschichtungstechnologie für Verbundwerkstoffe.

Unsere innovativen Lösungen überzeugen durch:

- Schnelle Trocknung: Zeitersparnis durch lichtschnelle Aushärtung.
- Langlebigkeit: Maximaler Schutz und verbesserte Haltbarkeit.
- Optimierte Produktionsprozesse: Effizienzsteigerung durch Automatisierbarkeit.

Unsere Beschichtungen minimieren Porenbildung und verleihen Carbonoberflächen eine superhydrophobe Technologie – für eine deutliche Steigerung von Funktionalität und Qualität.



Neu im Portfolio:

UV-aushärtende Harzsysteme, speziell entwickelt für die Herstellung und Reparatur von Verbundwerkstoffen. Diese Systeme sind nicht nur energieeffizient, sondern fördern auch eine nachhaltigere Produktion, reduzieren Abfall und unterstützen die Einhaltung aktueller Umweltstandards, wodurch die Umweltbelastung minimiert wird.

Nachhaltigkeit in jedem Schritt:

Unsere Lösungen sind auf maximale Sicherheit und Effizienz ausgelegt:

- Arbeitssicherheit: HSE-konforme, isocyanatfreie Systeme für ein sicheres und schadstofffreies Arbeitsumfeld.
- Ressourcenschonung: Energieeffizient und abfallreduzierend.
- Innovative Technologien: Schmutzabweisend und anti-ice.

Entdecken Sie, wie unsere Beschichtungstechnologien Ihre Produktion auf das nächste Level heben – nachhaltig, effizient und zukunftssicher.

FIBRE

REAL-TIME MONITORING

of the RTM process through the use of artificial neural networks

Authors: David Droste (Faserinstitut Bremen e.V.), Martin Rosenbaum (all ahead composites GmbH), Daniel Geldsetzer (Liquisign oHG), Adli Dimassi (Faserinstitut Bremen e.V.), David May (Faserinstitut Bremen e.V.)

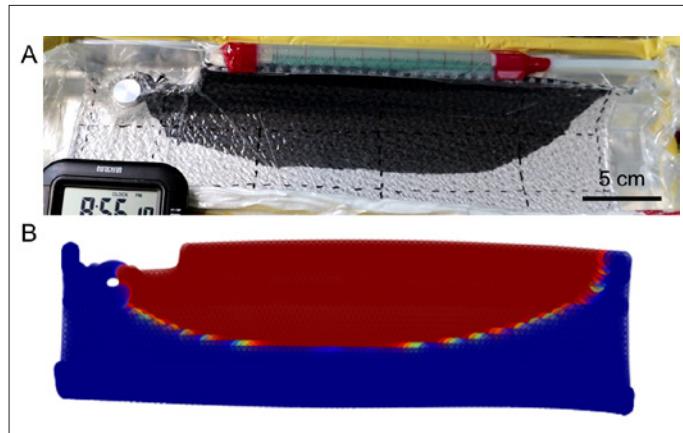
The RTM (resin transfer moulding) process has established itself as the method of choice for manufacturing extremely high-performance and robust structural components in the field of fibre-reinforced plastic composites with maximum weight-saving potential. Due to the low shrinkage of the epoxy resins used, the RTM process enables exceptionally high component accuracy and surface quality. One disadvantage of the RTM process is that, until now, there has been no complete monitoring or quality assurance during the injection of the resin system. Intervention in the process is therefore only possible to a limited extent. Successful impregnation of

the component without dry spots can only be checked after the component has been demoulded.

CFRP bicycle frames are manufactured from prepgs. These are consolidated in an autoclave or a heating press. Due to the high manufacturing costs and the large amount of manual work involved in loading the mould, switching to the RTM process is a promising option for increasing competitiveness.

A sensor-based RTM process for manufacturing CFRP bicycle frames is therefore being developed in the 'Fiber Sense' project by the project partners all ahead composites GmbH, Liquisign oHG and Faserinstitut Bremen e.V. The preforms for the component are manufactured using the Tailored Fibre Placement (TFP) process in order to minimise manual work when loading the tool and reduce resource requirements. Through the development of an intelligent tool equipped with pressure and flow front sensors and the use of artificial intelligence (AI), the filling process is to be recorded and displayed in real time in order to detect possible defects in the final component during the process and thus simplify quality assurance.

In the project, AI was implemented as an artificial neural network (ANN). The ANN was trained using filling simulations. In the simulations, the material properties were varied and flow channels, which can arise, for example, due to folding of the pressure hose, were generated randomly. These variations resulted in different flow



Vergleich zwischen realem Fließfrontverlauf (A) und der Vorhersage (B) des KNN mit zwei Fließfrontsensoren und zwei Drucksensoren.
Comparison between actual flow front progression (A) and the prediction (B) of the KNN with two flow front sensors and two pressure sensors.

WIR VERBINDEN DIE WELT.

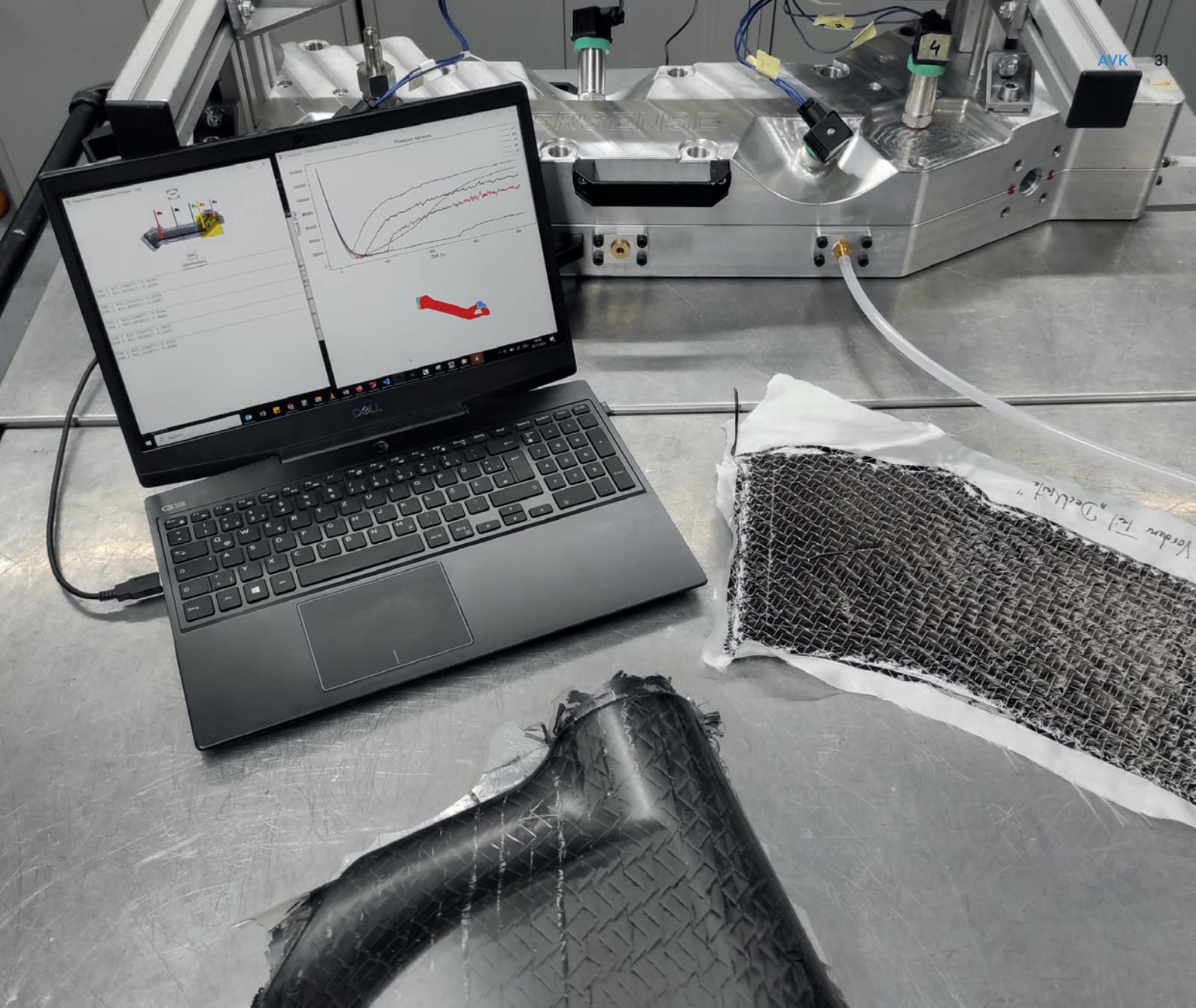
Automobil | Sportindustrie
Luftfahrt | Boots- und Yachtbau
Anlagen- und Maschinenbau
Architektur | Motorsport
Militär | Windkraft

Im Bereich Composites produzieren wir Schmaltextilien aus Materialien wie Carbon, Keramik, Glasfaser, Basalt, Vectran®, Hybridegewebe und Draht.

GÜTH & WOLF
BAND- UND GURTWEBEREIEN



33330 Gütersloh · Herzebrocker Str. 1-3 · Tel. +49 5241 879-0
central@gueth-wolf.de · www.gueth-wolf.de



front progressions in the simulations, which were used from the ANN as training data. The input of the ANN is limited to the previously defined sensor data (pressure and flow front detection). With the help of the simulation, parameter studies could be carried out prior to the experimental implementation to determine how different sensor positions and numbers of sensors affect the prediction of the flow front. The concept was first tested and validated for a section of the bicycle frame. Validation with simulation data that had not previously been used

in training showed an almost perfect prediction in more than 99% of all simulated cases. The use of ANN with real test data also shows good agreement of the flow fronts (see Figure 2). The experiments were conducted using vacuum infusion so that the flow front could be tracked visually. This comparison revealed greater uncertainties in the prediction. In the next steps of the project, the ANN prediction is to be improved by expanding the training data and used for a larger section of the bicycle frame.

Thermoplastische Leichtbautechnologien

- Berechnung/Auslegung
- Produktentwicklung
- Verfahrensentwicklung
- Prototyping
- Test

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ Strukturtechnik Kompositforschung

K COMPOSITES

Ihr Spezialist und Kompetenzpartner für Faserverbundtechnologie.

www.kcomposites.com

WIR SIND FÜR SIE DA



Dr. Elmar Witten
AVK-Geschäftsführer

+49 (0) 69 271077-0
elmar.witten@avk-tv.de



Volker Matthes

+49 (0) 69 271077-16
volker.mathes@avk-tv.de



Katharina Wagner

+49 (0) 69 271077-13
katharina.wagner@avk-tv.de

AVK – Industrievereinigung
Verstärkte Kunststoffe e. V.
Am Hauptbahnhof 12
D-60329 Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 271077-0
Mail: info@avk-tv.de

WWW.AVK-TV.DE

