

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik
und Logistik

jahresbericht



Liebe Leserinnen und Leser,



«Nichts ist so beständig wie der Wandel»; diese Weisheit, die mal dem Griechen Heraklit, mal dem Engländer Charles Darwin zugeschrieben wird, trifft heute mehr zu denn je.

Heute sprechen wir von volatilen Zeiten und interpretieren den stetigen Wandel mit schwankenden, unbeständigen und sogar sprunghaften Veränderungen in Industrie und Wirtschaft. Disruptiv wirken vor allem schwer vorhersehbare Ereignisse wie Kriege und klimabedingte Naturkatastrophen. Hochwasser, Trockenheit und Waldbrände in Europa und Deutschland werden zur Regel, die unsichere Route im Suez-Kanal bringt Lieferketten ins Wanken. Das einzige, woran wir uns also gewöhnen dürfen, ist die Unregelmäßigkeit, wie einst Heraklit bzw. Darwin erkannten.

Für Wissenschaft und Forschung ergeben sich hieraus neue Fragestellungen. Wie schaffen wir durch Wandelbarkeit, Flexibilität, Nachhaltigkeit und Resilienz mehr Stabilität in diesen volatilen Zeiten, die durch einen stetigen Wandel geprägt sind. In der Logistik sollen beispielsweise Lieferengpässe frühzeitig oder besser rechtzeitig prognostiziert werden können, um die Resilienz der Lieferkette zu erhöhen. Die KI bietet hierfür neue Möglichkeiten, um diese geforderte Prognosefähigkeit zu erreichen. Welche konkreten Forschungsfragen sich unser Institut 2023 gestellt und bearbeitet hat, können Sie diesem Jahresbericht entnehmen. Auch hier sind Wandelbarkeit, Flexibilität, Nachhaltigkeit

und Resilienz die Treiber für die Forschungsprojekte in der Seiltechnik, der Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung sowie in der Logistik. Aber lesen Sie selbst.

Im April 2023 war „Messezeit“: Die InterAlpin in Innsbruck ist die internationale Leitmesse für alpine Technologien und Seilbahnen. Hier waren wir mit der IFT-Seilabteilung und eigenem Messestand vertreten. Gleich darauf folgte die LogiMAT, die wichtigste Intralogistikmesse in Stuttgart. Auch hier war das IFT wieder mit Beiträgen im LogiMAT-Forum und mit einem eigenen Messestand vertreten. Der persönliche Austausch mit den Besuchern, Kunden und Interessierten war sehr inspirierend und hat allen Beteiligten viel Spaß bereitet.

Mitte Juni durften wir unserem langjährigen Kollegen, stellvertretenden Institutsleiter und Leiter der Abteilung Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung Markus Schröppel den Doktorhut überreichen. Herzlichen Glückwunsch, Dr.-Ing. Markus Schröppel!

Anfang Juli haben wir das erste Alumni-Treffen am IFT veranstaltet und durften viele ehemalige Weggefährterinnen und Weggefährten bei uns in Stuttgart wieder begrüßen. Über euer Kommen haben wir uns sehr gefreut. 2024 werden wir das Alumni-Treffen fortsetzen und freuen uns, eine kontinuierliche Veranstaltungsreihe zu etablieren.

Den stetigen Wandel konnte man auch bei der personellen Besetzung am IFT feststellen. Ein wenig ausgeprägter als üblich haben wir in 2023 einige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dazugewinnen können, dafür sind andere in die freie Wirtschaft gewechselt. Mit Isabell Schmidt, Benedikt Franck, Marco Testa, André Colomb, Katrin Köstler, Manuel Hagg und Dominik Herrmann haben uns erfahrene und langjährigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verlassen. Wir bedanken uns ganz herzlich für eure Unterstützung und wünschen euch auf eurem neuen beruflichen Weg alles Gute. Die „Neuen“ standen schon in den Startlöchern: Johannes Görres, Johannes Guter, Franziska Stegmaier, Dennis Fischer, Domenic Schmidpeter und Funing Li – wir freuen uns sehr, dass ihr Teil unseres Teams seid und den Weg in die Wissenschaft gefunden habt!

In der Institutsleitung hat Dr.-Ing. David Korte als Forschungskordinator den Weg zur Robert Bosch GmbH eingeschlagen. Wir bedanken uns ganz herzlich für seine Unterstützung und wünschen ihm für seine neuen Aufgaben alles Gute. Mit Daniel Mezger übernimmt ein ebenfalls erfahrener und langjähriger Mitarbeiter des IFT als Akademischer Rat die Forschungskoordination.

Mein Dank gilt insbesondere allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des IFT. Durch euren Einsatz und euer Engagement konnten wir gemeinsam bestehende und neue Herausforderungen auch wieder in diesem Jahr meistern.

Bei unseren Kunden und Projektpartnern bedanke ich mich für die gute, teilweise langjährige Zusammenarbeit und ihr Vertrauen und freue mich auf die gemeinsame Weiterführung der laufenden Projekte sowie auch auf das Angehen neuer Aufgaben.

Ich wünsche Ihnen eine anregende und informative Lektüre.

Ihr



Robert Schulz
Institutsleiter

Inhalt

FORSCHUNG

SEILTECHNOLOGIE

- 4 **Zerstörende Seilprüfung**
- 5 Reibwert am Treibscheibenkontakt
- 6 Belastungstest von Seilen für die Bühnentechnik
- 8 Untersuchung zur Schnittfestigkeit von Faserseilen
- 10 First Wire – Fiber Reinforced Steel Wire
- 12 **Zerstörungsfreie Seilprüfung, Seilbahntechnik**
- 13 Prüfen von Seilen und Anlagen
- 16 Technik für die Seilprüfung – die neue SXRT-Produktfamilie
- 18 Prüflabor für Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

MASCHINENENTWICKLUNG UND MATERIALFLUSSAUTOMATISIERUNG

- 21 Coop_AGV – Cooperation Framework for Vehicles in Production and Logistics
- 24 Verteiltes Zukunftslabor FTS
- 26 eLLaLight – Energiesparende Lagersteuerung und gewichtsreduzierte Lagerfahrzeuge
- 29 RoboKoop – Autonome mobile Roboter in Kooperation mit stationären Robotern
- 30 Flurförderzeugrädern mit Polyurethanlaufbelag getestet
- 31 Neue Fahrbahn für den Radprüfstand

LOGISTIK

- 33 Leistungsstarke Fördertechnik zur sequenzierten Versorgung von Kommissionierarbeitsplätzen (LEAD-LOOP)
- 35 Fluide Fahrzeugproduktion für die Mobilität der Zukunft (FluPro)
- 38 Harmonisierte und dezentrale Produktions- und Logistikregelung (HaProLok)
- 40 5G Synergierregion

STUDIEN

- 42 Studieren 2023
- 44 MASTER:ONLINE Logistikmanagement
- 46 Studentische Arbeiten

VERANSTALTUNGEN

- 50 Highlights
Veranstaltungen | Kongresse

DATEN & FAKTEN

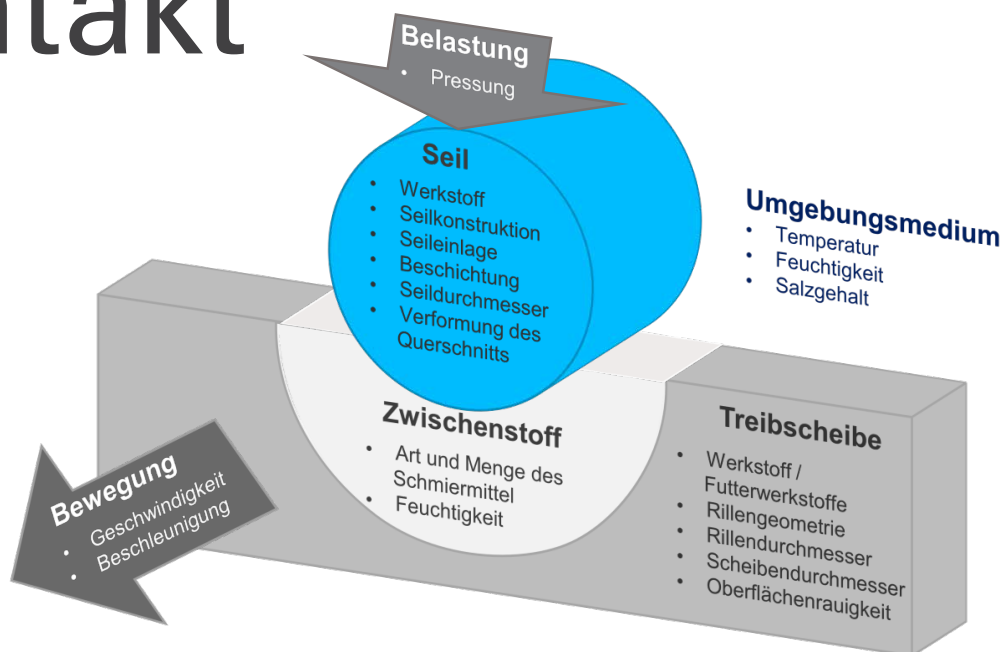
- 58 Dissertationen
- 60 Veröffentlichungen
- 62 Vorträge
- 63 Gremienarbeit
- 64 Team des IFT

IMPRESSUM

ZERSTÖRENDE SEILPRÜFUNG



Reibwert am Treibscheibenkontakt



Einflüsse auf den Reibwert am Treibscheibenkontakt laufender Drahtseile

Insbesondere im Bereich der Anwendung von laufenden Seilen mit sehr langen Förderlängen oder „unendlichen“ Seilschlaufen im Reversier- und Richtungsbetrieb spielen Treibscheibenantriebe seit jeher eine maßgebliche Rolle. Anwendungsbeispiele wären hier Aufzüge, Schachtförderanlagen oder auch Seilbahnen, sowohl Umlaufbahnen als auch Pendelbahnen. Vorteile des Treibscheibenantriebs im Gegensatz zu z.B. Trommelantrieben sind unter anderem sehr große erreichbare Förderhöhen und ein relativ geringer Energiebedarf.

Ursprünglich für den Bereich der Schachtförderanlagen entwickelt, wird insbesondere auch für Seilbahnanwendungen heutzutage der Reibwert nach der gültigen DIN-Norm 21258 bestimmt. Allerdings werden anwendungsspezifisch beispielsweise im

Aufzug normalerweise keine Scheibenfutter, dafür jedoch Formrillen (Keilrille etc.) eingesetzt. Fraglich ist, ob daher ein für den Schachtförderbereich entwickelter Normversuch für andere Anwendungen überhaupt sinnvoll anwendbar ist. Bekannt ist in jedem Fall, dass es eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf den Reibwert am Treibscheibenkontakt gibt.

Um die Einflüsse auf den Reibwert am Treibscheibenkontakt besser zu verstehen und ggf. auch anhand eines standardisierten Versuchsaufbaus reproduzierbar entsprechend der jeweiligen Anwendung ermitteln zu können, plant das IFT gemeinsam mit einer weiteren Forschungseinrichtung ein größer angelegtes Forschungsprojekt.

Stefan Hecht



Die Darsteller*innen des Musicals Tarzan schwingen an Bungee-Seilen durch den Dschungel.



Belastungstest von Seilen für die Bühnentechnik

WENN DIE DARSTELLER*INNEN DES MUSICALS TARZAN ABEND FÜR ABEND DURCH DEN DSCHUNDEL SCHWINGEN, LEGEN SIE TEILWEISE 300 METER QUER DURCH DAS THEATER AN SEILEN ZURÜCK – UND IHRE SICHERHEIT HÄNGT AN DER BÜHNENTECHNIK.

Die Darsteller*innen schwingen sich nicht nur quer durch den Saal, sie springen auch von Plattformen, die direkt unter dem Dach des Theaters angebracht sind, in den Zuschauerraum. Damit die Punktlandung gelingt, ist die Länge und Dicke der Seile auf jeden einzelnen Darsteller abgestimmt. Außerdem ist in den Bungeeseilen eine Sicherungsleine eingearbeitet.

Die Seile werden regelmäßig gespannt und auf etwaige Fehler geprüft. Sobald an den Bungeeseilen, die aus einzelnen Kautschukfäden bestehen, eine gewisse Anzahl an Fäden defekt ist, werden diese sofort ausgetauscht. In systematischen Belastungstests wurden die Seile für die Bühnentechnik bis an ihre Grenzen und darüber hinaus geprüft. Nur so lassen sich die mechanischen Eigenschaften ermitteln. Diese Überprüfung stellt somit eine unverzichtbare Schlüsselfunktion für die Auslegung und Nutzbarkeit der Seile dar und gewährleistet eine maximale Sicherheit und Leistungseffizienz.

Die Prüfung erfolgte auf einer servohydraulischen Zugprüfmaschine am Institut, mit einer maximalen Prüfkraft von bis zu 250 Tonnen und einem Zylinderfahrweg von bis zu 4 Metern. Eines der Hauptaugenmerke der Belastungstest ist zweifelsohne die maximale Tragfähigkeit. Allerdings ist für eine exakte Positionierung in

der Bühnentechnik auch insbesondere das Längungsverhalten der Seile von hohem Interesse. Zusätzlich wurden die Seile während der Belastungstests visuell auf äußere Veränderungen und Auffälligkeiten inspiziert. Abschließend ergaben die Belastungstests, dass die Seile hervorragend und präzise auf die Anforderungen der Bühnentechnik abgestimmt sind.

Wendel Frick

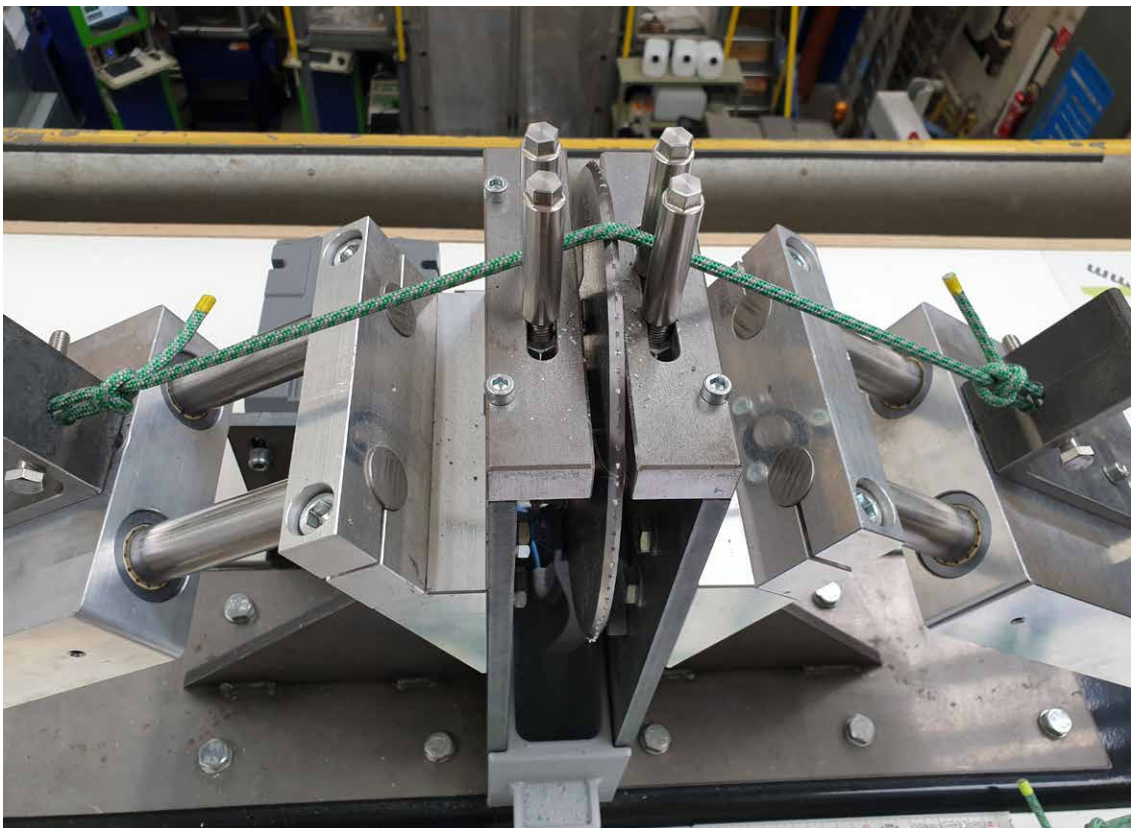


Die Seile für die Bühnentechnik wurden in systematischen Belastungstests auf der Zugprüfmaschine bis an ihre Grenzen und darüber hinaus geprüft.

Untersuchung zur Schnittfestigkeit von Faserseilen

Die Schnittfestigkeit von Faserseilen ist ein entscheidender Parameter, wenn es um den Einsatz in rauen Umgebungen geht oder bspw. Faserseile anstelle von Stahldrahtseilen als Hubseile im Bereich der Materialförderung eingesetzt werden. Sehr oft wird von den Herstellern eine „gute“ Schnittfestigkeit bewor-

ben, ohne die Eigenschaften quantifizieren zu können. Im Bereich des Bergsteigens und der Arbeitssicherheit gibt es bereits unterschiedliche Prüfprinzipien zur Quantifizierung der Scher- und Schnittfestigkeit von Polyamid- und Polyesterseilen.



Versuchsaufbau: beispielhaft eingebautes hochmodulares Faserseil unter Vorspannung

So hat beispielsweise die Firma Edelrid einen Versuchsaufbau entwickelt, mit welchem der Parameter „Schnittfestigkeit“ ohne den Einflussparameter „Scherung“ gesondert unter verschiedenen definierten Vorspannungen ermittelt werden kann. Hierbei wird das Seil vorgespannt und dann mit Hilfe eines Schneidrades geschnitten. Die bis zum Seilriss notwendige Drehbewegung des Schneidrads wird aufgezeichnet.

Mit Hilfe dieser für Bergseile konzipierten Prüfvorrichtung wurden am IFT Schnittprüfungen an verschiedenen Faserseilkonstruktionen und -materialien durchgeführt, um die Prüfmethode für diese Art von Seilen zu validieren und einen ersten Eindruck von den Schnittfestigkeitseigenschaften der verschiedenen industriellen Faserseile zu erhalten.

Hierbei wurde unter anderem festgestellt, dass die Schnittfestigkeit eines Seils nicht nur vom Material abhängt, sondern auch von vielen anderen Parametern, wie z. B. Faser-, Faden- und Litzenspannung, Konstruktion des Seils und radiale Steifigkeit. Alle für die Versuche verwendeten Seile hatten einen Nenndurchmesser von 6 mm. Begrenzender Faktor war hier die maximal mögliche Vorspannkraft der Prüfvorrichtung.

Stefan Hecht

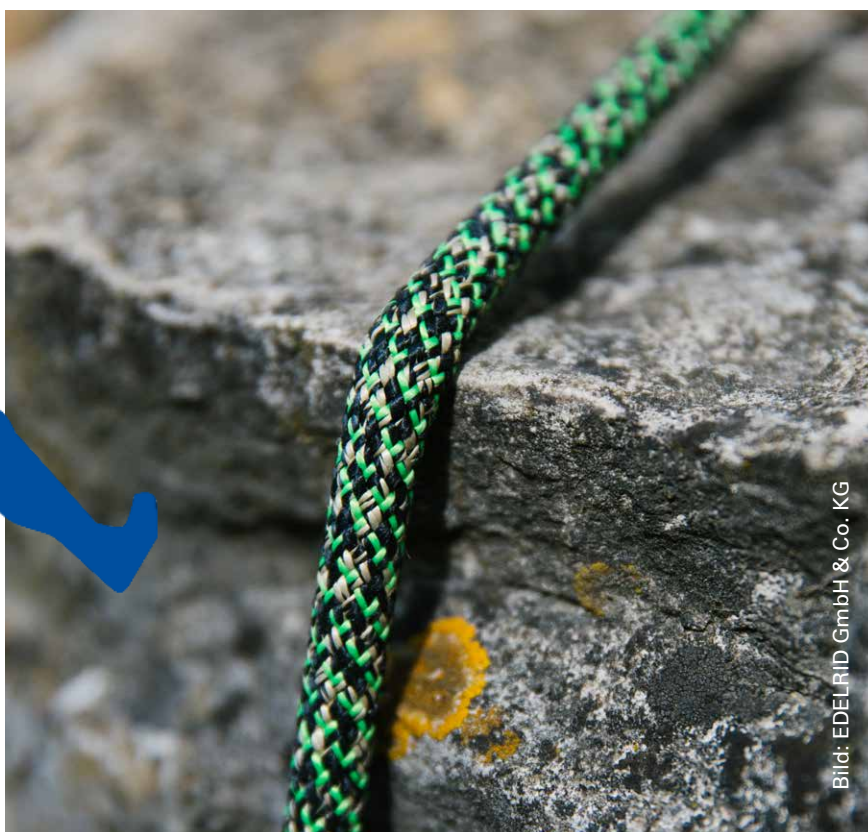
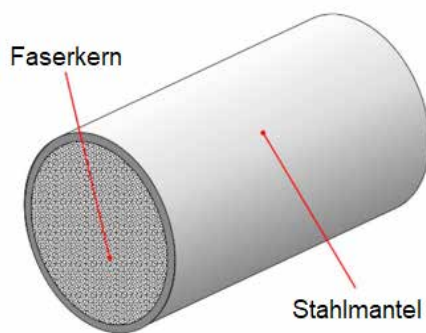


Bild: EDELRID GmbH & Co. KG

Scharfe Kanten können zum Versagen von Bergseilen führen.

First Wire – Fiber Reinforced Steel Wire



First Wire – Ein innovatives Projekt für die Stahlindustrie

Das europäische Forschungsprojekt FIRST-WIRE zielt auf die Entwicklung eines Stahldrahtes für Seile und Kabel mit verbesserten Leistungen und geringerem Gewicht ab. Das Projekt wird vom Forschungsfonds für Kohle und Stahl (Research Fund for Coal and Steel) kofinanziert, einem EU-Förderprogramm zur Unterstützung von Forschungsprojekten im Kohle- und Stahlsektor.

Zusammen mit 7 weiteren Partnern aus insgesamt 4 europäischen Ländern wird an den neuartigen kohlenstoffaserverstärkten Stahldrähten geforscht. Ziel ist es, einen leichten und dennoch hoch belastbaren Draht für anspruchsvolle On-/Offshore-Seilanwendungen zu entwickeln, wie z. B. Verankerungsseile für Offshore-Plattformen oder Abspannseile für Hängebrücken.

In bestimmten anspruchsvollen technischen Anwendungsfällen ist der Einsatz von Stahldrahtseilen durch das enorme Eigengewicht und die

unbefriedigenden strukturellen Leistungen begrenzt. Das zugrundeliegende Konzept des Forschungsvorhabens stellt eine zukunftsweisende Innovation dar, bei der Elemente aus rostfreiem Stahl und Verstärkungen aus Kohlenstofffasern mit hoher Festigkeit sowie Modul kombiniert werden. Es kombiniert das geringe Gewicht und die hohe mechanische Leistung der Fasern mit dem guten Verhalten des Stahls in Bezug auf Korrosionsbeständigkeit, Verschleiß und Duktilität.

Ein innovatives Projekt für die Stahlindustrie, wodurch die Verwendung von Produkten auf Stahlbasis in Märkten gefördert werden kann, in denen Verbundwerkstoffe und synthetische Produkte derzeit sehr wettbewerbsfähig sind. Speziell ist die Technologie für den Einsatz in äußerst anspruchsvollen Szenarien vorgesehen, z. B. für Offshore-Tiefseeanwendungen, Hebevorgänge, Verankerungsleitungen für schwimmende Plattformen, Strukturkabel für den Tiefbau, aber auch in



Verankerungsseile:
schwimmende Offshore-Plattformen



Abspannseile:
Brücken- und Tragwerkskonstruktionen



Förderseile:
Offshore-Tiefseeanwendungen

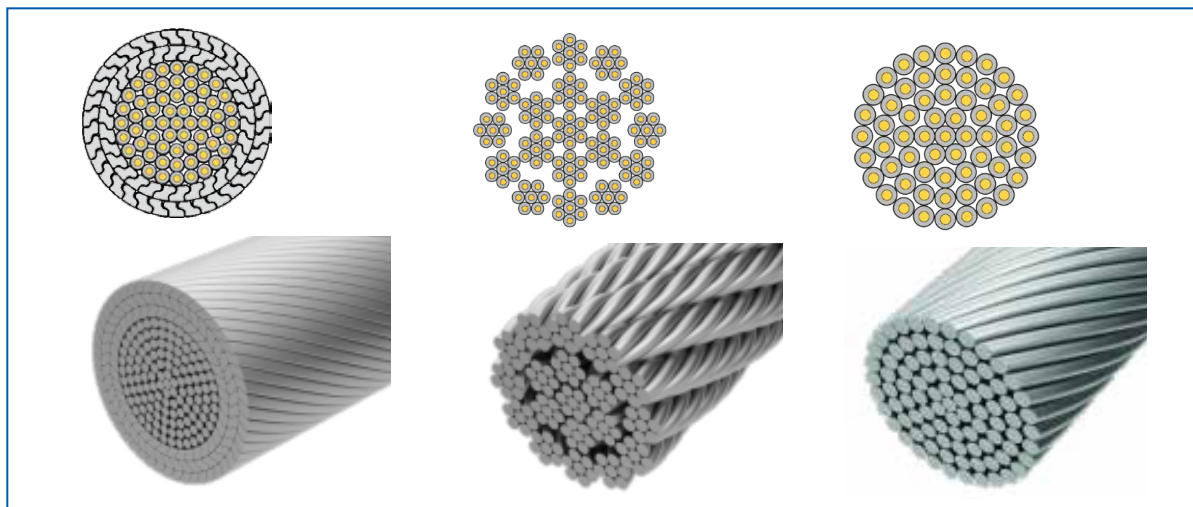
Onshore-Anwendungen wie beispielsweise für Abspannseile von Hängebrücken und Tragwerkskonstruktionen. Für die Installation von Offshore-Plattformen, wie beispielsweise schwimmende Windkraftanlagen in tiefen Meeresgebieten, bestehen Vorteile aufgrund von Gewichtersparnis bei zugleich hoher axialer Steifigkeit sowie hervorragender Verschleißfestigkeit.

Im Bauwesen bei abgespannten Tragwerkskonstruktionen mit großen Spannweiten, wie z. B. Schrägseilbrücken, bieten Hybridlösungen Vorteile im Bereich Durchbiegung, Resonanz und folglich Ermüdungsdauer.

Im Bereich von Offshore-Anwendungen, wie z. B. Tiefseebergbau oder Tiefseeverlegung von Pipelines mit Abspul- und Bergewinden, begrenzen herkömmliche Stahlseile derzeit den Einsatz auf eine Meerestiefe von ~2000m aufgrund des hohen Eigengewichts. Innovative leichte Hochleistungsdrahtseile erweitern die Möglichkeit und bieten eine Steigerung der Förder-tiefe und -kapazität.

Das Projekt umfasst alle Schritte beginnend von der Herstellung der faserverstärkten Stahldrähte über die Produktion der Seile und experimentelle Bestimmung mechanischer Eigenschaften bis hin zur Dimensionierung und Berechnung sowie rechnergestützte Finite-Element-Modellbildung verschiedener Anwendungsfälle unter dem Vergleich konventioneller zu faserverstärkten Seilen. Zudem werden mehrere Seilmacharten betrachtet, welche für die verschiedenen Anwendungsfälle typisch sind.

Wendel Frick



ZERSTÖRUNGS- FREIE SEILPRÜFUNG, SEILBAHN- TECHNIK

Seilbahn „Ngong Ping 360°



Urbane Seilbahn Medellín, Linie K

Prüfen von Seilen und Anlagen

Das Prüfteam der zerstörungsfreien Seiltechnologie war national und international im Einsatz. Neben den „klassischen“ magnetinduktiven Seilprüfungen und den regelmäßigen Prüfungen wurden Sonderprüfungen bspw. an Fahrgeschäften, Freizeitanlagen und Anlagen des Schiffverkehrs durchgeführt.

Seilbahnanlagen und Schlepplifte müssen in regelmäßigen Abständen überprüft werden. So sind bspw. laut den Seilbahngesetzen der deutschen Bundesländer öffentliche Seilbahnen mindestens einmal im Jahr und Schlepplifte alle zwei Jahre einer Überprüfung durch eine anerkannte Stelle zu unterziehen. Bei diesen wiederkehrenden Prüfungen werden die Seile sowie die gesamte Anlage überprüft. Unsere Prüfindgenieure haben unterschiedliche interessante Anlagen überprüft – von der Standseilbahn in

Stuttgart bis zur urbanen Seilbahn in Kolumbien. Zu den spannendsten Prüfobjekten gehört sicher die Seilbahn „Ngong Ping 360°“, die das Stadtgebiet Hongkong mit dem Fremdenverkehrsgebiet Ngong Ping verbindet, wo eine der größten Buddha-Statuen Asiens in den Himmel ragt. Die Zweiseilumlaufbahn führt auf einer Gesamtstrecke von 5,7 km über die Tung Chung Bay und die Hänge des großen Nationalparks zum Ngong Ping Plateau.

Die steilen Hänge rund um Medellín stellen für die etablierten Verkehrsmittel eine besondere Herausforderung dar, die gar nicht oder nur schwer überwunden werden kann. Die Seilbahn ermöglicht eine direkte Verbindung und generiert so große Reisezeitvorteile. Im Jahr 2004 wurde in Medellín mit der Linie K die weltweit erste urbane Seilbahn in Betrieb genommen.



ZipLine Anlage „Astenkick“

Bei städtischen Seilbahnen mit ihren im Vergleich zu Bergbahnen langen täglichen und jährlichen Betriebszeiten treten Verschleißerscheinungen durch die hohe Belastung schneller auf. Um den öffentlichen Betrieb möglichst wenig zu beeinträchtigen, müssen die erforderlichen Seilarbeiten terminmäßig genau geplant werden. Eine frühzeitige Kontrolle des Seilzustandes von besonderer Bedeutung.

Regelmäßig prüft das IFT-Team die ZipLine-Anlage „Astenkick“ in Winterberg. Astenkick ist mit einer Länge von 1000 Metern die zweitlängste Megazipline Europas: Eine Doppelseilrutsche, in der man allein oder nebeneinander mit über 70 km/h ins Tal „fliegt“. Um die Seile magnetinduktiv zu prüfen, fliegt auch unser Prüftteam mit Laptop und Prüfgerät vom Startturm hinunter ins Tal. Bei dieser Sonderprüfung werden die beiden Trag- und Signalseile magnetinduktiv vermessen, sowie die gesamte Stahlkonstruktion überprüft. Alle Sitz- und Liegegurtzeuge sowie Karabiner, Bandschlingen und Absturzsicherungen überprüfen die Ingenieure auf Funktion und Beschädigungen. Auch die Überwachung des normalen Fahrgastbetriebs und einige Testfahrten gehören zu den Aufgaben der Prüfer.



Tribüne der Freilichtbühne Ötigheim

Die Freilichtbühne Ötigheim bei Rastatt ist unter den von Amateurtheatern bespielten Freilichtbühnen Deutschlands die größte. 1961 erhielt der Zuschauerbereich ein leichtes Tribürendach, das von zwölf so genannten „Jawerth-Bindern“ getragen wird. Über eine Spannweite von 40 m laufen die vorgespannten Seilbinder zwischen zwei scheibenartigen Betonbindern. Die überdachte Tribüne der Volksschauspiele ist seit 1994 ein Kulturdenkmal. Die Jawerth-Binder bilden in ihrer Form als Seilkonstruktion im Grunde massive Holzbindernach. Sie bestehen aus einem durchhängenden Tragseil, das über Stabstahl-Diagonalen mit dem gegenseitig gekrümmten Unterseil durch Gelenke verbunden ist. Regelmäßig wird diese Seilkonstruktion von den Prüfsingenieuren des IFT überprüft. Da die Seile wegen der festen Sitzreihen unterhalb des Dachs schwer zugänglich sind, wurde das Prüfgerät mithilfe einer Arbeitsbühne aufgesetzt und



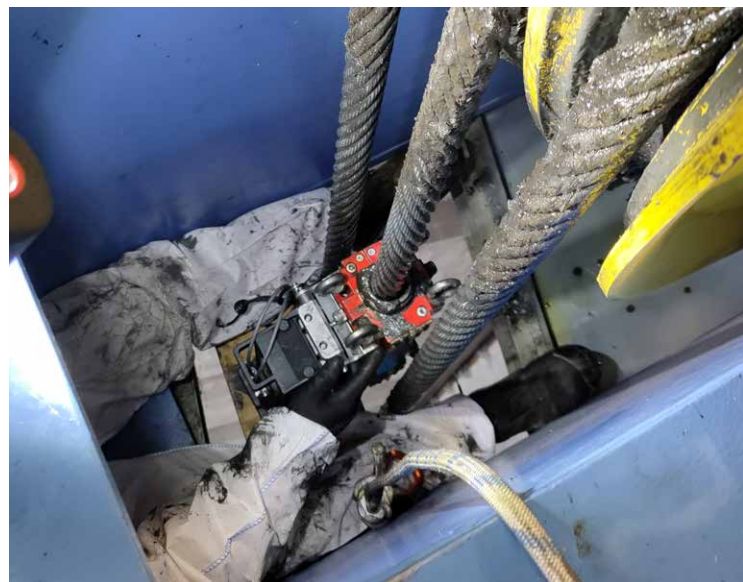
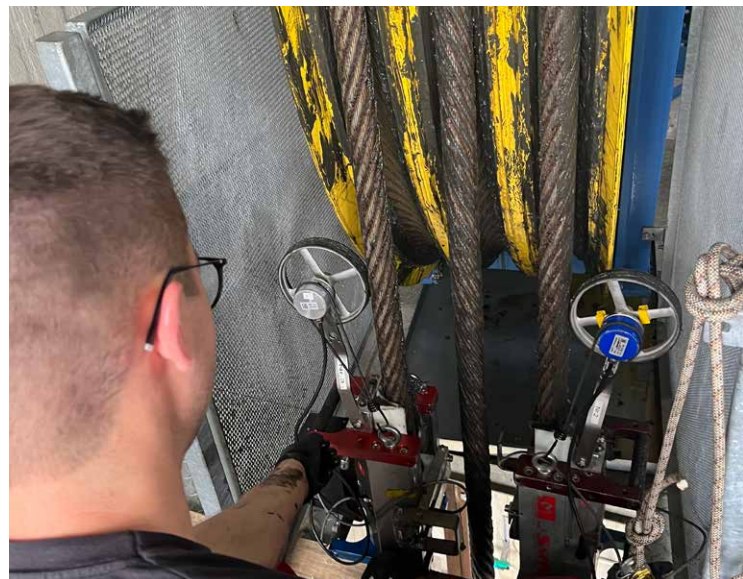
Schleuse Geesthacht | Bilder unten: Magnetinduktive Prüfung der Hubtorseile

händisch vom Boden aus entlang der Seile gezogen. Um die Seiloberfläche zu kontrollieren, hat das Prüfteam eine visuelle Aufzeichnung durchgeführt.

In Geesthacht an der Elbe hat das Prüfteam die Seile der Schleuse Geesthacht geprüft. Die vier Schleusentore der zwei Kammern werden jeweils mit sechs Seilen geöffnet und geschlossen. Insgesamt wurden 12 Seile mit \varnothing 48 mm und 12 mit \varnothing 40 mm der Hubtore magnetinduktiv geprüft und visuell kontrolliert. Auch die Seilendverbindungen wurden geprüft. Dazu wurde jeweils eine der identischen Schleusenkammern der Doppelschleuse gesperrt. Die beiden Kammern arbeiten oft im Verbund, können aber auch völlig unabhängig betrieben werden. So war der Schleusenverkehr trotz der Seilprüfungen möglich. Zum Schutz der Seile vor Korrosion sind diese sehr stark gefettet, was die Arbeit des Prüfteams erschwerte.

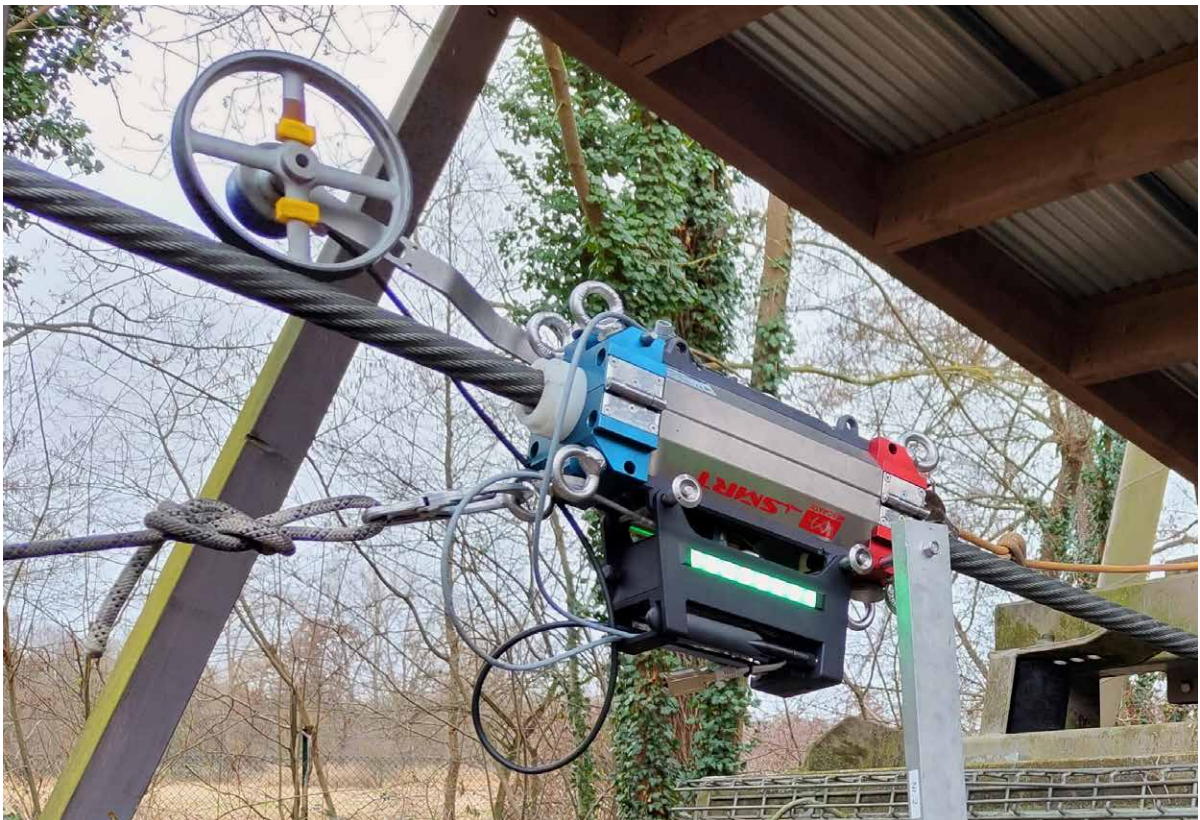
Neben den Prüfungen von Seilbahnseilen werden zunehmend Hubseile geprüft, die bspw. in Hochregallagern in der Intralogistik verwendet werden. Um einen Stillstand des Lagers durch einen Seilschaden oder -riss zu vermeiden, ist es wichtig, die Seile präventiv zu kontrollieren. So können die Betreiber bei Auffälligkeiten schnell und zielgerichtet Wartungsarbeiten planen und Ruhezeiten für einen Seilaustausch nutzen.

Johannes Görres



Technik für die Seilprüfung – die neue SXRT-Produktfamilie

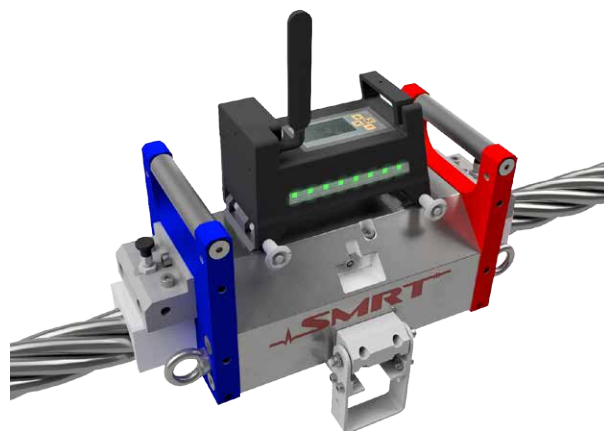
Die Sicherheit von Seilen steht seit vielen Jahrzehnten im Mittelpunkt unserer Entwicklungsarbeit. Mit der neuen Produktfamilie SXRT setzen wir neue Maßstäbe im Bereich der zerstörungsfreien Seilprüfung. Neben der Weiterentwicklung der bekannten Baureihen haben wir auch neue Produkte wie die Geräte zur automatischen Durchmessermessung im Portfolio. Die Kombination verschiedenster Prüfparameter und Verfahren ermöglicht eine detaillierte Aussage über den Zustand des Seiles. Alle Geräte der Produktfamilie SXRT sind miteinander kompatibel und können im Verbund genutzt werden. Die serienreifen Produkte entstehen in Zusammenarbeit mit unserem Kooperations- und Vertriebspartner MESOMATIC GmbH & Co. KG.



Magnetinduktive Seilprüfung mit dem SMRT Prüfgerät mit Messbox

SMRT | Magnetinduktive Seilprüfung

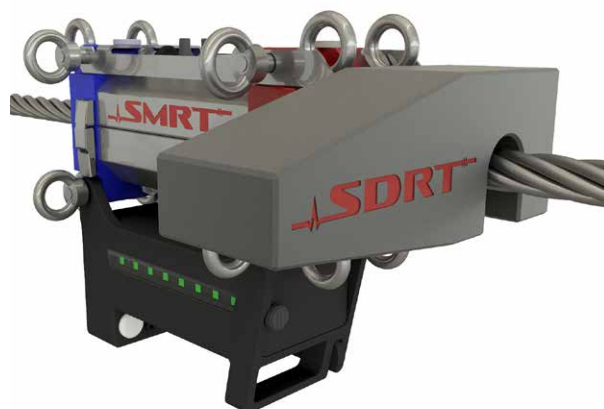
Die bekannte SMRT-Baureihe (Stuttgart Magnetic Rope Testing) zur magnetinduktiven Prüfung von Stahlseilen haben wir um weitere Technologien zur zerstörungsfreien Seilprüfung ergänzt. So haben wir neuartige Sensorköpfe entwickelt, die – verglichen mit vorhergegangenen Generationen – eine höhere Messqualität und einen höheren Benutzerkomfort bieten. Erreicht wird die höhere Messqualität unter anderem durch die Digitalisierung der Messwerte direkt im Sensorkopf. Hierbei haben wir ein neuartiges, für alle Prüfgerätegößen nutzbares Platinenkonzept verwirklicht. Wichtig war uns zudem eine vollständige Abwärtskompatibilität zu bestehendem Prüfequipment. Zudem ermöglichen die nun eingearbeiteten Konzepte zur Reduktion des Dokumentationsaufwandes, dass beispielsweise Standortdaten, Wetterdaten und der Zustand des Prüfequipments automatisiert protokolliert werden.



SMRT 1.8 – Stuttgart Magnetic Rope Testing mit neuer Messelektronik

SDRT | Optische Durchmessererfassung

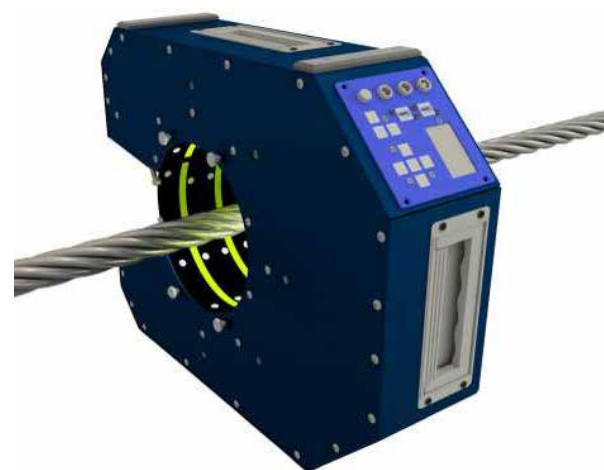
Das berührungslose, vollautomatische und präzise Messsystem SDRT wurde weiterentwickelt und verbessert. Aufgrund des modularen Aufbaus des Gerätes kann das System um zusätzliche Messebenen erweitert werden. Damit ist es möglich, das Prüfsystem in Zugmaschinen zu integrieren. So kann der Durchmessererlauf von Seilen während der Zugversuche dokumentiert werden, ohne den Versuch für die manuelle Messung zu unterbrechen.



SDRT – Stuttgart Diameter Rope Testing

SVRT | Visuelle Seilprüfung

Durch neue Fertigungsprozesse und aktualisierte Komponenten ist es gelungen, die Baugröße des visuellen Seilprüfgeräts zu reduzieren. Nun kann das Prüfgerät SVRT auch an Seilbahnen, die bisher nur schwer mit bestehenden Kamerasystemen geprüft werden konnten, eingesetzt werden. Eine weitere Neuerung ist die Option, die visuelle und die magnetinduktive Seilprüfung zu kombinieren.



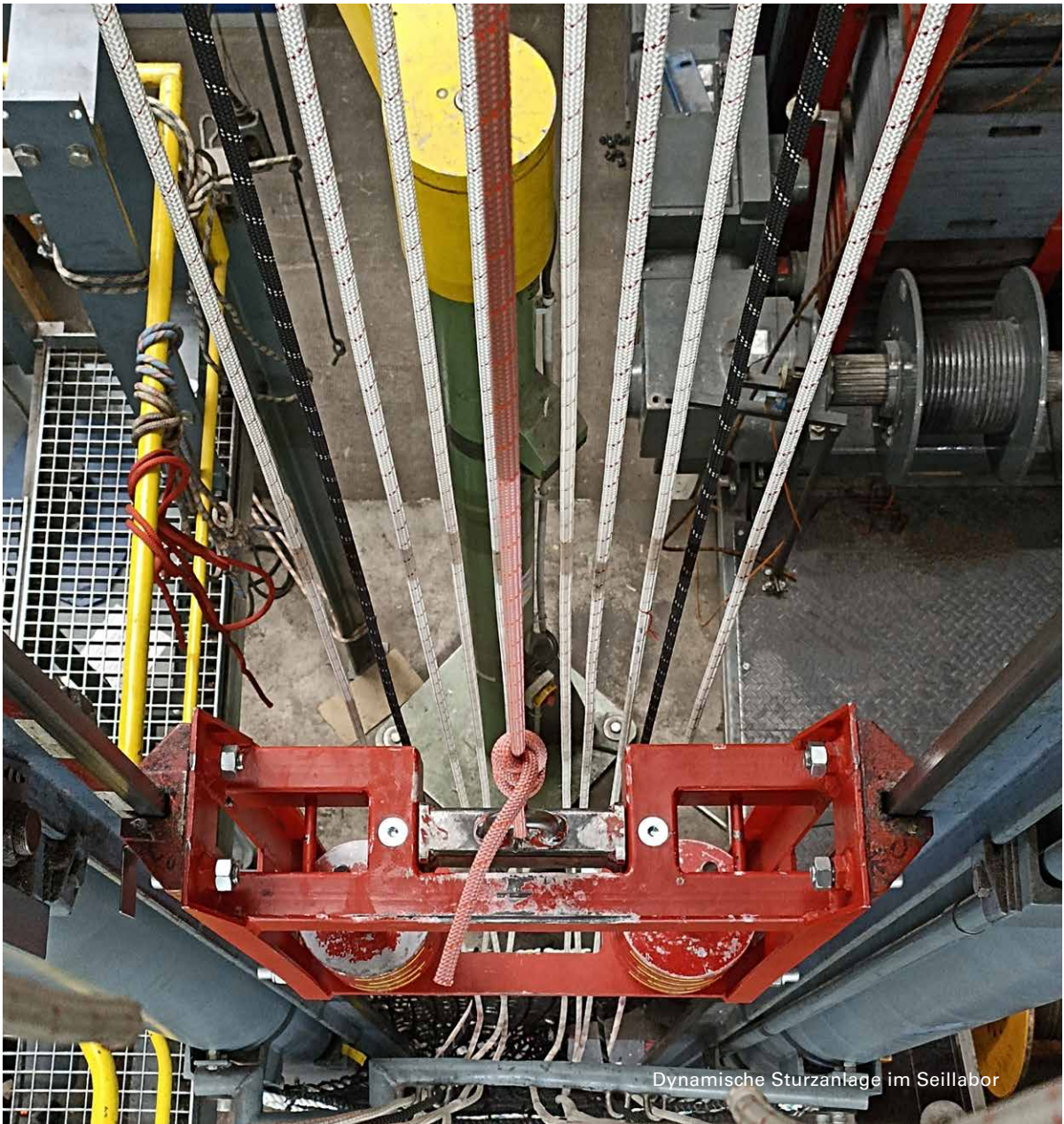
SVRT – Stuttgart Visual Rope Testing

SCRT | Permanente magnetinduktive Seilprüfung bei der Herstellung

Hohe Investitions- und Entwicklungskosten sowie hohe Sicherheitsanforderungen erfordern eine genaue Dokumentation und Überwachung bei der Herstellung von Seilen. Das am Institut entwickelte Prüfgerät SCRT zeichnet sich durch eine einfache Bedienung und zuverlässige Funktion aus. Ein neuartiges kabelloses Sensorkonzept für die Messaufnahme ermöglicht die Anpassung des Prüfgerätes an neue Seildurchmesser ohne Verwendung von Hilfsmitteln oder Werkzeugen. Auch wurde in das System eine kontinuierliche Durchmessermessung integriert. Das System erstellt automatisch einen Prüfbericht, den der Seilhersteller an seine Kunden weitergeben kann.

Johannes Guter

PSA – Prüflabor für Persönliche Schutzausrüstung





Seilbruch nach Fallprüfungen

Das IFT ist als Notifizierte Stelle (NB 1771) europaweit zur Durchführung von Konformitätsbewertungsverfahren an Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) nach der PSA-Verordnung (EU)2016/425 zugelassen. Damit ist das IFT berechtigt, EU-Baumusterprüfungen an neuer PSA sowie die im Rahmen der Produktüberwachung (Modul C2) von PSA der Kategorie III erforderlichen wiederkehrenden Prüfungen durchzuführen. Das IFT ist weiterhin zugelassenes Prüflabor zur Prüfung nach den Prüfvorschriften der UIAA, dem Internationalen Bergsportverband. Als unabhängige universitäre Einrichtung beteiligt sich das IFT auch in den Normungsgremien der CEN sowie der UIAA Safety Commission. In den regelmäßig stattfindenden Gremien- und Arbeitsgruppentreffen bringen wir unsere Expertise im Bereich der PSA ein.

Zur Normprüfung von Bergseilen, Statikseilen und Klettersteigsets steht im Seillabor eine dynamische Sturzanlage zur Verfügung. Auf dieser können Fallhöhen bis etwa 8 Meter realisiert werden. Regelmäßig werden sehr gefragte studentische Arbeiten angeboten, welche sich in der Regel mit sicherheitstechnischen Aspekten von genannten Bergsportprodukten beschäftigen.

So wurden bereits genutzte, ausgemusterte Bergseile mit unterschiedlichen Gesamtzuständen den Prüfungen der Norm für dynamische Bergseile unterzogen. Hier konnten taktile und visuelle Auffälligkeiten in den verschiedenen Bereichen der Seile

quantitativ mit Abweichungen vom Neuzustand der Seile in Verbindung gebracht werden. In den Fallprüfungen wurden teils geringere Sturzanzahlen erzielt als in den Anforderungen der Norm festgehalten. Je nach Häufigkeit der Nutzung in Korrelation zu der angegebenen Nutzungsdauer, kritischen Gebrauchsspuren oder den allgemeinen Lagerbedingungen empfiehlt es sich den Zustand von Bergseilen vor dem Einsatz kritisch zu beurteilen und eventuell abzulegen.



Seile in unterschiedlichen Gesamtzuständen

Zudem wurde in einer studentischen Arbeit die Wasseraufnahme und deren Einfluss auf die dynamische Leistungsfähigkeit von dynamischen Bergseilen untersucht. Hierbei wurden die Versuchsmuster mithilfe der Abrasions-Vorrichtung der UIAA 101 unterschiedlich stark präpariert. Anschließend wurden diese der Fallprüfung unterzogen um eine Verbindung zwischen Wasseraufnahme, erzielten Fangstoßkräften und Anzahl an bruchfreien Stürzen zu erhalten.

Dennis Fischer



**MASCHINEN-
ENTWICKLUNG
UND
MATERIALFLUSS-
AUTOMATISIERUNG**

Coop_AGV

Cooperation Framework for Vehicles in Production and Logistics

Durch den Einsatz fahrerloser Transportfahrzeuge (FTF) wird die Produktion flexibel und wandlungsfähig, sofern es möglich ist, den Materialfluss dynamisch an sich ändernde Einsatzbedingungen anzupassen.

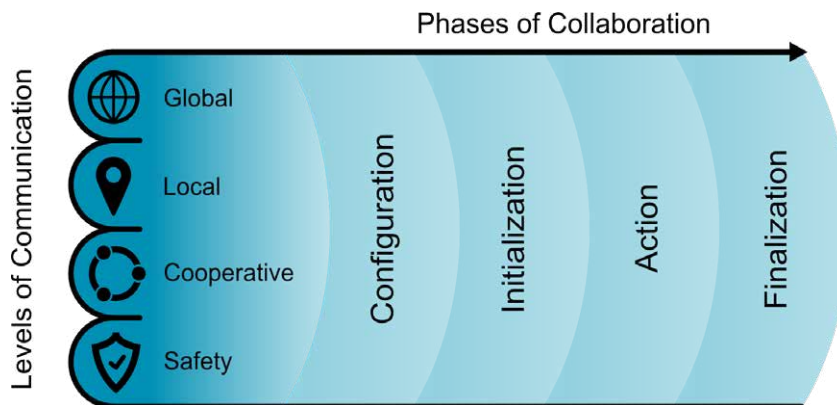
Im Projekt Coop_AGV ist eine Interaktion einzelner FTF innerhalb eines Fahrzeugverbundes sowie mit anderen FTF innerhalb der Intralogistik angestrebt. Aufbauend auf dem Ansatz der am Institut für Fördertechnik und Logistik entwickelten Omni-Kurven-Parameter zur intuitiven Ansteuerung von fahrerlosen Transportfahrzeugen soll eine Demonstration der Kooperation von beliebigen fahrerlosen Transportfahrzeugen erfolgen. Das Prinzip der Omni-Kurven-Parameter konnte bereits erfolgreich in die beiden flächenbeweglichen Fahrzeuge Scooty 06 und Scooty 07 implementiert werden, welche in beliebigem Abstand bereits Gegenstände auf der Versuchsfläche des IFT transportieren können. Die acht gelenkten Räder sind dabei steuerungstechnisch genau aufeinander abgestimmt.

Eine Herausforderung bei solch einer in der nachfolgenden Abbildung gezeigten Transportfahrt stellt die Kommunikation zwischen den einzelnen Fahrzeugen dar. Im Projekt Coop_AGV, welches in Kooperation mit dem Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme am Karlsruher Institut für Technologie läuft, soll neben der Wegvorgabe solcher kooperativen Transportfahrten die hierfür erforderliche Kommunikation zwischen einzelnen Fahrzeugen in einem beliebigen Verbund erarbeitet werden. Dafür wird eine Softwarearchitektur entworfen, in der die Rechenkapazität intelligent unter den Fahrzeugen in einem beliebig großen Verbund dezentral verteilt wird. Für diese angestrebte Kommunikation zwischen Fahrzeugen entsteht im Projekt Coop_AGV ein modulares Framework, das einen standardisierten, dezentralen Datenaustausch ermöglicht. Dabei soll insbesondere der Datenaustausch zwischen den kooperierenden Fahrzeugen minimiert werden.



Die flächenbeweglichen Fahrzeuge Scooty 06 und Scooty 07 transportieren Gegenstände gemeinsam und sind steuerungstechnisch aufeinander abgestimmt.

Hierfür ist bereits ein erstes Kommunikationsframework konzeptionell entstanden, siehe Abbildung unten. Dieses wurde für die einheitliche Ansteuerung der Teilnehmer einer Verbundfahrt in der Veröffentlichung „Decentralized Cooperative Transport in Heterogeneous Robot Fleets Through Four Levels of Communication based on Omni-Curve-Parameters“ publiziert und auf dem WGTL-Kolloquium 2023 in Dortmund präsentiert.



Entwickeltes Framework zur Abbildung der Kommunikation während einer Verbundfahrt [1]



Die Interaktion der Fahrzeuge in solch einem Framework erlaubt unter anderem den Austausch von Trajektorien- und Kollisionsdaten zur Kollisionsvermeidung. Um Anforderungen an Aufbau und Technologie zu ermitteln, wurden Experteninterviews mit den Industriepartnern und anderen Experten durchgeführt. Diese fließen direkt in das Projekt mit ein.

Außerdem ist für einen sicheren Betrieb der Fahrzeuge in der beschriebenen Verbundfahrt eine Abschlussarbeit im Rahmen des Projektes entstanden, welche den Einsatz beliebiger Konfigurationen untersucht [2]. In dieser Arbeit ist ein erster Ansatz zur Kollaboration der Fahrzeuge mit dem Menschen entstanden. Dazu gehört ein Sicherheitskonzept zur Absicherung der Fahrzeuge und der Last. Neben der Berechnung dieser Felder sind auch Überlegungen für den Nothalt der ganzen Formation und weitere Schritte zur Absicherung dieser Verbundfahrt entstanden.

Für die Pfadplanung des ganzen Verbundes sind außerdem Untersuchungen zur Trajektorienplanung des Verbundes abhängig der Omni-Kurven-Parameter erfolgt. Dabei wurden die zwei in der nebenstehenden Abbildung gezeigten Fahrzeuge, welche sich flächenbeweglich im Raum bewegen können, simuliert, welche in verschiedenen Abständen Gegenstände transportieren. Die Fahrzeuge haben Lenkeinschläge und damit Einschränkungen in der Pfadplanung zu berücksichtigen. Anhand dieser Untersuchungen konnte eine einheitliche Pfadplanung für beliebige fahrerlose Transportfahrzeuge auf Grundlage der Omni-Kurven-Parameter für beliebige Formationen validiert werden. Diese Informationen können für den weiteren Verlauf des Projektes bei der Pfadplanung berücksichtigt werden, und entsprechend kann eine passende Trajektorienplanung für den Verbund erfolgen.

Wir danken dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung der Projekte im Rahmen des InnovationsCampus Zukunft Mobilität, durch die das beschriebene Projekt möglich geworden ist.

Carolin Brenner

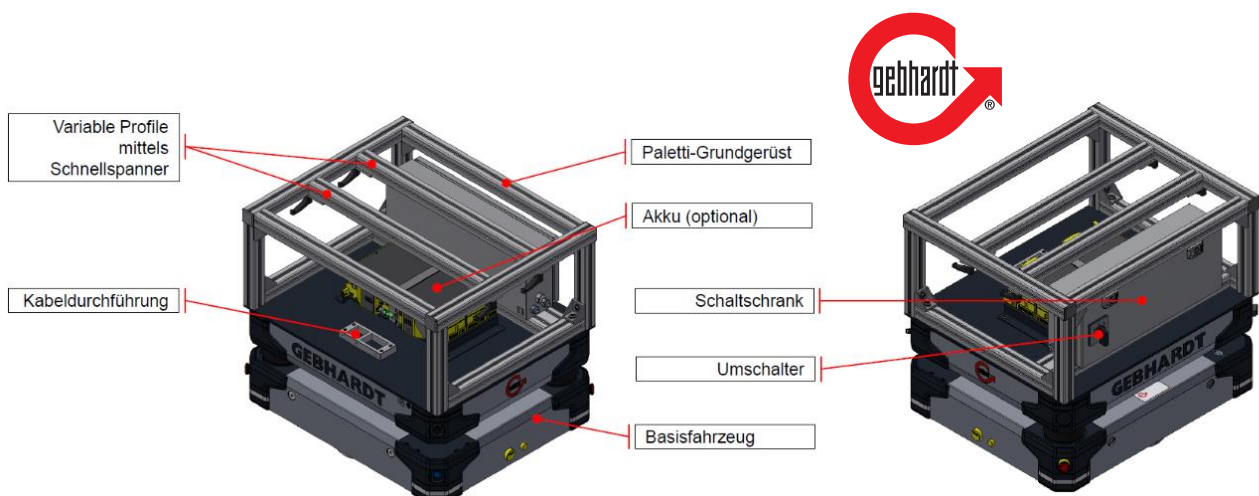
Quellen:

- [1] Brenner, C., Enke, C., Schumacher, P., Schröppel, M., Schulz, R., Furmans, K. (2023). Decentralized Cooperative Transport in Heterogeneous Robot Fleets Through Four Levels of Communication based on Omni-Curve-Parameters, DOI: 10.2195/lj_proc_brenner_en_202310_01
- [2] Tapley, K. (2023). Modulares Sicherheitskonzept einer sicheren Verbundfahrt von mobilen Robotern (Masterarbeit)

Verteiltes Zukunftslabor FTS

Im Rahmen des Projekts Verteiltes Zukunftslabor FTS zwischen dem Institut für Fördertechnik und Logistik in Stuttgart und dem Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme in Karlsruhe wurde erfolgreich ein gemeinsames Labor für Fahrerlose Transportsysteme eingerichtet. Es bildet die Grundlage für weiterführende Forschung im Bereich des standortübergreifenden Betriebs und der Vernetzung von heterogenen Flotten autonomer, fahrerloser Transportfahrzeuge (FTF) mit dem Ziel, die Innovation in diesem Bereich voranzutreiben. In Stuttgart am IFT sowie in Karlsruhe am IFL stehen nun jeweils zwei Fahrzeuge für Forschungszwecke im Rahmen von gemeinsamen Projekten wie dem ebenfalls in diesem Jahresbericht beschriebenen Coop_AGV-Projekt, sowie

für individuelle Vorhaben, studentische Arbeiten und Vorlesungen zur Verfügung. Um die für das verteilte Labor geplante Flotte an fahrerlosen Transportfahrzeugen zu realisieren wurden vier Fahrzeuge des Typs Karis der Firma Gebhardt erworben. Diese Fahrzeuge besitzen offene Schnittstellen und ermöglichen den direkten Zugriff auf relevante Softwarekomponenten wie Navigation, Kommunikation oder Auftragsverwaltung sowie die Möglichkeit zur Integration neuer Softwarebausteine für Forschungs- sowie Studentenprojekte. Daneben sind die Fahrzeuge sowohl mechanisch als auch elektrisch entsprechend vorbereitet, um im Verlauf späterer Forschungsvorhaben mit weiterer Sensorik, Lastaufnahme oder anderer Peripherie ausgestattet und erweitert zu werden.



Karis Uni Stuttgart – Aufbau: FTS mit mechanischer Erweiterung zur Anbringung weiterer Peripherie



Das Projektteam – Forschende des IFL und des IFT – bei der Inbetriebnahme der gesamten Flotte.

An der Oberseite der Fahrzeuge wurden mittels einer Kabeldurchführung verschiedene Schnittstellen zur Stromversorgung sowie zum Anschluss von Peripherie, Sicherheitsfunktionen und Kommunikation nach außen gelegt.

Das Projektteam, Forschende des IFT und des IFL, hat die gesamte Flotte gemeinsam in Betrieb genommen. Die Inbetriebnahme und die Einführung in die Steuerung der Fahrzeuge wurde zunächst zentral am IFL des KIT mit allen vier Fahrzeugen durchgeführt. Dadurch konnte die komplette Flotte aufeinander abgestimmt und die Einbindung der Fahrzeuge in ein gemeinsames Leitsystem umgesetzt werden. Anschließend wurden zwei der Fahrzeuge nach Stuttgart transportiert und es fand dort nochmals eine Inbetriebnahme mit den dortigen örtlichen Gegebenheiten statt. Durch dieses Vorgehen konnte sichergestellt werden, dass die Fahrzeuge jederzeit zwischen den Instituten ausgetauscht und bei Bedarf für einen gewissen Zeitraum als eine Flotte von vier Fahrzeugen realisiert werden können. Die Fahrzeuge wurden jeweils an die vorhandene Infrastruktur an den beiden Instituten

angebunden und in die jeweils bereits bestehenden heterogenen Flotten an fahrerlosen Transportsystemen integriert.

Durch die vorhandene Flotte von fahrerlosen Transportsystemen wurden bereits erste Forschungsaktivitäten initiiert. Zukünftig sind weitere experimentelle Untersuchungen geplant, sowie diverse Forschungsaktivitäten im Bereich fahrerlose Transportsysteme, wie beispielsweise der universellen Ansteuerung von fahrerlosen Transportsystemen oder der kooperativen Transportfahrt. Auch im Bereich der Kommunikation und Sensorik laufen bereits Forschungsaktivitäten, welche sich an den Fahrzeugen evaluieren lassen.

Wir danken dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg für die finanzielle Unterstützung der Projekte im Rahmen des InnovationsCampus Zukunft Mobilität, durch die das beschriebene Projekt möglich geworden ist.

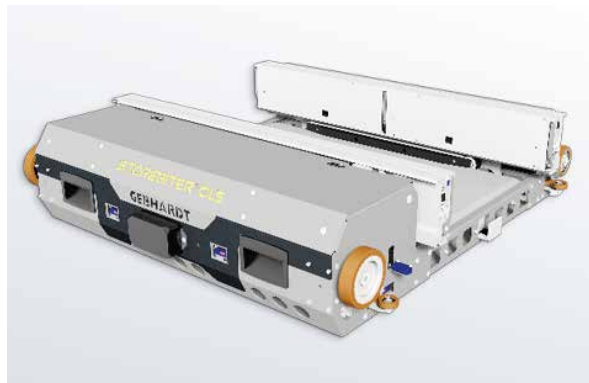
Carolin Brenner, Markus Schröppel

eLLa Light

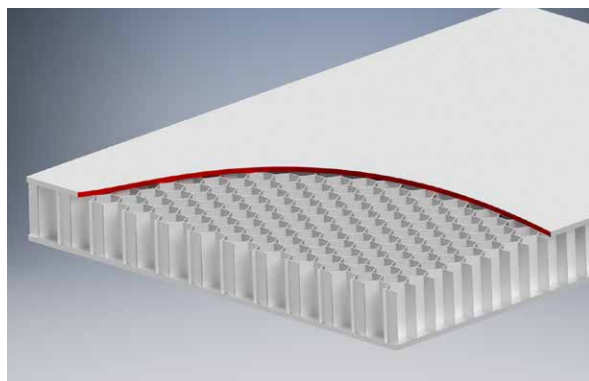
Energiesparende Lagersteuerung und gewichtsreduzierte Lagerfahrzeuge

Automatische Hochregallager sind in der Intralogistik weit verbreitet, benötigen jedoch viel Energie um beispielsweise Shuttle-Fahrzeuge zu beschleunigen und Regalbediengeräte im Bereitschaftsmodus zu halten. Im Projekt eLLa Light werden daher gemeinsam mit der Gebhardt Fördertechnik GmbH verschiedene Ansätze erforscht, um den Energiebedarf zu senken; darunter die Leichtbauoptimierung der Shuttle-Fahrzeuge sowie eine energiesparende Steuerung zur Optimierung des Teillastbetriebs. Das Projekt läuft vom 5. Oktober 2022 bis zum 31. März 2024 und wird vom Land Baden-Württemberg im Rahmen des Innovationswettbewerbs „Klimaneutrale Produktion mittels Industrie 4.0-Lösungen“ gefördert.

Im Projektteil Leichtbau wird ein Shuttle-Fahrzeug leichtbauoptimiert, um den Energiebedarf insbesondere beim Beschleunigen zu senken. Dazu werden verschiedenste Leichtbaukonzepte untersucht und die Gesamtkonstruktion des Shuttle-Fahrzeugs überarbeitet, um Masse einzusparen ohne Einbußen bei Steifigkeit und Funktion des Fahrzeugs. Auch generative Fertigungsverfahren sollen beim neuen Fahrzeug zum Einsatz kommen. Ziel ist es, das Ausgangsgewicht von 60 kg auf mindestens 50 kg zu senken, so dass ein Fahrzeug bei Wartung oder Inbetriebnahme von zwei Mitarbeitenden gehoben werden darf. Zur Vereinfachung der Montage wird das Fahrzeug zudem in wenige vormontierte Baugruppen aufgeteilt. Eines der untersuchten Leichtbau-Konzepte ist die Verwendung einer Sandwichplatte aus Aluminium als Grundplatte für das Fahrzeug.



Gebhardt OLS, Ausgangsfahrzeug für die Leichtbauoptimierung | Bild: Gebhardt Fördertechnik GmbH



Aluminium-Sandwichplatte mit Honigwaben-Struktur

Die untersuchte Art von Sandwichplatte besteht aus zwei Aluminiumdeckschichten, zwischen denen eine hexagonale Zellenstruktur eingebracht ist, vergleichbar mit Honigwaben.



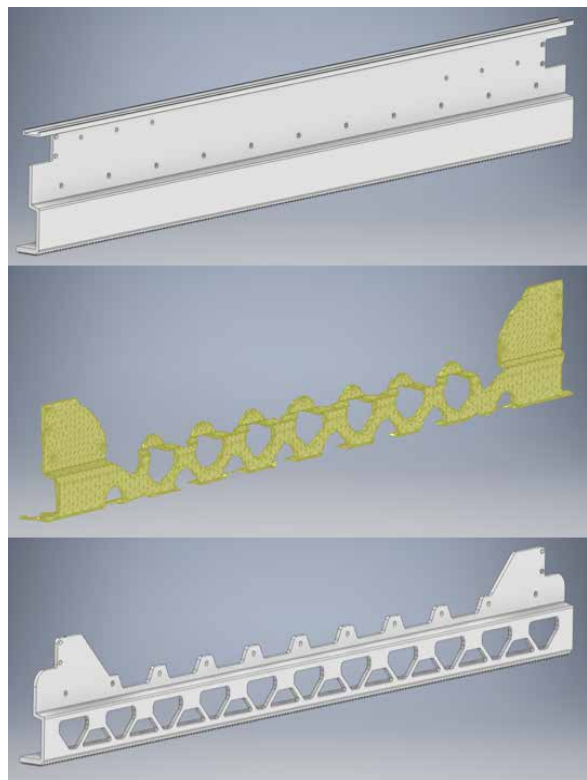
Gebhardt OLS im Distributionszentrum der Leuze electronic GmbH + Co. KG

Bild: Gebhardt Fördertechnik GmbH

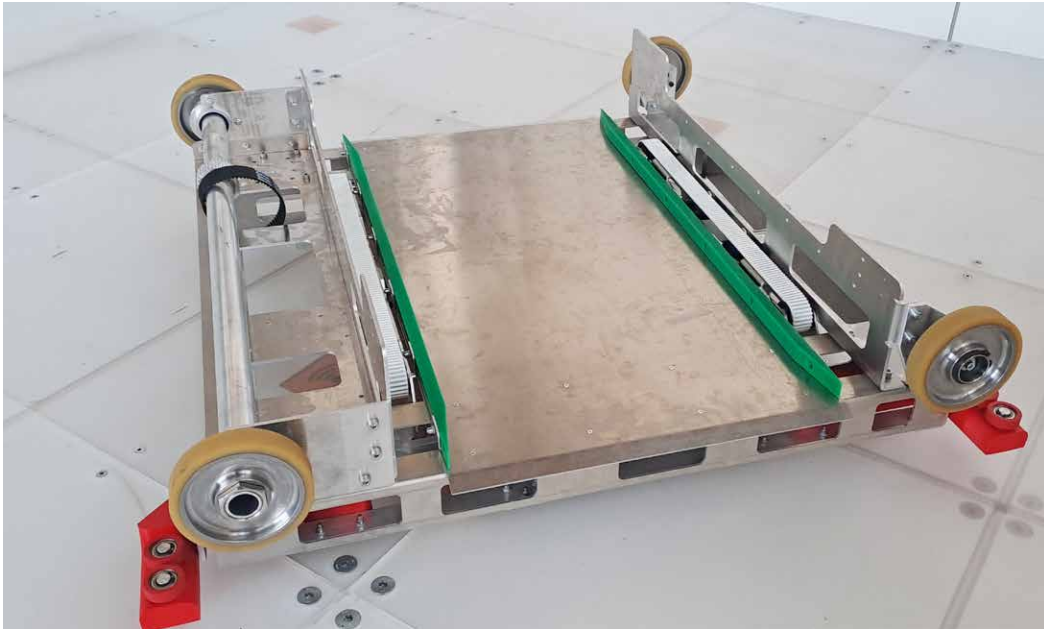
Diese Platten, die auch im Bau von Eisenbahnwaggons und in der Luftfahrtindustrie verwendet werden, zeichnen sich durch eine besonders hohe Biegesteifigkeit bei gleichzeitig niedrigem Flächengewicht aus. Die für das Shuttle untersuchte Platte mit einer Stärke von 25 mm weist beispielsweise ein Flächengewicht von lediglich 7,6 kg/m² auf. Da die Struktur des Fahrzeugs aufgrund der Beladung durch einen Behälter vorwiegend auf Biegung belastet wird, sind diese Sandwichplatten besonders interessant für den Einsatz in gewichtsoptimierten Shuttle-Fahrzeugen. Der Nachteil der Platten ist die geringere Druckfestigkeit verglichen mit massiven Werkstoffen, was die Befestigung von Anbauteilen durch Schraubverbindungen erschwert. Darüber hinaus sind zur Ansteuerung des Lastaufnahmemittels großflächige Öffnungen in der Platte erforderlich, wodurch die Vorteile der Biegefestigkeit wieder reduziert werden.

Für den Prototypen wird daher ein alternativer Ansatz verfolgt, der ähnlich wie eine Sandwichplatte ein niedriges Flächengewicht mit einer hohen Biegefestigkeit kombiniert. Dazu wird der Fahrzeugrahmen aus topologieoptimierten Aluminium-C-Profilen aufgebaut, die als Längsträger agieren und durch die vormontierten Baugruppen von Vorderachse und Hinterachse versteift werden. Die Ladefläche für den zu transportierenden Behälter trägt zusätzlich zur Versteifung des Fahrzeugrahmens bei und wird durch besonders leichte 3D-Druck-Profile abgestützt. Das Lastaufnahmemittel wird direkt an den Achsträgern befestigt. Die Gestaltung als selbsttragendes Fahrgestell ermöglicht somit eine Reduzierung redundanter Bauteile, die sich in einer zusätzlichen Gewichts-

einsparung äußert. Zusätzlich kann an den Teleskoparmen des Lastaufnahmemittels durch eine belastungsgerechte Topologieoptimierung viel Material eingespart werden; in Verbindung mit einer Überarbeitung der Behältergreifer lässt sich das Gewicht des Lastaufnahmemittels so um 40% reduzieren (s. Abbildung unten).



Topologieoptimierung des Teleskoparms im Lastaufnahmemittel. Von oben nach unten: Ursprungsteil | Lösung des Optimierungsolvers | Optimiertes Bauteil



Fahrzeugrahmen des gewichtsoptimierten Shuttle-Fahrzeugs, Prototyp ohne Antriebe und Lastaufnahmemittel

Die Lösung des Optimierungs-Solvers wird dazu so angepasst, dass eine einfache und kostengünstige Bearbeitung mittels 2D-Schneid-anlage möglich ist. Durch den hohen Anteil an Bauteilen aus Aluminiumlegierungen und 3D-Druckteilen sowie einer Optimierung des Antriebsstrangs weist der Leichtbau-Prototyp des Fahrzeugs eine Gesamtmasse von 45 kg auf; somit können 25% der Masse des Ursprungsfahrzeugs eingespart werden.

Ein weiteres Bauteil, an dem ein 3D-Druck-Verfahren zum Einsatz kommt, ist der neue Seitenradhalter. Die Seitenführungsräder der Shuttle-Fahrzeuge sind besonders wichtig, um das Fahrzeug auf der Schiene zu halten und somit ein Verkanten der Behälter im Regal durch schräges Entladen zu vermeiden.

Dafür ist es von Vorteil, wenn die Rollen flexibel angebunden sind, um zum Beispiel Stöße ausgleichen zu können. Für den Prototypen werden hier 3D-gedruckte Seitenradhalter eingesetzt, die durch lamellenartige Federpakete eine adaptive Anbindung der Seitenräder ermöglichen.



3D-Druck des Seitenradhalters mit Lamellenfedern



3D-gedruckter Seitenradhalter mit Lamellenfedern für die flexible Anbindung der Seitenräder

Jonas Nölcke

RoboKoop

Autonome mobile Roboter in Kooperation mit stationären Robotern



Kommissionierzelle mit stationärem Roboter und FTF

In vielen Bereichen der Logistik werden Kommissionierprozesse noch manuell durchgeführt. Dabei müssen zum Beispiel im Lebensmittelbereich viele, häufig schwere, Kollis (eine Verpackungseinheit in der Logistik) gehandhabt werden. Um diese Prozesse zu automatisieren, sollen zukünftig vermehrt Robotersysteme eingesetzt werden, welche das Personal entlasten. Die Zuführung der Paletten mit den zu kommissionierenden Produkten und der Abtransport der fertig kommissionierten Paletten wird meist durch stationäre starre Fördertechnik umgesetzt. Solche Kommissioniersysteme verursachen hohe

Investitionskosten und haben einen großen Platzbedarf.

Ziel des Projektes ist es, eine Kommissionierzelle mit einem stationären Roboter mit Paletten mittels fahrerloser Transportfahrzeuge (FTF) flexibel zu verwenden und entsorgen. Dabei soll ein am IFT der Universität Stuttgart entwickeltes Doppelkufensystem als FTF eingesetzt werden. Es entfällt die starre und unflexible Fördertechnik, die sehr viel Bauraum benötigt und hohe Kosten verursacht. Im Rahmen des Projektes wird das Doppelkufensystem an die Anforderungen der Kommissionierzelle angepasst. Eine wesentliche Rolle

spielt dabei die Machine-to-Machine (M2M-) Kommunikation zwischen dem starren Kommissionierroboter mit seinem Aufwälggreifer und den FTF. Die Bewegungen sollen dabei harmonisch synchronisiert werden, um während des Palettentransports innerhalb der Kommissionierzelle einen kontinuierlichen Betrieb des Roboters zu ermöglichen und potenzielle Kollisionen zu vermeiden. Die Stillstandszeiten werden damit erheblich reduziert.

Das Doppelkufensystem ermöglicht es, Paletten direkt vom Boden aufzunehmen und zu transportieren, während das System vollständig unter der Palette verschwindet. Dadurch werden die Fahrwege minimiert und der freiwerdende Platz in der Kommissionierzelle kann effizient genutzt werden, um mehr Paletten bereitzustellen.

Gefördert wird das Projekt durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst des Landes Baden-Württemberg im Rahmen des Innovations-Campus Mobilität der Zukunft.

Markus Schröppel

Flurförderzeug- räder mit Polyurethan- laufbelag getestet

Versuchsreihen bringen neue Erkenntnisse

Die derzeit laufenden Versuchsreihen legen nahe, dass hinsichtlich des Leistungsvermögens von Polyurethanbandagen von Flurförderzeugrädern eine Abhängigkeit zur Belastung und Charakteristik der Einlaufphase aus dem kalten Zustand – insbesondere im ungebrauchten Neuzustand der Räder – besteht. Die dokumentierten Versuchsaufzeichnungen weisen darauf hin, dass sich trotz ausgeprägter Temperprozeduren im Herstellungsverfahren der Räder dennoch im Betrieb noch Änderungen des vernetzten Werkstoffgefüges vollziehen.

In Versuchen erwies sich dies dergestalt, dass sich trotz gleichbleibender Belastung die inneren Reibungsprozesse dahingehend veränderten, dass sich ein geringerer Wärmeeintrag infolge Walken entwickelte. Gleichmaßen konnten Auswirkungen auf das Leistungsvermögen, aber auch auf das Verschleißverhalten, in Abhängigkeit des Alters der Bandagen festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen insofern weiteren Forschungsbedarf hinsichtlich des Betriebsverhaltens von polymer-

werkstoffbasierten Radbandagen auf. In diesem Kontext ist auch die Varianz der Materialausprägungen zu nennen, indem die hier gegenständlichen Schlussfolgerungen auf Beobachtungen innerhalb eines – wenn auch bzgl. der Materialspezifikationen breit gefächerten – begrenzten Testfeldes an Probanden beruhen.

In einem nächsten Schritt sollen daher die im Zuge der hier gegenständlichen Versuche gewonnenen Ergebnisse und Erkenntnisse in spezifisch darauf ausgerichteten Versuchsreihen vertieft werden und das Auftreten sowie die Ausprägung der detektierten Vorgänge unter Variation von Belastungsparametern und Einwirkdauer noch detaillierteren Untersuchungen unterzogen werden. Hier sind u.a. Fragen gegenständlich, ob und inwieweit Korrelationen zwischen bestimmten Werkstoffspezifikationen mit dem lastabhängigen thermischen Einlaufverhalten sowie der Frage der Alterungsproblematik jeweils in Verbindung mit der dynamischen Belastbarkeit bestehen.

Matthias Hofmann

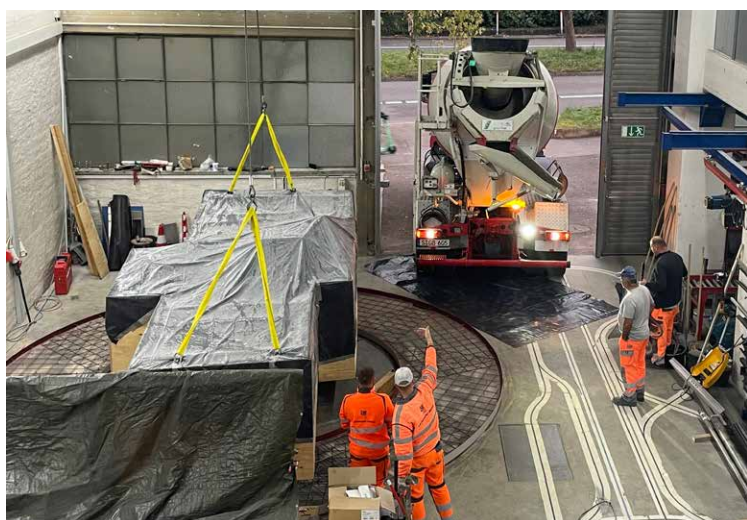
Neue Fahrbahn für den Radprüfstand

Für das Betriebsverhalten von Flurförderzeugrädern ist der Rad-Bodenkontakt eine entscheidende Größe, nicht nur hinsichtlich der Kraftübertragung und des Verschleißes. Fahrbahn und Laufbelag des Rades bilden ein tribologisches System und somit unterliegen beide einer Abnutzung mit einhergehenden Schädigungsmechanismen. Rissbildung und Zerrüttung der Fahrbahn sind dabei nur einige Merkmale, die auf Flächen mit Flurförderzeugbetrieb den Sanierungsbedarf signalisieren.

Nicht verwunderlich also, dass nach über einem Jahrzehnt Prüfstandsbetrieb und unzähligen Überfahrten auch unsere Fahrbahn einer Erneuerung bedurfte. Nicht nur den Abriss der bestehenden Fahrbahn zu bewerkstelligen, ohne dabei den Prüfstand zu demontieren, stellte eine veritable Herausforderung dar. Auch aufgrund der bestehenden Anforderungen an die neu zu erstellende Fahrbahn zeichnete sich schnell ab, dass sich die Durchführung der Baumaßnahme aufgrund der beteiligten Gewerke komplex gestalten würde. Planung und Durchführung der Gesamtmaßnahme erfolgte in enger Zusammenarbeit mit der Firma Leonhard Weiss, die mit einer auf Betonfahrbahnen spezialisierten Abteilung am Standort Göppingen den Zuschlag für den Auftrag erhielt.

Trotz erschwelter Bedingungen hinsichtlich Zugänglichkeit und Schutz des Prüfstandes sowie der umliegenden Betriebseinrichtung in der Versuchshalle, konnten die Arbeiten im Herbst 2023 planmäßig ausgeführt werden. Nach einer zwei Monate währenden Aushärtezeit des kunstfaserverstärkten wasserundurchlässigen Spezialbetons konnte Ende November der Versuchsbetrieb wieder aufgenommen werden.

Matthias Hofmann



Die Fahrbahn wurde ohne Prüfstand-Demontage erneuert.



Vor der Inbetriebnahme musste der Spezialbeton aushärten.

LOGISTIK

DAS IFT BESCHÄFTIGT SICH MIT DEN HERAUSFORDERUNGEN UND FRAGESTELLUNGEN RUND UM DIE LOGISTIK VON MORGEN. DIE FORSCHENDEN ENTWICKELN KONZEPTE, METHODEN UND VERFAHREN IM BEREICH DER LOGISTIK UND INTRALOGISTIK.

Leistungsstarke Fördertechnik zur sequenzierten Versorgung von Kommissionier- arbeitsplätzen

L E A D - L O O P

In der expandierenden Logistikbranche steigt der Bedarf nach sehr hohen Durchsatzraten für kleine Ladungsträger bis zu einem Gewicht von etwa 35 kg. Insbesondere der aufstrebende E-Commerce-Markt nimmt in der Intralogistik eine Schlüsselrolle ein. Die Intralogistik muss daher den wachsenden Anforderungen mit entsprechenden Leistungssteigerungen gerecht werden. Damit die benötigten Durchsatzraten erreicht wer-

den können, sind neue technologische Systemlösungen und Prozessstrategien erforderlich. Im Projekt LEAD-Loop – „Entwicklung einer leistungsstarken Intralogistik zur durchgehend sequenzierten Versorgung von Kommissionierarbeitsplätzen mittels KI-gestützter Steuerung“ untersucht das Institut für Fördertechnik und Logistik simulativ neuartige Konzepte für einen Fördertechnik-Loop in der Lagervorzone von Behälterlagersystemen.



Beispiel eines Fördertechnik-Loops | © GEBHARDT Fördertechnik GmbH

Ziel des Projekts ist die Durchsatzsteigerung des Fördertechnik-Loops. Neben konzeptionellen Anpassungen an der Fördertechnik soll mit einer intelligenten Zuweisung der Aufträge an die einzelnen Kommissionierarbeitsplätze der Durchsatz des Fördertechnik-Loops weiter erhöht werden. Im Bereich der Auftragsauswahl von den auf der Fördertechnik verfügbaren Ladungsträgern und der Auftragszuweisung an freie bzw. demnächst freiwerdende Kommissionierarbeitsplätze besteht jedoch aktuell noch Forschungsbedarf. Hierzu erforscht das IFT Ansätze des Maschinellen Lernens. Unter anderem soll mit Ansätzen des Deep Reinforcement Learning der Durchsatz auf dem Fördertechnik-Loop gesteigert werden. Dafür können beispielsweise Änderungen in der Arbeitsplatzzuweisung eines Auftrags oder der Einschleuszeitpunkt auf den Fördertechnik-Loop variiert werden. Die Künstliche Intelligenz lernt durch mehrere tausend Trainingsläufe wie der Durchsatz erhöht werden kann.

In einem Simulationsmodell in der Software Plant Simulation, welche als Environment für den Agenten dient, werden die für einen Fördertechnik-Loop typischen Arbeitsabläufe, wie z. B. das Ein- und Ausschleusen von Behältern auf den Loop, durchgeführt. Der Softwareagent weist über eine Matrix dem anfragenden Arbeitsplatz den nächsten zu bearbeitenden Auftrag zu.

Je effizienter der Softwareagent den Materialfluss auf dem Fördertechnik-Loop steuert, desto höher fällt seine Belohnung aus. Wenn der Agent dagegen eine langsame Variante wählt oder eine vorhandene Deadline überschreitet, werden ihm Punkte abgezogen. Durch das Ziel der Punktemaximierung versucht der Softwareagent möglichst oft belohnt zu werden und nähert sich dadurch einem optimalen Ablauf an. Bis der Softwareagent das System vollständig versteht und den Materialfluss verlässlich optimieren kann, ist eine Vielzahl an Trainingsläufen notwendig. Die Anzahl an Trainingsläufen bestimmt auch die Robustheit des entstehenden neuronalen Netzes. Das neuronale Netz wird nach Abschluss des Trainings in der virtuellen Welt in die Lagersteuerung eingesetzt und erhöht den Durchsatz des Fördertechnik-Loops. Die softwarebasierte Optimierung ist eine kostengünstige und ressourcenschonende Alternative, wodurch bestehende Fördertechnik-Loops bei steigenden Anforderungen weiter genutzt werden oder Neubauten entsprechend kleiner dimensioniert werden können.

Das beschriebene Projekt hat eine Laufzeit von 24 Monaten. Es wird im Zeitraum von August 2023 bis Juli 2025 durchgeführt und vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg gefördert.

Ruben Noortwyck

Fluide Fahrzeug- produktion für die Mobilität der Zukunft

F I U P r o
Projekt im Rahmen des
F o r s c h u n g s c a m p u s
A R E N A 2 0 3 6

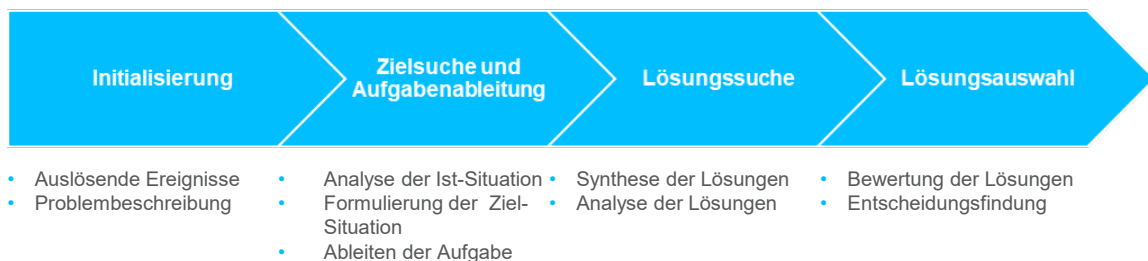
Das Projekt „Fluide Fahrzeugproduktion für die Mobilität der Zukunft“ (kurz: FluPro) im Rahmen des Forschungscampus ARENA2036 (Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles) welches in den letzten Jahren bearbeitet wurde, ging im September 2023 erfolgreich zu Ende. Ziel des Projektes war es, ein menschenzentriertes, cyber-physisches Produktionskonzept zu entwickeln und zu implementieren. Das IFT entwickelte hierfür neben verschiedenen Strategien und Methoden zur Planung und Steuerung der Logistik in einer Fluiden Produktion neue cyber-physische Systeme (CPS) für das entsprechende Logistiksystem.

Logistikkonzepte

Im Projektverlauf hat die Überprüfung der im Vorgängerprojekt entwickelten Logistikkonzepte gezeigt, dass diese grundsätzlich auch für die Fluide Produktion geeignet sind. Diese Logistikkonzepte wurden in abstrahierter Form in die Simulation der Fluiden Produktion integriert. Dabei wurde das Ziel verfolgt, neue ablauf- und aufbauorganisatorische Erkenntnisse zum Betrieb der Fluiden Produktion aus Sicht der Logistik zu gewinnen. Um die Entwicklung des FTF-Verkehrsaufkommens in der Fluiden Produktion und insbesondere im Rahmen der Materialbereitstellung zu analysieren, wurden zunächst verschiedene Möglichkeiten zur Messung des Verkehrsaufkommens in einem fluiden Logistiksystem identifiziert und betrachtet.

Außerdem wurden anhand des Simulationsmodells relevante Materialbereitstellungsabschnitte, wie z. B. Wareneingangs- oder Lagerbereiche, näher untersucht. Bei der Analyse des Verkehrsaufkommens hat sich bestätigt, dass die Materialflusssteuerung und die Materialbereitstellungsstrategien wichtige Beeinflussungsmöglichkeiten zur Reduzierung des Verkehrsaufkommens in fluiden Produktions- und Logistikumgebungen darstellen. Dieser Ansatz lässt sich durch den Einsatz von 5G oder RFID in der ARENA2036 validieren.

Des Weiteren wurde ein Konzept entwickelt, das darauf abzielt, flexible und dynamische Materialflüsse zu ermöglichen. Dieses Konzept leistet einen wesentlichen Beitrag zur Beherrschung der Materialbereitstellung in der Fluiden Produktion und ergänzt die bestehenden Strategien zur Materialbereitstellung. Der Ansatz kann als dezentral orientiertes Modul zur Entscheidungsunterstützung in ein fluides Produktions- und Logistiksystem implementiert werden. Als Bestandteil des Materialbereitstellungssystems ist das Modul durchgängig mit allen erforderlichen Systemkomponenten vernetzt, was einen umfangreichen Informationsaustausch und die Interaktion mit anderen Systemelementen gewährleistet. Die Überprüfung der Materialverfügbarkeit erfolgt dabei im Wesentlichen in vier Schritten.



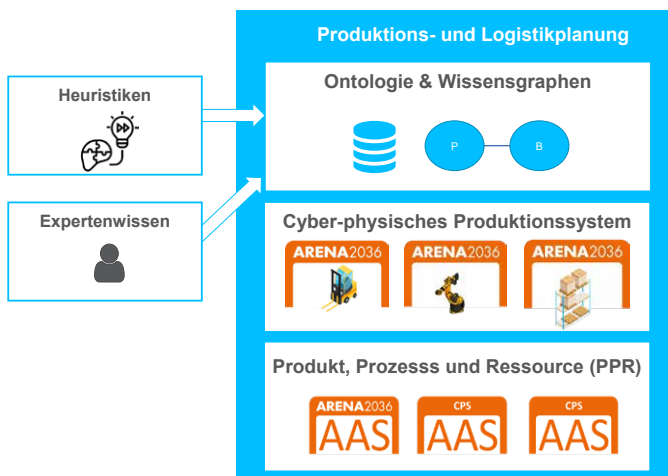
Vorgehen zur Überprüfung der Materialverfügbarkeit

Cyber-physische Systeme in der Logistik

Um das volle Potenzial eines Logistiksystems im Kontext der Fluiden Produktion auszuschöpfen, sind CPS, wie zum Beispiel Fahrerlose Transportsysteme (FTS), Smarte Lager und Smarte Ladungsträger erforderlich. Für den Smarten Ladungsträger wurden hierfür verschiedene smarte Logistikmodule als CPS entwickelt. Des Weiteren wurde ein smartes Lagersystem entwickelt, das auf dem Riegelkonzept basiert. In dieser Version wurde es mit mehreren Balluff Smart Reordering System-Sensoren ausgestattet, die neben der Temperatur auch die Belegung der einzelnen Lagerplätze ermitteln können. Zudem wurde das smarte Lagersystem ebenfalls mit einem Ultrabreitband-Modul für die Lokalisierung ausgestattet. Mithilfe der CPS wurden verschiedene Anwendungsfälle zur eventbasierten Steuerung der Materialbereitstellung innerhalb der ARENA2036 realisiert. Im ersten Anwendungsfall wird der Transportprozess nach der Entnahme des Materials ausgelöst. Im zweiten Anwendungsfall dagegen wird beim Überschreiten von Grenzwerten für Feuchtigkeit, Temperatur oder Beschleunigung eine Nachschubbestellung ausgelöst.

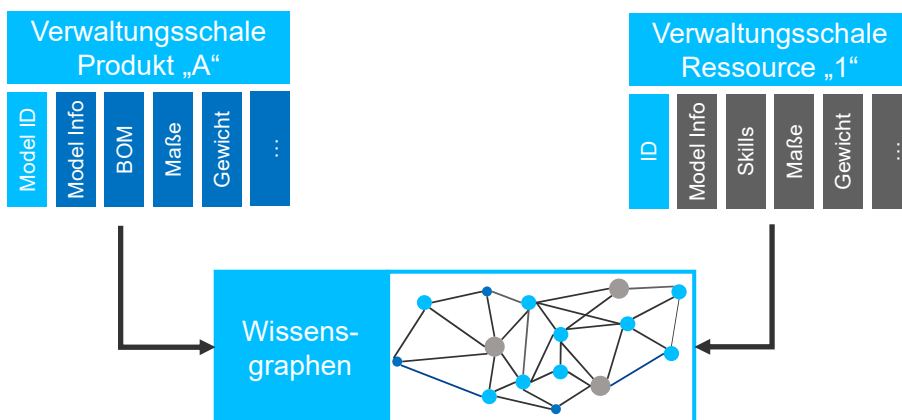
Verwaltungsschale und wissensgraphen-basierte Planung der Logistik in einer Fluiden Produktion

Traditionell erfolgt die Planung der Produktionslogistik ganzheitlich nach der Fabrik- und Produktionsplanung mit monolithischen Softwareanwendungen, wie z. B. ERP, CAD oder herkömmlichen Office-Tools. Diese bewährte Vorgehensweise eignet sich besonders gut für stabil bleibende und vorhersehbare Produktionsbedingungen. Jedoch zeichnen sich bisherige Lösungen durch eine begrenzte Interoperabilität aus und sind somit unzureichend für wandelbare Produktionssysteme. Aus diesem Grund wurde ein Framework entwickelt, das die Planung und Rekonfiguration der Produktionslogistik in einer Fluiden Produktion ermöglicht. Dieses Framework nutzt die Verwaltungsschale (VWS) und Wissensgraphen, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.



Framework für die Planung der Logistik in einer Fluiden Produktion

Zu Beginn wurde hierfür eine Ontologie, d.h. ein Informationsmodell für die Beschreibung der relevanten Domänen Produkt, Prozess und Ressourcen (PPR) eingesetzt. Zusätzliche Daten wurden mithilfe der VWS in die Ontologie integriert. Die VWS ist ein Standard für digitale Zwillinge, der von der Plattform Industrie 4.0 eingeführt wurde und für die semantische Selbstbeschreibung verschiedener CPS eingesetzt wird. In diesem Kontext werden Wissensgraphen zur grafischen Repräsentation und Argumentation der relevanten Domänen verwendet.



Integration der VWS in die FluPro Ontologie

Auf der Grundlage dieser Planungssystematik wurde die Grobplanung der Produktionslogistik in einer Fluiden Produktion durchgeführt. Dabei wurden nicht nur die vielfältigen Freiheitsgrade der Fluiden Produktion berücksichtigt, wie beispielsweise Mobilität, Universalität, Layout-Flexibilität und Skalierbarkeit, sondern es wurden auch zusätzliche spezifische Anforderungen in Betracht gezogen. Diese individuellen Anforderungen hängen von den jeweiligen Planer*innen ab und umfassen Aspekte, wie Ergonomie, Wirtschaftlichkeit und Effizienz.

Darüber hinaus ermöglicht der entwickelte Ansatz die Rekonfiguration auf ein zweites Produkt, welches zu Beginn der Produktion unbekannt ist. Der Rekonfigurationsprozess wurde anhand von zwei Anwendungsfällen mit unterschiedlichen Produkten, Prozessen und Ressourcen validiert. Damit wurden die Prämissen der Fluiden Produktion erfüllt.

Ali Bozkurt

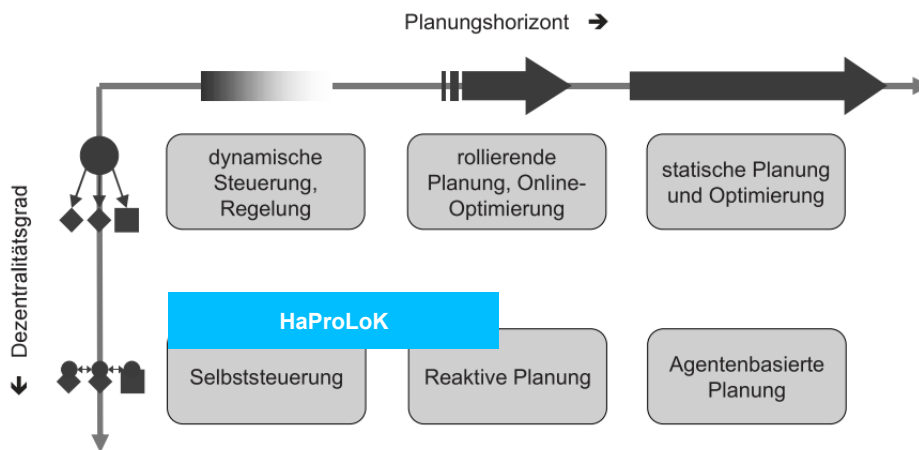
Harmonisierte und dezentrale Produktions- und Logistik- regelung

H a P r o L o K Eine Lösung für KMUs in volatilen Märkten

Der wöchentliche Einkauf im Supermarkt kann als einfache logistische Aufgabenstellung mit dem Ziel betrachtet werden: Der Kunde möchte seinen Einkauf möglichst schnell durchführen. Die zuvor vorbereitete Einkaufsliste gibt in Abhängigkeit der Produktstandorte die optimale Route durch den Supermarkt vor. Aber die Verfügbarkeit der Produkte sowie durch Einkaufswagen oder andere Kunden blockierte Wege machen häufige Umplanung des Einkaufs notwendig. Der Supermarktbesuch wird somit zu einem Spannungsfeld zwischen Effizienz und

Interaktion. Dies zeigt, wie komplex eine einfache logistische Aufgabenstellung schnell werden kann.

Im industriellen Umfeld müssen die Materialflüsse aufgrund sich stetig ändernder Rahmenbedingungen, wie z. B. Produktindividualisierung oder schwankende Nachfragen, angepasst werden. Davon sind besonders variantenreiche Kleinserienfertigungen betroffen, welche typisch für kleine und mittlere Unternehmen sind.



Steuerungsverfahren logistischer Systeme

Die variantenreichen Produktionsumgebungen mit kleinen Losgrößen und hoher Volatilität erfordern eine ausgefeilte Produktions- und Logistiksteuerung, sodass die Prozesse effizient erfolgen und die Kunden schnell und pünktlich ihre Produkte erhalten. Um eine effiziente Abstimmung aller Prozesse zu ermöglichen, müssen Daten digital verfügbar gemacht, automatisiert verarbeitet und als Lösungen bzw. Lösungsvorschläge bereitgestellt werden.

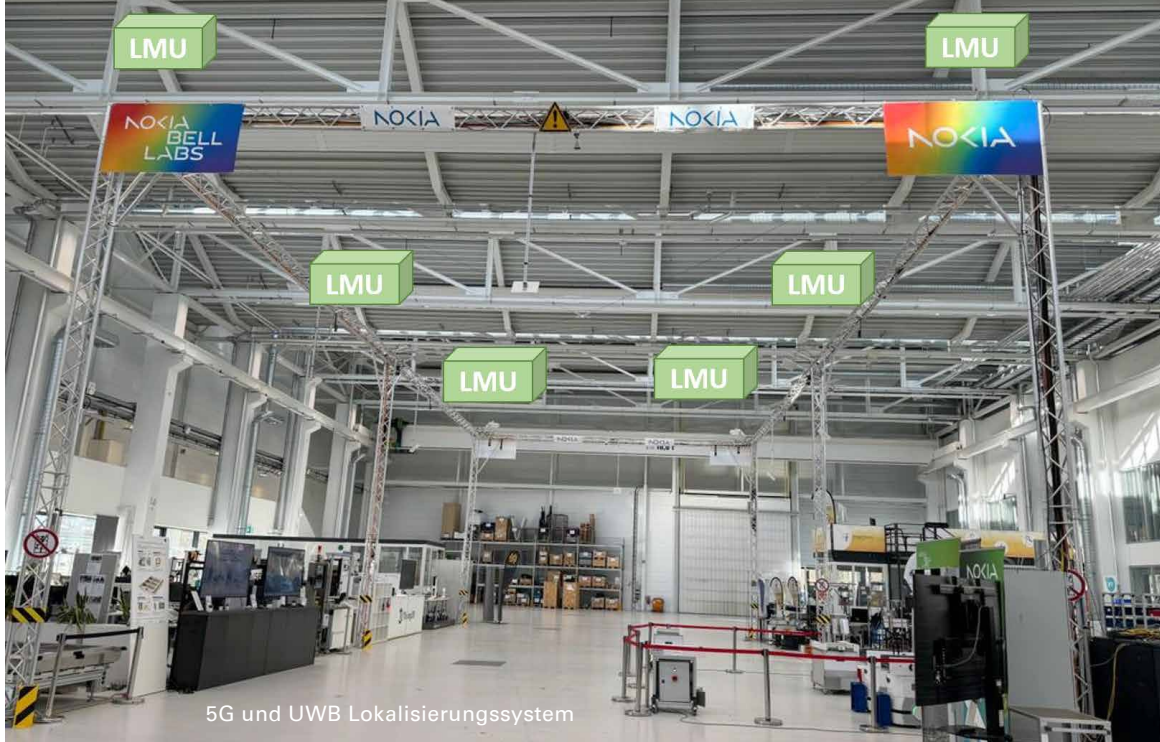
Im Projekt „Harmonisierte und dezentrale Produktions- und Logistikregelung für KMU“ (HaProLoK) des IFT und des Kooperationsnetzwerk Moderne Produktion (KMP) der Hochschule Mannheim wird eine harmonisierten und dezentralen Produktions- und Logistikregelung (PLR) erarbeitet, die für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) unter dem Aspekt der Digitalisierung nutzbringend und ohne großen Aufwand umsetzbar ist. Dadurch soll die Robustheit und Veränderungsfähigkeit der Produktions- und Logistikabläufe durch für KMU umsetzbare Dezentralisierung und Regelungsprinzipien verbessert werden. Hierfür wird ein Ansatz gewählt, der mit geringem Vernetzungsaufwand direkt über cyber-physische Systeme (CPS) oder klassische Produktionsplanungs- und Steuerungssystem umsetzbar ist. So lässt sich z. B. im ersten Schritt eine Flotte aus fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) als CPS einbinden, und ebenso Werker, die lokale Belegungsentscheidungen zu treffen haben. Bei dem Entwurf muss der Regler einen minimalen Daten- und Parameterbedarf aufweisen, robust (da nachregelnd) gegenüber ungenauen Daten sein und somit den Aufwand für Datenpflege minimieren.

Die notwendigen Voraussetzungen für eine Umsetzbarkeit sind eine hohe Mitarbeiterakzeptanz, transparente und einfache Abläufe, die Berücksichtigung dynamischer Restriktionen sowie eine Adaptier- und Integrierbarkeit in bestehende Strukturen. Die zu entwickelnde Produktions- und Logistiksteuerung soll für den Einsatz in volatilen Märkten konzipiert werden. Daher ist der zeitliche Planungshorizont als eher gering einzuschätzen. Aufgrund begrenzter Ressourcen bei KMUs und der geforderten einfachen Integrierbarkeit in vorhandene Systeme bietet sich eine dezentrale Steuerung an. Die geplante Lösung lässt sich somit, wie in der Abbildung oben dargestellt, im Bereich einer Selbststeuerung oder reaktiven Planung einordnen.

Im Zuge des Projekts wird eine Informationsplattform für die interessierten Unternehmen entwickelt, mit deren Hilfe neben der Informationsbereitstellung zu den Projektergebnissen gleich die Eignung des PLR-Ansatzes für den jeweiligen Anwendungsfall überprüft und ausgegeben werden kann.

Das Projekt HaProLoK hat eine Laufzeit von 05/2023 bis 04/2025. Gefördert wird es durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages; die Zuwendung zur Förderung eines Einzel-Forschungsvorhabens der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) aus dem Bundeshaushalt; die AiF-Forschungsvereinigung Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V. als Erstempfänger; KMP (IFT) als Letztempfänger.

Domenic Schmidpeter



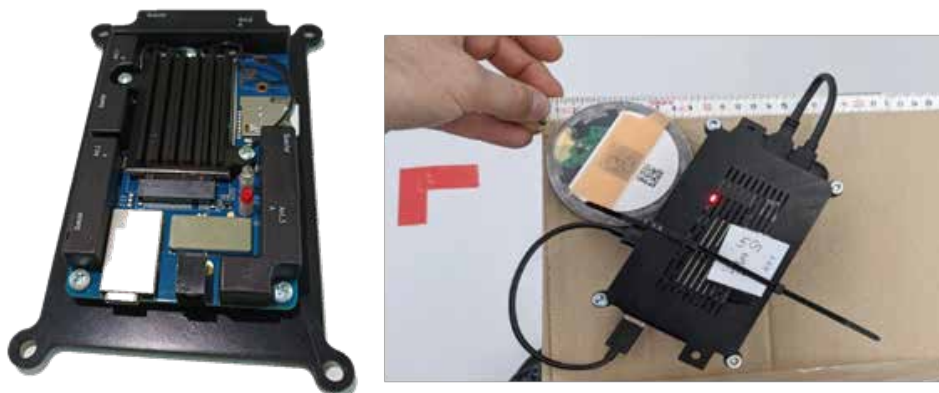
5G Synergiereregion

Das Projekt „SynergieRegion“, das von der ARENA2036, der Wirtschaftsförderung Region Stuttgart GmbH (WRS), der Wirtschaftsförderung der Landeshauptstadt Stuttgart, der Universität Stuttgart, den Fraunhofer-Instituten IPA und IAO sowie den Unternehmen Balluff, NAiSE, Nokia, Pilz, Bosch, SPIE, Trumpf und Unisphere in den vergangenen Jahren durchgeführt wurde, konnte erfolgreich zum Abschluss gebracht werden. Ziel war, einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung und Erprobung konkreter 5G-Anwendungen für moderne Produktionssysteme und den urbanen Raum zu leisten. Dadurch werden Forschung und Industrie in der Region Stuttgart gestärkt und gleichzeitig die Basis für flächendeckende 5G-Anwendungen geschaffen.

Die Aufgabe des IFT bestand darin, gemeinsam mit den Projektpartnern Nokia, Balluff, Pilz, NAiSE und Trumpf die Lokalisierung in der (Intra-)Logistik zu untersuchen. Die Lokalisierung spielt in der Logistik, beispielsweise für die Steuerung von Materialflusssystemen oder für die Rück-

verfolgbarkeit von Materialflüssen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, eine bedeutende Rolle. In der Vergangenheit wurden für die Lokalisierung in der Logistik verschiedene Technologien entwickelt. Die bekanntesten Lokalisierungstechnologien sind neben dem Global Positioning System (GPS) die Ultrabreitband-Technologie (UWB) oder die Radiofrequenz-Identifikation (RFID), die bereits in der Industrie erfolgreich etabliert sind. Durch die fortschreitende Entwicklung und den Einsatz der 5G-Technologie ergeben sich neue Möglichkeiten. Die 5G-Technologie bietet neben der schnellen Datenübertragung in Echtzeit auch die Möglichkeit für Indoor-Lokalisierung. Dadurch bietet die 5G-Technologie die besten Voraussetzungen für den kombinierten Einsatz in Produktion und Logistik. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse des Projektes vorgestellt.

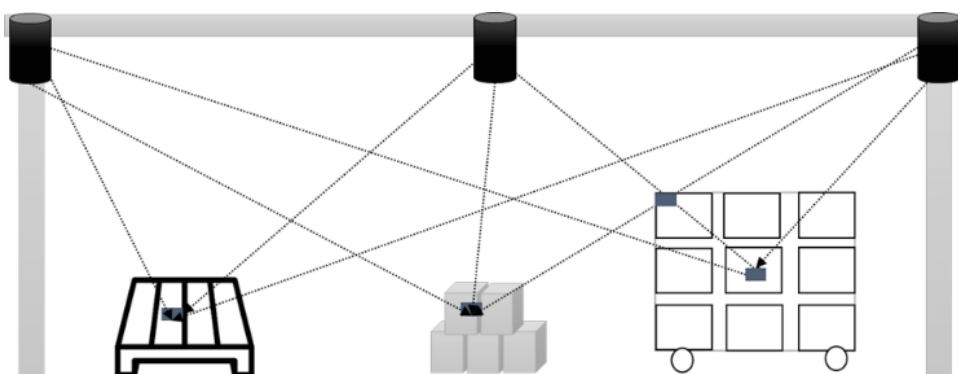
Im ersten Schritt wurde eine Prototypenanlage für die 5G-Lokalisierung, bestehend aus mehreren Messempfängern, in der Testumgebung angebracht.



5G- und UWB-Lokalisierungstag

Anschließend wurde ein 5G-Lokalisierungstag entwickelt. Als Vergleichssystem für die Ermittlung der Ortungsgenauigkeit diente das Ultrabreitband (UWB)-Referenzsystem mit dem omlox-Standard. Mithilfe des Nokia Location Servers wurde anschließend die Position des 5G-Tags anhand von Zeit- und Winkelmessungen geschätzt. Bei den ersten Testmessungen mit einem Signalgenerator

wurde eine Genauigkeit von besser als 50 cm in 95% der Schätzungen im Sichtkontakt (Line-of-Sight) erzielt. Nach dem Aufbau der Testumgebung wurde anhand verschiedener Use Cases die Ortungsgenauigkeit untersucht. Die schematische Darstellung der einzelnen Anwendungsfälle aus der Logistik ist in der Abbildung unten dargestellt.



Anwendungsfälle in der Intralogistik

Die Anforderungen an die Ortungsgenauigkeit in der Logistik sind vom jeweiligen Prozess abhängig. Im vorliegenden Anwendungsfall ist für die Lokalisierung der verschiedenen Ladungsträger eine Ortungsgenauigkeit von unter einem Meter erforderlich. Im Vergleich zu dem am Markt verfügbaren UWB-Referenzsystem weist das 5G-Prototypen-System für die Lokalisierung eine geringere Genauigkeit auf. Die Gründe hierfür liegen in der geringeren Bandbreite von 5G im Vergleich zu UWB. Dadurch kann die Mehrwegeausbreitung

nicht so präzise aufgelöst werden, was zu ungenauen Time-of-Arrival-Werten aufgrund des Zusammenführens von Ausbreitungspfaden führt. Ein weiteres Problem sind die ungeeigneten Antennen des 5G-Tags, die primär für die Kommunikation ausgelegt sind, sowie die teilweise Abschattung der Antennen, was zu schlechteren Messergebnissen führt. Dennoch war die Ortungsgenauigkeit für die vorliegenden Anwendungsfälle in der Logistik ausreichend.

Ali Bozkurt

STUDIERN 2023

Vorlesungen im Wintersemester

- Digitalisierung logistischer Prozesse
- Distributionszentrum
- Materialflusstechnik und Fahrerlose Transportsysteme
- Konstruktionselemente der Fördertechnik
- Materialflussautomatisierung
- Methoden und Strategien in der Logistik
- Moderne Sicherheitstechnik und Schadensanalyse

Vorlesungen im Sommersemester

- Automobillogistik
- Baumaschinen I+II
- Grundlagen der Logistik
- Logistisches Planspiel
- Planung logistischer Systeme
- Product-Lifecycle-Management in der Logistik
- Seiltechnologie, Hochleistungsseilbahnen, Aufzüge und Großkrane
- Simulation und Visualisierung in der Intralogistik

Seminare und Praktika (WiSe + SoSe)

- CAD-Seminar
- Praktikumsversuche
- Vortragsseminar

Studentische Arbeiten (WiSe + SoSe)

- Studien-, Bachelor-, Masterarbeiten
- Projektarbeiten

Vorlesungs- und Seminarangebot des IFT

Praxisnahe Vorlesungen, Seminare und Versuche geben einen Einblick in unsere Forschungsfelder und bereiten die Studierenden optimal auf die Berufspraxis vor. Vorträge von Gastdozierenden bringen neue fachliche Aspekte ein. Externe Lehrbeauftragte aus Industrieunternehmen ergänzen die Vorlesungsreihen durch einzelne Einheiten. Unser Lehrangebot für Bachelor- und Masterstudierende richtet sich vorwiegend an die Studiengänge Maschinenbau, Mechatronik, Technologiemanagement und technisch orientierte Betriebswirtschaftslehre. Aufbauend auf unseren Grundlagenvorlesungen für Bachelorstudiengänge haben die Studierenden die Möglichkeit, sich im Masterstudium durch ihre Modulauswahl inhaltlich auf einen Bereich (Seiltechnik, Fördertechnik oder Logistik) zu fokussieren.

Für theoretische oder experimentelle Aufgabenstellungen und Projekte werden Berechnungs- und Simulationsmodelle entwickelt. Die Themen der studentischen Arbeiten (Forschungs-, Bachelor- und Masterarbeiten) sind in aktuelle Forschungs- oder Industrieprojekte eingebunden. Je nach Interesse können theoretische, experimentelle oder konstruktive Themen gewählt werden. Das Spektrum reicht von Recherchen über Programmierungen bis hin zur Konzeption und Konstruktion neuer Komponenten oder Prüfsysteme. Am Institut sind Arbeitsplätze eingerichtet, die Hiwis und Studierenden zur Verfügung stehen. Zur Bearbeitung konstruktiver Arbeiten können die Werkstatt- und Prüfeinrichtungen der Labore genutzt werden. Alle Informationen zu unserem Vorlesungs- und Seminarangebot sowie die Themen für studentische Arbeiten sind auf der IFT-Homepage unter folgendem Link veröffentlicht: <https://www.ift.uni-stuttgart.de/lehre/>



Studierende und Mitarbeitende besuchten das TRUMPF Logistikzentrum in Ditzingen

An unserer LabTour durch das IFT und die benachbarten Institute IFU und IfW haben rund 50 Masterstudierende teilgenommen. Unsere Wissenschaftler*innen gaben Einblicke in die Forschungstätigkeiten und informierten zu den Spezialisierungen und studentischen Arbeiten. Bei Hot Dogs, Getränken und Cocktails gab es genügend Zeit zum Kennenlernen.

Exkursionen sind ein wichtiger Bestandteil des Studiums und geben den Studierenden Einblicke in die Praxis. Wie innerbetriebliche Logistikprozesse ablaufen, haben die Teilnehmenden der Exkursion zum HUGO BOSS Logistikzentrum erfahren. In dem Zentrum in Filderstadt konnten sie eines der größten Shuttle-Lager für Liegwarensortimente besichtigen. Beeindruckend war auch die Besichtigung des voll digitalisierten Logistikzentrums der Trumpf Gruppe in Ditzingen. Von hier werden die Kunden des Anbieters von Werkzeugmaschinen weltweit mit Verbrauchs- und Ersatzteilen versorgt.

Die Teilnehmenden der Exkursion Seiltechnologie besuchten das größte Liebherr-Werk für Turmdrehkrane am Standort Biberach. Sie informierten sich über die Produktion von Kranen, Trommeln, Winden und Getrieben für unterschiedlichste Anwendungen. Wie der Einsatz von Faserseilen in Kranen getestet wird, wurde in einem Versuch demonstriert.

Die Edelrid GmbH & Co. KG entwickelt und produziert Kletterausrüstung für den Berg- und Hallensport und zur persönlichen Schutzausrüstung (PSA). Am Firmenstandort Isny wurden die verschiedenen Produktionsschritte zur Herstellung von Seilen – wie Garnbehandlung, Flechterei, Konfektionierung und Verpackung – vorgestellt. Interessant waren auch die Besichtigungen des Prüflabors sowie der Testanlagen.

Guhrun Willeke

MASTER:ONLINE LOGISTIKMANAGEMENT

Berufsbegleitendes Master- oder Zertifikatsstudium



Je nach Modulwahl finden Übungen an Präsenztage statt

Neben dem Job berufsbegleitend online Logistikmanagement studieren können Fach- und Führungskräfte an der Universität Stuttgart seit mittlerweile 16 Jahren. Das IFT bietet das Masterstudium in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) seit 2007 an. Der akkreditierte Abschluss Master of Business Engineering (MBE) ist international anerkannt und berechtigt zur Promotion. Durch das Blended Learning-Konzept können die Lernphasen weitgehend individuell geplant werden, je nach Gestaltung des Studienplans fallen pro Semester durchschnittlich nur ca. 3-4 Präsenztage für Übungen und Prüfungen an.

Im Wintersemester 2014/15 wurde das Angebot um das Zertifikatsstudium erweitert. Seither ist es auch möglich, in einem Semester bestimmte Themenmodule zu belegen und ein Zertifikat der Universität Stuttgart zu erwerben. Ideal ist diese Studienform nicht nur für diejenigen, die sich ganz spezifisch in bestimmten Fachbereichen weiterbilden möchten – zum Beispiel Technologien in der Intralogistik, Simulation in der Logistik oder Supply Chain Management. Das Zertifikatsstudium ist auch eine gute zeitbegrenzte Weiterbildungsoption für alle, die sich darüber klar werden möchten, ob ein onlinebasiertes Masterstudium das Richtige für sie ist. Bei einem späteren Einstieg in das Masterstudium können erbrachte Leistungen aus dem Zertifikatsstudium anerkannt werden.



MOL-Forum mit Vorträgen und Urkundenübergabefeier | Fotos @elfirasser.com

Auf der Fachmesse LogiMAT ist das Studiengangsmanagement immer mit am Stand vertreten. Am 25. April 2023 organisierte das Team zudem ein Fachforum im Atrium unter dem Motto „Run for Talents – Mit Weiterbildung gewinnen?“ Dr. Matthew Stinson (Lidl in Deutschland) und Michael Kratzert (L'ENGINEERS - Ingenieurbüro Lammers GmbH) präsentierten aus Unternehmens- und Mitarbeitersicht, welche Qualifizierungsstrategien gegen die Fachkräftelücke wirken können und wie wichtig Weiterbildung als Incentive bei der Mitarbeiterbindung ist.

Heftige Schneefälle am 1. Dezember 2023 hielten die Absolvent:innen des Jahrgangs 2022/23, ihre Familien und Freunde und zahlreiche weitere Gäste nicht davon ab, das diesjährige MOL-Forum mit Urkundenübergabefeier zu besuchen. MOL-Dozent Dr. Ulrich Guddat (Strategy Engineers) und MOL-Absolvent Dominik Claudio Grabner (Jansen AG) gaben spannende Einblicke zur Grünen Transformation und Supply Chain Resilienz. Den Vorträgen folgte die feierliche Urkundenverleihung, im Anschluss konnten sich die Teilnehmenden über die aktuelle Forschungsarbeit des IFT informieren.

Die persönliche Betreuung in kleinen Studiengruppen und die individuelle Gestaltung des Studienplans wird von Studierenden und Alumni als besonderer Pluspunkt hervorgehoben. Für Studieninteressierte und Arbeitgeber ist zudem die Möglichkeit, Leistungen aus dem Erststudium anerkennen zu lassen, sehr attraktiv. Dadurch können sich Studiendauer und -gebühren deutlich verringern.

Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage: www.mol.uni-stuttgart.de. Gerne beraten wir Sie dazu unter 0711 685-83798.

Der Start ins Master- oder Zertifikatsstudium ist jeweils zum Sommersemester oder zum Wintersemester möglich (Bewerbungsschluss 15. März bzw. 15. September).

Folgen Sie uns auf LinkedIn: <https://www.linkedin.com/company/logistikmanagement/>.

Silke Hartmann

Bachelorarbeiten

Analyse der Leitsteuerung autonomer Transportsysteme
Analysis of the guidance of autonomous transport systems

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Erforschung der Biegedauerfestigkeit von Seildrähten unterschiedlicher Festigkeit
Research of the bending fatigue resistance of rope wires of different strength

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Implementierung des Garn-auf-Garn Test (YoY) auf einer Dauerbiegemaschine des IFT
Implementation of the Yarn-on-Yarn Abrasion Test (YoY) on a permanent bending machine at the IFT

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Leichtbauoptimierung des Fahrzeugrahmens eines Hochregallager-Shuttles
Lightweight optimization of the vehicle frame of a high-bay storage shuttle

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Literaturrecherche zu Energieeinsparpotenzialen von automatisierten Hochregallagern
Literature research on energy saving potentials of automated high-bay warehouses

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Standardisierter Lebensmittel-Kleinladungsträger: Möglichkeiten und Herausforderungen
Standardized food small load carrier: Opportunities and challenges

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Untersuchungen zu auftretenden Verformungen an den Drahtkontaktstellen in Seilen
Investigations on occurring deformations at the wire contact points in ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Standardisierung in der urbanen Logistik – Analyse und Optimierung des Prozesses auf der letzten Meile durch standardisierte Transportcontainer

Standardization in urban logistics - analysis and optimization of the last mile process through standardized transport containers

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Umsetzung einer Matrixproduktion anhand der Implementierung der Robotersteuerung eines omnidirektionalen autonomen mobilen Roboters
Implementation of a matrix production based on the implementation of the robot control of an omnidirectional autonomous mobile robot

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Untersuchung an Faserseilen zur Bestimmung von Seilkennwerten

Investigation of fiber ropes for the determination of rope properties

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Untersuchung zum Verformungsverhalten von Drahtseilen und dessen Einfluss auf deren Lebensdauer

Investigation of the deformation behavior of wire ropes and its influence on their service life

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Zerstörungsfreie Untersuchung zum Schädigungszustand ausgemusterter Bergseile

Non-destructive investigation of the damage condition of discarded mountaineering ropes

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Forschungsarbeiten

Analyse der Ansteuerung autonomer
Transportsysteme
Analysis of the control of autonomous
transport system

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Chancen und zentrale Herausforderungen
der Elektrifizierung der Nutzfahrzeuge
im Bereich der Logistik
Opportunities and key challenges of the
Electrification of commercial vehicles
in the field of Logistics

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Theoretische Analyse und Vergleich
verschiedener Lagerstrategien für
automatische Lagersysteme
Theoretical analysis and comparison
of different storage strategies for
automatic warehouse systems

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Untersuchung von Möglichkeiten für die
CO₂ Bilanzierung eines Produktes entlang
des Produktlebenszyklus

Research on opportunities of CO₂ balancing
of a product along its product life cycle

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Masterarbeiten

Abfallmanagement bei Messegesellschaften – eine empirische Untersuchung zum Umgang mit Abfällen am Beispiel der Koelnmesse vor dem Hintergrund von Nachhaltigkeit

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Analyse von Logistikprozessen in bestehender Infrastruktur und unter Anwendung einer Simulationssoftware als Grundlage der Entscheidungsfindung einer optimalen Wegeführung von Personen- und Materialströmen mittels Fahrerlosen Transport Systemen (FTS)

Analysis of logistics processes in existing infrastructure and the use of simulation software as a basis for decision-making on optimal routing of people and material flows using driverless transport system (AGV)

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Ansätze zur ganzheitlichen Betrachtung der Materialverfügbarkeit für den Montagebereich
Approaches to holistic view of the material availability in the area of assembling

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Anwendbarkeits- und Potentialanalyse der Technologien zur Produktidentifikation am Beispiel weißer Ware der BSH Hausgeräte GmbH

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Digitalisierter Informationsaustausch in der Beschaffungslogistik: Potenzial- und Wirtschaftlichkeitsanalyse am Beispiel des Handelsunternehmens Lidl

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung eines krisensicheren logistischen Kennzahlensystems für die VascoMed GmbH

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Energieeffizienzsteigerung und Erfassung/Bilanzierung von Emissionen in intralogistischen Prozessen: Eine ganzheitliche Analyse von rechtlichen Vorgaben und Leitlinien

Energy efficiency improvement and recording/accounting of emissions in intralogistic processes: A holistic analysis of legal requirements, standards and guidelines

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuende Abteilung: Logistik

Entwicklung eines neuen Verpackungssystems und Anwendung an Pfandstationen im Einzelhandel

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung und Verifizierung eines Messsystems zur Untersuchung verschiedener Einflussparameter auf den Reibungskoeffizienten in Treibscheibenantrieben

Development and verification of a measuring system for the investigation of parameters influencing the friction coefficient in traction sheave drives

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Erstellung einer Markanalyse aktueller Materialien, Konstruktionen und Anwendungsfelder von Faserseilen

Market analysis of current materials, constructions and fields of fibre ropes

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Kommunikation kooperativ transportierender AGV Gruppen unter Verwendung der Omni-Kurven-Parameter

Cooperative transport communication in AGV groups using Omni-Curve Parameters

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Masterarbeiten

Konzeptentwicklung für die Implementierung von FTS in kleinen und mittleren Unternehmen
Studiengang: Master:Online Logistikmanagement
Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Konzeptionelle Optimierung des Montagebereichs für das mechatronische Antriebssystem MOVIGEAR®
Studiengang: Master:Online Logistikmanagement
Betreuung: Abteilung Logistik

Konzeptionierung eines zukunftsfähigen Versorgungsnetzwerks für die Ersatzteillogistik der BMW Group
Studiengang: Master:Online Logistikmanagement
Betreuung: Abteilung Logistik

Konzeption und Auslegung eines alternativen Bremssystems für die Zipline Astenkick
 Conception and design of an alternative braking system for the Zipline Astenkick
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Lebensmittellogistik hubs für die Versorgung im urbanen Raum
 Food logistics hubs for supply in urban areas
Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.
Betreuende Abteilung: Logistik

Literaturanalyse für Potenziale und Herausforderungen in der manuellen Kommissionierung 4.0/5.0
 Literature analysis for potentials and challenges in manual order picking 4.0/5.0
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Logistik

Sind Mikro hubs die Lösung für die urbane Lebensmittellogistik? (Are micro hubs the solution for urban food logistics?)
Studiengang: Master:Online Logistikmanagement
Betreuung: Abteilung Logistik

Optimierung der Supply Chain Resilienz durch Etablierung eines Category Supply Managements (Optimization of supply chain resilience by establishing a category supply management)
Studiengang: Master:Online Logistikmanagement
Betreuung: Abteilung Logistik

Palettenerkennung für Fahrerlose Transportfahrzeuge mittels künstlicher Intelligenz und 3D-Sensoren
 Pallet Detection for Automated Guided Vehicles using Artificial Intelligence and 3D Sensors
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

Untersuchung des Drallverhaltens von Seilbahnseilen
 Analysis of the Twist Behaviour of Ropeway Ropes
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Seiltechnologie

Vergleich der Flexibilitätspotenziale der Pick-by-Systeme in der manuellen Kommissionierung
 Comparison of the flexibility of pick-by-systems in manual order picking
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Logistik

Vergleich und Implementierung der Sensorik zur freien Navigation eines Roboters
 Comparison and implementation of sensor technology for free navigation of a robot
Studiengang: Maschinenbau M.Sc.
Betreuende Abteilung: Maschinenelemente (MaMa)

HIGHLIGHTS

Veranstaltungen | Kongresse | Messen



4th Conference on Production Systems and Logistics (CPSL), Mexiko

Ali Bozkurt aus dem Logistikteam nahm an der 4th CPSL 2023 in Santiago de Querétaro, Mexiko teil.

„Cyber-physical Systems for Fluid Manufacturing Systems“ war der Titel seines Papers, in dem er die aktuellen Forschungsergebnisse aus ARENA2023 vorstellte. Ziel der Konferenz war, nachhaltige Wertschöpfungsketten zu schaffen und neue Partnerschaften zwischen Industrie und Wissenschaft zu fördern.



30. Deutsche Materialflusskongress, München

Wie Lieferketten in Zukunft vor dem Hintergrund einer teilweisen Deglobalisierung gestaltet werden können, darüber diskutierten Forschende und Experten aus allen Bereichen der Intralogistik. Ruben Noortwyck, Logistikteam IFT, und Rafael Berner, GEBHARDT Fördertechnik GmbH, berichteten in ihrem Vortrag über „Ansätze für eine KI-basierte Reihenfolgeoptimierung von Shuttle-Lager am Beispiel des Gebhardt StoreBiter® OLS X“.



INTERALPIN 2023, Innsbruck

Die Weltleitmesse der Seilbahn- und Alpinetechnikbranche fand vom 19. bis 21. April 2023 statt. Gezeigt wurden die weltweit fortschrittlichsten Technologien auf dem alpinen Sektor, internationale Experten vermittelten umfangreiches Branchenwissen. Gemeinsam mit unserem Partner MESOMATIC präsentierten wir neueste Entwicklungen und Methoden der zerstörungsfreien Seilprüfung vor. Wir hatten viele interessante Gespräche an unserem Messestand.

Intralogistikmesse LogiMAT 2023, Stuttgart

Vom 25. bis 27. April 2023 haben wir unsere aktuellen Entwicklungen und Systemlösungen für eine effiziente Intralogistik präsentiert. Gut besucht waren auch die unsere Fachforen. „Run for Talents – Mit Weiterbildung gewinnen?“ unter diesem Motto präsentierten die Referierenden aus Unternehmens- und Mitarbeitersicht, welche Qualifizierungsstrategien gegen die Fachkräftelücke wirken können. Die Vortragenden des Forums „Flexibilität um jeden Preis?“ ging der Frage nach, ob sich Investitionen in hochflexible Logistiksysteme lohnen.



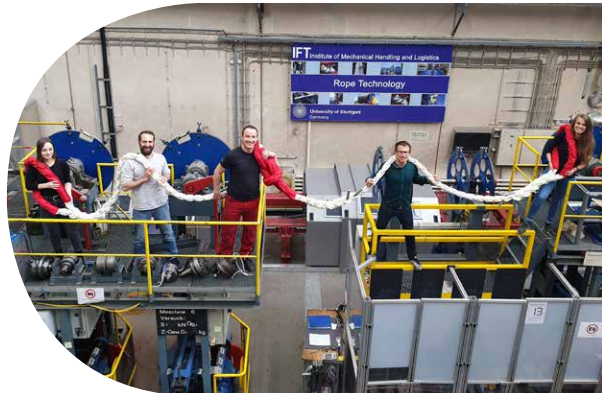
LogiTALK am IFT

Viele Interessierte besuchten das IFT im Anschluss an das Fachforum auf der LogiMAT und nutzten die Gelegenheit zum gegenseitigen Austausch. Nach dem erfolgreichen Start werden wir das Format im kommenden Jahr wieder veranstalten.



Girls' Day 2023 – wir haben mitgemacht!

Unser Orga-Team hatte Spannendes aus der Seiltechnologie vorbereitet! Wir haben interessierten Schülerinnen gezeigt, wie vielfältig Seile eingesetzt werden und wie man mit Hilfe unserer Prüftechnik in das Innere eines Seilbahnseils zu schauen. Unser Seilteam zeigte auch, wie der Sturz eines Kletterers in ein Kletterseil getestet wird. Auf der Zerreißmaschine wurde geprüft, wie viele Tonnen ein solcher Faserseil-Ring aushält.





Tag der Wissenschaften 2023

Am TdW auf dem Campus Vaihingen haben die Besucherinnen und Besucher unsere Mini-Seilbahn getestet und Seile geprüft. Unsere Forschenden erläuterten über selbstfahrende Fahrzeuge und wiesen Interessierte in die Navigation unser FTF „Scooty“ ein.



Logistikwerkstatt Graz

Am 9. Mai hat Professor Robert Schulz auf der Logistikwerkstatt Graz einen Vortrag zum Thema „Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion“ gehalten. Im Fokus der Veranstaltung stand außerdem die Nachhaltigkeit von Logistiklösungen. Es war wieder eine gelungene Veranstaltung mit vielen tollen Beiträgen und Gesprächen.



Alumni-Treffen am IFT

Schönstes Sommerwetter und beste Stimmung beim 1. Alumni-Treffen am IFT! Ehemalige Mitarbeitende gaben spannende Einblicke in ihre Zeit am Institut. Die Teilnehmenden konnten sich bei einer Institutsführung über die aktuelle Forschungsarbeit des IFT informieren und sich anschließend bei Maultaschen, Bier und Cocktails vernetzen. Wir haben uns über das Wiedersehen mit unseren ehemaligen Kolleg*innen sehr gefreut.



**ALUMNI-TREFFEN
2023**



1. Stuttgarter Klimaaktionstag

Wie könnte eine klimagerechte Stadt von Morgen aussehen? Beim ersten Stuttgarter Klimaaktionstag am 24. Juni 2023 drehte sich alles um Nachhaltigkeit und Klimaneutralität. Auf dem „Markt der Möglichkeiten“ im Schlossgarten in Stuttgart haben wir das Forschungsprojekt REALIST vorgestellt. Gemeinsam mit dem IEH der Universität Stuttgart entwickeln wir ein integriertes Logistik- und Stromversorgungskonzept für eine nachhaltige elektrische Stadtbeflieferung.

Logistik-Studierende besuchten TRUMPF

Beeindruckend war die Besichtigung des Logistikzentrums der TRUMPF SE+Co.KG in Ditzingen, einem der größten Anbieter von Werkzeugmaschinen. Mehr als 35.000 verschiedene Artikel befinden sich im 13.000 Quadratmeter großen und 20 Meter hohem Zentrallager in der Trumpfstraße. Mit modernster Lager- und Kommissioniertechnik ausgestattet, werden von dort Kunden weltweit mit Verbrauchs- und Ersatzteilen versorgt.



Eindrücke vom Videodreh zum Projekt ANTS 4.0

Das InnoPulsLab Filmteam war in ARENA2036 zu Gast und hat mit den Forschenden des Projekts ANTS 4.0 über das kleine fahrerlose Transportfahrzeug Scooty, den intelligenten Boden von Bosch Rexroth und Ameisenalgorithmen gesprochen. Das Forschungsprojekt hat sich die Natur – die Ameise – zum Vorbild für die Logistik genommen. Wie sich die Technik der Zukunft an biologischen Prozessen orientieren kann und wie die „Ameisenlogistik“ funktioniert, wird im Video erklärt.



Exkursion Seiltechnologie

Studierende der Vorlesung Seiltechnologie besichtigten am Standort Biberach das größte Liebherr-Werk für Turmdrehkrane. Sie erhielten einen Einblick in die Produktion von Kranen, Trommeln, Winden und Getrieben für unterschiedlichste Anwendungen. Edelrid ist ein deutscher Hersteller von Kletter- und Bergsportausrüstung. Am Standort Isny wurden die verschiedenen Produktionsschritte zur Herstellung von Seilen – wie Garnbehandlung, Flechterei, Konfektionierung und Verpackung – vorgestellt.





IFT Sommerfest am Katzenbacher Hof

Mit Mitarbeitenden und ihren Familien, Partner*innen und Hiwis sind wir vom Campus Vaihingen zum Katzenbacher Hof gewandert. Kühle Getränke, gutes Essen und strahlender Sonnenschein sorgten für beste Stimmung. Trotz Schienenersatzverkehr hat die An- und Abreise bei allen prima geklappt!



Besuch am Gymnasium Leibniz in Feuerbach

Abi – und dann? Wir möchten Schüler*innen für den Maschinenbau begeistern und haben das Neue Gymnasium Leibniz in Feuerbach besucht. Wir haben über die ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge an der Uni Stuttgart informiert und unsere Forschungsthemen und aktuelle Entwicklungen wie Digitalisierung oder KI vorgestellt. Neben Exponaten wie dem Seilprüfgerät war auch das Stuttgarter Maschinenbau Pferdchen mit dabei!



Doktorandenseminar

In spannenden Beiträgen haben unsere Doktoranden beim zweitägigen Seminar den aktuellen Stand ihrer Promotionsarbeit vorgestellt. Die Zwickmühle in Bretzfeld bot genügend Möglichkeiten zum Kennenlernen über die Arbeit hinaus – beim „Freizeitsport“ oder gemeinsamen Grillen. Beim Besuch des Unternehmens TII Scheuerle, spezialisiert auf Schwertransporte, haben die Teilnehmenden interessante Einblicke in Transportlösungen für unterschiedlichste Anwendungen bekommen.



Deutscher Logistik-Kongress 2023

„Think Networks.“ Mitarbeitende der Abteilung Logistik haben auf dem deutschen Logistik-Kongress 2023 neueste Trends und Innovationen in der Logistik entdecken können. Zahlreiche Workshops und Sessions boten die Möglichkeit, sich zu vernetzen und auszutauschen.

19. Fachkolloquium der WGTLe.V. in Dortmund

Carolin Brenner präsentierte aktuelle Ergebnisse des vom InnovationsCampus Mobilität der Zukunft geförderten Projekts „INDU4 - Coop_AGV“. Ali Bozkurt berichtete über die Forschungsaktivitäten des IFT im Bereich Planung, Analyse und Simulation logistischer Systeme. Welche Voraussetzungen die 5G-Technologie für einen kombinierten Einsatz in Produktion und Logistik bieten, präsentierte Ali Bozkurt gemeinsam mit Jan-Erik Jung, Balluff GmbH. Matthias Hofmann zeigte aktuelle Ergebnisse aus Versuchsreihen mit Antriebsrädern von Gabelstaplern.



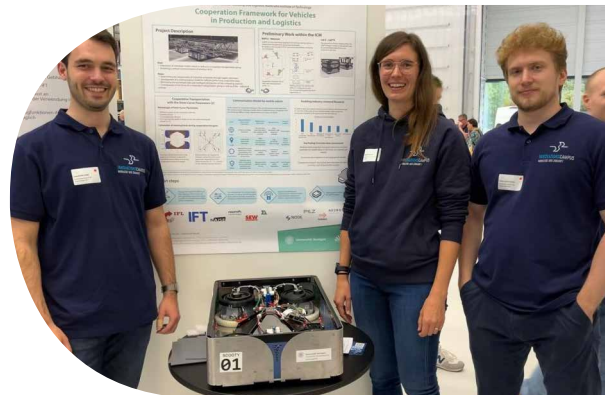
Fachmesse A+A, Düsseldorf

Auf der internationalen Fachmesse für sicheres und gesundes Arbeiten „A+A“ in Düsseldorf waren wir mit einem Fachvortrag zum Thema „Datenbrillen in der manuellen Kommissionierung – Erfahrungen aus dem Lern-Lager“ vertreten. Daniel Mezger gab Einblicke in die Forschung und Entwicklung von Datenbrillen in der manuellen Kommissionierung. Neben der Optimierung bestehender Systeme, ist natürlich die sichere und gesunde Arbeitsweise in der Logistik im Fokus unserer Forschung.



ICM Tag 2023 - Future Mobility Open Labs

Interdisziplinäre Spitzenforschung am InnovationsCampus für die Mobilität der Zukunft (ICM) – wir haben zwei aktuelle ICM-Forschungsprojekte vorgestellt. Das Gemeinschaftsprojekt „INDU4 - Coop_AGV“ von IFT und IFL beschäftigt sich mit der Interaktion verschiedener FTF durch ein modulares Framework. Im Projekt „IC10 - RoboKoop“ erarbeitet das IFT gemeinsam mit robomotion.GmbH eine automatische Kommissionierzelle, in der fahrerlose Transportfahrzeuge (FTF) einen stationären Roboter flexibel mit Paletten versorgen.





LabTour 2023 | Studierende besuchen das IFT

An unserer LabTour durch die Hallen der Institute IFT, IFU und IfW haben rund 50 Masterstudierende teilgenommen! Unsere Wissenschaftler:innen gaben Einblicke in die Forschungstätigkeiten und informierten zu den Spezialisierungen. Bei Hot Dogs, Getränken und Cocktails gab es genügend Zeit zum Kennenlernen.



Launch Event - Agile Production Simulation

Mit der Agile Production Simulation von fischertech können Produktionsabläufe auf kleinstem Raum detailliert nachgebildet werden. Die Vorstellung der modularen Fabriksimulationsanlage fand im passenden Produktionsumfeld ARENA2036 statt. Im Gespräch mit Regio TV Stuttgart erläuterte Professor Robert Schulz, warum die neue Lernfabrik „Agile Production Simulation“ ein spannendes Tool für die Lehre ist!



Konferenz WIRE&CABLE 2023, Mailand

Auf der internationalen Konferenz WIRE&CABLE 2023 stellten Experten aktuelle Entwicklungen in der Draht- und Kabelindustrie vor. Wendel Frick aus unserem Seilteam präsentierte die Forschungen des IFT zur Seillebensdauer. In Gesprächen und Diskussionen wurden Innovationen und Perspektiven der Branche erörtert. Nette Leute, spannende Themen und nicht zuletzt die Location machten die Konferenz zu einer gelungenen Veranstaltung: Tagungsort war der historische Palazzo Giureconsulti in der Nähe des Mailänder Doms.



Sammlungsnetzwerk der Universität Stuttgart besucht Computermuseum

Wir haben im Rahmen des Treffens „Sammlungsnetzwerk der Universität Stuttgart“ das Computermuseum der Informatik auf dem Campus Vaihingen besucht. Das Museum erzählt die faszinierende 350-jährige Entwicklung der Computer: von der Rechenmaschine von Wilhelm Schickard über den wohl ältesten in Deutschland noch im laufenden Einsatz befindlichen Magnettrommelrechner LGP 30 bis zur heutigen Digitalisierung.

Logistics Meet-up@Würth

Unter dem Titel „Logistics Meet-up@Würth – Menschen. Innovationen. Erfolge“ haben Thomas Scherner, Christian Würth und Jörg Becker die 150 Teilnehmenden der Regionalgruppenveranstaltung der Bundesvereinigung Logistik begrüßt. Daniel Mezger, IFT-Logistikteam, konnte sich über neueste Entwicklungen und innovative Technologien in der Intralogistik informieren. Die Teilnehmenden besichtigten die Logistik sowie das neue Innovationszentrum CUR!O. Die Fachvorträge boten interessante Einblicke in die Praxis und regten zum Austausch an.



Gastvortrag in der Vorlesung „Methoden und Strategien in der Logistik“

Referentin Friederike Bohm (Friederike Bohm Consulting) erläuterte, wie KI-gestützte Anwendungen und Tools den Menschen bei der täglichen Arbeit unterstützen. Sehr anschaulich und mit Live-Demonstrationen beschrieb Frau Bohm ihren persönlichen Einstieg und ihre Erfahrungen mit KI für verschiedenste Anwendungsbeispiele. Sie ermunterte die Studierenden, sich mit KI-Anwendungen vertraut zu machen und diese einzusetzen.

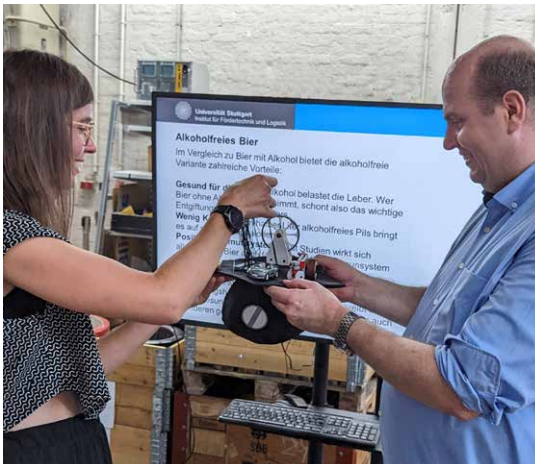


IFT-Weihnachtsfeier 2023

Alle Jahre wieder... treffen wir uns mit ehemaligen Kolleg:innen und Gästen zur Weihnachtsfeier in unserer Logistikhalle. Bei Glühwein und Punsch gab Professor Schulz einen kurzen Rückblick über die Veranstaltungen und Projekten des Jahres 2023. Unser perfekt eingespieltes ‚Catering-Team‘ mit Olivera, Daniel und Paul versorgte alle bestens mit Flammkuchen und Tiramisu.



DOKTORFEIER



Bilder oben u. links unten: Vor der Überreichung des Doktorhuts waren noch einige Aufgaben zu bewältigen. Bild unten rechts: R. Schulz, M. Schröppel, K.-H. Wehking, H.-C. Reuss, W. Günthner (v.l.n.r.)

Dissertation

Systematische Entwicklung und Prototypenrealisierung von neuartigen zukünftigen Generationen fahrerloser Transportfahrzeugen und deren Komponenten für den innerbetrieblichen Transport

Die Arbeit berichtet über Forschungen und Entwicklung im Bereich der Fahrerlosen Transportsysteme. Diese sind flurgebundene Fördersysteme mit automatisch gesteuerten Fahrzeugen, deren primäre Aufgabe der Materialtransport in innerbetrieblichen Logistik- und Produktionssystemen ist. Zu Beginn der Arbeit wird die historische Entwicklung der Fahrerlosen Transportsysteme und deren Marktdurchdringung beschrieben. Heute haben Fahrerlose Transportfahrzeuge in der Logistik einen besonderen Stellenwert, da sie wesentlich zur Automatisierung in allen Bereichen der innerbetrieblichen Logistik im Bereich der Transport und Handhabungsfunktionen beitragen.

Um weitere Entwicklungen anzustoßen und damit die Marktdurchdringung weiter zu erhöhen beschäftigt sich die Arbeit im Kern mit verschiedenen systematischen Neuentwicklungen und der dafür notwendigen Forschung im Bereich der Fahrzeuge, Komponenten und Systemen von Fahrerlosen Transportfahrzeugen vor allem um die Kosten der Systeme deutlich zu senken (z.B. Reduzierung der Fahrzeugkosten von 100.000€ bis 150.000€ auf 30.000€ für ein Fahrerloses Transportsystem für den Palettentransport und deren Handhabung).

Dies wird an einer Reihe von Beispielen, wie dem automatischen Transport von Kleinladungsträgern (Projekt KaTe), dem sogenannten Doppelkufensystem zum Transport und der Handhabung von Paletten, dem Riegel-FTF zum Transport von Regal- und Warenkorbgestellen, dem Groß-FTF

der mobilen Montageinsel für zukünftige nicht getaktete Automobilproduktionen und dem FTF Scooty als modulare Transportplattform dargestellt. Im Rahmen der Arbeit hat sich gezeigt, dass eine neue Kategorisierung der Fahrzeuge in zukünftig drei Funktionsklassen, sinnvoll wäre. Diese drei Funktionsklassen sind:

- **Monofunktionale FTF**
Konzipiert um eine konkrete einzelne Aufgabe zu erfüllen, verfügen nicht über komplexe variable Lastaufnahmeeinrichtungen, Sensorik und Navigationstechnik ist auf ein Minimum reduziert.
- **Multifunktionale FTF**
Können sich z.B. durch variable Lastaufnahmemittel an verschiedene Aufgaben anpassen, verfügen über komplexe Sensorik, Sicherheitstechnik, Navigationstechnik etc.
- **Modulare FTF**
Lassen sich in Form eines Baukastensystems individuell gestalten und so an verschiedene Aufgaben anpassen.

Mit dieser neuen Kategorisierung könnte die alte Definition von Fahrerlosen Transportsystemen der VDI Richtlinie 2510 ersetzt werden. Durch diese Umstrukturierung können zukünftigen Entwicklungen Fahrerloser Transportfahrzeuge und damit Transportsysteme zielgerichteter auf verschiedene Anwendungsbereiche funktional angepasst und somit, wie an Beispielen in dieser Arbeit gezeigt, Kosten gesenkt werden.

Schröppel, Markus

Universität Stuttgart, Dr.-Ing. Dissertation 2023

Hauptberichter: Univ.-Prof. (i.R.) Dr.-Ing. Dr. h. c. Karl-Heinz Wehking

Mitberichter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz

Mitberichte: Univ.-Prof. (i.R.) Dr.-Ing. Willibald Günthner | Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss

Veröffentlichungen

A. Bozkurt, C. Fries, T. Tasci, U. Leberle, und D. Kessler: „Cyber-Physical-Systems for Fluid Manufacturing Systems“ in Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023, D. Herberger, M. Hübner, und V. Stich, Hrsg., in Proceedings of the Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023. 2023, S. 640–653. doi: <https://doi.org/10.15488/13484>

A. Bozkurt, R. Schulz: „Asset Administration Shell and Knowledge Graph-based Production Logistics Planning in Fluid Manufacturing Systems“ Logistics Journal: referierte Veröffentlichungen, Vol. 2023. Doi. 10.2195/lj_proc_bozkurt_en_202310_01. [Online]: <https://www.logistics-journal.de/archive/proceedings/2023/5806>

A. Bozkurt, K. Schneider, F. Schneider, S. Loy, J.-E. Jung, R. Schulz: „Untersuchung der 5G Indoor-Lokalisierung in der Intralogistik“ Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2023. Doi. 10.2195/lj_proc_bozkurt_de_202310_01. [Online]: <https://www.logistics-journal.de/archive/proceedings/2023/5815>

C. Brenner, C. Enke, P. Schumacher, M. Schröppel, R. Schulz, K. Furmans: „Decentralized Collaborative Transport in Heterogeneous Robot Fleets Through Four Levels of Communication based on Omni-Curve-Parameters“ Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2023. DOI: 10.2195/lj_proc_brenner_en_202310_01. [Online]: <https://www.logistics-journal.de/archive/proceedings/2023/5816>

C. Brenner und M. Schröppel: „Flexibler Warentransport mit fahrerlosen Transportsystemen“. In: Der Lebensmittelbrief Ernährung Aktuell Ausgabe Juli/August 2023. ISSN 1866-6787

M. Hofmann, R. Schulz: „Einlauf- und Alterungseffekte von Flurförderzeugrädern mit Polyurethanbandage“. Logistics Journal: Proceedings, Vol. 2023. DOI: 10.2195/lj_proc_hofmann_de_202310_01. [Online]: <https://www.logistics-journal.de/archive/proceedings/2023/5814>

J. Keller, F. Stegmaier, und S. Hecht: „Faserseile – neue Methoden der Ablegereifeerkennung“, in 31. Internationale Kranfachtagung 2023 - Digitalisierung, Innovation, Produktsicherheit, J. Scholten, Hrsg., in 31. Internationale Kranfachtagung 2023 - Digitalisierung, Innovation, Produktsicherheit. Selbstverlag der Ruhr-Universität Bochum, Mai 2023, S. 89–98.

L. Mauch, K. Walz, F. Otteny, D. Pflieger: „Plattform für einen sektorenübergreifenden Austausch von Transport- und Energiedaten“, *ATZ-Automobiltechnische Zeitschrift*, 12/2023, S.70–74. [Online]: <https://link.springer.com/article/10.1007/s35148-023-1701-6>

R. Noortwyck, R. Berner: „Ansätze für eine KI-basierte Reihenfolge-optimierung von Shuttle-Lager am Beispiel des Gebhardt StoreBiter® OLS X“, *Materialflusskongress 2023*

R. Noortwyck, R. Schulz: „Durchsatzsteigerung in Lagersystemen durch KI“, *Jahrbuch Logistik 2023*, S. 58–61, Herausgeber: unikat Werbeagentur GmbH, ISBN 978-3-947135-10-3

R. Noortwyck, R. Schulz: „Forschungsbericht: Entwicklung eines bidirektionalen Robotersystems zur Erhöhung des Durchsatzes mittels KI gestützter Materialfluss-Steuerung – Entwicklung eines Deep Reinforcement Learning-Agenten zur Optimierung eines bidirektionalen Robotersystems“, 2023

R. Schulz: *Auftragsmanagement in Netzwerken – Supply Chain Management + JIT*. In: Riedel, O., Hölzle, K., Schlund, S. (eds) *Handbuch Unternehmensorganisation*. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-642-45370-0_35-1, S. 1–21. Verfügbar: https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-45370-0_35-1

R. Schulz, D. Korte, D. Pflieger: „Das Stuttgarter Logistik Modell als Beitrag für eine urbane Mobilität“. In: Proff, H. (eds) *Towards the New Normal in Mobility*. Springer Gabler, Wiesbaden, 2023. https://doi.org/10.1007/978-3-658-39438-7_45, S. 797-809. Verfügbar: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-658-39438-7_45

Vorträge

Bozkurt A.: Cyber-Physical-Systems for Fluid Manufacturing Systems. Conference on Production Systems and Logistics: CPSL 2023, 02.03.2023, Santiago de Querétaro, Mexiko.

A. Bozkurt: Asset Administration Shell and Knowledge Graph-based Production Logistics Planning in Fluid Manufacturing Systems. 19. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL). 26.09.2023, Technische Universität Dortmund.

A. Bozkurt: Untersuchung der 5G Indoor-Lokalisierung in der Intralogistik. 19. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL). 27.09.2023, Technische Universität Dortmund.

C. Brenner: Decentralized Collaborative Transport in Heterogeneous Robot Fleets Through Four Levels of Communication based on Omni-Curve-Parameters. 19. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL). 27.09.2023, Technische Universität Dortmund.

W. Frick: Benefit of a strain safety approach of steel wire ropes with respect to their service life prediction. Konferenz WIRE&CABLE, 16.10.2023, Mailand, Italien.

M. Hofmann: Einlauf- und Alterungseffekte von Flurförderzeugrädern mit Polyurethanbandage. Poster-Session, 19. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL). 26.09.2023, Technische Universität Dortmund.

D. Mezger D.: Datenbrillen in der manuellen Kommissionierung. A+A Kongress, 26.10.2023, Düsseldorf.

R. Noortwyck, R. Berner, Rafael: Ansätze für eine KI-basierte Reihenfolgeoptimierung von Shuttle-Lager am Beispiel des Gebhardt StoreBiter® OLS X; Materialflussskongress 23.-24.03. 2023, München.

D. Pfleger: Elektrifizierung des Stückgutverkehrs – Vorgehensweise zur virtuellen Elektrifizierung in einer Großstadt. Wissenschaftforum Mobilität 2023, 11.05.2023, Duisburg.

M. Schröppel: Forschungstrends aus der flexiblen Intralogistik. Fachforum: Flexibilität um jeden Preis? Fachmesse LogiMAT 2023, Stuttgart.

R. Schulz: Flexibel und intelligent – Intralogistik für die fluide Produktion. 09.05.2023, Logistikwerkstatt Graz, Österreich.

Gremienarbeit

Eisinger, Ralf:

- CEN/TC242/WG3(EN 12927)
Arbeitskreis Seile
- FSF-DIN Arbeitsausschuss Seilbahnen
- I.T.T.A.B. (Internationale Tagung der Technischen Aufsichtsbehörden)
- O.I.T.A.F. Studienausschuss Nr.II:
Eigenschaften und Prüfung der Seile

Frick, Wendel:

- EWRIS European Federation
Steel Wire Rope
- DIN Arbeitsausschuss „Drahtseile,
Seil-Endverbindungen und Anschlagseile“
- VDI Fachausschuss FA629
„Seilschwingungen“

Hecht, Stefan:

- OIPEEC Management Committee
- European Association of Rope, Twine
and Netting (EUROCORD)
- European Federation of Steel Wire
Rope Industrie (EWRIS)
- Lenkungsausschuss Krane
- VDI Fachausschuss 304 „Krane“
- ISO TC 96/ SC 3/ WG 3 + WG 4
- ISO TC 38 WG21 Faserseile
- CEN/TC 136/WG5 Mountaineering
and Climbing Equipment
- UIAA - International Climbing and
Mountaineering Federation –
Safety Commission
- Erfahrungsaustauschkreis PSA (EK8)
- VG11 – Notified Bodies PPE

Keller, Johannes:

- IEA Wind Energy Task 48 WG3/WG4

Noortwyck, Ruben:

- VDMA Arbeitskreis „Simulation und
Visualisierung im Produktlebenszyklus“

Pfleger, David:

- Befestigungselemente für Wechsel-
behälter in der urbanen Logistik
(RLDV & BdKEP)

Schröppel, Markus:

- Vorstand des Intralogistik Netzwerkes
Baden-Württemberg
- INBW Fachausschuss Wissenschaft
- Beirat „Hebezeuge Fördermittel“,
Fachzeitschrift für Technische Logistik

Schulz, Robert:

- OIPEEC Management Committee
- Wissenschaftliche Gesellschaft
für Technische Logistik e.V. (WGTL)
- Mitglied in der Fachjury LogiMAT
„Bestes Produkt“

Institutsleitung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz

Dr.-Ing. Markus Schröppel (Stellvertr. Institutsleiter)
Daniel Mezger, M.Sc. (Akademischer Rat)

Kontakt Institut:

Tel.: +49 711 685-83771

Mail: sekretariat@ift.uni-stuttgart.de

Verwaltung

Claudia Gömann-Preuß
Katrín Köstler (bis 31.10.2023)
Teresa Smolcic (ab 01.01.2024)

Sekretariat

Martina Fuchs

Studienangelegenheiten

Dipl.-Ing. (FH) Gudrun Willeke

Seiltechnologie

Dipl.-Ing. Stefan Hecht

Wiss. Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Ralf Eisinger
Dennis Fischer, M.Sc. (ab 01.07.2023)
Benedikt Franck, M.Sc. (bis 30.04.2023)
Wendel Frick, M.Sc., SFI
Johannes Görres, M.Sc. (ab 01.01.2023)
Johannes Guter, M.Sc. (ab 15.02.2023)
Dominik Herrmann, M.Sc. (bis 31.12.2023)
Johannes Keller, M.Sc.
Franziska Stegmaier, M.Sc. (ab 18.05.2023)
Marco Testa, M.Sc. (bis 30.09.2023)

Sekretariat

Teresa Smolcic

**Maschinenentwicklung und
Materialflussautomatisierung**

Dr.-Ing. Markus Schröppel

Wiss. Mitarbeiter

Carolin Brenner, M.Sc.

Dipl.-Ing. André Colomb (bis 30.04.2023)

Dr.-Ing. Matthias Hofmann

Jonas Nölcke, M.Sc.

Sekretariat

Martina Fuchs

Logistik

David Pflieger, M.Sc. (bis 31.12.2023)

Ruben Noortwyck, M.Sc. (ab 01.01.2024)

Wiss. Mitarbeiter

Laura Blumhardt, M.Sc. (Elternzeit)

Ali Bozkurt, M.Sc.

Manuel Hagg, M.Sc. (bis 30.11.2023)

Funing Li, M.Sc. (ab 01.11.2023)

Daniel Mezger, M.Sc.

**Master:Online Logistikmanagement
Studiengangsmanagement**

Dipl.rer.com Silke Hartmann

Dipl.-Päd. Živile Menzel

Isabell Schmidt, B.A. (bis 28.02.2023)

Technische Dienste

Joachim Hettich (IT-Service)

Ralph Koberstein (vorm. Möhrke) (Elektrotechnik)

Dipl.-Ing (FH) Samuil Bakschan (Prüf-Ing.)

Rainer Eckert (Werkstatt)

Peter Scherer (Werkstatt)

IFT-TEAM

Herausgeber:

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik und Logistik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz

Holzgartenstraße 15 B
70174 Stuttgart

Kontakt:

Telefon +49 711 685 83771
sekretariat@ift.uni-stuttgart.de
www.ift.uni-stuttgart.de



Autoren:

Die jeweiligen Autoren werden
am Ende eines Beitrags genannt.

Gestaltung und Umsetzung:

Dipl.-Ing. (FH) Gudrun Willeke

Bildquellen:

Alle Bilder © IFT, falls nicht anders vermerkt

Druck:

Primus international printing GmbH
www.primus-print.de

Februar 2024, Stuttgart

IMPRESSUM

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik und Logistik
Holzgartenstraße 15 B
70174 Stuttgart

Telefon +49 711 685-83771
sekretariat@ift.uni-stuttgart.de
www.ift.uni-stuttgart.de