

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik
und Logistik

MAGAZIN



AUSGABE 2025

MAGAZIN

DES INSTITUTS FÜR FÖRDERTECHNIK UND LOGISTIK (IFT)

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

www.ift.uni-stuttgart.de

Februar 2025





7

TECHNISCHE LOGISTIK

Simulation, Optimierung von Logistikprozessen und -komponenten, Materialfluss-automatisierung



22

SEILTECHNOLOGIE

Zerstörungsfreie Seiltechnologie, Forschung im Bereich zerstörende Seilprüfung, Prüflabor für PSAgA



38

VERANSTALTUNGEN | EVENTS | HIGHLIGHTS

Promotionen am IFT, Events, Messen und Konferenzen

INHALT

4 EDITORIAL

7 TECHNISCHE LOGISTIK

- 7 Millimetergenaues Positionstracking von fahrerlosen Transportfahrzeugen
- 10 Zustandsüberwachung von Rollenketten im Betrieb
- 12 Rollverlust von Flurförderzeugrädern
- 14 Harmonisierte und dezentrale Produktions- und Logistikregelung:
Eine Lösung für KMU in volatilen Märkten
- 16 Entwicklung effizienter KI-basierter Lagerstrategien
- 18 REALIST – Reallabor zur beschleunigten Elektrifizierung des urbanen
Logistikverkehrs in Stuttgart
- 20 ReKoWi – Zirkuläre Produktion urbaner Mobilitätslösungen –
Potentialanalyse E-Scooter

22 SEILTECHNOLOGIE

- 22 Zerstörungsfreie Seilprüfmethoden
- 24 Prüfen von Seilanlagen
- 26 Ausdehnungskoeffizient von Seildraht verschiedener Festigkeit unter Zugbelastung
- 29 Seiltechnik – Seminare & Workshops
- 30 Prüflabor für Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA)

32 STUDIUM

- 32 Studieren am IFT

36 WEITERBILDUNGSANGEBOT

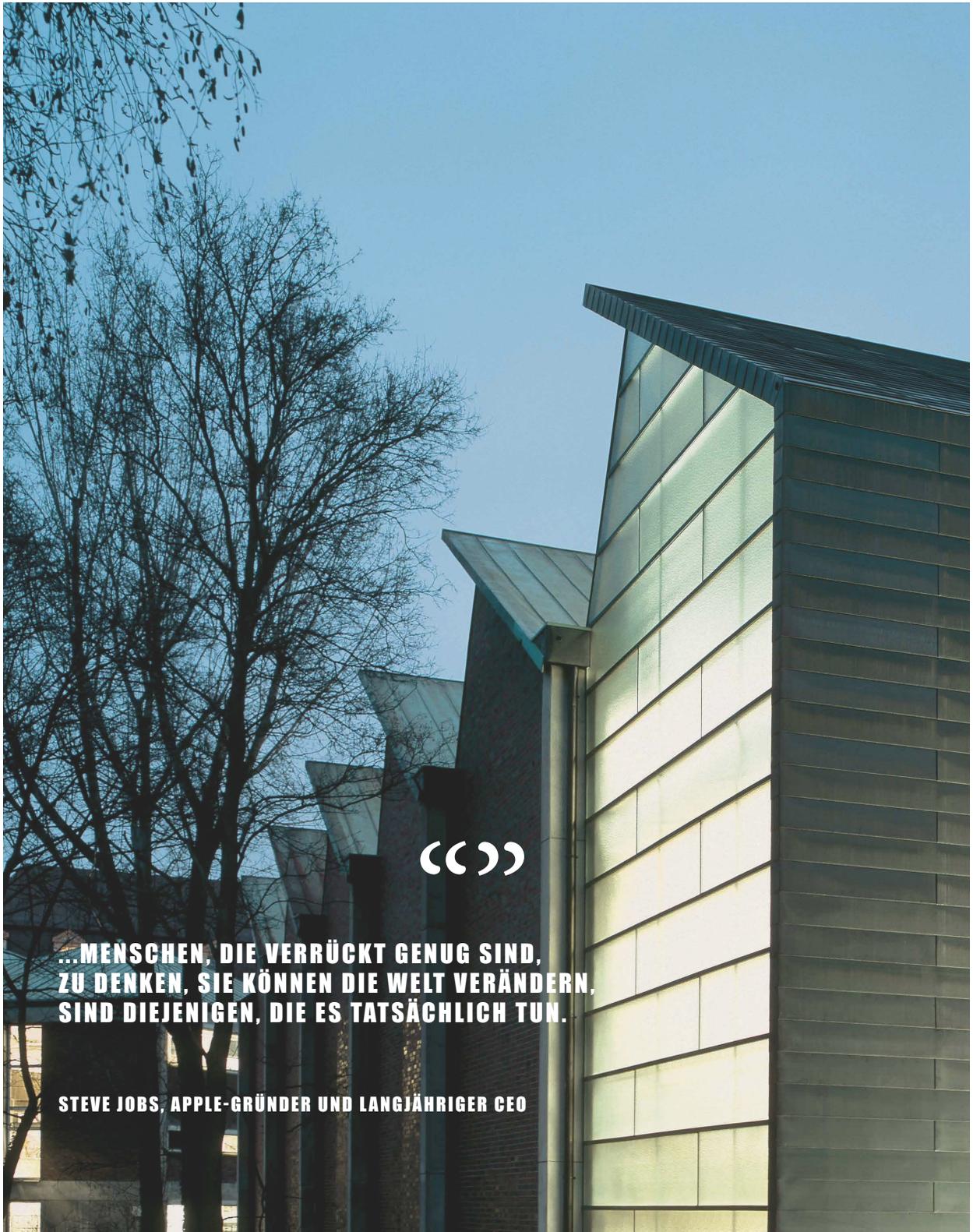
- MASTER:ONLINE Logistikmanagement

38 VERANSTALTUNGEN

- 38 Promotionen
- 42 Events | Highlights
- 48 Konferenzen | Fachmessen | Workshops

51 DATEN & FAKTEN

- 51 Vorträge
- 52 Veröffentlichungen
- 54 Fachgremien
- 55 Kontakte
- 56 Impressum



«»

**... MENSCHEN, DIE VERRÜCKT GENUG SIND,
ZU DENKEN, SIE KÖNNEN DIE WELT VERÄNDERN,
SIND DIEJENIGEN, DIE ES TATSÄCHLICH TUN.**

STEVE JOBS, APPLE-GRÜNDER UND LANGJÄHRIGER CEO



Bild: @marcus_krueger

Professor Robert Schulz, Institutleiter

LIEBE LESERINNEN UND LESER,

in volatilen Zeiten lernen wir, mit schwankenden, unbeständigen und sogar sprunghaft wechselnden Bedingungen zu leben. Politische Einflüsse wie die Regierungswechsel in Deutschland und den USA sowie Haushaltsdebatten beschäftigen die Menschen in Deutschland, die Wirtschaft und nicht zuletzt auch die Wissenschaft. Industrie und Wirtschaft in Deutschland hängen gerade durch – die Rezession ist allgegenwärtig. Disruptiv wirken vor allem schwer vorhersehbare Ereignisse wie Kriege und klimabedingte Naturkatastrophen. Hochwasser, Trockenheit und Waldbrände in Europa und Deutschland werden zur Regel.

Das Zitat von Steve Jobs soll uns daran erinnern, insbesondere in der Forschung mutig zu sein, neue, innovative Ideen und Projekte zu generieren. Ganz im Gegenteil – diese unsicheren Zeiten erfordern genau dies, nämlich Mut! Besonders die Wissenschaft und Forschung in Deutschland soll-

te hierbei eine Vorreiterrolle einnehmen. Wie können wir durch Wandelbarkeit, Flexibilität, Nachhaltigkeit und Resilienz mehr Stabilität in diesen volatilen Zeiten, die durch einen stetigen Wandel geprägt sind, ermöglichen? In der Logistik sind flexibel einsetzbare fahrerlose Transportfahrzeuge oder die Nutzung von Künstlicher Intelligenz Antworten auf Veränderungen. Neue Seilstrukturen ermöglichen neben weiteren positiven Eigenschaften eine Verbesserung der Nachhaltigkeit.

Welche konkreten Forschungsfragen sich unser Institut 2024 gestellt und bearbeitet hat, können Sie diesem Magazin 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 Frühjahr 2024 standen wieder zentrale Messen und Konferenzen der Logistik und der Seiltechnik auf dem Programm. Die alljährliche Logistikmesse LogiMAT hat wieder zahlreiche Besucherinnen und Besucher sowie Ausstellerinnen und Aussteller nach Stuttgart gelockt. Wir waren mit einem eigenen Stand und Beiträgen im LogiMAT-Forum vertreten. Ebenso durften wir zum ersten Mal am LogiMAT-Campus, einer Plattform für zukünftige Logistikerinnen und Logistiker, teilnehmen. Der persönliche Austausch mit den Besuchern, Kunden und Interessierten war sehr inspirierend und hat allen Beteiligten viel Spaß bereitet. Kurz darauf folgte die wichtigste Konferenz in der Seiltechnik, die OIPEEC Conference 2024 der International Organization for the Study of Rope. Mit mehreren Vorträgen haben wir uns an der erfolgreichen Konferenz vor einer atemberaubenden Kulisse am Gardasee beteiligt.

In 2024 durfte ich gleich drei Doktorhüte überreichen. Dr.-Ing. Carolin Brenner, Dr.-Ing. David Pflieger und Dr.-Ing. Manuel Hagg haben ihre Prüfungen mit Erfolg bestanden. Herzlichen Glückwunsch zu diesem besonderen Ereignis!

Anfang Juli haben wir zum zweiten Mal unser Alumni-Treffen veranstaltet und durften viele ehemalige Weggefährtinnen und Weggefährten des IFT bei uns in Stuttgart begrüßen. Über euer Kommen haben wir uns sehr gefreut. 2025 werden wir das Alumni-Treffen fortsetzen und freuen uns, eine kontinuierliche Veranstaltungsreihe zu etablieren. Im Vorfeld des Alumni-Treffens haben wir unseren neuen Verein „Netzwerk Technische Logistik Stuttgart e.V.“ ins Leben gerufen. Mit diesem wollen wir den Austausch zwischen Forschung, Industrie und Lehre fördern und den Netz-

werkgedanken etablieren und fortsetzen. Sollten Sie Interesse an unserem Verein haben, sprechen Sie uns gerne an!

Veränderungen konnte man auch bei der personellen Besetzung am IFT feststellen. Mit Dr.-Ing. Carolin Brenner, Dr.-Ing. Markus Schröppel und Dr.-Ing. David Pflieger haben uns drei erfahrene und langjährige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter verlassen. Wir bedanken uns ganz herzlich für eure Unterstützung und wünschen euch auf eurem neuen beruflichen Weg alles Gute. Mit Domenic Schmidpeter und Lukas Karzel haben wir zwei neue Mitarbeiter gewinnen können und freuen uns sehr, dass ihr Teil unseres Teams seid und den Weg in die Wissenschaft gefunden habt!

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

Bei unseren Kunden und Projektpartnern bedanke ich mich für die gute, teilweise langjährige Zusammenarbeit und das 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

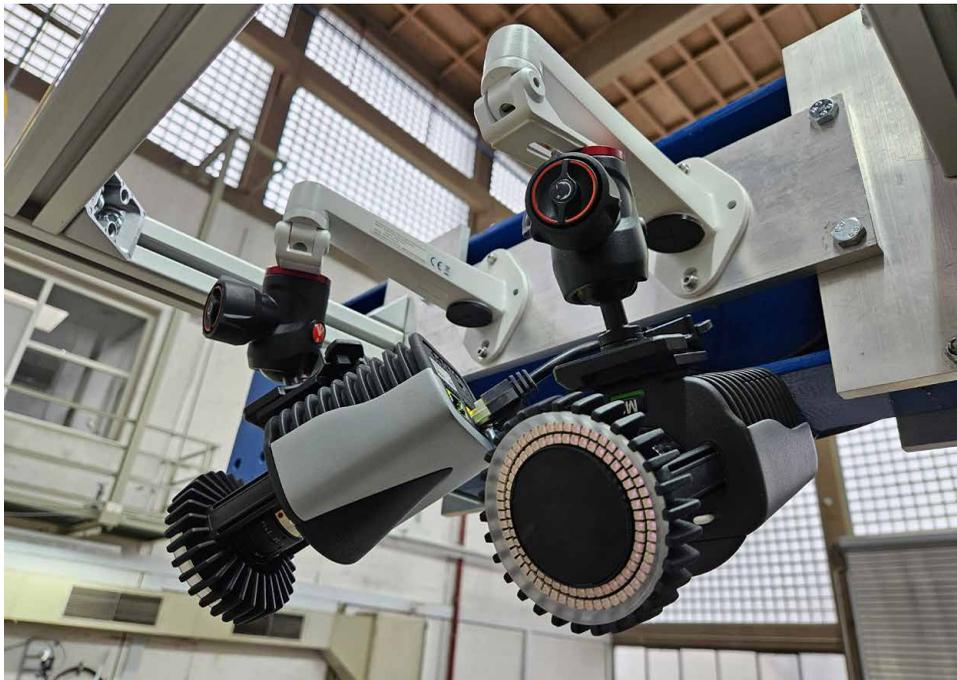


Institutsleiter

MILLIMETERGENAUES POSITIONS-TRACKING VON FAHRERLOSEN TRANSPORTFAHRZEUGEN

In der Logistik-Versuchshalle am IFT wurde dieses Jahr ein kamerabasiertes Trackingsystem von Qualisys installiert. Mit 12 Kameras kann die Position von fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) mit über 100 Hz gemessen werden. Das ermöglicht es, die Fahreigenschaften und -genauigkeiten präzise zu untersuchen. Das ICM-Verbundprojekt wurde in Zusammenarbeit

mit dem IFL des Karlsruher Institut für Technologie durchgeführt, das ebenfalls ein System mit 12 Kameras erhielt. In dem sogenannten markerbasierten Tracking werden kleine Kugeln auf dem zu messenden Objekt aufgebracht. Die Kameras senden Infrarotlicht aus, welches von den Kugeln reflektiert und von den Kameras wieder eingefangen wird. Wenn mindestens zwei der Kameras



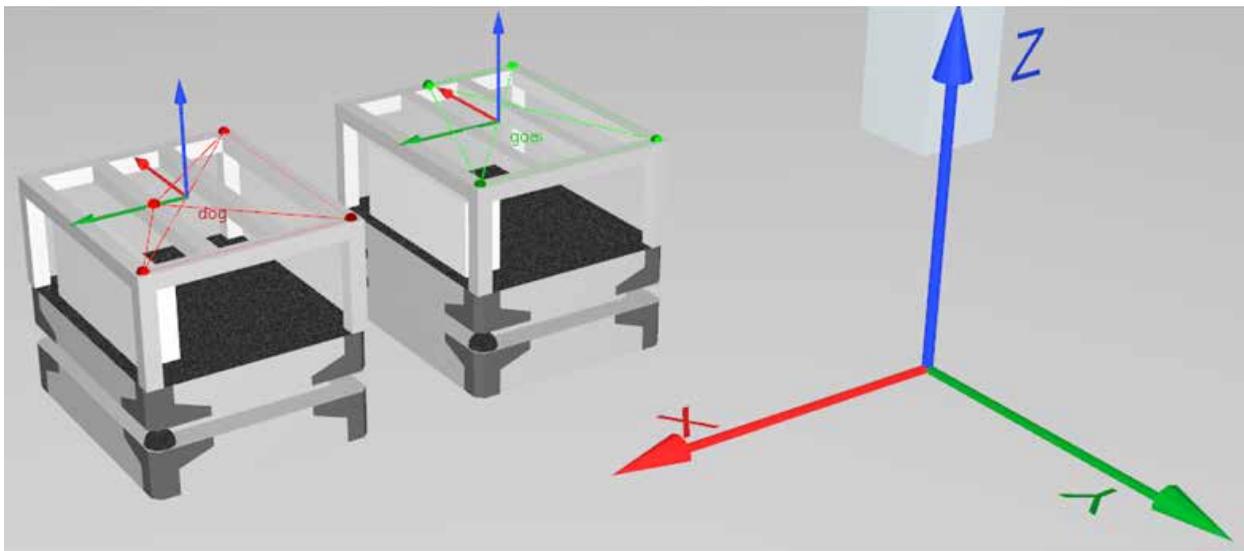
Zwei der 12 Kameras in der Logistik-Versuchshalle

die Kugel sehen können, kann die Position der Kugel im Raum bestimmt werden. Mit mindestens drei Kugeln auf einem Objekt kann dadurch auch die Position und Ausrichtung des Objekts im Raum ermittelt werden.

Die 12 Kameras ermöglichen es, dass in einer Fläche von ca. 10 m x 8 m Objekte getrackt wer-

den können. Dafür ist bei einer Veränderung der Kamerapositionen und bestmöglich an jedem neuem Messtag zunächst eine Kalibrierung des Systems durchzuführen. Ein L-förmiger Rahmen, auf dem Kugeln aufgebracht sind, wird an gewünschter Stelle in den Raum gelegt und legt die Position und Ausrichtung des in der Messung verwendeten

Koordinatensystems fest. Mit einem T-förmigen Stab, an dessen Enden sich ebenfalls Kugeln befinden, muss anschließend der zu messende Raum abgegangen werden. Dieser Vorgang dauert bei einer Kalibrierung der kompletten Fläche ungefähr drei Minuten. Anschließend wird vom Messprogramm ein Bericht über die Genauigkeit der Kalibrierung



Die beiden Karis FTF in der Halle (unten Mitte) und in der Aufnahmesoftware (oben rechts) und eine der 12 Kameras (unten rechts)

ausgegeben und das System ist einsatzbereit.

Am IFT stellt die Verbundfahrt fahrerloser Transportfahrzeuge einen Forschungsschwerpunkt dar. Dabei transportieren mehrere FTF zusammen ein Objekt. Ziel ist es, dass FTF damit flexibler eingesetzt werden können. FTF, die sonst vergleichsweise kleine und leichte Objekte transportieren, können sich im Bedarfsfall zusammenschließen und gemeinsam größere und schwerere Objekte transportieren. Die dafür sonst benötigten großen FTF können damit eingespart werden, was die benötigte Anzahl und Varianz der FTF verringert und die Kosten senkt. Insbesondere für KMU senkt das die Hürden, FTF in ihren Betrieben einzusetzen. Ebenso gewinnen Verbundfahrten von FTF mit mobilen Handlingrobotern an Relevanz, welche die gleichen Herausforderungen mit sich bringen.

Eine der Herausforderungen ist es, dass die Fahrzeuge während einer Verbundfahrt die gleichen Abstände und Ausrichtungen zueinander bewahren. Durch Bodenunebenheiten, Fertigungstoleranzen, Verschleiß, Latenzen in der Steuerung und Schlupf fahren die Fahrzeuge nicht perfekt ihre Trajektorien ab. Die Fahrzeuge können damit ohne Regelung nicht ihre Abstände und Ausrichtungen zueinander einhalten. Je nach Szenario droht damit ein Auseinanderdriften der Fahrzeuge und ein Herunterfallen des transportierten Guts, erhöhter Verschleiß der Fahrzeuge

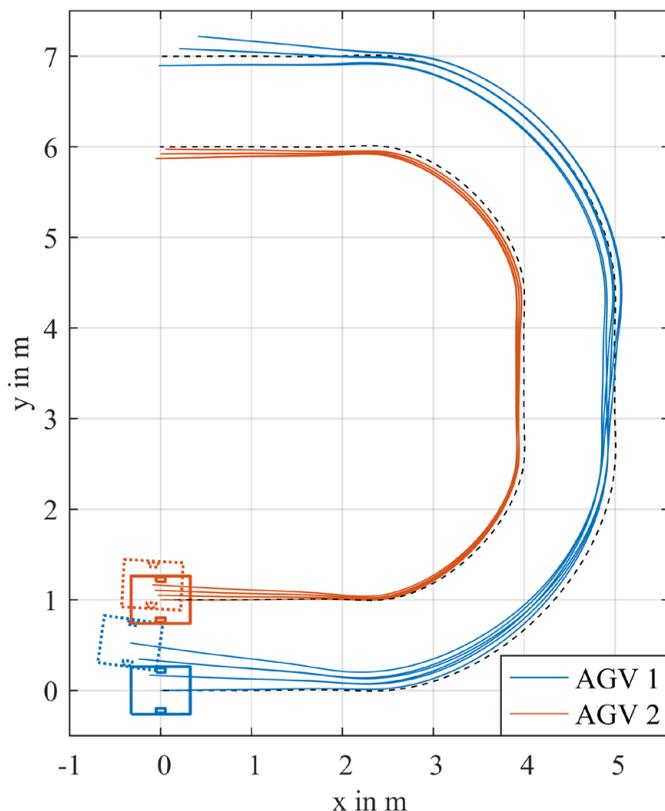
durch Zwangskräfte und Probleme bei der Interaktion von mobilen Handlingrobotern mit Objekten auf anderen Fahrzeugen.

Untersuchungen des Fahrverhaltens von FTF mit dem Kamerasystem zeigten teils starke Positionsdrifts. Die Abbildung unten zeigt das dreimalige vor- und zurückfahren einer U-förmigen Trajektorie mit zwei Karis-FTF ohne Positionsregelung. Die Fahrzeuge drifteten über die Zeit stark von ihrer Soll-Position ab. Diese und weitere Untersuchungen wurden im Logistics

Journal veröffentlicht und auf der WGTL 2024 in Dresden vorgestellt. Zukünftig soll die Fahrgenauigkeit unterschiedlicher FTF mit und ohne Positionsregelung untersucht werden.

Das Projekt wurde durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg im Rahmen des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft gefördert.

AUTOR | LUKAS KARZEL



Die Trajektorien zweier Karis FTF aufgenommen mit dem Kamerasystem

ZUSTANDSÜBERWACHUNG VON ROLLENKETTEN IM BETRIEB

AUTOR | JONAS NÜLCKE

Rollenketten spielen eine bedeutende Rolle als Antriebselemente in der Fördertechnik, aber auch als Basis von Förderketten in Stetigförderern. Allerdings gibt es bislang noch keine allgemeine Lebensdauergleichung für Stahlgelenkketten, die Auslegung erfolgt weitestgehend anhand von Erfahrungswerten. Gleichzeitig ist der Stand der Forschung zur Zustandsüberwachung sehr begrenzt. Das IFT erforscht mit dem institutseigenen Kettenverschleißprüfstand daher unter anderem, welche Sensoren sich zur Zustandsüberwachung

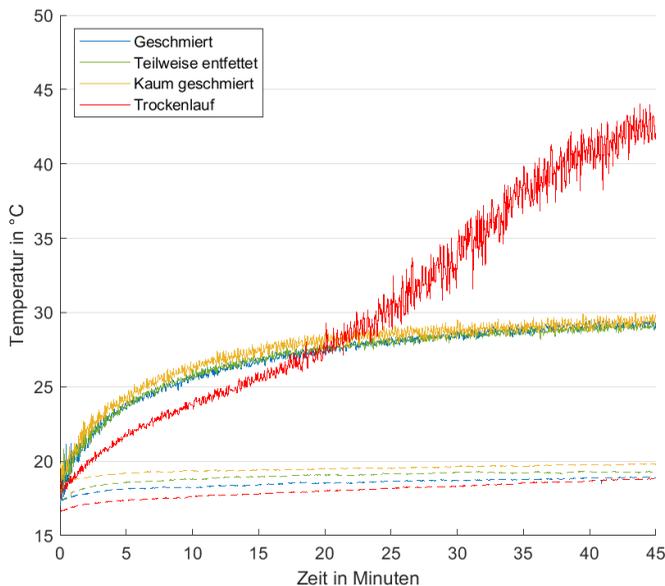
von Rollenketten während des Betriebs eignen. Auf dem Kettenverschleißprüfstand können Rollenketten mit bis zu 360 U/min betrieben und dabei mit einem Drehmoment von bis zu 600 Nm belastet werden. Ziel ist es, Sensoren zu identifizieren, die eine frühzeitige Erkennung von Schadensmerkmalen an Rollenketten ermöglichen. Neben dem Verschleißzustand ist hier auch von besonderem Interesse, ob die Kette aktuell ohne ausreichend Schmierstoff betrieben wird. Die Mangelschmierung wirkt sich verschleißbeschleunigend aus,

kann aber bei rechtzeitiger Erkennung durch vergleichsweise einfache Maßnahmen behoben werden.

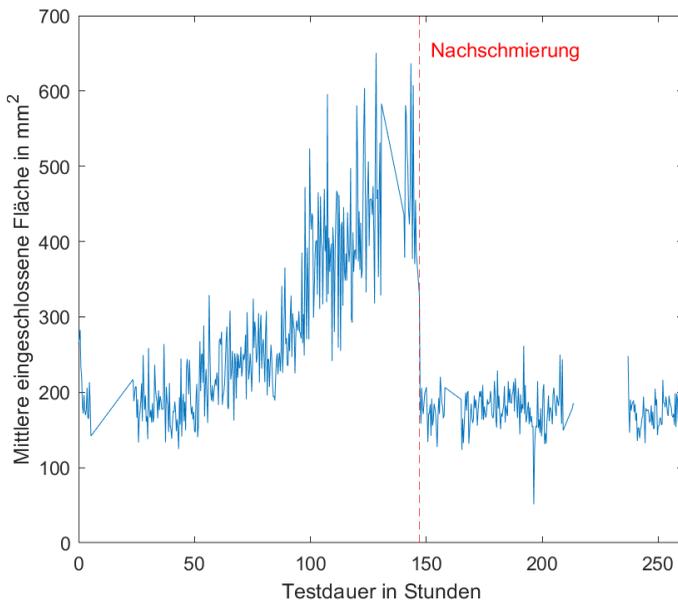
In Versuchen mit unterschiedlich stark verschlissenen Ketten sowie unterschiedlichen Schmierzuständen konnten bereits umfangreiche Erkenntnisse zur Zustandsüberwachung von Rollenketten gewonnen werden. Dabei wurden kontaktlose Temperatursensoren zur Messung der Kettentemperatur sowie eine neu entwickelte, kamerabasierte Überwachungsmethode zur berührungslosen



Temperaturmessung am Kettentrieb. Vor dem rechten Kettenrad ist der Messaufbau befestigt, zwei kontaktlose Temperatursensoren messen regelmäßig die Kettentemperatur, zwei Widerstandsthermometer messen zusätzlich die Umgebungstemperatur als Referenzwert.



Verlauf der Kettentemperatur einer neuwertigen Standardrollenkette über 45 Minuten. Der Trockenlauf führt hier zu einer deutlichen Zunahme der Kettentemperatur. Die gestrichelten Linien stellen die Umgebungstemperatur dar.



Kamerabasierte Messung der Lasttrumschwingungen im Langzeitversuch über 250 Stunden. Bis zum Nachschmieren der Ketten nach 147 Stunden kann eine deutliche Zunahme der Schwingungen beobachtet werden, die unmittelbar nach dem Schmiervorgang deutlich abnimmt.

Messung der Schwingungen des Kettentrums erprobt. Beide Messmethoden wurden hier hinsichtlich ihrer Eignung untersucht, den Verschleißfortschritt sowie den Schmierzustand von Rollenketten während des Betriebs zu erfassen. Die Erkenntnisse deuten auf eine gute Eignung der kontaktlosen Messung der Kettentemperatur zur Detektion von Mangelschmierung hin, wobei der Verschleißzustand die Kettentemperatur kaum beeinflusst.

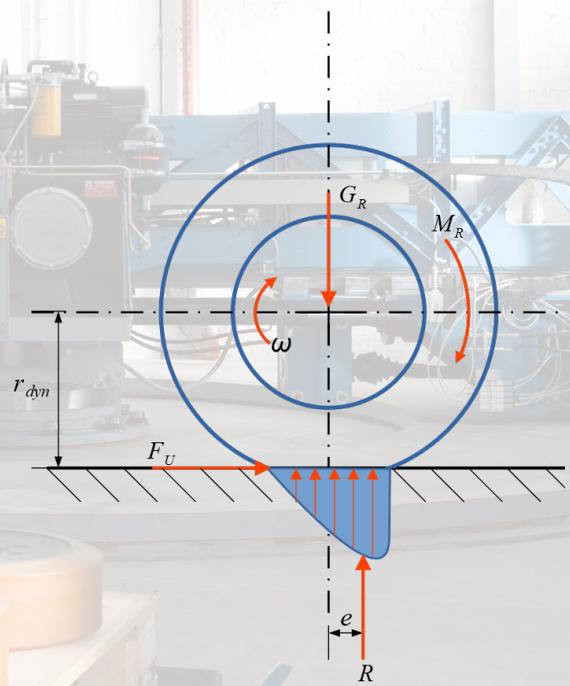
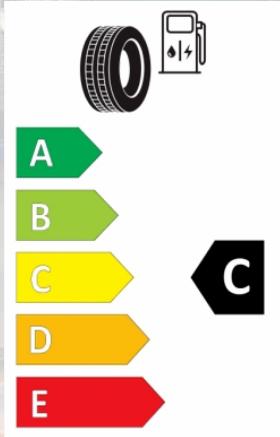
Mit der kamerabasierten Überwachungsmethode werden Hochgeschwindigkeitsaufnahmen während des Betriebs der Kette erzeugt. Mithilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen lassen sich die Konturen der Kette auf diesen Bildern ermitteln und so die zustandsabhängigen Schwingungen beschreiben. Sowohl fortgeschrittener Kettenverschleiß als auch Mangelschmierung führen zu Schwingungen im Lasttrum der Kette; die Kameraüberwachung ermöglicht es, diese sichtbar zu machen und quantitativ zu erfassen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen wurden im September 2024 auf der International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics MHCL 2024 in Wien vorgestellt.

In weiterführenden Untersuchungen wird über die bloße Detektion des Kettenzustands hinausgehend auch erprobt, wie die untersuchten Sensoren Instandhaltungsmaßnahmen initiieren können. Die permanente Überwachung der Ketten in Verbindung mit einem automatischen Kettenschmiersystem wird dabei zum selbsttätigen Auslösen der Schmierstoffzufuhr verwendet.

Damit ermöglichen die bisher gewonnenen Erkenntnisse, auch vor dem Hintergrund von Ressourcenschonung und hohen Kosten für Hochleistungsschmierstoffe, die Umsetzung einer bedarfsgerechten Minimalmengenschmierung.

AUTOR | JONAS NÖLCKE



ENERGIEEFFIZIENZ IM FOKUS – ROLLVERLUST VON FLURFÖRDERZEUGRÄDERN

Nicht nur im Straßenverkehr ist Effizienz gefragt, um im Hinblick auf die Ladezyklen von Elektrofahrzeugen (BEV) die Reichweiten zu erhöhen, sondern auch in der Intralogistik bei Flurförderzeugen. Der Rollwiderstand ist von zentraler Bedeutung, wenn es gilt, die Abrollgüte und die Effizienz eines Rades bzw. einer Rolle zu beurteilen. Der Energieverbrauch eines Fahrzeuges wird mitunter maßgeblich vom Rollwiderstand beeinflusst. Bei einem PKW werden je nach Fahrsituation zwischen ca. 20 bis 30% des gesamten Energiebedarfs dem Rollwiderstand zugeschrieben. Nicht zuletzt deshalb wird im Umfeld des Automobilsektors seit ca. 100 Jahren zu den physikalischen Vorgängen, die im Rollwiderstand resultieren, und Maßnahmen zu deren Reduktion geforscht.

Für den Bereich der Flurförderzeuge und deren Energieverbrauch ist der Rollwiderstand nicht minder relevant, wenngleich hier deutlich geringere Fahrgeschwindigkeiten vorliegen. Dennoch sind die Betriebsbedingungen und Anforderungen für Räder und Rollen in diesem Anwendungsgebiet nicht weniger anspruchsvoll.

Dezidierte experimentelle wissenschaftliche Untersuchungen zu Rädern mit Vollmaterialaufbelag aus Polyurethan existieren indes nur wenige und zugleich sind relevante Entwicklungen auf dem Gebiet der Polymerwerkstoffe zu verzeichnen. Jüngste Versuchsreihen am Radprüfstand des IFT zeigen, dass die einschlägigen Rollwiderstandstheorien nur von eingeschränkter Gültigkeit sind bzw. teilweise im Widerspruch zum Betriebsverhalten der Po-

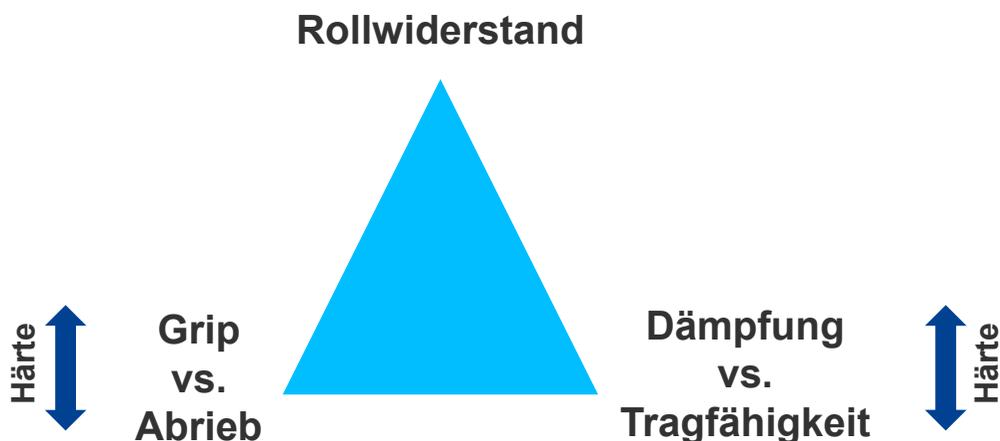
lyurethanbandagen stehen. Eine Übertragbarkeit der über viele Jahrzehnte für luftbefüllte Reifen gewonnenen Erkenntnisse ist demnach nicht per se gegeben und die aktuellen Ergebnisse offenbaren grundlegenden Forschungsbedarf. Untersucht wurde ein Testfeld an Probanden mit 15 unterschiedlichen Polyurethanspezifikationen mit der Raddimension 343 x 114 mm, was einer Standardabmessung für Gabelstapler entspricht. Für den vergleichenden Test wurde ein Spektrum des Härtegrades der Bandagen zwischen 85° und 95° Shore A herangezogen.

Für das gesamte Testfeld, absolut gesprochen, weisen gerade jene Belagswerkstoffe den geringsten Rollwiderstand auf, die lediglich über einen mittleren Härtegrad verfügen und zudem die höchste Verformung unter Last zeigen. Dies steht im Widerspruch zu einschlägigen Rollwiderstandstheorien und Ergebnissen auf dem Gebiet der luftbefüllten PKW-Reifen, bei denen mit höherem Innendruck und damit einhergehender größerer Steifigkeit und daraus resultierender geringerer Verformung, ein günstigerer Rollwiderstand erzielt werden kann. Während der Rollwiderstand in der klassischen Betrachtungsweise als eine der Bewegungsrichtung entgegengesetzt wirkenden Widerstandskraft angesehen wird, sind aktuelle Ansätze weitergehend und

sprechen von einem Rollverlust, der sich anhand der thermischen Verluste eines Reifens/Laufbelags bilanzieren lässt. Dennoch lassen sich auch vor diesem Hintergrund auf Basis des getesteten Materialportfolios keine allgemeingültigen Aussagen treffen. Vielmehr verdeutlichen die Ergebnisse erneut, dass sich das mechanische und thermische Betriebsverhalten von Vollmaterial-Polyurethanbandagen im Zusammenspiel sich teilweise gegenseitig beeinflussender Eigenschaften und der Betriebsparameter komplex darstellt.

Die bisherigen Untersuchungen kommen zum Ergebnis, dass das Maß der Verformung in der Kontaktzone des Laufbelages nicht per se als Indikator für eine entsprechend hohe Eigenerwärmung infolge des Walkens herangezogen werden kann. Vielmehr sind stark divergierende Energiebilanzen unterschiedlicher Werkstoffe zu verzeichnen, obgleich diese auf gleichem Niveau hinsichtlich des Rollwiderstandes liegen. Die gewonnenen Erkenntnisse und Ergebnisse nehmen wir zum Anlass, im Rahmen weitergehender Forschungsprojekte die energetischen Verluste und grundlegenden Zusammenhänge mit der Struktur und Ausprägung der Polyurethanwerkstoffe in Kombination zum Betriebsverhalten zu untersuchen.

AUTOR | MATTHIAS HOFMANN



Spannungsfeld der Anforderungen bei einer PU-Vollmaterialbandage

HARMONISIERTE UND DEZENTRALE PRODUKTIONS- UND LOGISTIKREGELUNG: EINE LÖSUNG FÜR KMU IN VOLATILEN MÄRKTEN

Moderne Fertigungs- und Montageprozesse erfordern eine kontinuierliche Anpassung der Materialflüsse an sich ändernde Rahmenbedingungen wie Produktindividualisierung, Nachfrageschwankungen oder begrenzte Ressourcen. Besonders betroffen sind variantenreiche Kleinserienfertigungen, wie sie für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) typisch sind. Diese sehen sich häufig mit kleinen Losgrößen, hoher Volatilität und der Herausforderung konfrontiert, schnell und kostengünstig auf Veränderungen zu reagieren.

Das Projekt "Harmonisierte und dezentrale Produktions- und Logistikregelung für KMU" (HaProLoK), das vom IFT und dem Kooperationsnetzwerk Moderne Produktion (KMP) der Hochschule Mannheim durchgeführt wird, entwickelt ein Konzept zur dezentralen, digitalen Steuerung von Produktions- und Logistikprozessen. Das Ziel ist, KMU eine praktikable Lösung an die Hand zu geben, die mit minimalem Aufwand umgesetzt werden kann. Die Robustheit und Anpassungsfähigkeit der Prozesse soll durch dezentrale Steuerungsprinzipien

verbessert werden. Hierfür wird ein Ansatz gewählt, der mit geringem Vernetzungsaufwand direkt über cyber-physische Systeme oder klassische Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme implementiert werden kann. Ein Beispiel ist die Integration von fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF) und die Unterstützung des Personals bei lokalen Belegungsentscheidungen. Der zu entwickelnde Regler muss einen geringen Daten- und Parameterbedarf aufweisen, robust gegenüber ungenauen Daten sein und damit den Aufwand für die Datenpflege minimieren. Diese Eigenschaften machen die Lösung besonders praktikabel für KMU, die mit begrenzten Ressourcen und in dynamischen, oft unvorhersehbaren Produktionsumgebungen arbeiten.

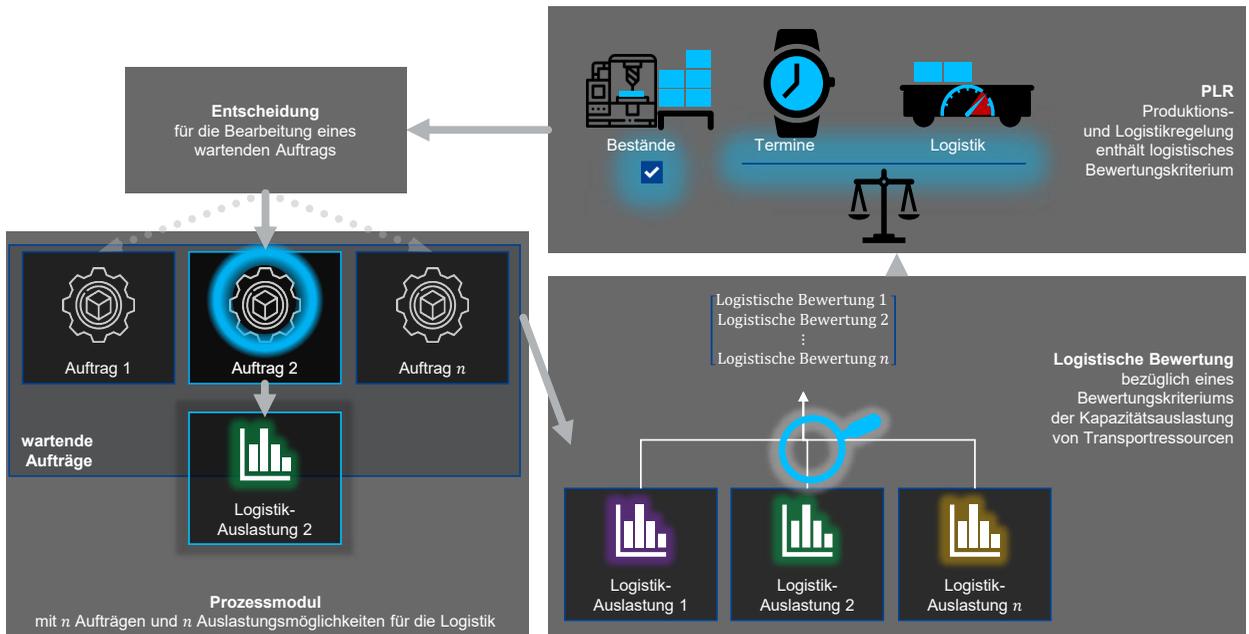
Eine solche Lösung ermöglicht es KMU, ihre Produktions- und Logistikprozesse effizient und kostengünstig zu implementieren, zu betreiben und mit moderaten Anforderungen an die Datenpflege und Systemwartung zu agieren. Das Ziel, welches durch die Harmonisierung zwischen Produktion und Logis-

tik erreicht werden soll, ist eine optimierte Verteilung der Auslastung der gesamten Fahrzeugflotte über die Zeit. Dadurch minimiert sich die unproduktive Zeit der Fahrzeuge und folglich auch die maximal vorzuhaltende Transportkapazität. Da ein Materialabriss oder eine Blockade der Puffer durch Überlast der FTF unwahrscheinlicher wird, ist die Funktion des Produktionsreglers sichergestellt.

Die Produktionsregelung zielt auf eine rechtzeitige Fertigstellung der Arbeitsaufträge und Deckelung der Bestände der nachfolgenden Prozessmodu-



Skizze zum optimierten Verlauf der Auslastung der Transportkapazitäten durch die Produktions- und Logistikregelung



Integration der Logistischen Bewertung in die Produktionsregelung

le ab. Um die Logistik nicht als Flaschenhals auftreten zu lassen und keine Verschwendung durch Überkapazitäten zu verursachen, muss neben der Terminabweichung und dem Bestandsniveau des nachfolgenden Prozessmoduls durch ein weiteres Bewertungskriterium auf die Auslastung der Transportkapazitäten eingewirkt werden. Die anzustrebende Optimierung der Transportkapazitätsauslastung durch das Einschalten der Produktions- und Logistikregelung wird in der Abb. S. 14 durch beispielsweise einen glatteren Verlauf skizziert.

An den Prozessmodulen, die für Montage- oder Fertigungsprozesse zuständig sind, werden lokal Auftragstermine, Bestände sowie logistische Bewertungen der Aufträge abgefragt und fließen in die Belegungsentscheidung der Prozessmodule mit ein. Die Transportaufträge werden entsprechend den in den Prozessmodulen freigegebenen

Aufträgen generiert. Für jeden zu bewertenden Arbeitsauftrag resultiert eine zusätzliche Kapazitätsauslastung von Transportmitteln durch Transport, Anfahrt und Handling, bis die nächste Belegungsentscheidung für diesen Arbeitsauftrag in einem nachfolgenden Prozessmodul ansteht. Durch jede getroffene Entscheidung ändert sich die Datenreihe der Kapazitätsauslastung, was eine direkte Auswirkung auf die nachfolgende Wahl jedes Prozessmoduls hat.

In der Abb. oben wird der Ablauf gezeigt, ausgelöst durch das Vorhandensein mehrerer zukünftiger Bearbeitungsmöglichkeiten im Prozessmodul sowie der Notwendigkeit, eine Belegungsentscheidung zu treffen. Die logistische Bewertung wird erzeugt und der Produktions- und Logistikregelung zugeführt. Die Möglichkeiten werden abgewogen und es wird eine Entschei-

dung getroffen. 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 wird gefördert 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 und IFT als Letztempfänger.

HaProLoK hat eine Laufzeit von 05/2023 bis 04/2025.

AUTOR | DOMENIC SCHMIDPETER

ENTWICKLUNG EFFIZIENTER KI-BASIERTER LAGERSTRATEGIEN

In der wachsenden Logistikbranche stehen Lagerhäuser vor steigenden Anforderungen an Durchsatz und Flexibilität. Mit dem rasanten Aufstieg des E-Commerce nimmt die Bedeutung flexibler und effizienter Lagersysteme in der Intralogistik weiter zu. Um diesen Herausforderungen gerecht zu werden, sind technologische Innovationen und optimierte Prozessstrategien erforderlich, die es ermöglichen, dynamische Marktanforderungen effizient zu bewältigen und die Leistungsfähigkeit nachhaltig zu steigern.

Im Projekt LaMaP „Entwicklung energiesparender Lagerstrategien mit energetisch optimierten Komponenten, wie bspw. Kreuzungen durch Materialsubstitution für automatisierte Paletten-Kanallager zum einfachen, ressourcenschonenden Nachrüsten bestehender RBG-Systeme“ – arbeitet das Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) an der Entwicklung effektiver Strategien für Lagersysteme. Herkömmliche Strategien basieren häufig auf einfachen, regelbasierten Ansätzen, die sich nur eingeschränkt an die dynamischen und stetig wachsenden Anforderungen der Intralogistik anpassen können. Um diese Einschränkung zu überwinden, setzt das IFT auf maschinelle Lernalgorithmen zur Entwicklung adaptiver Strategien.

Insbesondere werden Methoden des Deep Reinforcement Learning (DRL) genutzt, bei denen neuronale Netze als Agenten eingesetzt werden, die durch Interaktionen mit einer Simulationsumgebung trainiert werden. Um den Trainingsprozess zu beschleunigen, hat das IFT die Simulationsumgebung für das Lagersystem auf Basis einer Python-Bibliothek entwickelt. Diese Umgebung integriert sich nahtlos mit den in Python programmierten neuronalen Netzen, wodurch die Trainingszeit erheblich verkürzt wird. Darüber hinaus kann die Simulation durch einfache Anpassung von Texteingaben an verschiedene

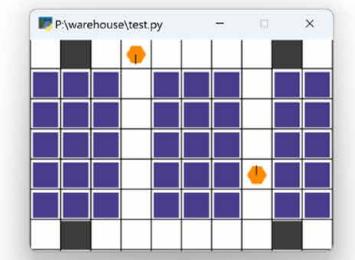
```

'''environment setup'''
n_agents = 2

size_req_q = n_agents

layout = """
.g . . . . .g.
xxx.xxx.xx
xxx.xxx.xx
xxx.xxx.xx
xxx.xxx.xx
xxx.xxx.xx
.g . . . . .g.
"""

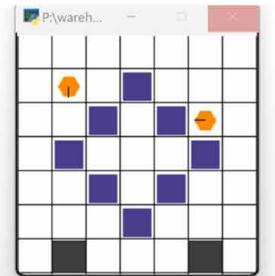
```



```

layout = """
. . . . .
. . . X . .
. . X . X .
. X . . X .
. . X . X .
. . . X . .
.g . . . . .g.
"""

```



Erstellen einer Simulationsumgebung durch Texteingaben

Layouts angepasst werden. Angesichts des rasanten Wachstums im E-Commerce steigen die Auftragszahlen kontinuierlich, was konventionelle neuronale Netze mit festen Eingabegrößen vor große Herausforderungen stellt. Um diese Einschränkung zu überwinden, setzt das IFT das Transformer-Modell ein, um den DRL-Agenten zu repräsentieren. Das Transformer-Modell ist in der Lage, variable Eingabegrößen zu verarbeiten. In ersten numerischen Experimenten wurde ein solcher Agent in einem Lager mit 60 Artikeln trainiert und anschließend direkt in einem Lager mit 96 Artikeln eingesetzt. Der Agent konnte sich dabei gegenüber mehreren herkömmlichen heuristischen Verfahren behaupten und erzielte robuste Ergebnisse.

Bisher wurden ausschließlich Auslagerungsoperationen berücksichtigt. In künftigen Arbeiten sollen jedoch auch Einlagerungsoperationen in die Simulation einbezogen werden, um die Realitätsnähe weiter zu erhöhen. Darüber hinaus wird die Trainingsstrategie stetig verbessert, um einen stabileren und effektiveren Lernprozess sicherzustellen.

Das beschriebene Projekt hat eine Laufzeit von 20 Monaten. Es wird im Zeitraum von Oktober 2023 bis Juni 2025 durchgeführt und vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg gefördert.

AUTOR | FUNING LI



Bilder: Emons Spedition GmbH & Co. KG | IEH



Seit Juni 2024 bedient Emons die Stuttgarter Innenstadt mit E-Lkw.

REALIST REALLABOR ZUR BESCHLEUNIGTEN ELEKTRIFIZIERUNG DES URBANEN LOGISTIKVERKEHRS IN STUTT GART

Gemeinsam mit Industriepartnern und Verbänden aus der Logistik- und Energiebranche wollen das Institut für Förder-technik und Logistik (IFT) und das Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik (IEH) der Universität Stuttgart die Elektrifizierung des urbanen Logistikverkehrs in Stuttgart vorantreiben. Diese Thematik wird aktuell im Rahmen des interdisziplinären Forschungsprojektes REALIST (Reallabor zur beschleunig-

ten Elektrifizierung des urbanen Logistikverkehrs in Stuttgart) bearbeitet.

Im Mittelpunkt steht ein über mindestens zwei Jahre laufendes Reallabor, in dem der Praxis-einsatz von drei vollelektrischen E-LKW getestet wird. Die Partner Emons Transporte GmbH, General Logistics Systems Germany GmbH & Co. OHG (GLS) und Rhenus High Tech GmbH betreiben seit Mitte 2024 jeweils einen 7,5-Tonnen-E-LKW

aus dem Projekt. Emons nutzt einen Fuso eCanter, während bei GLS und Rhenus jeweils ein BAX Elektro-LKW von PBW im Einsatz ist. Durch den Einsatz sollen umfangreiche Realdaten und Praxiserfahrung in der elektrischen Stadtbelieferung gesammelt werden. Außerdem wird im Rahmen des Feldversuchs die Anpassung der Betriebsabläufe der Speditionen an den Einsatz des E-LKW erprobt.

Neben dem Praxiseinsatz



Bild: Rhenus High Tech GmbH



Rhenus High-Tech ist ab Mitte August 2024 als Speditionspartner dabei.

der E-LKW wird als weiterer Bestandteil des Projektes eine Machbarkeitsanalyse mit dem Ziel, ein klima-innovatives Stromversorgungs- und Logistikkonzept für eine elektrische Stadtbelieferung zu schaffen, durchgeführt. Durch die Analyse und virtuelle Elektrifizierung bestehender Stückgutverkehrs-Touren in Stuttgart können Auswirkungen auf logistische Prozesse und regionale Stromnetze abgeleitet werden. Darüber hinaus kann das Elektrifizierungspotenzial der Stückgutbelieferung in Stuttgart sowie die Identifikation optimaler Ladeinfrastrukturstandorte für E-LKW untersucht werden. Dies kann als Entscheidungsgrundlage für diverse Akteure, wie die Landeshaupt-

stadt Stuttgart, dienen. Eine „Go-to-Market“-Strategie stellt sicher, dass die Ergebnisse nachhaltig zur Elektrifizierung des Lieferverkehrs beitragen. Das IFT und das IEH sind für die Leitung des Projektes verantwortlich und begleiten das Projekt wissenschaftlich. Die Forschungsschwerpunkte des IEH sind Themen aus dem Bereich der Energieversorgung und das IFT untersucht die logistischen Aspekte.

Das beschriebene Vorhaben wird im Rahmen des Stuttgarter Klima-Innovationsfonds mit gefördert. Mit dem Klima-Innovationsfonds fördert die Stadt Stuttgart seit 2021 innovative Ideen für Klimaschutz und Klimafolgenanpassung.

AUTORIN | LAURA BLUMHARDT-ZIEGLER



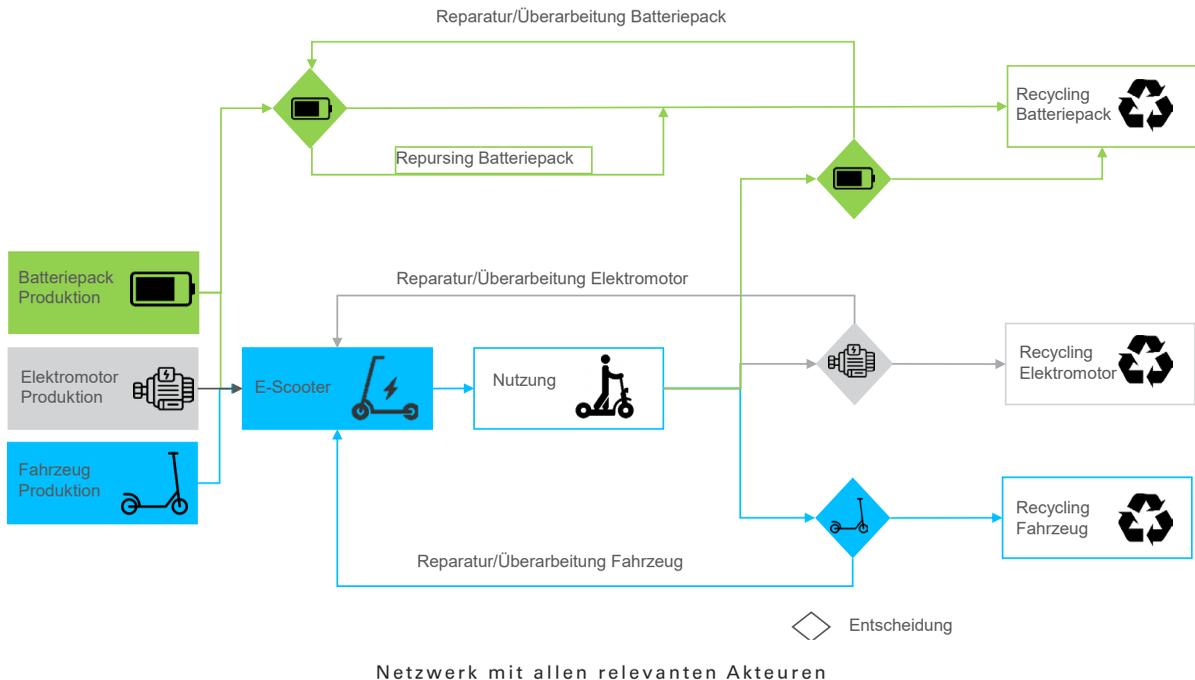
ReKoWi

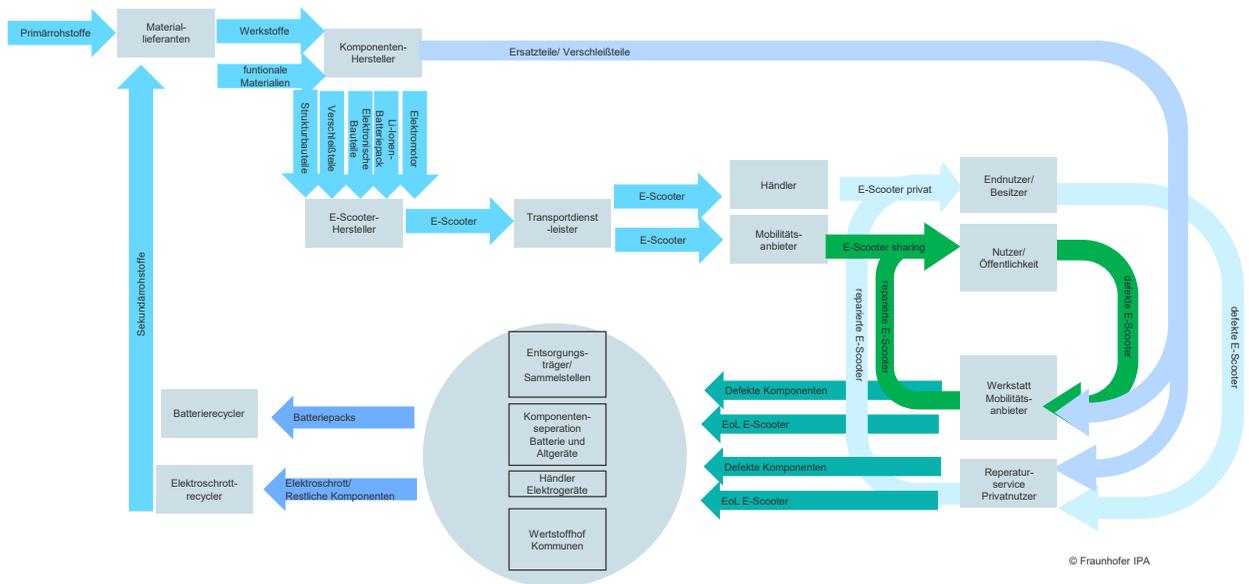
ZIRKULÄRE PRODUKTION URBANER MOBILITÄTSLÖSUNGEN – POTENTIALANALYSE E-SCOOTER

Gemeinsam mit den Instituten IKTD, IFF und EEP der Universität Stuttgart wurde von Januar bis Juli 2024 das Projekt „Zirkuläre Produktion urbaner Mobilitätslösungen – Potentialanalyse E-Scooter“, kurz ReKoWi, durchgeführt. Der öffentliche Diskurs über innovative Mobilitätskonzepte wie E-Scooter ist stark polarisiert: Einerseits bieten sie Lösungen für städtische Herausforderungen wie Platzmangel und Umweltbelastungen, andererseits stehen sie vor erheblichen Problemen – insbesondere aufgrund ihrer kurzen Lebensdauer und dem Fehlen nachhaltiger

Konzepte für die Wiederverwertung ausgedienter Fahrzeuge. Das Ziel des Projekts war es, die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft für E-Scooter zu analysieren und zu bewerten. Dabei wurde der Ansatz entlang der Lebenszyklusphasen der E-Scooter entwickelt, mit besonderem Fokus auf die Konzeptionsphase sowie die End-of-Use-Phase. Ergänzend wurden die übergreifenden Themen regulatorische Rahmenbedingungen, Umweltwirkungen und zirkuläre Geschäftsmodelle untersucht.

Das IFT war dabei für die Rückführlogistik, ins-





Grundkonzept des Entscheidungsmodells im End-of-Life für nutzbare E-Scooter-Komponenten

besondere die Untersuchung eines E-Scooter-Wertschöpfungsnetzwerks sowie die Entwicklung verschiedener Upcycling- und Recyclingstrukturen verantwortlich. Hierfür wurden verschiedene Unternehmen aus der Praxis wie z. B. Hersteller, Mobilitätsanbieter, Recycler, Werkstätten sowie Kommunen im Rahmen von Interviews befragt. Die Ergebnisse wurden sowohl für das Wertschöpfungsnetzwerk als auch für das Entscheidungsmodell im Rahmen des End-of-Life berücksichtigt. Die Abbildung links zeigt die einzelnen Akteure in einem E-Scooter-Wertschöpfungsnetzwerk mit den verschiedenen Re-/Upcycling-Strukturen sowie mit den verschiedenen Waren- und Informationsströmen dargestellt. Die Verbindungen führen jeweils direkt zum nächsten Akteur, wobei einzelne Pfade in bestimmten Fällen übersprungen werden können.

Im Projekt wurde ein Entscheidungsmodell für E-Scooter-Komponenten am Ende ihrer Nutzungsdauer entwickelt, mit besonderem Schwerpunkt auf den Batterien. Diese gelten als hochwertige Bauteile und unterliegen gemäß der Batterieverordnung (BattVO, 2023) spezifischen Regelungen für „Batterien für leichte Verkehrsmittel“ (LV-Batterien).

Darüber hinaus wurden weitere Kriterien, wie Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit, aus der BattVO berücksichtigt. Die Abbildung oben zeigt das Grundkonzept des Entscheidungsmodells in Form eines Flussdiagramms. Dieses veranschaulicht den Lebenszyklus eines E-Scooters und seiner einzelnen Komponenten, einschließlich des Batteriepacks, des Elektromotors und des Fahrzeugs selbst.

Ausblick:

Die Kreislaufführung bietet das Potenzial, Umweltbelastungen zu reduzieren und Ressourcen durch Wiederverwendung und Recycling effizienter zu nutzen. Allerdings erschweren eine unzureichende Infrastruktur, geringe Rücklaufmengen und regulatorische Hürden eine wirtschaftlich tragfähige Umsetzung.

Um dieses Potenzial vollständig auszuschöpfen, sind der Aufbau eines funktionierenden Rückführnetzwerks, die Harmonisierung gesetzlicher Vorgaben sowie Anreize für ein reparaturfreundliches Design von entscheidender Bedeutung.



ZERSTÖRUNGSFREIE SEILPRÜFMETHODEN

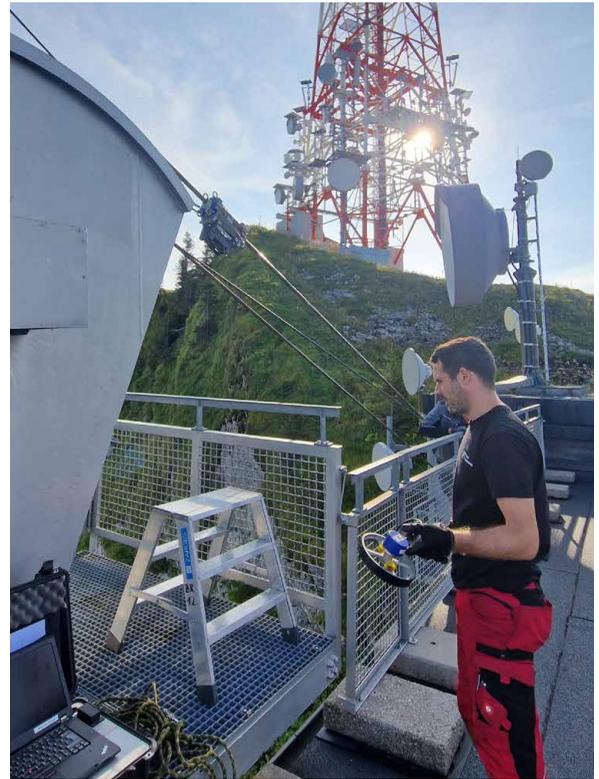
Um die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Seilen in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen zu gewährleisten, setzt das Prüfteam der zerstörungsfreien Seiltechnologie am Institut für Fördertechnik und Logistik verschiedene Prüfmethoden ein. Ein wesentliches Verfahren ist die Magnetische Seilprüfung (Magnetic Rope Testing, MRT), die gezielt geschädigte Seilbereiche detektiert und eine präzise Beurteilung des Seilzustands ermöglicht.

Bei diesem Verfahren wird

das Seil zunächst mit einem starken Permanent- oder Elektromagneten längs magnetisiert, wodurch eine magnetische Sättigung erzielt wird. Dies führt zu einem nahezu gleichmäßigen magnetischen sogenannten Streufluss im Seil. Das Prüfverfahren unterteilt sich in zwei Messprinzipien: Zum einen wird die Veränderung des lokalen magnetischen Flusses untersucht, auch als Loss of Metallic Area (LMA) bezeichnet. Diese Veränderung tritt besonders durch Materialverluste wie Korrosion oder

Abrieb auf. Zum anderen wird der sogenannte Streufluss (Local Faults, LF) betrachtet. Hierbei kommt es an Fehlstellen, wie etwa Drahtbrüchen, zu einer radialen Streuung des Magnetfelds, die das sonst homogene, axiale Magnetfeld beeinflusst. Diese Art der Störung ist unabhängig davon, ob die Schäden an der Seiloberfläche oder im Inneren des Seils auftreten.

Zur Detektion der Magnetfeldveränderungen werden Spulen oder Hallsensoren eingesetzt, die sich in einem Prüfkopf befinden.



den. Dieser Prüfkopf ist in der Mitte des Prüfgeräts angeordnet. Die erfassten Messdaten werden digitalisiert, verarbeitet und gespeichert, um sie anschließend zu visualisieren. Dies ermöglicht eine fundierte Auswertung durch qualifizierte Prüfspezialisten. Mit dieser Analyse, kombiniert mit einer visuellen Inspektion des Seils, lassen sich Rückschlüsse auf den aktuellen Zustand des Seils sowie die Notwendigkeit von Wartungs- oder Austauschmaßnahmen ziehen.

Die Gestaltung der Prüfgeräte und der gesamten Messkette orientiert sich insbesondere an der Norm EN 12927:2019, in der die Sicherheitsanforderungen an Seilbahnen für die Personenbeförderung festgelegt sind.

Die magnetinduktive Seilprüfung wird in vielen sicherheitsrelevanten Bereichen angewendet, darunter:

- Seilbahnen und Schlepplifte: Regelmäßige Prüfungen sind vorgeschrieben, um die Sicherheit der Fahrgäste zu gewährleisten.
- Regalbediengeräte und Krananlagen: Seile in der Intralogistik, der Baubranche und im industriellen Kranbetrieb müssen zuverlässig funktionieren, um Unfälle und Stillstände zu vermeiden.
- Brückenseile: Tragseile von Brücken werden durch dynamische Zugschwellbelastungen in wechselnden Umweltbedingungen stetig beansprucht.

- Schiff- und Fährbetrieb: Trag- und Zugschwellen von Schleusenanlagen oder Fährantrieben unterliegen hohen Belastungen und müssen kontinuierlich überprüft werden.
- Freizeitanlagen: ZipLines und Achterbahnen unterliegen hohen dynamischen Belastungen, weshalb regelmäßige Prüfungen unerlässlich sind.

Das Prüfteam führt in sämtlichen Anwendungsbereichen weltweit regelmäßige Inspektionen der Seile durch. Ziel ist es, durch präzise Zustandsanalysen die Sicherheit und die Lebensdauer der Seile zu sichern.

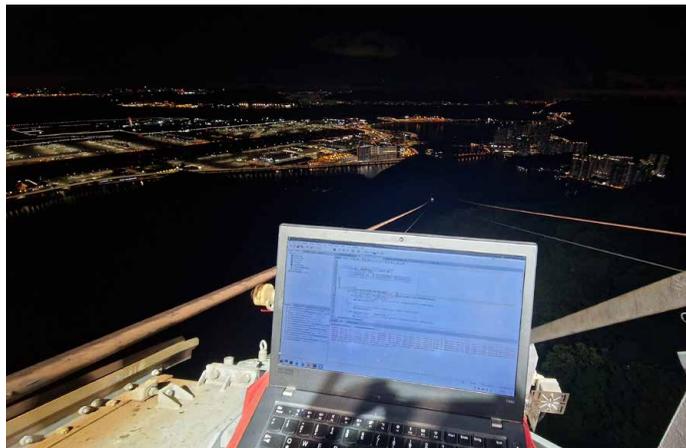
AUTOR | JOHANNES GÜRRES



PRÜFEN VON SEILANLAGEN

NGONG PING 360 CABLE CAR

Zu den spannendsten Prüfobjekten gehört die Seilbahn „Ngong Ping 360“, die das Stadtgebiet Hongkong mit dem Fremdenverkehrsgebiet Ngong Ping verbindet. Die Zweiseilumlaufbahn führt auf einer Gesamtstrecke von 5,7 km über die Tung Chung Bay und die Hänge des Nationalparks zum Ngong Ping Plateau. Die Seile der Anlage werden vom IFT regelmäßig magnetinduktiv geprüft.



RODELBAHN ALPINE COASTER

Rodeln im Sommer ist auf der Allwetterrodelbahn in Oberammergau möglich. Der Alpine Coaster startet am Kolbensattel auf 1.258 m Höhe, die Strecke führt über 2,6 km und 75 Kurven ins Tal. Das IFT hat die Bahn nach einem Streckenumbau geprüft. Bei den Fahrversuchen erreichten die Rodel eine Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h – wenn auch nur für wenige Sekunden.



GRÜNTE-SEILBAHN

Die vom Bayerischen Rundfunk betriebene Pendelbahn auf den Grünten dient der Versorgung der Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Bayerischen Rundfunks und als Beförderungsmittel zur Sendeeinheit. Mit einer Gesamtlänge von 2.597 m überwindet die Bahn einen Höhenunterschied von 951 m – auf nur einer einzigen 27 m hohen Stütze! Das Prüfteam des IFT überprüft regelmäßig alle sicherheitsrelevanten Drahtseile.



MEGAZIPLINE ASTENKICK

Jedes Jahr werden die Seile der 1000 m langen Zipline magnetinduktiv überprüft. Dazu fliegen die Prüfer mit Laptop und Prüfgerät vom Startturm hinunter ins Tal. Bei einer 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.



Bild: Astenkick

STUTTGARTER STANDSEILBAHN

Seit 1929 fährt die Stuttgarter Standseilbahn die 536 m langen Strecke vom Süddeimer Platz bis zum Waldfriedhof und überwindet dabei 87 m Höhenunterschied. Betrieben wird die Bahn nach dem Gewichtsausgleichsprinzip: Beide Wagen sind gleichzeitig unterwegs – immer mit exakt gleichem Abstand zueinander. Alle drei Jahre werden die Seile vom IFT-Team überprüft.



AUSDEHNUNGSKOEFFIZIENT VON SEILDRAHT VERSCHIEDENER FESTIGKEIT UNTER ZUGBELASTUNG

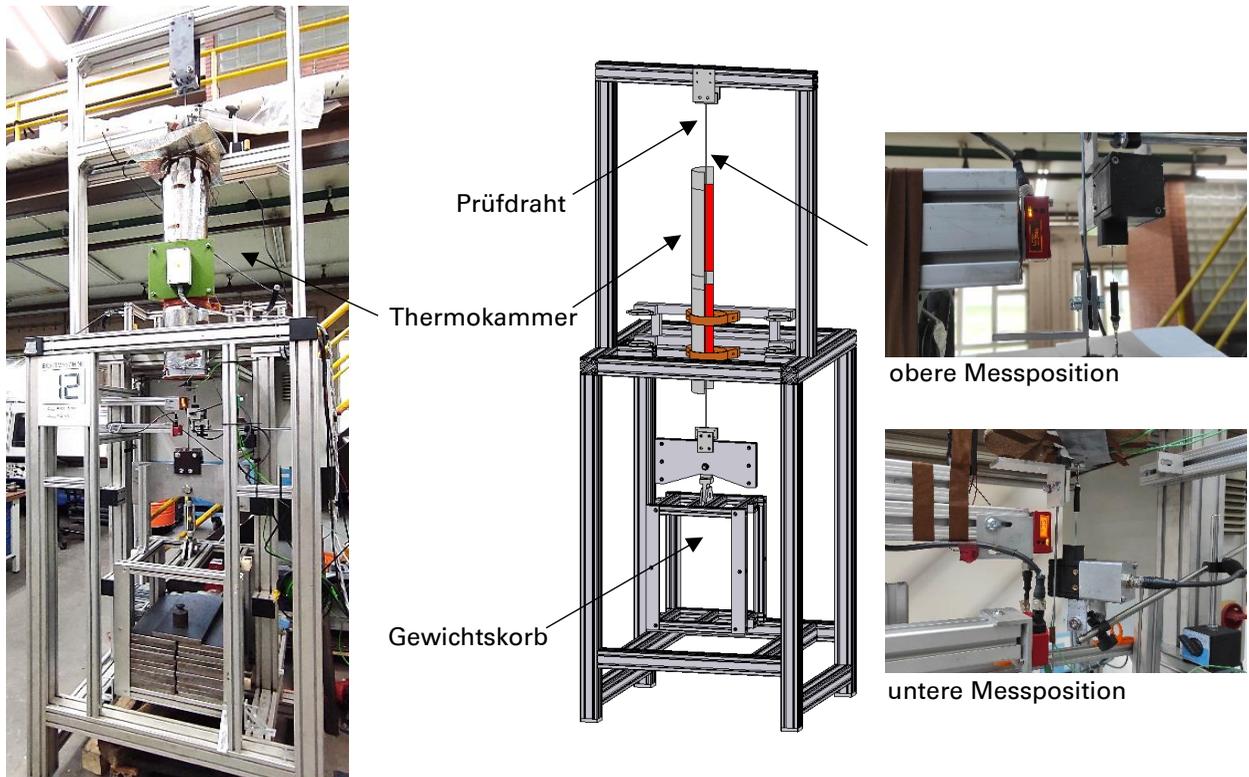
Drahtseile sind für Funktion und Sicherheit einer der wichtigsten Bestandteile im Bauwesen von abgespannten Tragwerkskonstruktionen oder bei Förderanlagen wie beispielsweise Seilbahnen. Bei der Auslegung und dem Betrieb ist die Seildehnung ein wesentlicher Aspekt. Anlagen, die Witterungsbedingungen unterliegen, erfahren saisonal auftretende Temperaturschwankungen, wodurch es zur thermischen Längenänderung der Seile kommt. Insbesondere bei hohen Seillängen werden abhängig vom thermischen Ausdehnungskoeffizient signifikante Längenunterschiede erwartet. Jedoch ist das Verhalten der thermischen Ausdehnung von Drahtseilen nicht ausreichend untersucht, fraglich sind Faktoren wie Drahtmaterial und Belastungshöhe.

Das mechanische Werkstoffverhalten von Metallen wird im Wesentlichen durch die Kristallstruktur und die Bindungskräfte der benachbarten Atome bestimmt. Angestrebt ist ein möglichst energieärmer Zustand, sodass ein möglichst kleines Potential der Wechselwirkungen zwischen den Atomen erreicht wird. Bei 0 Kelvin befinden sich die Atome in Ruhelage und weisen einen exakten Atomabstand auf. Eine Erhöhung der Temperatur bewirkt folglich eine Erhöhung der Energie der Atome, sodass diese beginnen, um ihre Gleichgewichtslage zu schwingen. Dieser Sachverhalt ist definiert als thermische Ausdehnung von Materialien.

Für die Längenänderung von Seilen unter Tem-

peratureinfluss werden üblicherweise Ausdehnungskoeffizienten von Eisen eingesetzt. Diese liegen im Bereich von rund $11 \times 10^{-6}/K$ bis $12,5 \times 10^{-6}/K$. Das bedeutet, dass sich ein Seil mit einem Ausdehnungskoeffizienten von $12 \times 10^{-6}/K$ bei saisonal auftretenden Temperaturunterschieden zwischen $-20^\circ C$ und $+40^\circ C$ sowie einer Seillänge von 10 km um 7.200 mm verlängert. Tatsächlich ist jedoch nicht erwiesen, dass diese Annahme für den verseilten Draht im Litzenseil zutrifft. Für Drahtseile werden kontroverse Werte als thermische Ausdehnungskoeffizienten diskutiert. So werden für Stahldrahtseile als gegenwärtig gebräuchliche thermische Ausdehnungskoeffizienten Werte zwischen 3,9 und $11,2 \times 10^{-6}/K$ genannt.

Experimentelle Untersuchungen zur thermischen Ausdehnung von Seildrähten, insbesondere mit Festigkeiten größer 1960 MPa, die in Förder- oder Abspannseilen eingesetzt werden, wurden bislang nicht durchgeführt. Seildrähte sind kaltumgeformte, gezogene Kohlenstoffstähle und besitzen je nach Festigkeit eine stark anisotrope Gefügestruktur. Ausgehend von einem Walzdraht werden die Drähte in mehreren Ziehstufen umgeformt wobei sich der Werkstoff von einem homogenen, quasiisotropen Zustand immer stärker in Längsrichtung verzerrt und ausrichtet. Dadurch werden Gleitebenen blockiert, wodurch Versetzungen behindert



Prüfstand zur Ermittlung der thermischen Ausdehnung von Drähten des IFT, links: Gesamtübersicht, Mitte: Schema, rechts: Abstandssensoren

werden und somit die Verfestigung des Werkstoffs eintritt. Übliche Festigkeiten bei Förderseilen liegen bei 1770 N/mm^2 bis 2160 N/mm^2 , wobei der Trend hin zu Drähten höherer Festigkeit geht. Inwieweit ein Zusammenhang zwischen thermischer Ausdehnung und Seildrahtfestigkeit besteht, ist ungeklärt.

Um den Einfluss von Drahtfestigkeit, Belastung und Temperaturdifferenz auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten von Seilen zu ermitteln, wurden Drähte mit gängigen Nennfestigkeiten und unterschiedlichen Nenndurchmessern untersucht. Die thermische Ausdehnung von Seildrähten wurde auf einem hierfür entwickelten Prüfstand untersucht, siehe Abbildung oben. Der Prüfstand ist vertikal orientiert und besteht aus einer isolierten Thermokammer, in welcher der Draht bis zu $120 \text{ }^\circ\text{C}$ temperiert werden kann. Oberhalb der Kammer ist der

Prüfdraht mittels einer Schraubklemme am Prüfstand fixiert. Am unteren Ende des Prüfdrahts ist, zur Realisierung unterschiedlicher Zugbelastungen, ein beweglicher Gewichtskorb ebenfalls über eine Schraubklemme befestigt. Dies ermöglicht gegenüber einer Zugprüfmaschine den Vorteil konstanter Belastungen ohne Regelabweichung bei geringer Längenänderung. Die Längenänderung des Drahtes wurde mit optischen Laserabstandssensoren ermittelt, welche am Draht befestigte Messpunkte kontinuierlich über den Versuch erfassten. Die Temperaturen innerhalb sowie außerhalb der Thermokammer wurden mittels mehreren Thermoelementen Typ K gemessen, die an der Drahtoberfläche angebracht wurden.

Die durchgeführten Versuche zur Ermittlung der thermischen Ausdehnungskoeffizienten variiere-

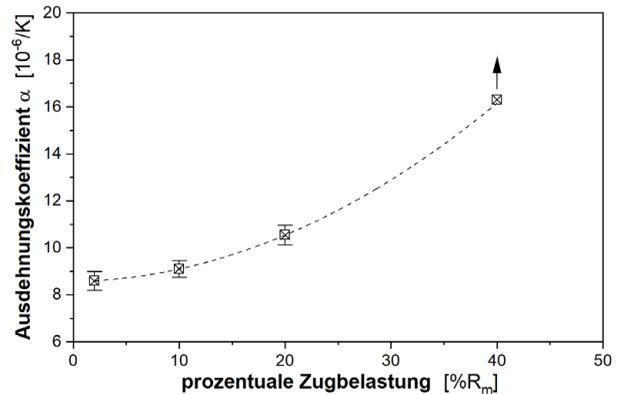
ren in der anliegenden Belastung und wurden in unterschiedlichen Temperaturbereichen durchgeführt.

In der Praxis unterliegen Seile einer Zugbeanspruchung, in aller Regel über deren gesamte Einsatzdauer. Die thermischen Ausdehnungskoeffizienten bei verschiedenen hoher mechanischer Zugbelastung am Draht zeigt die Abbildung rechts oben. Die Untersuchungen erfolgten an einem Draht der Nennfestigkeit 1970 MPa mit einem Durchmesser von 2,7 mm, bei einer jeweiligen Temperaturdifferenz von 40 K.

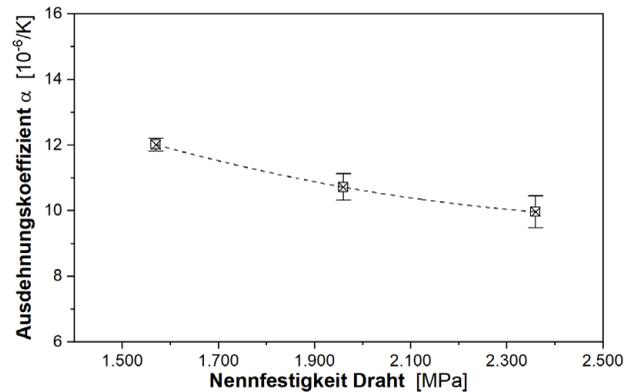
Die Ergebnisse zeigen einen progressiven Verlauf des thermischen Ausdehnungskoeffizienten, mit steigender mechanischer Zugbelastung nimmt der Koeffizient zu. Bei der Untersuchung mit der geringsten gewählten Zugbelastung von 2 % Drahtfestigkeit liegt ein thermischer Ausdehnungskoeffizient von etwa $8,6 \times 10^{-6}/K$ vor.

Um den Einfluss unterschiedlicher Drahtfestigkeit auf die thermische Ausdehnung zu klären, wurde eine Messreihe an Drähten mit nominell gleichem Durchmesser jedoch unterschiedlicher Festigkeit durchgeführt. Die Abbildung rechts unten zeigt die thermische Ausdehnung der Drähte mit Nenn Durchmesser 2,0 mm in den Festigkeiten 1570 MPa, 1960 MPa und 2360 MPa, bei einer jeweiligen Temperaturdifferenz von 40 K und einer bestehenden Zugbelastung von 20 % der Drahtfestigkeit.

Die Ergebnisse zeigen eine regressive Abnahme des thermischen Ausdehnungskoeffizienten mit steigender Drahtfestigkeit. An dem Draht mit der geringsten Festigkeit von 1570 MPa wurde ein thermischer Ausdehnungskoeffizient von $12,0 \times 10^{-6}/K$ ermittelt. Am Draht mit mittlerer Festigkeit von 1960 MPa wurde ein Koeffizient von $10,7 \times 10^{-6}/K$ ermittelt. Der Koeffizient ist verhältnismäßig ähnlich zu dem am Draht 2719 mit einem Durchmesser von 2,7 mm ermittelten in den vorangegangenen Untersuchungen. An dem Draht mit der höchsten Festigkeit von 2360 MPa wurde der niedrigste thermische Ausdehnungskoeffizient von $10,0 \times 10^{-6}/K$ ermittelt.



Einfluss mechanischer Zugbelastung auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten, gemessen am Draht 2719



Thermischer Ausdehnungskoeffizient in Abhängigkeit der Drahtfestigkeit

Anhand der durchgeführten Untersuchungen an Seildrähten konnten thermische Ausdehnungskoeffizienten mit Werten ähnlich denen von Eisen bestätigt werden. Dies scheint insbesondere für Seildrähte niedriger Festigkeit (≤ 1570 MPa) zu gelten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der thermische Ausdehnungskoeffizient offensichtlich signifikant mit der jeweils bestehenden mechanischen Zugbelastung variiert.

AUTOR | WENDEL FRICK



SEILTECHNIK – SEMINARE & WORKSHOPS

Das IFT bietet ein umfangreiches Weiterbildungsangebot zu verschiedenen Aspekten der Seiltechnik an. Es reicht von den grundlegenden Anforderungen an Drahtseile bis hin zu speziellen Themen wie Prüfung, Berechnung, Konstruktion und Optimierung. In der Praxis können Teilnehmende ihre Kenntnisse im 1.400 m² großen Versuchslabor des Instituts vertiefen. Das Angebot richtet sich an Hersteller, Betreiber und Instandhalter von Anlagen mit Seiltrieben sowie an Vertreter der Unfallversicherungsträger und Sachkundige für die Prüfung von Anlagen.

Das Seminar „Drahtseile – Grundlagen, Handhabung und Inspektion“ vermittelt grundlegende Kenntnisse zur fachgerechten Auswahl und Auslegung

von Drahtseilen in allen Arten von Anlagen mit laufenden Seilen sowie die seilgerechte Auslegung von Seiltrieben. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Inspektion von Drahtseilen, der Vermeidung von Drahtseilschäden und der Bestimmung der Ablegereife. Die Teilnehmenden lernen Kriterien zur Seilauswahl und Maßnahmen zur Verbesserung der Seilstandzeiten kennen. In praktischen Übungen werden verschiedene Inspektionsmethoden angewendet.

Im Seminar „Drahtseile – Herstellung von Seilendverbindungen“ erhalten die Teilnehmenden einen tiefgehenden Einblick in die theoretischen Grundlagen der Seiltechnik und wichtige Aspekte für den Seilbetrieb. Im Versuchslabor können

sie die Herstellung und Prüfung von lösbaren und nicht lösbaren Seilendverbindungen in der Praxis erfahren. Dabei werden sowohl metallische Vergüsse als auch Kunstharzvergüsse hergestellt und anschließend im Zugversuch getestet. Die Vor- und Nachteile dieser Verfahren werden dabei umfassend diskutiert.

Zusätzlich bietet das IFT individuelle Seminare an, die auf die individuellen Anforderungen und spezifischen Bedürfnisse der Teilnehmenden abgestimmt sind. Diese können in Form von Vorträgen, Online-Kursen oder mehrtägigen Workshops durchgeführt werden. Auch Schulungen im Unternehmen vor Ort sind möglich.

AUTOR | WENDEL FRICK



PRÜFLABOR FÜR PERSÖNLICHE SCHUTZ- AUSRÜSTUNG GEGEN ABSTURZ (PSAgA)

Das IFT führt im Bereich der Persönlichen Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) Normprüfungen von Bergsportausrüstung durch. Zu den vom IFT abgedeckten Prüfungen zählen Ausrüstungsgegenstände wie Dynamische Bergseile, Klettersteigsets, Kernmantelseile mit geringer Dehnung, Karabiner, Anseilgurte und viele weitere.

Als zugelassenes Prüflabor ist das IFT zur Prüfung nach den Prüfvorschriften der UIAA, dem Internationalen Bergsportverband, berechtigt. Zur Normprüfung von Bergseilen, Kernmantelseile mit geringer Dehnung und Klettersteigsets steht im Seillabor unter anderem eine dynamische Sturzanlage zur Verfügung. Auf dieser können Fallhöhen bis etwa 8 Metern realisiert werden.

Aufbau Fallversuch eines Klettersteigset nach überarbeiteter Norm von 2024

Regelmäßig werden hier studentische Arbeiten angeboten, welche sich in der Regel mit sicherheitstechnischen Aspekten von genannten Bergsportprodukten beschäftigen.

Darüber hinaus beteiligt sich das IFT als unabhängige universitäre Einrichtung in den Normungsgremien der CEN sowie der UIAA Safety Commission. In den regelmäßig stattfindenden Gremien- und Arbeitsgruppentreffen bringen wir unsere Expertise im Bereich der PSAgA ein.

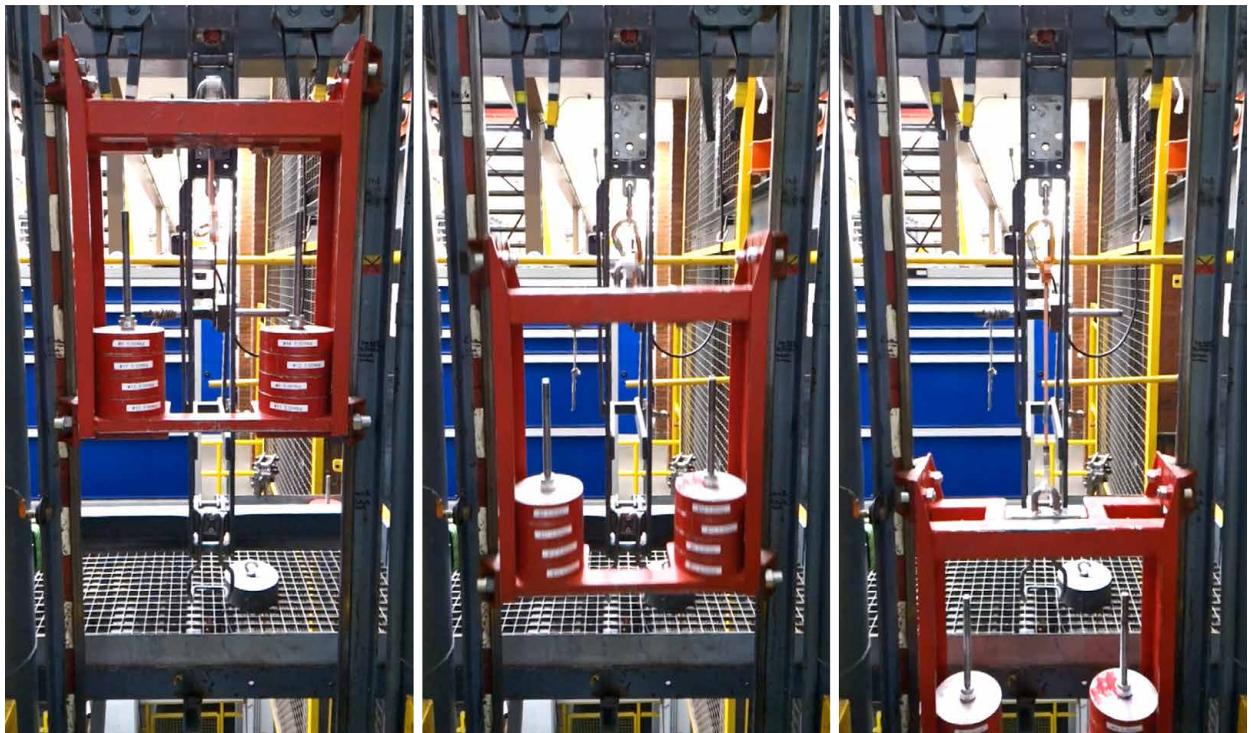
So wurde im Sommer 2024 die überarbeitete Norm für Klettersteigsets, die EN 958:2024, veröffentlicht. Der fertigen Überarbeitung vorausgegangen waren Vorschläge, Voruntersuchungen sowie Versuche seitens des IFT, welche den Aufbau, die Durchführung und die Auswertung der dynamischen Fallversuche der Klettersteigsets betreffen. Ziel hiervon sind flächendeckende und über alle Prüflabore gleiche Grundlagen und Bedingungen

für die Durchführung und Auswertung der Fallversuche zu schaffen und somit das Produkt für den gesamten Anwenderbereich noch sicherer zu gestalten.

Das Verbindungsmittel, ein hochfestes Aramid-Faserseil, welches nach der Überarbeitung der Norm bei der Fallprüfung von Klettersteigsets verwendet wird, war Gegenstand der Untersuchung einer studentischen Abschlussarbeit. Ziel der Arbeit war die Ermittlung von verschiedenen mechanischen Eigenschaften dieses Faserseils und das Verhalten bei stoßartigen oder zeitlich langen Belastungen.

Auch bei der Durchführung der Normprüfungen nach EN 17520, der Norm für längenverstellbare Verbindungsmittel zum Klettern und Bergsteigen, konnte das IFT gemeinsam mit verschiedenen Herstellern der Produkte bei der Optimierung eines einheitlichen Verfahrens für die Fallprüfung mitwirken.

AUTOR | DENNIS KURBLE



Durchführung eines Fallversuch eines längenverstellbaren Verbindungsmittel nach EN 17520
Links: Fallgewicht auf Sturzhöhe angehoben | Mitte: Fallgewicht ausgelöst, fällt | Rechts: Fallgewicht am untersten Punkt bei maximaler Seildehnung

STUDIERN

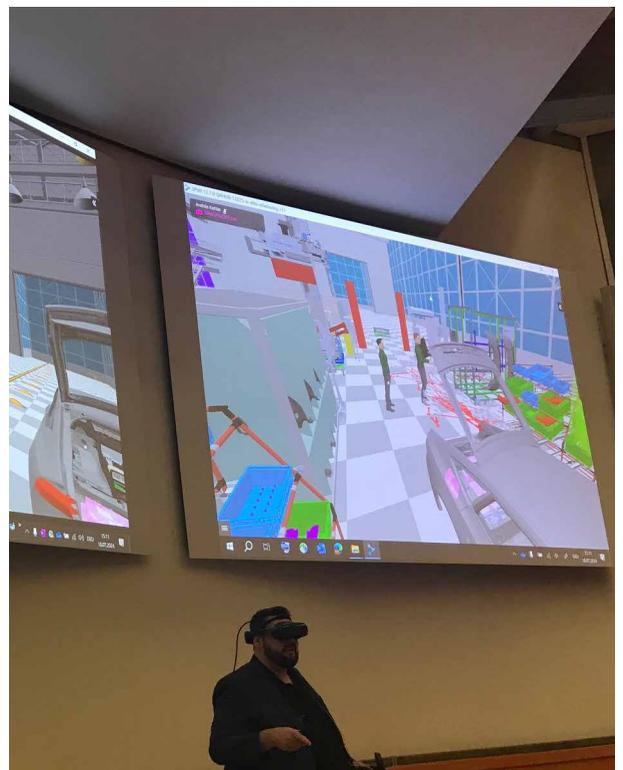
Unsere praxisorientierten Vorlesungen, Seminare und Versuche gewähren den Studierenden wertvolle Einblicke in aktuelle Forschungsbereiche und bereiten sie gezielt auf ihre berufliche Zukunft vor. Gastvorträge von Expertinnen und Experten erweitern das fachliche Wissen, während externe Lehrbeauftragte aus der Industrie mit praxisnahen Einheiten und Vorträgen die Lehrinhalte bereichern.

Für theoretische und experimentelle Fragestellungen entwickeln wir maßgeschneiderte Berechnungs- und Simulationsmodelle. Die Themen der studentischen Arbeiten – sei es als Forschungs-, Bachelor- oder Masterarbeit – sind stets mit aktuellen Forschungsprojekten oder praktischen Industrieanwendungen verknüpft. Je nach Interesse können Studierende zwischen theoretischen, experimentellen und konstruktiven Fragestellungen wählen. Das Themenfeld reicht dabei von fundierten Recherchen und Programmierfähigkeiten bis hin zur Konzeption und Entwicklung neuer Bauteile oder Prüfsysteme. Für die Bearbeitung stehen den Studierenden bestens ausgestattete Arbeitsplätze am IFT zur Verfügung, und bei konstruktiven Arbeiten können die Werkstätten und Prüfeinrichtungen genutzt werden.

Im Rahmen einer Führung durch unsere Versuchshallen hatten Masterstudierende die Möglichkeit, das Institut näher kennenzulernen. Wissenschaftler*innen gaben dabei spannende Einblicke in ihre Forschungstätigkeiten und informierten über Vorlesungen, Praktika und studentische Arbeiten.

Exkursionen sind ein zentraler Bestandteil des Studiums und bieten den Studierenden eine ausgezeichnete Gelegenheit, praxisnahe Erfahrungen zu sammeln. Ein besonderes Highlight war die Exkursion zu Porsche, bei der die Studierenden innovative Produktionsprozesse und die hochmoderne Logistik des Automobilherstellers kennenlernen durften. Beeindruckend waren auch die Führungen durch die Produktionsstätten und das Porsche Museum.

AUTORIN | GUDRUN WILLEKE





FORSCHUNGS-, BACHELOR-, MASTERARBEITEN

THEMEN DER ABGESCHLOSSENEN STUDENTISCHEN
ARBEITEN 2024

Analyse und Optimierung der Fahr-
Lenkeinheit des Fahrerlosen Transport-
fahrzeugs Doppelkufensystem

Analysing and optimising of the driving and
steering unit of the driverless transport
vehicle named "Doppelkufensystem"

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Analyse zur Optimierung der Methodik und
Bestimmung von Messunsicherheiten bei
der Baumusterprüfung von PSA gegen Absturz
Analysis to Optimize the Methodology and
Determination of Measurement Uncertainties
in the Type Examination of PPE Against Falls
from Height

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Bewertung des Verlängerungsseils für die
dynamische Fallprüfung der überarbeiteten
Klettersteigset-Norm

Assessment of the Extension Rope for
Dynamic Fall Testing in the Revised Via Ferrata
Set Standard

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Concept Development for Position Acquisition
for Automated Guided Vehicles

Concept Development for Position Acquisition
for Automated Guided Vehicles

Studiengang: Mechatronik B.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)



FORSCHUNGS-, BACHELOR-, MASTERARBEITEN

Durchgängiges digitales Engineering für fahrerlose Transportsysteme
End-to-end digital engineering for driverless transport systems

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Effiziente Gassenwechselstrategien in Shuttle-Lagersystemen: Recherche, Analyse und Bewertung von Gassenwechselkonzepten
Efficient aisle-changing strategies in shuttle storage systems: Research, analysis and evaluation of aisle-changing concepts

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Bereich: Logistik

Entwicklung eines E-LKW Energieverbrauchsrechners für Tourenplanung
Development of an E-Truck energy consumption calculator for route planning

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Logistik

Entwicklung eines Konturerkennungsalgorithmus für fahrerlose Transportfahrzeuge basierend auf Laser Scan-Daten durch Linienerkennung
Development of a Contour Detection Algorithm for AGV Based on Laser Scan Data Using Line Detection

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Entwurf und Konstruktion einer Prüfvorrichtung zur Bestimmung des Einflusses des Umschlingungswinkels auf die Lebensdauer laufender Seile

Design and engineering of a test device to determine the impact of the wrap angle on the lifetime of running ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Erarbeitung des internen und externen Lagerflächenbedarfs und zugehöriger Lagerstruktur bei Einführung einer neuen Baureihe unter Berücksichtigung der künftigen Lieferantenstruktur

Development of internal and external warehouse space requirements and associated warehouse structure when introducing a new product series taking into account the future supplier structure

Studiengang: Techn. Betriebswirtschaftslehre M.Sc.

Bereich: Logistik

Ermittlung und Analyse von Einflussfaktoren auf den Energieverbrauch von LKW-Traktionsbatterien sowie Entwicklung einer Anwendung zur Berechnung des Energieverbrauchs von Liefertouren

Identification and analysis of factors influencing the energy consumption of truck traction batteries and development of an application to calculate the energy consumption of delivery tours

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Logistik

Evaluierung der Auswirkungen der digitalen Transformation auf die Nachhaltigkeit von Wertschöpfungsnetzwerken

Evaluating the impact of digital transformation on the sustainability of supply chain networks

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Bereich: Logistik

Flexible Layouterstellung am Beispiel einer Roboterkommissionierzelle

Flexible layout creation using the example of a robotic picking cell

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Bereich: Logistik

Integration von künstlicher Intelligenz in die manuelle Kommissionierung: Potenziale und Herausforderungen

Integration of artificial intelligence in manual order picking: potentials and challenges

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Bereich: Logistik

Konzeption und Entwicklung eines dezentralen Logistikreglers und Modellbildung einer Regelstrecke für die Intralogistik deutscher Mittelständler

mit Kleinserienproduktion

Concept and Development of a Decentralized Logistics Controller and Modeling of a Control System for the Intralogistics of German SMEs with Small Batch Production

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Logistik

Konzeptionierung, Entwicklung und Aufbau eines Prototypen zur visuellen Aufnahme von Fehlstellen an Seilen

Conception, development and setup of a prototype for the visual recording of defects on ropes

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Leichtbauoptimierung der Shuttle-Fahrzeuge eines automatischen Hochregallagers
Lightweight optimization of the shuttle vehicles of an automated high-bay warehouse

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Modellbasierte Simulation und Evaluierung von Elektromotorregelungsstrategien unter Berücksichtigung kinematischer Analysen für einen mobilen Mähroboter

Model-based simulation and evaluation of electric motor control strategies considering kinematic analysis for a mobile robotic mower

Studiengang: Autonome Systeme M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Optimierung eines Fördertechnik-Loops zur Durchsatzsteigerung in der Vorzone von Shuttle-Systemen

Optimization of a conveyor technology loop to increase throughput in the pre-zone of shuttle systems

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Bereich: Logistik

Path planning of multi-robot based on deep reinforced learning in warehouse environment

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Logistik

Simulation eines automatischen Hochregallagers in Bezug auf energiesparenden Teillastbetrieb
Simulation of an automated high-bay warehouse with respect to energy-saving partial load operation

Studiengang: Autonome Systeme M.Sc.

Bereich: Maschinenelemente (MaMa)

Simulation und Analyse einer automatischen Kommissionierung mit Fahrerlosen Fahrzeugen
Simulation and analysis of automated order picking with Automated Guided Vehicles

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Bereich: Logistik

Untersuchung von Seilkennwerte von Faserseilen über ihre Lebensdauer

Investigation of rope characteristics of high-modulus fiber ropes over the lifetime

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Untersuchung zum Drahtbruchentstehungsverhalten von Aufzugseilen bei Dauerbiegebelastung
Investigation of the wire break development behaviour of lift ropes under bending fatigue loading

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

Vergleich des Sturzverhaltens von nicht- und vollimprägnierten dynamischen Bergseilen unter Einfluss von Wasser und Oberflächenaufrauung
Comparison of the fall behavior of nonimpregnated and fully impregnated dynamic mountaineering ropes under the influence of water and surface roughening

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Bereich: Seiltechnologie

WEITERBILDEN

MASTER:ONLINE LOGISTIKMANAGEMENT BERUFSBEGLEITENDES MASTER- ODER ZERTIFIKATSSTUDIUM

Das Studienangebot MASTER:ONLINE Logistikmanagement der Universität Stuttgart richtet sich an Professionals und (Nachwuchs-)Führungskräfte mit akademischem Erstabschluss und Berufserfahrung, die sich berufsbegleitend weiterbilden möchten. Das IFT bietet das Masterstudium in Zusammenarbeit mit dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) an. Der akkreditierte Abschluss Master of Business Engineering (MBE) ist international anerkannt und berechtigt zur Promotion. Durch das Blended-Learning-Konzept können die Lernphasen individuell geplant werden, pro Semester fallen nur wenige Präsenztage für Übungen und Prüfungen an.

Das Zertifikatsstudium bietet die Möglichkeit, in einem Semester einzelne Module zu belegen und sich so in ganz spezifischen Fachbereichen weiterzubilden – zum Beispiel Technologien in der Intralogistik, Sustainable Mobility, Simulation in der Logistik oder Supply Chain Management. Das Zertifikatsstudium ist auch eine gute zeitbegrenzte Weiterbildungsoption für alle, die das onlinebasierte Studium testen möchten. Erbrachte Leistungen aus dem Zertifikatsstudium können später im Masterstudium anerkannt werden.

Die Aktualisierung und Erweiterung des Modulangebots bietet den Studierenden eine attraktive Auswahl und antwortet auf die Innovationsherausforderungen der Unternehmen. Neue Module wie bspw. Automobillogistik oder Cyber-physische Wertschöpfungssysteme vermitteln datenbasierte, digitalisierte und flexible Prozesse für eine zukunftsfähige Produktion und Logistik.

Ab dem Wintersemester 24/25 verstärkt Dr. Ralf Forcher als Dozierender das Team. Durch die Branchenkenntnis und Expertise von nebenberuflich Lehrenden aus der Wirtschaft ist die Aktualität und Praxisnähe der Lehrinhalte gegeben.

Die Internationale Fachmesse LogiMAT hatte 2024 mit dem LogiMAT Campus erstmals ein spezielles Format für Matching und Recruiting aufgelegt. Nach Art einer Jobbörse kamen auf dem LogiMAT Campus potenzielle Nachwuchskräfte, Berufsschüler, Studierende und Quereinsteiger, die in der Logistik durchstarten wollen, mit Unternehmen und Anbietern von Weiterbildungsangeboten zusammen. Am eigenen Infostand konnten sich Interessierte über das Weiterbildungsangebot MASTER:ONLINE Logistikmanagement informieren und das Management-Team kennenlernen. In Rahmen der Campus Sessions gaben Branchenkenner hilfreiche Tipps und berichteten über ihre Erfahrungen und ihren eigenen Berufseinstieg in die Logistik. Moderiert von Studiengangsleiter Professor Robert Schulz sprachen Industrieteilnehmer vom Start-Up bis zum Großunternehmen sowie Vertreter der Wissenschaft über die Anforderungen und die Vielseitigkeit des Berufsbilds Logistik.

Das Forum 2024 mit der Übergabe der Urkunden an die Absolventinnen und Absolventen fand im November am Institut für Fördertechnik und Logistik statt. Neben einem spannenden Vortragsprogramm haben die Teilnehmenden die Gelegenheit genutzt, die Versuchshallen des Instituts zu besichtigen.

AUTORIN | GUDRUN WILLEKE



Robert Schulz moderierte die Campus Sessions



MOL-Forum 2024 mit Urkundenübergabe

MASTERARBEITEN

THEMEN DER ABGESCHLOSSENEN MASTERARBEITEN IM
STUDIENGANG MASTER: ONLINE LOGISTIKMANAGEMENT

Untersuchung von Nachhaltigkeitskriterien im Einkauf unter Berücksichtigung von Corporate Social Responsibility

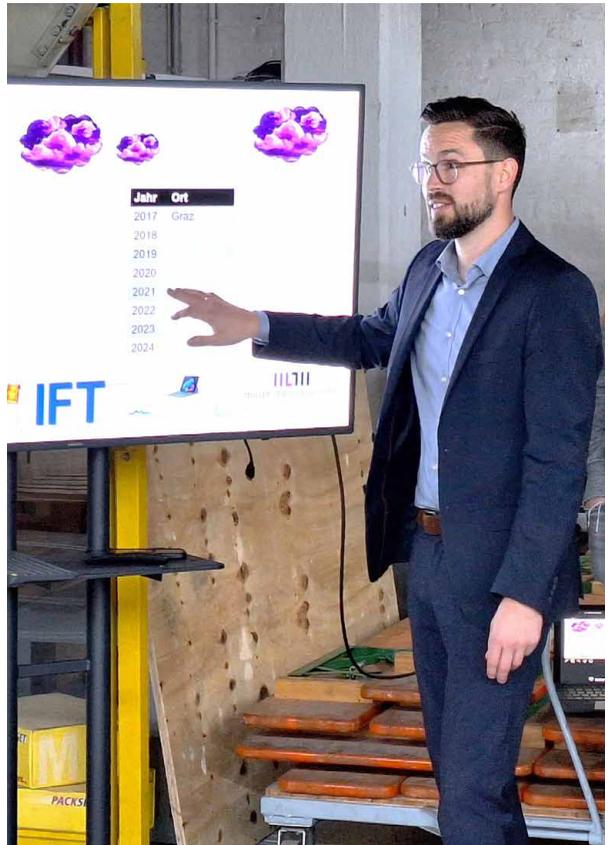
Distributionszentrum der Zukunft - Automatisierung, Flexibilisierung und Nachhaltigkeit als aktuelle Mega-Trends

Internationaler Vergleich von Kosten auf der letzten Meile: Eine vergleichende Studie über die Kosten der letzten Meile in verschiedenen internationalen Zustellgebieten

Erweiterung der Wertstrommethode um Bereiche der Wertanalytik zur Identifizierung von Optimierungspotentialen und Verschwendungen bei der Wertentstehung aus Kundensicht dargestellt an einem Fallbeispiel der Produktion eines Automobilzulieferers von Aluminiumkomponenten

Strategische Modellierung der bundesweiten Transportoptionen für nach Deutschland importierten Ammoniak unter Verwendung von System Dynamics

Dienstleistungsentwicklung bei der Deutschen Umschlaggesellschaft Schiene-Straße (DUSS)mbH – Dienstleistungen unter Beachtung aktueller Trends und Qualitätsmanagementaspekte optimieren und entwickeln



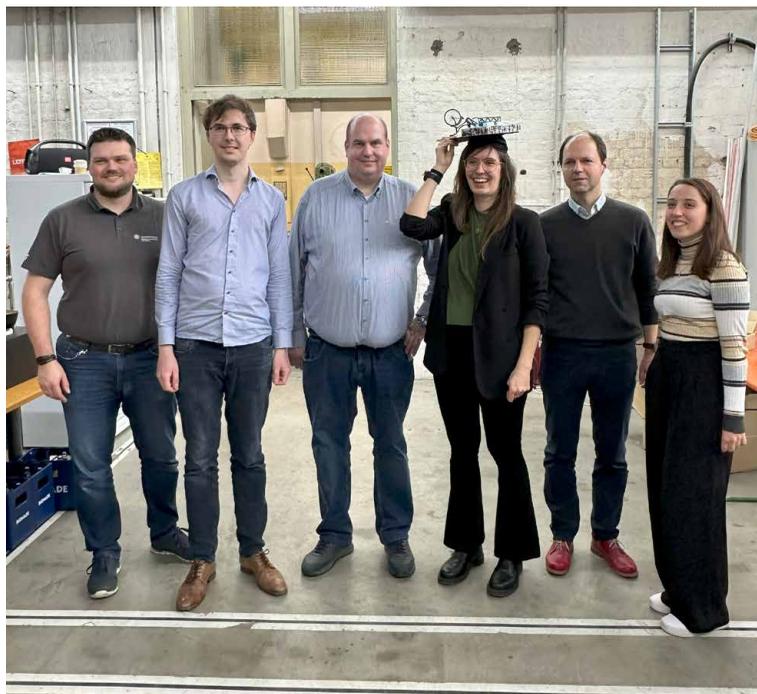
Jahr	Ort
2017	Graz
2018	
2019	
2020	
2021	
2022	
2023	
2024	

IFT

ILTH

INTEROPERABILITÄT BELIEBIGER FAHRERLOSER TRANSPORTFAHRZEUGE DURCH EINE EINHEITLICHE BEWEGUNGS-KOORDINATION FÜR DIE ZUKÜNFTIGE VERNETZTE INTRALOGISTIK

Fahrerlose Transportfahrzeuge sind ein wichtiger Bestandteil flexibler und anpassungsfähiger Produktionen. Um die Wandlungsfähigkeit der Produktionen zu erhöhen, ist eine Hardware-Vernetzung dieser Fahrzeuge notwendig, sodass sie sowohl einzeln als auch im Verbund effektiv Transportaufgaben erledigen können. Die Arbeit von Carolin Brenner untersucht, wie Interoperabilität auf Fahrzeugebene erreicht werden kann. Dafür wird eine einheitliche kinematische Ansteuerung vorgestellt, welche unabhängig von der Fahrzeuggeometrie funktioniert. Dadurch ist eine Interaktion der Fahrzeuge, wie zu einem gemeinsamen Transport benötigt, möglich. Dafür ist außerdem die Bewegungskoordination über die vorgestellte einheitliche Schnittstelle gestaltet, wobei bestehende Steuerungsmechanismen wie manuelle oder vollautomatisierte Verfahren verwendet werden können. Außerdem werden die fahrdynamischen Grenzen der unterschiedlichen Fahrzeuge mittels Omni-Kurven-Parameter für Navigation und Pfadplanung konsistent berücksichtigt. So wird eine interoperable Basis geschaffen, die für verschiedene Fahrzeug- und Verbundtypen nutzbar ist.



CAROLIN BRENNER

DR.-ING. DISSERTATION 2024

Die Dissertation wurde betreut von Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz (Hauptberichter), Prof. Dr.-Ing. Thorsten Schmidt (TU Dresden) war Mitberichter. Prüfungsvorsitzender war Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuss.



DAVID PFLEGER

**DR.-ING.
DISSERTATION 2024**

Die Dissertation wurde betreut von Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz als Hauptberichter. Mitberichter war Assoc.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Prof.h.c. Christian Landschützer, TU Graz.

Den Prüfungsvorsitz hatte Prof. Dr.-Ing. Wolfram Remlinger, IKTD, Universität Stuttgart, übernommen.

METHODIK ZUR GANZHEITLICHEN BETRACHTUNG DER ELEKTRIFIZIERUNG DER STÜCKGUTLOGISTIK IN EINEM GEOGRAFISCHEN GROSSRAUM

Aufgrund der Klimaschutzziele der EU und des steigenden Straßengüterverkehrs ist die Umstellung auf alternative Antriebe, insbesondere batterieelektrische LKW, unumgänglich. Die Elektrifizierung schreitet jedoch langsam voran, teils wegen der fehlenden Ladeinfrastruktur. Der Ausbau dieser Infrastruktur erfordert neue Akteure aus dem Energiesektor. Um alle Akteure frühzeitig einzubinden, ist eine einheitliche Methodik zur Analyse der Elektrifizierbarkeit eines Logistiksegments in einem geografischen Großraum notwendig. Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines logistischen Ansatzes zur Analyse der Elektrifizierbarkeit der Stückgutlogistik. Dabei werden die Auftragserzeugung und Tourenplanung mithilfe der erzeugten Kundenstruktur durchgeführt. Es resultieren synthetische Auftragslisten auf Basis von öffentlichen Daten und einer geringen Menge an realen Daten von Speditionen, die die Grundlage für die Tourenplanung und die Bestimmung der logistischen Elektrifizierungsrate bilden.

Mit der Durchführung eines Anwendungsbeispiels am Stadtgebiet Stuttgart wird die Funktionsweise des Ansatzes bestätigt. Zusätzlich wird der Ansatz mit realen Speditionsdaten validiert. Eine Übertragbarkeit auf andere geographische Großräume und Logistiksegmente ist gewährleistet.



MATERIALVERFÜGBARKEIT IN FLUIDEN MONTAGESYSTEMEN

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit ist die aus den Defiziten starr verketteter Fließmontagelinien resultierende Forderung nach veränderungsfähigen Systemen für die zukünftige Automobilmontage. Als Ausprägungsform eines veränderungsfähigen Systems grenzt die fluide Montage, die im Kontext des Forschungscampus ARENA2036 erarbeitet wird und über eine spezifische Anzahl an Freiheitsgraden verfügt, den Untersuchungsbereich dieser Arbeit ab. Es zeigt sich, dass in dieser Umgebung die Gewährleistung der kurzfristigen Materialverfügbarkeit infolge dynamischer Materialflussstrukturen eine besondere Herausforderung darstellt. Aus diesem Grund beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit der übergeordneten Forschungsfrage, wie sich die Materialverfügbarkeit während des Betriebs eines fluiden Montagesystems sicherstellen lässt.

Als konkreter Handlungsbedarf wird die Entwicklung und Untersuchung einer Methodik zur Überprüfung und Sicherstellung der Materialverfügbarkeit in fluiden Montagesystemen identifiziert. Die simulationsbasierte Untersuchung der Methodik erfolgt am Beispiel einer Cockpit-Vormontage. Wie die Simulationsergebnisse zeigen, gelingt es durch den Einsatz der Methodik, die Materialverfügbarkeit in fluiden Montagesystemen während des laufenden Betriebs sicherzustellen. Dadurch leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Ausgestaltung der Materialbereitstellung in fluiden Montagesystemen.



MANUEL HAGG

**DR.-ING.
DISSERTATION 2024**

Die Dissertation wurde betreut von Prof. Dr.-Ing. Robert Schulz als Hauptberichter.

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl, IFF, Universität Stuttgart, war Mitberichter und Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Hans-Christian Möhring, IfW, Universität Stuttgart hatte den Prüfungsvorsitz übernommen.

EVENTS HIGH- LIGHTS



KANZLERIN ANNA STEIGER BESUCHT DAS INSTITUT

Erstes Kennenlernen mit der neuen Kanzlerin der Universität Stuttgart! Anna Steiger besuchte das Institut und informierte sich über die Forschungsaktivitäten und aktuelle Projekte. Mit großem Interesse besichtigte sie die Prüflabore für Seiltechnik und Logistik.



KICK-OFF-EVENT INNOVATIONS- WETTBEWERB

Das IFT hat beim Kick-Off-Event zum 2. „Innovationswettbewerb Klimaneutrale Produktion mittels 4.0-Lösungen“ zwei geförderte Projekte vorgestellt. Ruben Noortwyck präsentierte mit dem Forschungsprojekt LaMaP energiesparende Lagerstrategien mit energetisch optimierten Komponenten. Markus Schröppel stellte das Projekt eLLa Light vor, die Entwicklung einer energiesparenden Lagersteuerung mit gewichtsreduzierten Lagerfahrzeugen. Projektpartner in beiden Projekten ist die Gebhardt Fördertechnik GmbH.



LOGITALK 2024

Zusammen mit den Motion Miners und ipolog hatte das IFT zum zweiten LogiTALK in die Logistikhalle eingeladen. Die Veranstaltung fand direkt im Anschluss an die LogiMAT statt. In entspannter Atmosphäre sind die Gäste bei Getränken und Maultaschen ins Gespräch gekommen. Eine tolle Gelegenheit, Kontakte zu knüpfen, Ideen auszutauschen und aktuelle Trends zu diskutieren.



SEMINAR DRAHTSEILE – HERSTELLUNG VON SEILEND- VERBINDUNGEN

Im Praxisteil des zweitägigen Seminars lernten die Teilnehmenden das Vergießen von Seilendhülsen. Hergestellt wurden metallische Vergüsse und Kunstharzvergüsse. Da sich bei metallischen Materialien die Vorwärm-/Vergusstemperatur auf die Rheologie auswirkt, haben die Ingenieure den Vergussprozess mit der Wärmebildkamera überwacht. Im abschließenden Zugversuch wurden die hergestellten Endverbindungen auf ihre Festigkeit getestet.



GIRLS'DAY 2024 AM IFT

Beim Girls' Day 2024 gab es für die Schülerinnen einen spannenden Einblick in die Welt der Seile! Sie erfuhren, wie man mittels Prüftechnik einen Blick ins Innere eines Seilbahnseils werfen kann. Im Seillabor erlebten sie, wie Stürze am Fallprüfstand simuliert werden und damit die Belastbarkeit von Kletterseilen getestet wird. Anschließend lernten sie das Verbinden von Faserseilen zu endlosen Ringen.



Bild: @porsche

UNI STUTTGART @PORSCHE – STUDIERENDEN- EXKURSION

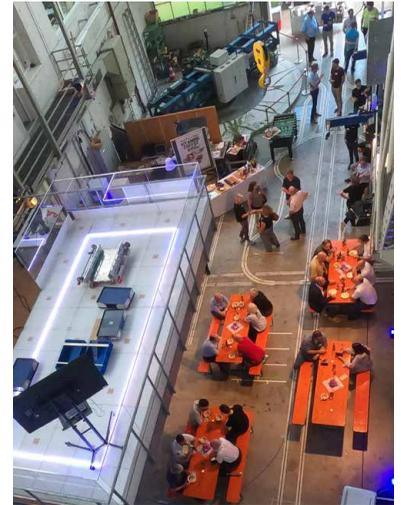
Studierende des IFT haben mit Robert Schulz und Dozierenden die Porsche AG in Zuffenhausen besucht und tolle Einblicke in die Welt der Mobilität gewonnen. Von innovativen Produktionsprozessen bis hin zu modernster Logistik – die Teilnehmenden lernten die Abläufe des Automobilherstellers kennen. Beeindruckend waren auch die Führungen durch die moderne Produktion sowie das Porsche Museum.



Bild: Emons Spedition GmbH & Co. KG | IEH

REALIST – ERPROBUNGS- PHASE STARTET

Wie die Stückgutlogistik in urbanen Räumen elektrifiziert werden kann, wird im Forschungsprojekt REALIST untersucht. Gemeinsam mit dem IEH der Uni-versität Stuttgart entwickelt das IFT ein integriertes Logistik- und Stromversorgungskonzept für eine nachhaltige elektrische Stadtbelieferung. Am 17. Juni 2024 startete die reale Erprobungsphase: Mit einem vollelektrischen LKW von FUSO Europe der Daimler Truck AG bedient die Emons Spedition GmbH & Co. KG die Stuttgarter Innenstadt.



ALUMNI TREFFEN 2024

Gelungenes Alumnitreffen am IFT! Das diesjährige Treffen bot eine hervorragende Möglichkeit, alte Bekanntschaften wiederzubeleben, neue Kontakte zu schaffen und sich über gemeinsame Erfahrungen auszutauschen. IFT-Forschende stellten spannende aktuelle Projekte und Entwicklungen vor. Besonders der Rundgang durch das Seillabor stieß auf reges Interesse.



DOKTORANDEN- SEMINAR IN BRETZFELD

Die IFT- Doktorand*innen haben beim zweitägigen Seminar den aktuellen Stand ihrer Promotionsarbeiten vorgestellt und offene Fragen diskutiert. Spannende Einblicke in die wirtschaftliche Entwicklung der Region Hohenlohe erhielten die Teilnehmenden beim abschließenden Besuch der Kocherwerke. Die Ausstellung zeigt die Wirtschaftsgeschichte im Bereich Schrauben und Befestigung von den Anfängen der Industrialisierung bis heute.



IFT-AUSFLUG IN DEN KILLESBERGPARK

Trotz starker Regenschauer ist der IFT-Sommerausflug nicht ins Wasser gefallen! Ziel des Ausflugs war der Killesbergpark in Stuttgart. Auch wenn die geplante Tour durch den Park und der Besuch des Killesbergturms aufgrund des Wetters kürzer ausfielen, blieb die gute Laune der Teilnehmenden ungetrübt. Im gemütlichen Biergarten ließen alle den Tag dann trocken und entspannt ausklingen.



Bild: IfW

LABTOUR FÜR MASTER- STUDIERENDE

Zukünftige Masterstudierende erhielten während der LabTour durch die Institute IFT, IFU und IfW spannende Einblicke in laufende Forschungsprojekte und produktionstechnische Spezialisierungen. Forschende der Institute führten die Gruppe durch die Laborhallen und erklärten die Prüfstände sowie die Versuche. Im Anschluss an die Besichtigung bot ein Imbiss mit Getränken reichlich Gelegenheit für Fragen und einen Austausch unter den Teilnehmenden.

ICM-TAG 2024 – FUTURE MOBILITY OPEN LABS

Bei der Veranstaltung zum 5-jährigen Bestehen zeigte der InnovationsCampus Mobilität der Zukunft (ICM) Highlights aus 5 Jahren Spitzenforschung. Das vielfältige Programm fand auf dem Forschungscampus ARENA2036 statt. Bei der geführten Labtour haben Interessierte die Institute IFT, ISW und IfW besichtigt.



Bild: ICM | ARENA2036

VORSTAND DES MX AWARD E.V. ZU GAST

Zur Auftaktveranstaltung des MX Manufacturing eXcellence AWARD traf sich der Vorstand des MX AWARD e.V. bei Robert Schulz, dem neuen Mitglied im Vorstand des Vereins. Bei einer Führung durch die Laborhallen gewährte Robert Schulz interessante Einblicke in die produktionstechnischen Forschungsprojekte des Instituts.



Bild: Dr. M.Artin Schönheit

GEBHARDT SOFTWARE SUMMIT

Die Veranstaltung in Sinsheim bot spannende Vorträge und praxisnahe Live-Demonstrationen zum Thema Digitalisierung und Automatisierung in der Intralogistik. Robert Schulz hielt eine inspirierende Keynote zur Zukunft der Intralogistik. Das IFT informierte auf der begleitenden Ausstellung über neueste Entwicklungen und das berufsbeleitende Studienangebot MASTER:ONLINE Logistikmanagement.



MASTER:ONLINE FORUM 2024

Das Forum MASTER:ONLINE Logistikmanagement mit feierlicher Urkundenübergabe an die Absolvent*innen des Jahres 2024 fand am IFT statt. Die Gäste erlebten ein abwechslungsreiches Programm mit Vorträgen aus der Logistikbranche und einer Führung durch die Laborhallen. Der Abend klang bei Buffet, Live-Musik und anregenden Gesprächen aus.



SEMINAR AUFZÜGE BEIM TÜV RHEINLAND

Auf Einladung der TÜV Rheinland Industrie Service GmbH nahmen Seilforschende des IFT an einem Workshop in Nürnberg teil. Neben rechtlichen Aspekten und aktuellen Herausforderungen wurden auch praxisnahe Beispiele von Aufzugprüfungen behandelt. Der Erfahrungsaustausch mit den Experten des TÜV umfasste auch Möglichkeiten zur Vermeidung von Unfallereignissen.



Bild: TÜV Rheinland

WEIHNACHTSFEIER DES IFT

Zum Jahresabschluss verbrachten die Teilnehmenden einen angenehmen Abend in entspannter Atmosphäre. Bei Glühwein und Punsch gab Professor Schulz einen kurzen Rückblick auf die Veranstaltungen und Projekte des Jahres 2024. Ein fester Programmpunkt war auch in diesem Jahr die Bingo-Runde, die mit einer Preisverleihung endete.



KONFERENZEN FACHMESSEN WORKSHOPS



Bild: LogiMAT Messe

FACHMESSE LOGIMAT 2024

Das IFT stellte auf der LogiMAT, der Internationalen Fachmesse für Intralogistik-Lösungen und Prozessmanagement, aktuelle Forschungen und Entwicklungen vor. Beim Expert Forum „Maximale Prozesssicherheit bei minimalem Invest“ berichteten Forschende des IFT und Expert*innen der Unternehmen Bosch, ISG, MHP und Pilz über aktuelle Trends in der Intralogistik und Simulation als Schlüsselkomponente.



OIPEEC CONFERENCE 2024

IFT-Seilforschende präsentierten auf der OIPEEC Conference 2024 der International Organization for the Study of Rope in Bardolino, Italien ihre aktuellen Forschungen. Gemeinsam mit über 150 Experten informierten sie sich über neueste Entwicklungen in der Seilbranche und diskutierten seilrelevante Themen. In der Konferenzpause hat das Team die sommerlichen Temperaturen genossen.



FIRSTWIRE ABSCHLUSS-WORKSHOP

Der internationale Abschluss-Workshop des innovativen EU-Projekts FIRST WIRE fand in Cagliari auf Sardinien statt. Führende Experten und Expertinnen tauschten sich über Herstellung, Verseilung, Prüfung und Anwendung des neuen Hybridseilkonzepts aus. Wendel Frick und Stefan Hecht, IFT, präsentierten ihre Studien zum Thema „Konventionelle Seile vs. Hybridseile“.



ILMENAUER DRAHTTAG

Expertinnen und Experten aus Industrie und Forschung referierten am 11. Juni 2024 zu Herstellung, Funktion, Berechnung und Prüfung von Draht und Drahterzeugnissen. Neueste Entwicklungen zeigte auch die begleitende Fachausstellung. Das IFT stellte aktuelle Ergebnisse in den Bereichen Drahtwerkstoffe und Prüfmethoden vor.



ANTWERP SUPPLY CHAIN INNOVATIONS

Robert Schulz und Javier Stillig, Bosch Rexroth, präsentierten den gemeinsamen Vortrag „Flexibilisierung in der Logistik“. Die Konferenz informierte über neuestes Wissen, Entwicklungen und innovative Anwendungen im Bereich des Supply Chain Managements. Diskussionen und ein zentraler Ausstellungsbereich boten Gelegenheit zum Austausch.

XXV. MHCL'24 MATERIAL HANDLING, CONSTRUCTIONS AND LOGISTICS CONFERENCE

Führende Experten trafen sich auf der MHCL'24 in Wien. Wendel Frick informierte über das Ermüdungsverhalten von Seilen. Jonas Nölcke präsentierte ein innovatives Konzept, das eine Verschleißüberwachung von Rollenketten auf Basis von Bildverarbeitungstechnologien ermöglicht.



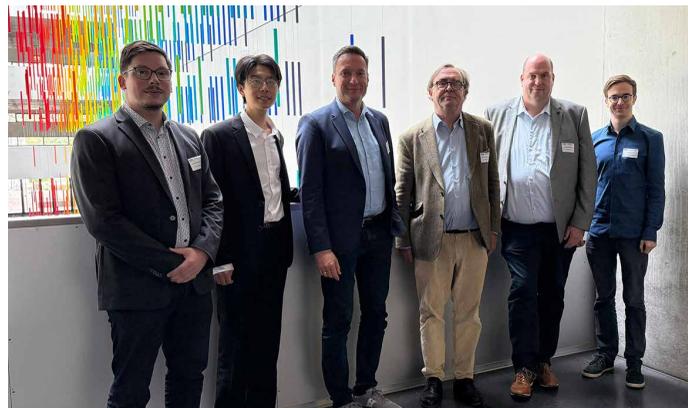
LIFTING & RIGGING SEMINAR DER IMCA

Die IMCA (International Marine Contractors Association) lud zum Lifting & Rigging Seminar nach Amsterdam ein. Der Fokus lag auf der Verbesserung der Offshore-Sicherheit. Ralf Eisinger gab praxisnahe Einblicke in Seilprüfverfahren und beleuchtete die Vor- und Nachteile der automatischen und manuellen Auswertung. Die Forschenden tauschten sich über Innovationen in der Hebezeugindustrie aus.



20. FACHKOLLOQUIUM LOGISTIK DER WGTL E.V.

Beim Kolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik präsentierte Markus Schröppel die Erkenntnisse zu Untersuchungen an Rollen und Rädern. Funing Li erläuterte einen Python-basierten Simulationsansatz zur Planung von Lagersystemen. Vorgestellt wurden aktuelle Resultate des ICM-Forschungsprojekts „INDU4 – Coop_AGV“, das mit dem ifl – Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme, KIT, erarbeitet wird.



VORTRÄGE

KONFERENZEN | FACHMESSEN | WORKSHOPS

A. Bozkurt: Fluide Produktionslogistik – Chancen und Herausforderungen. Fachmesse LogiMAT 2024, 19.03.2024, Stuttgart.

A. Bozkurt: Ressourcenschonendes, kreislauforientiertes Wirtschaften in Baden-Württemberg (REKOWI) Poster Titel: ZiProMo – Zirkuläre Produktion urbaner Mobilitätslösungen – Potentialanalyse E-Scooter. 13. Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftskongress Baden-Württemberg (KONGRESS BW), 16.-17.10.2024, Stuttgart.

R. Eisinger: New ways of evaluation of damage to wire ropes by combining different non-destructive rope testing methods. OIPEEC Conference 2024, April 2024, Bardolino, Italien.

R. Eisinger: Comparison of permanent magnetic testing with automatic evaluation to individualmagnetic tests with manual evaluation. IMCA Lifting & Rigging Seminar, 12.09.2024, Amsterdam.

W. Frick: On the influence of the quasi-static deformation behavior of a wire rope on its fatigue performance. OIPEEC Conference 2024, April 2024, Bardolino, Italien.

W. Frick: Relationships between static deformation behavior and dynamic fatigue behavior of wire ropes under tension-tension loading. XXV International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics (MHCL) 2024, 19.09.2024, Technische Universität Wien.

L. Funing: A scalable deep reinforcement learning approach for minimizing the total tardiness of the parallel machine scheduling problem. 20. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL), 27.09.2024, Technische Universität Dresden.

S. Hecht: Determination and comparison of the cut resistance of different fibre ropes. OIPEEC Conference 2024, April 2024, Bardolino, Italien.

S. Hecht: Faserverstärkte Stahldrähte für Seilanwendungen im Hochleistungssektor. Ilmenauer Drahttag 2024, 11.06.2024, Technische Universität Ilmenau.

M. Hofmann / M. Schröppel: Rollwiderstand und Rollverlust von Flurförderzeugrädern mit Polyurethanbandage im Hinblick auf deren Härtegrad. 20. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL), 26.09.2024, Technische Universität Dresden.

J. Keller: Investigation of new criteria for discard detection of fibre ropes for safe operation. OIPEEC Conference 2024, April 2024, Bardolino, Italien.

R. Noortwyck: Prozesssicherheit in Produktions- und Logistiksystemen steigern und optimieren: Simulation als Schlüsselkomponenten in volatilen Märkten. Fachmesse LogiMAT 2024, 19.03.2024, Stuttgart.

J. Nölcke: A novel machine vision-based approach for online wear monitoring of roller chains. XXV International Conference on Material Handling, Constructions and Logistics (MHCL) 2024, 19.09.2024, Technische Universität Wien.

R. Schulz und J. Stillig: Flexibilization of Intra-logistics with the Help of Innovative AGVs and a Novel Infrastructure Platform for Convertible Manufacturing. Supply Chain Innovations Antwerp, 14.03.2024, Antwerpen, Belgien.

VERÖFFENTLICHUNGEN

C. Brenner und R. Schulz, „Ein Beitrag für die zukünftige vernetzte Intralogistik Wie eine einheitliche Bewegungskoordination für Fahrerlose Transportfahrzeuge die Integration unterschiedlicher proprietärer FTS-Lösungen ermöglicht“, *f+h fördern und heben*, Nr. 9/2024, Art. Nr. 9/2024, 2024, [Online]. Verfügbar unter: <https://digital.foerdern-und-heben.de/f-h-fordern-und-heben-9-2024/68780359/38>

R. Eisinger, J. Görres, J. Keller, J. Guter, und R. Schulz, „New ways of evaluation of damage to wire ropes by combining different non-destructive rope testing methods“, in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*, P. Wang, Hrsg., in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*. Organisation Internationale pour l'Etude des Cables (OIPEEC), Apr. 2024, S. 151–164.

W. Frick, „Relationships between static deformation behavior and dynamic fatigue behavior of wire ropes under tension-tension loading“, in *Proceedings of the XXV International Conference MHCL 2024*. Sep. 2024, S. 93–98.

W. Frick und R. Schulz, „On the influence of the quasi-static deformation behavior of a wire rope on its fatigue performance“, in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*, P. Wang, Hrsg., in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*. Organisation Internationale pour l'Etude des Cables (OIPEEC), Apr. 2024, S. 313–330.

W. Frick, F. Stegmaier, und O. Reinelt, „Wärmeausdehnungskoeffizient von Seildraht verschiedener Festigkeit unter Zugbelastung“, in *Tagungsband Ilmenauer Drahttag 2024*, ISBN 978-3-948595-10-4.

S. Hecht, D. Fischer, und R. Schulz, „Determination and comparison of the cut resistance of different fibre ropes“, in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*, P. Wang, Hrsg., in *Proceedings of OIPEEC Conference 2024*. Organisation Internationale pour l'Etude des Cables (OIPEEC), Apr. 2024, S. 43–59.

F. Li u. a., „A transformer-based deep reinforcement learning approach for dynamic parallel machine scheduling problem with family setups“, *Journal of Intelligent Manufacturing*, Bd. 35, Nr. 6, Art. Nr. 6, Aug. 2024, [Online]. Verfügbar unter: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10845-024-02470-8>

Ferino, J. and Meleddu, A. and Hecht, Stefan and Frick, Wendel and Brunelli, K. and Pazzato, L. and Ricotta, M. and Amin, N. and Kraemer, E. and Wobker, H., „Faserverstärkte Stahldrähte für Seilanwendungen im Hochleistungssektor“, in Tagungsband Ilmenauer Drahttag 2024, ISBN 978-3-948595-10-4.

Ferino, J. and Meleddu, A. and Hecht, Stefan and Frick, Wendel and Brunelli, K. and Pezzato, L. and Ricotta, M. and Amin, N. and Meleddu, M., „Finite-Elemente-Modellierung von Stahldraht und Drahtseilen zur Analyse mechanischer Eigenschaften“, in Tagungsband Ilmenauer Drahttag 2024, ISBN 978-3-948595-10-4.

F. Li, R. Noortwyck, und R. Schulz, „Ein skalierbarer Deep Reinforcement Learning-Ansatz zur Minimierung der Gesamtverspätung bei paralleler Maschinenbelegung“, in Logistics Journal: Proceedings, Wissenschaftliche Beiträge zum 20. WGTL-Kolloquium 2024 in Dresden, in Logistics Journal: Proceedings, Wissenschaftliche Beiträge zum 20. WGTL-Kolloquium 2024 in Dresden, vol. 20 (2024). Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL), Okt. 2024. doi: https://doi.org/10.2195/lj_proc_en_li_202410_01.

J. Nölcke und R. Schulz, „A novel machine vision-based approach for online wear monitoring of roller chains“, in Proceedings of the XXV International Conference MHCL 2024, in Proceedings of the XXV International Conference MHCL 2024. Sep. 2024, S. 61–66.

J. Nölcke und R. Schulz, „Lubrication Monitoring of Roller Chains via Contactless Temperature Measurement“, in innoTRAC, in innoTRAC, vol. 3. innoTRAC, Dez. 2024, S. 117–126.

D. Schmidpeter, R. Schulz, und B. Brinzer, „Konzeption und Implementierung einer dezentralen Logistik- und Produktionsregelung für variantenreiche Produktionsumgebungen mit kleinen Losgrößen“, in Logistics Journal, in Logistics Journal. https://doi.org/10.2195/lj_proc_schmidpeter_de_202410_01, 2024. doi: https://doi.org/10.2195/lj_proc_schmidpeter_de_202410_01.

F. Stegmaier, J. Keller, und R. Schulz, „Investigation of new criteria for discard detection of fibre ropes for safe operation“, in Proceedings of OIPEEC Conference 2024, P. Wang, Hrsg., in Proceedings of OIPEEC Conference 2024. Organisation Internationale pour l’Etude des Cables (OIPEEC), Apr. 2024, S. 83–99.

FACHGREMIIEN

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

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

Frick, Wendel:

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

Keller, Johannes:

- IEA Wind Energy Task 48 WG3/WG4

Noortwyck, Ruben:

- VDMA Arbeitskreis „Simulation und Visualisierung im Produktlebenszyklus“

Schulz, Robert:

- OIPEEC Management Committee
- Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL)
- Mitglied in der Fachjury LogiMAT
„Bestes Produkt“
- Bundesvereinigung Logistik (BVL)
Wissenschaftlicher Beirat
- MX Manufacturing eXcellence e.V.
Stellvertretendes Vorstandsmitglied
- Mitglied des Forschungsdirektorium
ARENA2036

KONTAKTE

Institutsleitung

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

Stellvertretende Leitung

Daniel Mezger, M.Sc.

Kontakt Institut

Tel.: +49 711 685-83771

Mail: sekretariat@ift.uni-stuttgart.de

Verwaltung

Claudia Gömann-Preuß

Teresa Smolic

Mail: verwaltung@ift.uni-stuttgart.de

Seiltechnologie

Dipl.-Ing. Stefan Hecht

Mail: stefan.hecht@ift.uni-stuttgart.de

Technische Logistik/Materialflussautomatisierung

Dr.-Ing. Matthias Hofmann

Mail: matthias.hofmann@ift.uni-stuttgart.de

Technische Logistik/Logistikprozesse

Ruben Noortwyck

Mail: ruben.noortwyck@ift.uni-stuttgart.de

Studiensekretariat | Website | Social Media

Dipl.-Ing. (FH) Gudrun Willeke

Mail: gudrun.willeke@ift.uni-stuttgart.de

Master:Online Logistikmanagement

Studiengangsmanagement

Dipl.rer.com Silke Hartmann

Dipl.-Päd. Živile Menzel

Mail: info@master-logistikmanagement.de

IMPRESSUM

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 2025



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