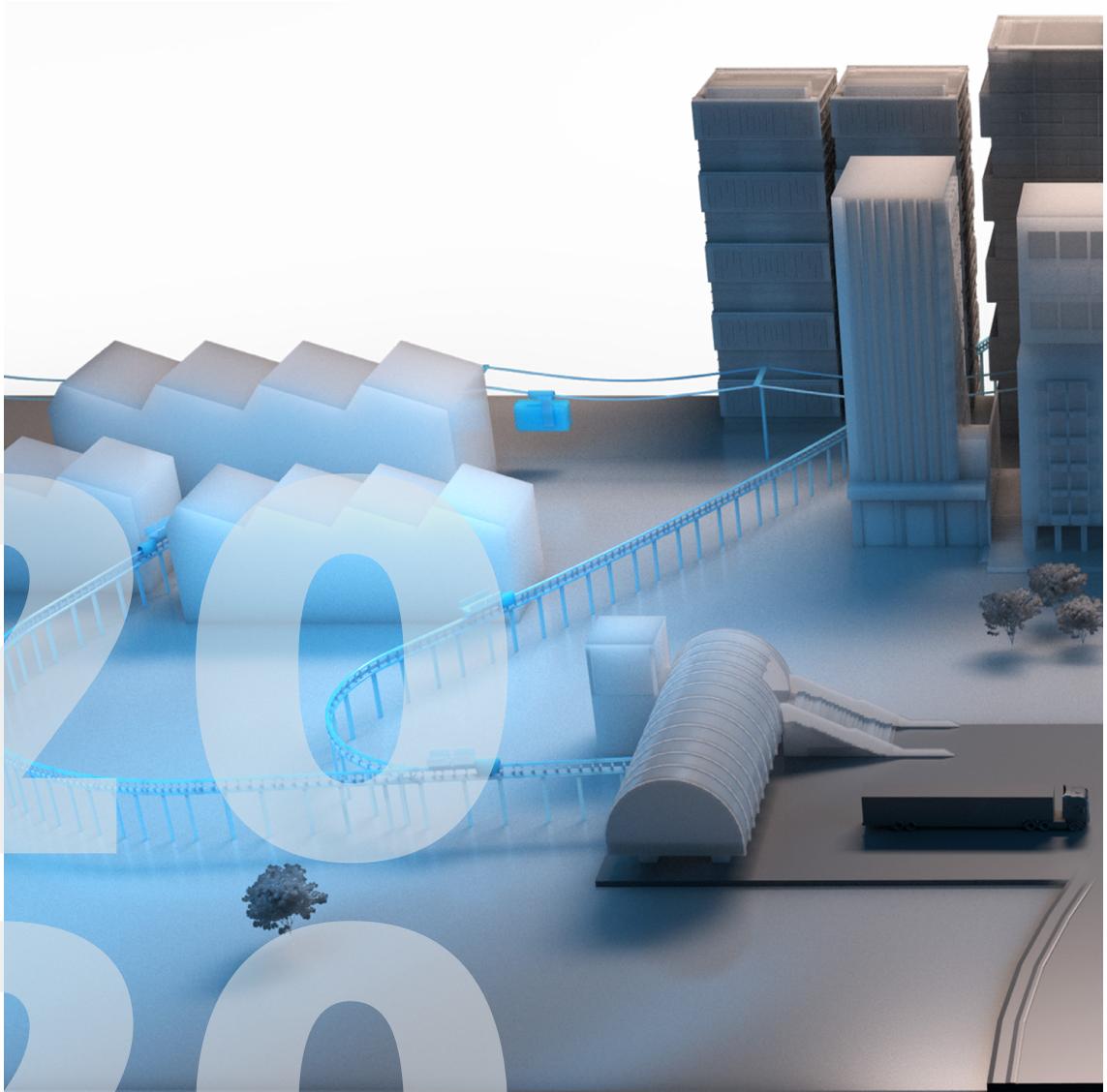


Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik
und Logistik

jahresbericht



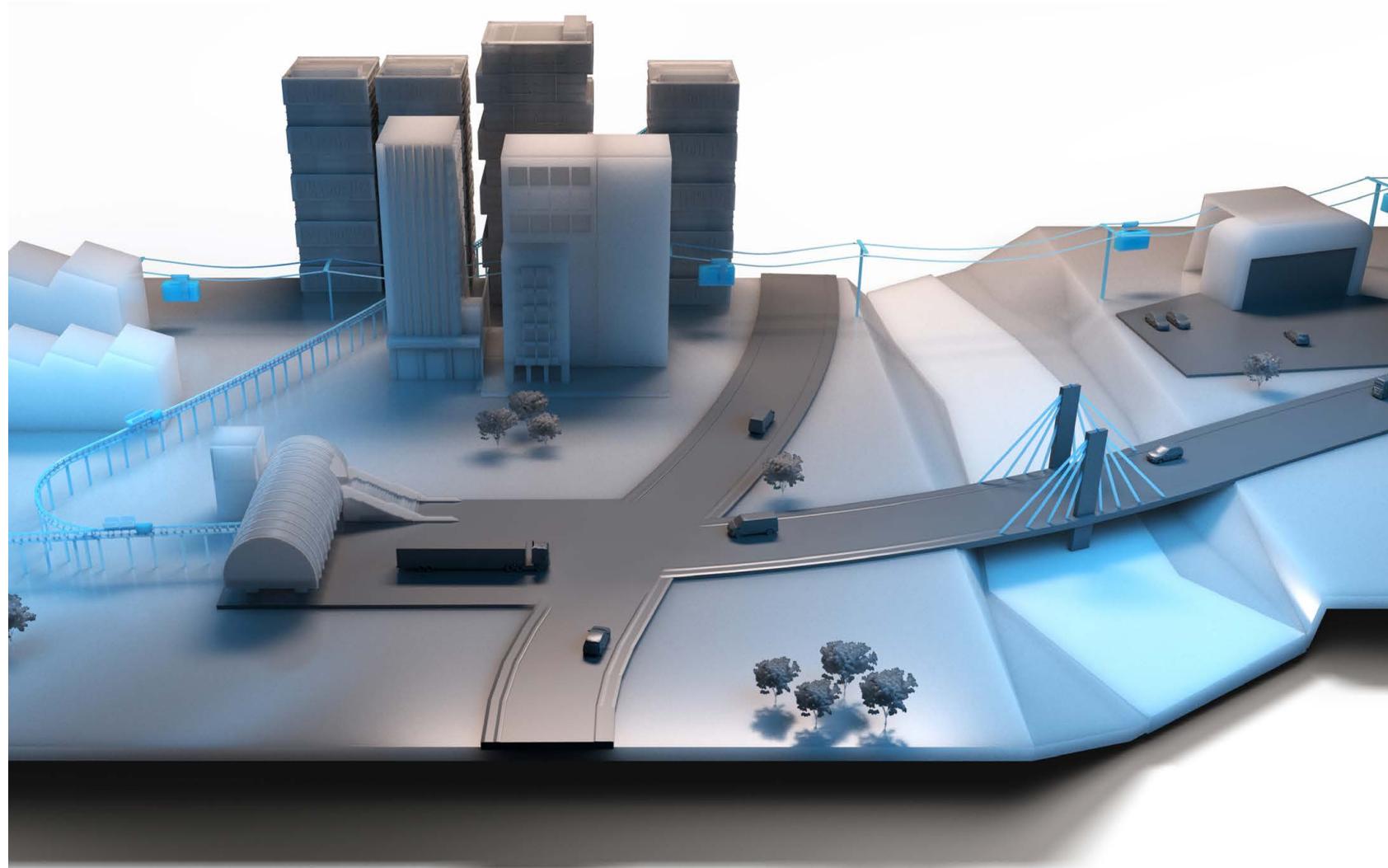


*Liebe Leserin,
lieber Leser,*

das Wort des Jahres wird seit 1977 regelmäßig von der Gesellschaft für deutsche Sprache publiziert. 2020 ist – als hätte man es schon geahnt – „Corona-Pandemie“ das Wort des Jahres, gefolgt von „Lock-down“. Anfang des Jahres konnte man sich die Ausmaße des Virus noch nicht wirklich vorstellen. Doch als zum Beispiel die LogiMAT, die Messe für Intralogistik in Stuttgart, zunächst vom März auf den Sommer verschoben wurde, waren die ersten Auswirkungen schnell konkret.

Unser bereits mit viel Vorlauf geplanter traditioneller IFT-Tag und auch unser Messestand auf der LogiMAT mussten abgesagt werden. Und so zog es sich fort: nicht nur Messen und Kongresse wurden vertagt oder abgesagt, auch Seminare und wissenschaftliche Veranstaltungen sowie Geschäftsreisen wurden auf das Nötigste reduziert. Die virtuellen und digitalen Medien wurden nun zum Mittelpunkt unseres Agierens und gehören jetzt zum Alltag, wie Home-Office und mobiles Arbeiten.

In der universitären Lehre sind die Hörsäle für Vorlesungen seit dem Sommersemester für alle Studierenden geschlossen und die digitale Lehre, eine neue Möglichkeit der zeitlich asynchronen Vorlesung, hat im Studienalltag Einzug gehalten. Sehen wir es positiv: So schnell hätten wir einen digitalen Wandel nicht vollbracht. Und viel wichtiger, dies gelang nur durch ein konstruktives und flexibles Miteinander im Umgang mit den neuen Herausforderungen. Und vielleicht führt das ein oder andere Innehalten während der Pandemie zur Reflexion über die Notwendigkeit eines „Schneller, Höher, Weiter“ der letzten Jahre.



Trotz oder vor allem mit all diesen Herausforderungen haben wir am Institut weiter geforscht und entwickelt. In der Seiltechnik haben wir gemeinsam mit Mesomatic den Fokus auf die Weiterentwicklung unseres magnetinduktiven Prüfgeräts SMRT^{NEXT} gelegt und freuen uns auf den Relaunch in diesem Jahr. In der visuellen Seilprüfung wird mit Winspect 2.0 die nächste Generation erscheinen.

Mit dem Stuttgarter Logistik Modell legen wir den Grundstein für eine nachhaltige Citylogistik. Unsere langjährige Expertise auf dem Gebiet der Seilbahnen und der Personenförder- und Transporttechnik fließt nun in die Entwicklung neuer Konzepte zur Elektromobilität und alternativer Verkehrsträger ein, wie die urbane Seilbahn und das Hochgeschwindigkeitsfördersystem für eine z. B. unterirdische Ver- und Entsorgung der Innenstädte. In der Intralogistik forschen wir intensiv an der Flexibilisierung der Materialversorgung durch Fahrerlose Transportsysteme mit neuer Hardware und neuen Steuerungskonzepten.

Mit der Besetzung der Oberingenieurstelle durch Herrn David Korte seit Oktober 2020 freue ich mich sehr, dass wir das IFT wieder in dieser Funktion stärken und bedanke mich für sein Engagement. Bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts bedanke ich mich für den Einsatz und die Kreativität, mit denen die Herausforderungen 2020 angenommen wurden.

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen.

Robert Schulz
Institutsleiter

forschung

6	Seiltechnologie	26	Logistik
8	Überblick Zerstörende Seilprüfung	28	Durchsatzoptimierung von Shuttle-Systemen mittels KI
9	Neue Biegemaschine zur Prüfung von Stahlseilen und hochfesten Faserseilen	30	Pick-by-Augmented-Reality – Manuelle Kommissionierung erweitert Realität!
10	Erforschung der von Drahtkontaktstellen ausgehenden Schädigung	32	Elektromobilität von Nutzfahrzeugen – Eine neue Herausforderung für Logistikzentren?
14	DFG Forschungstransfer einer monolithischen Seilendverbindung für hochmodulare Faserseile		
		34	Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung
18	Zerstörungsfreie Seilprüfungen und Seilbahntechnik – ein Überblick	36	Kollaborierende Materialflusssysteme für Losgröße 1 – Produktionslogistik
20	Magnetinduktive Seilprüfung auf Notschleppern	40	Konzept zur intuitiven Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge mit beliebiger Radkonfiguration
21	Regelmäßige Begutachtungen		
22	Interaktives Lernlabor zur Konzeptentwicklung für Nahverkehrsseilbahnen	44	SPEEDTrans
24	Prüflabor für Persönliche Schutzausrüstung (PSA)		

studium

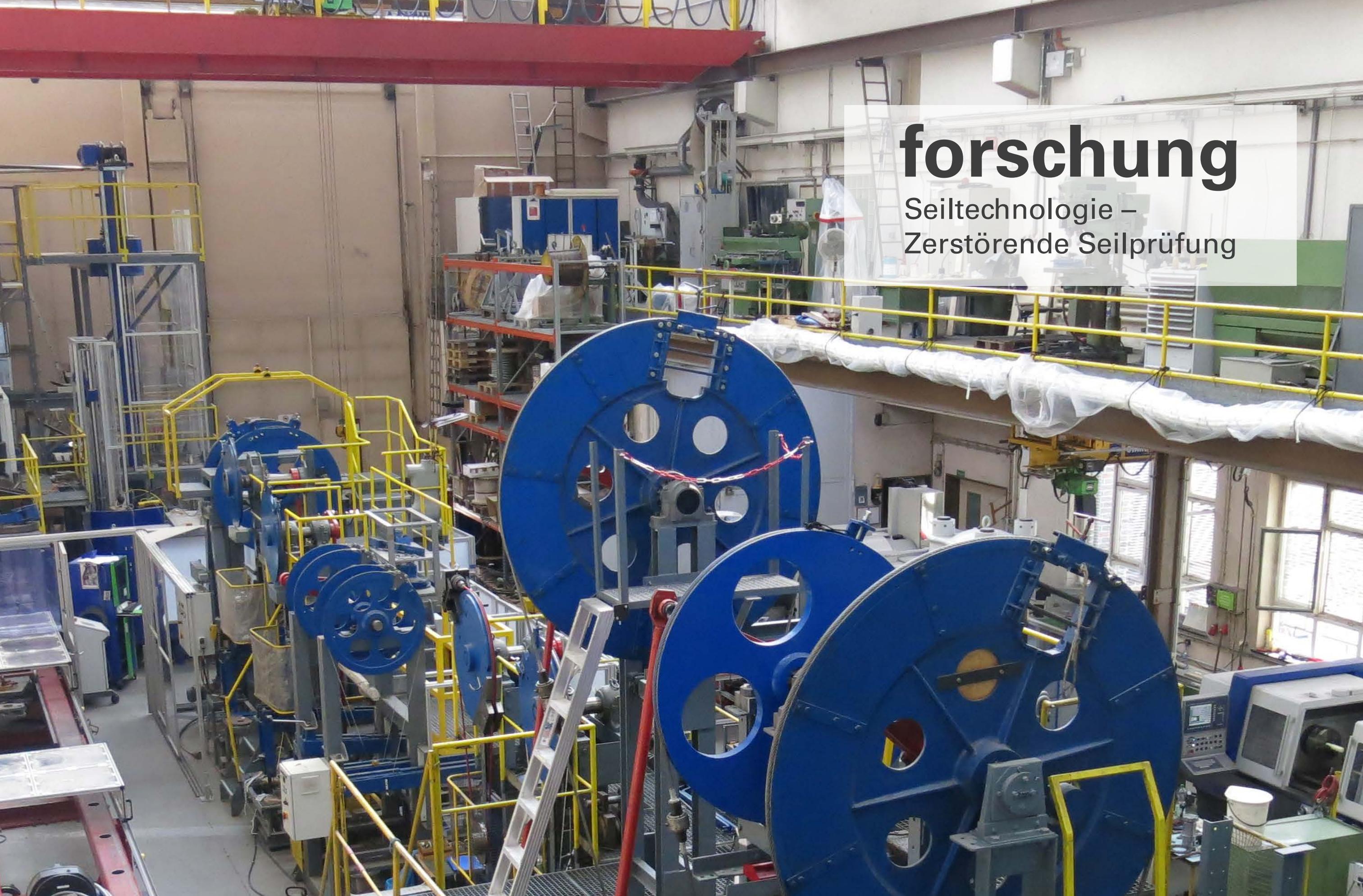
46	Studieren am IFT
48	MASTER:ONLINE Logistikmanagement
50	Studentische Arbeiten

daten & fakten

56	Messen, Konferenzen, Kongresse
62	Daten
	Veröffentlichungen
	Vorträge
	Tagungen / Kongresse
	Gremienarbeit
68	Mitteilungen
	Nachrufe
70	Team des IFT
71	Organigramm
72	Impressum

forschung

Seiltechnologie –
Zerstörende Seilprüfung



Zerstörende Seilprüfung – ein Überblick

Der Trend zu Sonder- und Spezialversuchen im Bereich der Zerstörenden Seilprüfung hält an.

Der Laborbetrieb des IFT wurde von der Corona-Pandemie eingeholt, konnte aber weitestgehend aufrechterhalten werden. Wobei auch wir am IFT gewungenermaßen viele organisatorische und vor/nachbereitende Arbeiten aus dem Home-Office erledigen mussten.

Der „normale“ Dauerbiegeversuch, wie er in der Vergangenheit oftmals durchgeführt wurde, ist immer weniger Thema im Bereich des Seillabors. Zunehmend werden weitere Informationen wie innere und äußere Seiltemperatur, Seildehnung, etc. kontinuierlich mit aufgezeichnet.

Insbesondere bei Biegeversuchen mit hochmodularen Faserseilen ist die Seiltemperatur ein entscheidender Faktor für die erreichbare Lebensdauer des Seils. Als Faustregel gilt: Je größer der Seildurchmesser, desto kleiner ist die Oberfläche des Seils im Verhältnis zum Faserquerschnitt und je kritischer ist daher die entstehende Erwärmung beim wiederholten Biegen des Seils. Häufiger Versagensgrund hier ist ein inneres Schmelzen des Seils, was insbesondere beim Dauerbiegeversuch unbedingt vermieden werden muss. Daher werden zunehmend auch Versuche unter Messung bzw. Überwachung der Seilinnentemperatur durchgeführt. Dazu wird momentan eine neue Dauerbiegemaschine mit der Möglichkeit der temperaturgeregelten Versuchsdurchführung aufgebaut. Die Maschine mit einer maximalen Prüflast von 130 kN und einem Spannhub von bis zu 1500 mm wird die Biegegeschwindigkeit und/oder Frequenz in Abhängigkeit der stän-

dig gemessenen Seiloberflächentemperatur regeln können. Ein Novum in diesem Bereich.

Direkt an der Maschine wird ein Multifunktions-turm errichtet, der den flexiblen Aufbau von Spezialversuchen erlaubt. Hier können in Zukunft durch Verwendung flexibler Anbaumöglichkeiten sowie einer kleinen Kranlaufbahn an der Decke des Turms Sonderversuche und –messungen durchgeführt werden, für die bisher aufwändigere Sonderversuchsstände notwendig waren.

Fast durchgehend in Betrieb waren auch unsere Pulsatoren mit Maximallast 75 kN und 800 kN. So ist es sehr erfreulich, dass nun auch unser neuer 2000 kN-Pulsator in Betrieb ist und bereits mehrere Zug-schwellversuche erfolgreich durchgeführt wurden.

Sowohl im Bereich Stahldrahtseil als auch im Bereich Faserseil wurden 2020 wieder eine Vielzahl an Schadensgutachten durchgeführt. Hier gilt es zumeist nach einem Unfall oder auch einem vor-schnellen Erreichen der Ablegereife eines Seils die möglichen Ursachen festzustellen. Oftmals ergeben sich in diesem Arbeitsbereich Sachverhalte, die zu neuen Forschungsfragen führen und damit weitere zukünftige Themen für studentische Arbeiten oder im weiteren dann Forschungsprojekte anstoßen.

Stefan Hecht

Neue Biegemaschine für die zukünftigen Anforderungen zur Prüfung von Stahlseilen und hochfesten Faserseilen

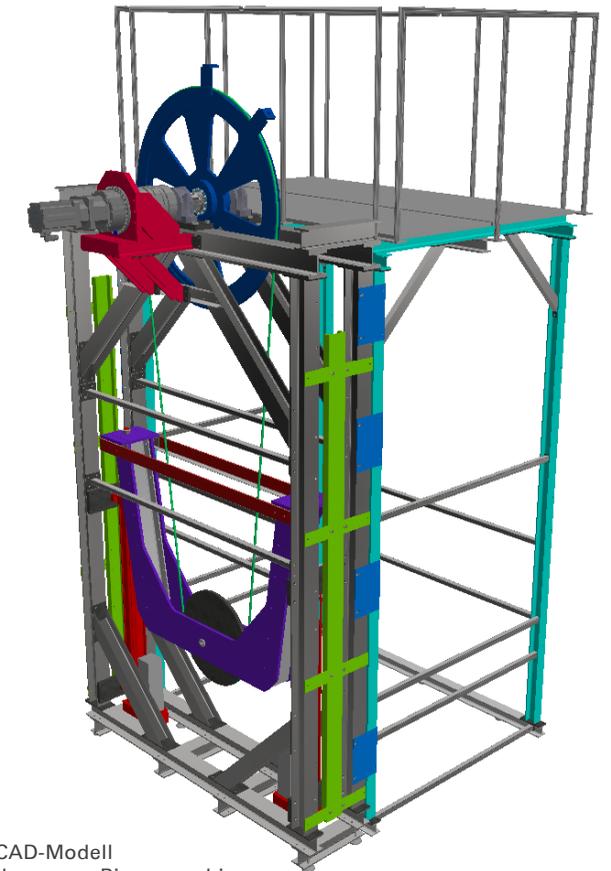
Zu Beginn des Jahres 2021 wird die Abteilung Seil-technologie eine neue Prüfmaschine im Bereich der laufenden Seile in Betrieb nehmen. Die neue Biegemaschine im Prüflabor der zerstörenden Seilprüfung kann durch den Einsatz des Direktantriebs in Verbindung mit den Linearaktuatoren sowohl aktuelle als auch zukünftige Anforderungen der Prüfung von Stahl- und Faserseilen sowie anderer Tragmittel bedienen.

Neben den klassischen Lebensdauerversuchen mit konstanter Prüfgeschwindigkeit und Prüfkraft können auch Versuche mit Lastkollektiven sowie variabler Prüfgeschwindigkeit durchgeführt werden. Dank der Integration von Temperatursensoren sind auch Versuche mit Temperaturregelung möglich. Hierbei wird die Prüfgeschwindigkeit automatisch geregelt, um eine definierte Zieltemperatur des Seiles zu erreichen und anschließend für den Verlauf des Versuchs konstant zu halten. Mit diesem Feature ist es somit möglich, die Anforderungen an die Qualifizierung eines Hochleistungsfaserseiles der neuen ISO/TS 23624 zu erfüllen. Alle Prüfparameter wie Prüflast, Prüfgeschwindigkeit, Temperatur, Seildehnung, Biegelänge uvm. werden vollständig elektronisch dokumentiert und gespeichert.

Die Biegemaschine wird durch einen multifunktionalen Anbaurahmen ergänzt. Dieser bietet die Möglichkeit, durch eine Vielzahl von Anschlagpunkten, variabel positionierbaren Kragarmen und einer Kranbahn weitere temporäre Versuchsstände darin zu integrieren.

Die wichtigsten Details in Kürze:

- Gesamthöhe von 6 m
- Maximale Seilzugkraft von 130.000 N
- Spannweg von 1,5 m (Achsabstand zwischen 2,5 m – 4 m)
- Möglichkeit große Biegelängen zu prüfen
- Automatische Erfassung der Seildehnung



CAD-Modell
der neuen Biegemaschine

- Fahrkurven:
 - Hin- und Her-Bewegung (Frequenzbetrieb und Rampenbetrieb)
 - Umlaufbetrieb: Komplette Umläufe zur Prüfung von Spleißverbindungen
- Regelungsarten:
 - Konstante Prüfgeschwindigkeit (Prüflast konstant / Lastkollektiv)
 - Seil-Temperaturgeregelt (variable Prüfgeschwindigkeit)
- Vollständige Überwachung und Versuchsdocumentation der Prüfparameter wie Prüfkraft, Prüfgeschwindigkeit, Seildehnung, Biegelänge, Temperatur, Versuchs-Unterbrechungen
- Multifunktionaler Anbaurahmen für die Integration weiterer Versuchsstände

Marco Testa

Erforschung der von Drahtkontaktstellen ausgehenden Schädigung und deren Einflussnahme auf die Sicherheit bei laufenden hochfesten Seilen

– DFG-Forschungsprojekt –



Schematische Darstellung für den Einsatz von laufenden Seilen

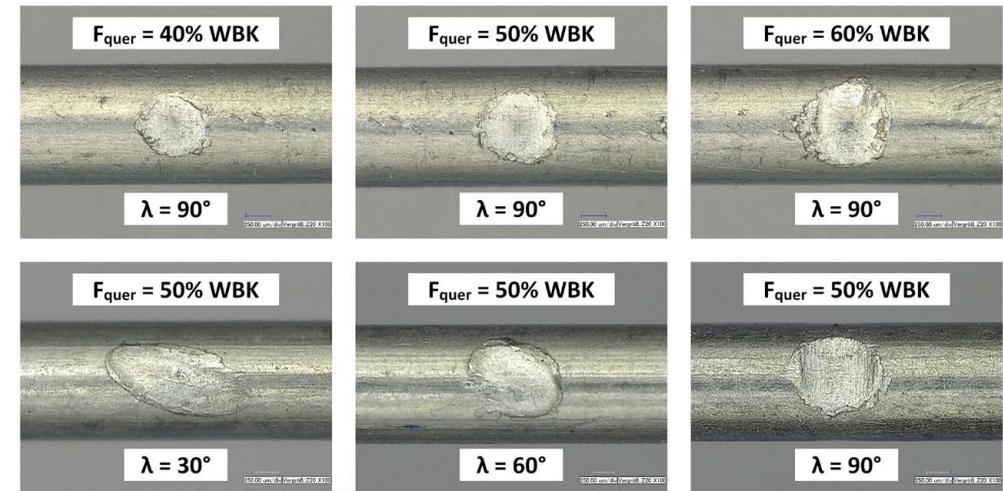
Das Forschungsprojekt beschäftigt sich mit laufenden, dynamisch beanspruchten Seilen, wie sie unter anderem bei Schachtförderanlagen, in Seilbahnen, Aufzügen und Kränen Anwendung finden. Zur Auslegung von solchen Seiltrieben wird je nach Anwendungsbereich (z.B. Kran, Seilbahn, etc.) durch die zugehörige Norm eine maximal zulässige Seilzugkraft in Abhängigkeit der Seilmindestbruchkraft sowie ein bestimmter Scheibendurchmesser bei gegebenem Seildurchmesser gefordert. Die zulässige Seilzugkraft wird unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Sicherheitsbeiwerts ermittelt. Der Sicherheitsbeiwert ist dabei zu verstehen als Verhältnis zwischen der Mindestbruchkraft eines Seiles und der im Seiltrieb zulässigen Seilzugkraft. Die sicherheitstechnische Auslegung nach Norm basiert somit allein auf der Seilbruchkraft.

Unberücksichtigt bleibt die bei der Seilumlenkung zusätzlich wirkende Querbeanspruchung auf das

Seil, die zu bleibenden Pressellipsen an den Drahtkontaktstellen führt und umlenkungsbedingte Drahtschädigungen darstellt.

So ist festzustellen, dass mit steigender Drahtfestigkeit die Empfindlichkeit der Drähte auf Kontaktbeanspruchung überproportional zunimmt. Auch ist zu beobachten, dass in laufenden Seilen bevorzugt Drahtbrüche an Pressellipsen entstehen. Die Verwendung von hochfesten Drähten führt verstärkt zu einer Schädigung im Seilinneren im laufenden Betrieb und erhöht dadurch die Gefahr einer visuell nicht erkennbaren Schädigung.

Mit steigender Drahtfestigkeit lässt sich bei gleichbleibender Seillast der Seildurchmesser verkleinern und dadurch das Seileigengewicht reduzieren sowie der Seiltrieb minimieren. Es wird bisher allgemein angenommen, je fester ein Draht, desto höher ist die Nutzlast des Seiles bzw. bei gleichblei-

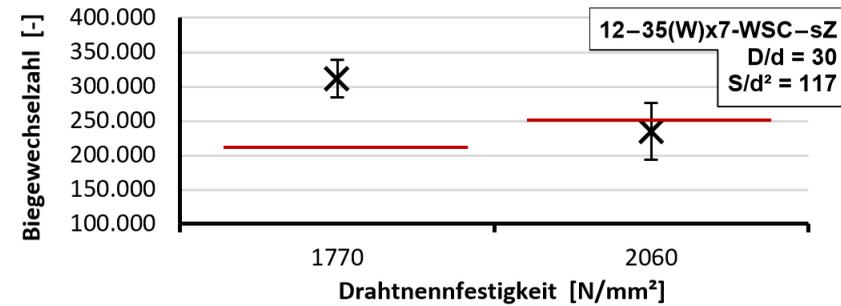


An Pressellipsen vorhandene Drahtbrüche im Seil und Nachbildung von Pressellipsen an einzelnen Seildrähten in Abhängigkeit vom Kreuzungswinkel und der Querpresskraft

bender Nutzlast desto höher die Sicherheit. Aus diesem Grund werden Seildrähte mit immer höheren Festigkeiten entwickelt. Für laufende Seile, welche über Seilscheiben umgelenkt werden und hierdurch zusätzliche Querbelastungen erfahren, besteht Zweifel über die Annahme, dass Seile aus höherfesten Drähten bei gleichbleibender Last eine größere Sicherheit aufweisen.

Vorversuche zeigen, dass mit steigender Festigkeit trotz gleicher relativer Seilbelastung die Lebensdauer sinkt. Die Abbildung „Biegewechselzahlen bis Bruch von Seilen (...)“ stellt die im Dauerbiege-

versuch ermittelten Biegewechselzahlen bis Bruch für zwei Seile derselben Machart jedoch unterschiedlicher Nennfestigkeit dar (1770 N/mm² und 2060 N/mm²). Die eingetragenen roten Linien zeigen die nach Methode „Stuttgart“ abgeschätzten Bruchbiegewechselzahlen. Aus den dargelegten Ergebnissen ist ein Widerspruch zwischen der im Versuch erreichten Lebensdauer und der Lebensdauererwartung aus der rechnerischen Abschätzung zu folgern. Durch die Verwendung einer höheren Drahtfestigkeit kann, entgegen der rechnerischen Abschätzung, keine längere Lebensdauer erzielt werden.



Biegewechselzahlen bis Bruch von Seilen derselben Machart und unterschiedlicher Nennfestigkeit (die rote Linien entsprechen den prognostizierten Bruchbiegewechselzahlen nach Methode „Stuttgart“)

Dieser Widerspruch in der Abschätzung der Lebensdauer wird in der bisherigen Vernachlässigung des unterschiedlichen Verformungsvermögens verschieden fester Drähte vermutet. Die derzeitige Auslegung von Seilen ist spannungsbasiert, es wird die Seilbelastung im Verhältnis zur statischen Seilbruchkraft betrachtet.

Die Ansätze gehen davon aus, dass die Seilzugspannung und -biegung sowie die Pressungen an den Kontaktstellen die Lebensdauer maßgeblich bestimmen. Unberücksichtigt bleibt dabei das tatsächliche Verformungsverhalten der Seildrähte. Die Arbeitshypothese für das geplante Forschungsvorhaben ist, dass das Versagen von Seilen auf einem lokalen Überschreiten einer werkstoffabhängigen, kritischen Dehnung im Draht beruht.

Bezogen auf die dynamische Belastung von Seilen wird angenommen, dass die Lebensdauer durch die Summe aller eingebrachten irreversiblen Dehnungen pro Lastspiel begrenzt ist. Hierin wird eine Klärung zur Schadensinitiierung und zum -hergang bei laufenden Seilen gesehen – als Voraussetzung für das Verständnis und eine Beschreibung der Seillebensdauer.

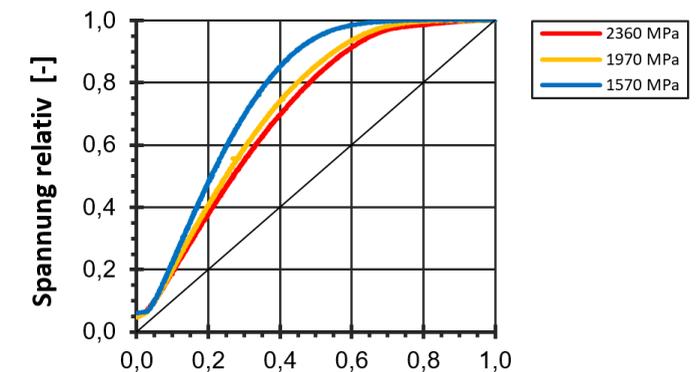
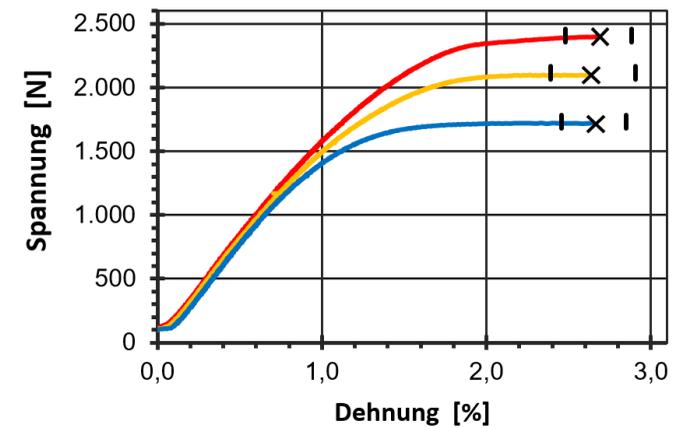
Als Lösungsansatz des geplanten Forschungsvorhabens wird angenommen, dass sich Hinweise auf die Lebensdauer von unterschiedlich festen Seildrähten aus deren relativen Spannungs-Verformungskurven im Zugversuch bis Bruch ergeben. Bei einer dynamischen Belastung von Drähten ist für deren Lebensdauer das Verhältnis der normierten plastischen zur normierten elastischen Dehnenergiedichte bestimmend. Das Verhältnis lässt sich für eine gegebene, relative Drahtbelastung in normierte Spannungs-Dehnungs-Diagramme für die verschieden feste Drähte bewerten und vergleichen. Der vorgeschlagene Lösungsansatz, die Dehnung als Kriterium zur Beschreibung des Ermüdungsverhaltens zu betrachten, unter besonderer Beachtung der eingebrachten, normierten plastischen Dehnenergiedichte, erlaubt nach den Ergebnissen der Voruntersuchungen, die abnehmende Lebensdauer bei wachsender Drahtfestigkeit zu erklären.

Mit Hilfe dieses Ansatzes lässt sich auch der Einfluss von Kontaktstellen und vorhandenen Pressellipsen berücksichtigen, sie können als initiale plastische Dehnungskonzentrationen betrachtet werden, die die zulässige plastische Verformung unter Belastung reduzieren.

Das Projekt verfolgt einen neuen und vielversprechenden Lösungsansatz zur Klärung des unterschiedlichen und bislang ungeklärten Ermüdungsverhaltens von Drähten verschiedener Festigkeiten. Die geplanten wissenschaftlichen Untersuchungen werden dazu beitragen, offene Fragen im Zusammenhang mit der Lebensdauer von laufenden Seilen systematisch aufzuklären.

Die Forschungsergebnisse werden schließlich dazu beitragen, dass laufende Seile besser ausgenutzt werden können durch eine höhere Sicherheit bei der Auslegung infolge eines besseren Verständnisses von deren Ermüdungsverhalten.

Wendel Frick



Spannungs-Dehnungs-Diagramme von 1,0 mm Seildrähten unterschiedlicher Nennfestigkeit in absolut und normierter Darstellung (Mittelwertkurven aus jeweils 7 Messungen)

DFG Forschungstransfer einer monolithischen Seilendverbindung für hochmodulare Faserseile

– DFG-Forschungsprojekt –

Nach dreijähriger Förderungsphase durch die DFG endete dieses Jahr der Forschungstransfer einer monolithischen Seilendverbindung für hochmodulare Faserseile.

Hochmodulare Faserseile werden in naher Zukunft in fördertechnischen Aufgaben eine immer wichtigere Rolle spielen und Drahtseile dahingehend ersetzen. Konventionelle Seilendverbindungen wie z.B. Spleiß, Seilklemmen oder Knoten können die Seilbruchkraft nicht vollständig übertragen. Aus diesem Grund wurde am IFT eine neuartige Seilendverbindung, genannt „HIKE-Seilendverbindung“, mit integrierter Sensorik für hochmodulare Faserseile erforscht und entwickelt. Diese zeichnet sich durch ein niedrigeres Gewicht, eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen schwellende Belastungen sowie durch die Übertragung hoher relativer Bruchkräfte aus.

Die Basis dieses Transferprojektes wurde in den zwei aufeinanderfolgenden jeweils 3-jährigen Forschungsprojekten HIKE I und HIKE II (Forschergruppe Hybride Intelligente Konstruktions-Elemente) gelegt. Das Transferprojekt hatte zum Ziel, die For-

schungsergebnisse der monolithischen Seilendverbindungserfindung in die Industrie zu transferieren.

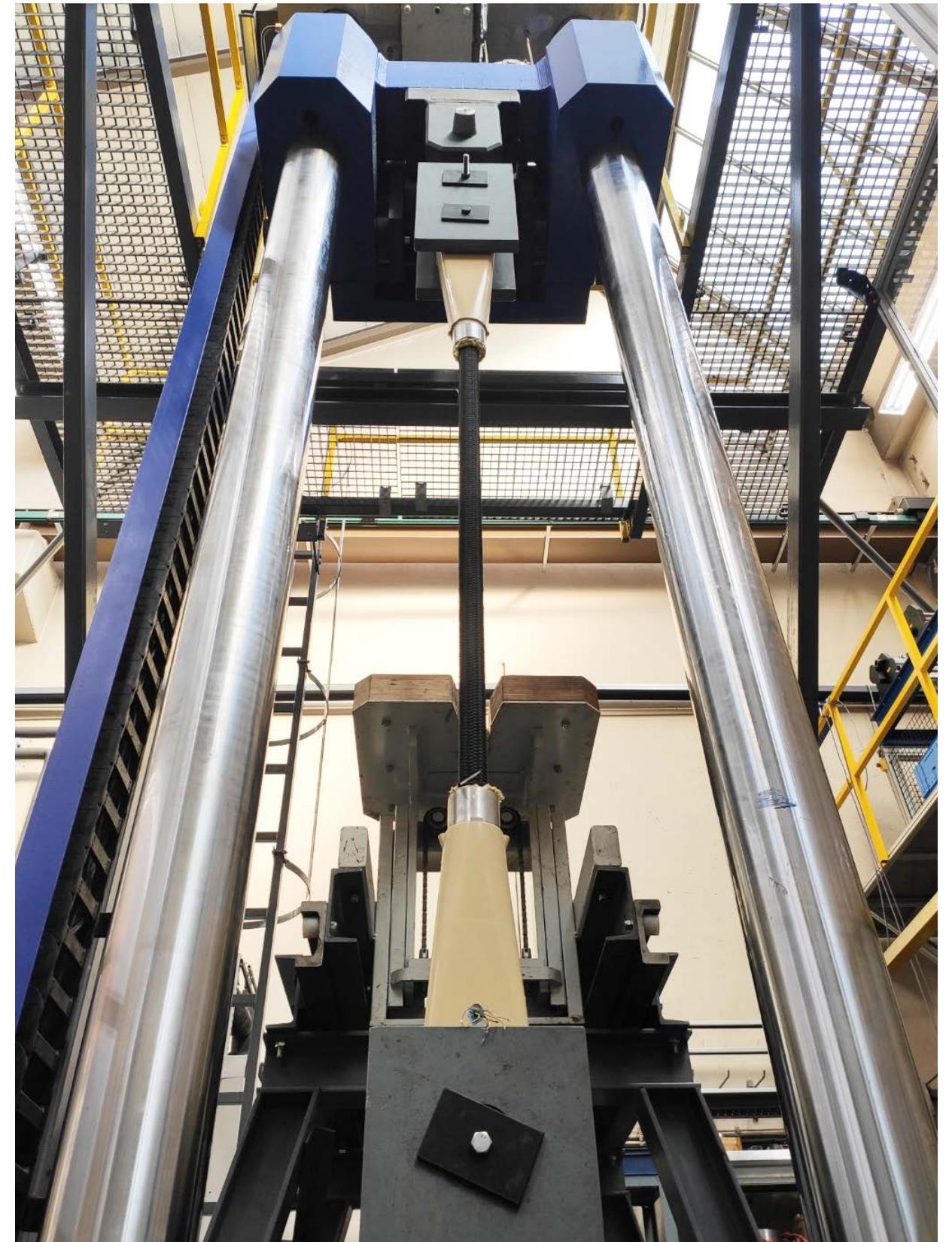
Während des Forschungsprojektes wurden zahlreiche Zug- und Zugschwellversuche sowie Biegeversuche an Seilen mit Durchmessern zwischen 4 mm und 50 mm durchgeführt. Durch fortwährende Weiterentwicklung am Fertigungsprozess und den damit einhergehenden Erkenntnissen konnte so die definierte Marktreife schlussendlich erreicht werden. Bis zu einem Seildurchmesser von 50 mm liegt die zu erwartende Bruchlast der HIKE-Seilendverbindung bei min. 90 % der Mindestbruchlast (MBL) des Seils. Auch wurde eine Zug-Schwellfestigkeit in Anlehnung an die Norm EN 13411-6 erreicht, welche eine Dauerschwingfestigkeit von 75000 Lastzyklen zwischen 15 % und 30 % der MBL fordert.

Des Weiteren wurde erfolgreich eine Kraftmessung in die HIKE-Seilendverbindung integriert. Durch ein innovatives Monitoring von Lastkollektiven können somit in Zukunft vorbeugende Instandhaltungen für Faserseile ermöglicht werden.

Benedikt Franck



HIKE-Seilendverbindung im Zugversuch



HIKE-Seilendverbindung im Zugschwellversuch

Seiltechnologie – Zerstörungsfreie Seilprüfung



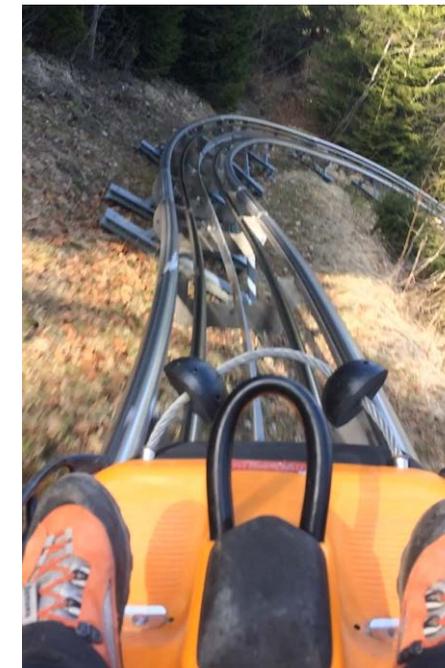
Zerstörungsfreie Seilprüfungen und Seilbahntechnik – ein Überblick

Trotz erheblicher Corona-bedingter (Reise-)Einschränkungen war das Team der zerstörungsfreien Seiltechnologie auch 2020 im Einsatz, um Seile und Anlagen zerstörungsfrei zu prüfen. Die Prüfungen umfassten neben Seilbahnen auch Vergnügungsanlagen in Freizeitparks, Schlepper oder Abspannseile von Überdachungen.

Auslandseinsätze waren in diesem Jahr allerdings nur unter erschwerten Bedingungen möglich. So beschränkten sich die Prüfungen auf Seilbahnen in Deutschland und in Europa. Hier eine Auswahl unserer Prüfbjekte: Grüntenseilbahn, Kampenwandbahn, Rietburgbahn in Edenkoben, MI-Prüfungen auf Madeira und in Porto (Portugal): 8-MGD Funchal Monte, Teleferico Jardim Botânico, 8-MGD Gaia. Diverse Schlepplifte im Allgäu und in Mitteldeutschland wurden ebenfalls geprüft. Im Auftrag eines Seilherstellers wurden magnetinduktive Messungen urbaner Seilbahnen in Bolivien, Kolumbien und Mexiko ausgewertet, die Seilprüfungen selbst erfolgten durch die Seilprüfer des Auftraggebers vor Ort.

Neben den Seilprüfungen bildet die Entwicklung neuer Prüfgeräte und neuer Messhardware für die magnetinduktive Seilprüfung einen Schwerpunkt der Arbeitsgruppe. So wird die nun eingesetzte Prüftechnik der Messbox SMRT 1.5 ständig optimiert. Auch die Neuentwicklung von magnetinduktiven Seilprüfgeräten mit integrierter Messtechnik und WLAN-Funktion wird weiter vorangetrieben. Bei der Konstruktion und Entwicklung eines Prüfgeräts für die automatisierte visuelle Seilprüfung arbeiten wir zusammen mit unserem Partner Winpect GmbH.

Peter Schmid



Regelmäßige Prüfung der Sommerrodelbahn Oberammergau; eine Testfahrt ist hier Pflicht



Magnetinduktive Prüfung der Hubseile des Freefall-Towers im Holidaypark in Hassloch



Das Tragseil der Fähre Neckarhausen wird magnetinduktiv geprüft. Dabei wurde das Prüfgerät mithilfe eines Luftkissenbootes der ansässigen Feuerwehr über den Neckar gezogen. Bild links: Regelmäßige Prüfung der Seile der Materialseilbahn von Leimen nach Nußloch



Magnetinduktive Seilprüfung auf Notschleppern

Notschlepper sind vom Bund eingesetzte Spezialschiffe, die im Havariefall spätestens innerhalb von zwei Stunden am Unfallort sind – immer bereit zum Notschleppen bspw. bei Sturm. Eine zentrale Rolle im Notschleppkonzept der Arbeitsgemeinschaft Küstenschutz spielen die Schlepper „Nordic“ und „Baltic“, die in der Nord- und Ostsee stationiert sind.

Um eine hohe Einsatzbereitschaft zu erreichen, sind beide Schlepper 24 Stunden an sieben Tagen die Woche auf Reede und laufen nur zum Bunkern in die Häfen ein. Die Schleppleinrichtungen, die jeweils direkt auf Seiltrommeln gespult werden, sind bei der „Baltic“ zwei 62 mm Stahldrahtseile und bei der „Nordic“ zwei 80 mm Stahldrahtseile. Aufgrund der hohen Einsatzbereitschaft der Schlepper wurden die magnetinduktive Seilprüfungen vom Prüfteam des IFT auf See durchgeführt. Das erforderliche Equipment wurde mit einem Beiboot auf die „Baltic“ gebracht; für die Prüfung auf der „Nordic“ konnte die Ausrüstung bereits vorab auf das Schiff gebracht werden.

Da keine separate Winde zum Umspulen der Schleppseile auf die Schiffe gebracht werden konnte, wurden die Schleppseile mit Hilfe weiterer Schlepper von den Schleppwinden gezogen und auf diese Weise die magnetinduktive Seilprüfung durchgeführt.

Gregor Novak



Das Seilprüfgerät wird positioniert



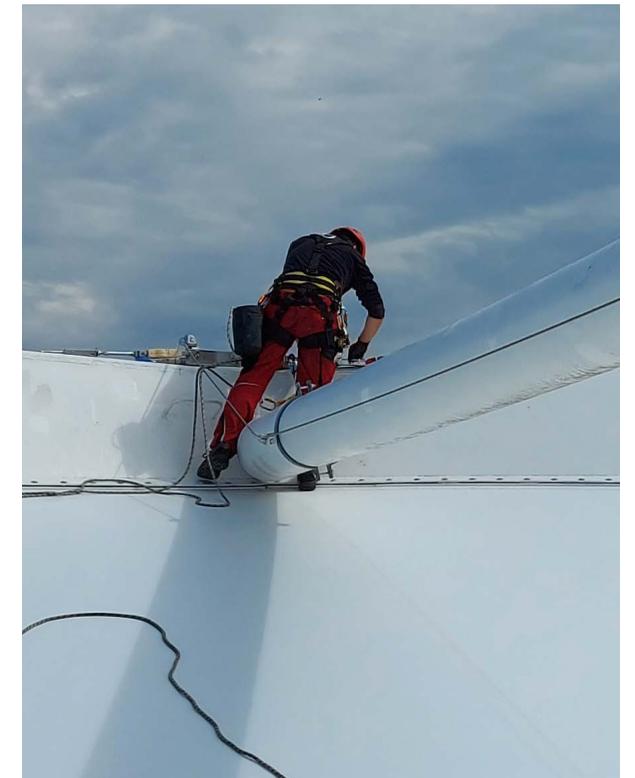
Magnetinduktive Seilprüfung der Stahldrahtseile

Regelmäßige Begutachtung der Membranüberdachung

Das Forum des Munich Airport Center am Flughafen München wird von einer Membrandachkonstruktion überspannt. Dieses Dachtragwerk besteht aus sieben gleichartigen Membranfeldern, die mit jeweils drei parallellaufenden Edelstahlseilen gestützt werden. Hierbei handelt es sich um sogenannte offene Spiralseile, die zur Vorspannung und Grundstabilisierung der Membranen dienen.

Die Begutachtung der Edelstahlseile im Rahmen der Bauwerksüberwachung wird bereits seit mehreren Jahren regelmäßig vom IFT übernommen. Einige Membranen wurden 2019 ausgetauscht, sodass in diesem Jahr eine spezielle visuelle Inspektion der zugehörigen Seile und deren Endverbindungen durchgeführt wurde.

Gregor Novak



Inspektion und Begutachtung der Dachkonstruktion



Membrandachkonstruktion des Munich Airport Centers

Interaktives Lernlabor zur Konzeptentwicklung für Nahverkehrsseilbahnen

– Gefördert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg –

In der Zukunft sollen die Seilbahnen auch in urbanen Gebieten eingesetzt werden. Diesen Entwicklungen sollen in einem neuen Lernlabor am IFT für die Ausbildung zukünftiger Maschinenbau- und Bauingenieur*innen, Architekt*innen und Verkehrsplaner*innen Rechnung getragen werden. Entstanden ist ein gesellschaftliches und topographisches Landschaftsmodell einer urbanen Umgebung, an dem die Einsatzmöglichkeiten, Vorteile- und Nachteile von Nahverkehrsseilbahnen in Städten spielerisch aufgezeigt und werden können.

Das Modell soll einerseits in der Konzeptentwicklung unterstützen und andererseits soll es in der Lehre als Lernlabor eingesetzt werden. Entwickelt wurde dieses Lernlabor im Rahmen der „Stuttgarter Change Labs“, eines fakultätsübergreifenden Projekts der Universität Stuttgart. Das Projekt wird vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und

Kunst Baden-Württemberg im Rahmen der Förderlinie „Erfolgreich Studieren in Baden-Württemberg: Lern- und Lehlabore“ gefördert. In der Literatur wird von fünf Einsatzmöglichkeiten für sogenannte Urbane Seilbahnen gesprochen:

- Überwindung topographischer oder baulicher Hürden
- Erschließung von Gebieten mit punktuell hohem Verkehrsaufkommen
- Erschließung peripherer Standorte
- Entlastung bestehender öffentlicher Verkehrssysteme
- Schließung verkehrlicher Lücken

Zielsetzung war, diese Möglichkeiten bildlich und haptisch in einem Modell festzuhalten, um damit anschließend experimentieren zu können. Das nun entstandene Modell besteht aus vier Stadtbereichen mit Stadtzentrum, Wohngebiet, Industriegebiet



Das Gesamtmodell im Überblick

und Naherholungsgebiet (Stadtpark). Die einzelnen Stadtteile sind zweidimensional als vereinfachter Stadtplan dargestellt. Zwei Höhenunterschiede sowie die Nahverkehrsmittel und einzelne Gebäude sind dreidimensional ausgeführt. Aufgrund des magnetischen Untergrunds können die einzelnen dreidimensionalen Objekte, welche mit einem Magnet versehen sind, beliebig auf der Oberfläche des Modells angeordnet werden. Der Maßstab des Modells beträgt 1:1000 bei einer Größe von 2x2 Meter.

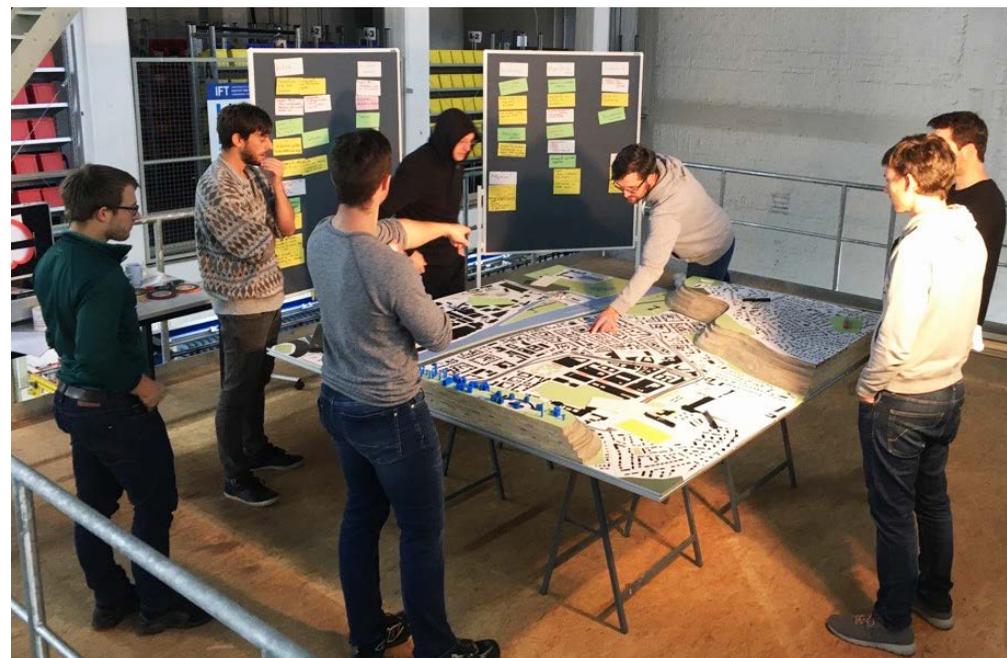
Mithilfe dieses „Stadtmodells“ können Studierende, Gasthörer*innen, Wissenschaftler*innen oder auch Schüler*innen (z.B. Girls Day) ÖPNV-Seilbahnen in Städten spielerisch erforschen. Hierzu sollen die Teilnehmenden u.a. einzelne Seilbahnelemente wie z.B. Stützen, Stationen oder konventionelle Verkehrsmittel o.ä. in dem Modell platzieren, Seillinienerrechnungen, z.B. Durchhang und Kräfte, durchführen oder Betriebskonzepte erarbeiten. Dabei sind folgende interessante Themen zu untersuchen:

- Integration ins Stadtbild
- Bedingungen für den Einsatz im urbanen Bereich
- Anpassungen der Seilbahntechnik und der Betriebsabläufe

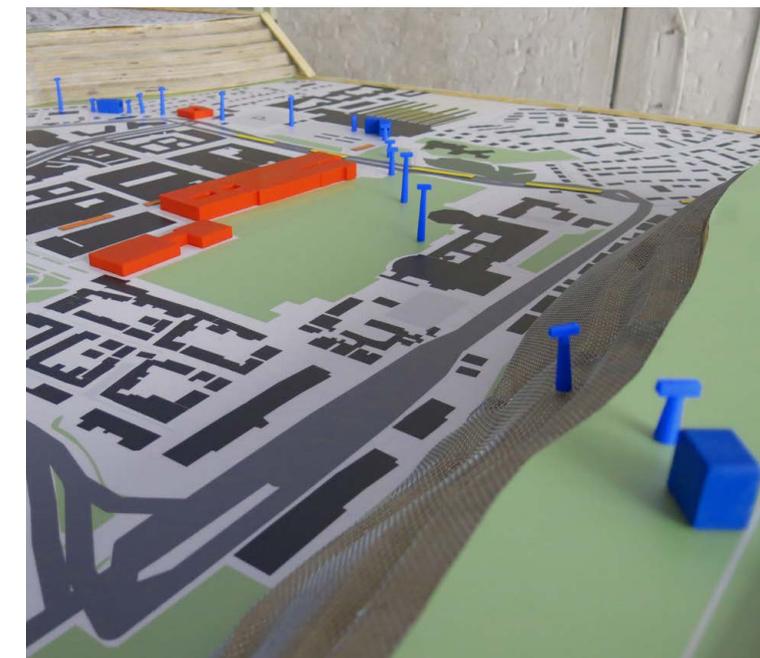
Zunächst wird das Modell Anfang 2021 im Rahmen eines Praktikumsversuchs für Studierende genutzt. Hier soll modellhaft eine Seilbahntrasse geplant oder bspw. unterschiedliche Seilführungen

erarbeitet werden. Auch als Übung im Rahmen der Vorlesung „Seiltechnologie, Hochleistungsseilbahnen, High-Rise Aufzüge und Krane“ kann das Lernlabor „Urbane Seilbahnen“ genutzt werden. Denkbar ist auch der Einsatz außerhalb des universitären Betriebes zur Visualisierung innerhalb einer öffentlichen Diskussion.

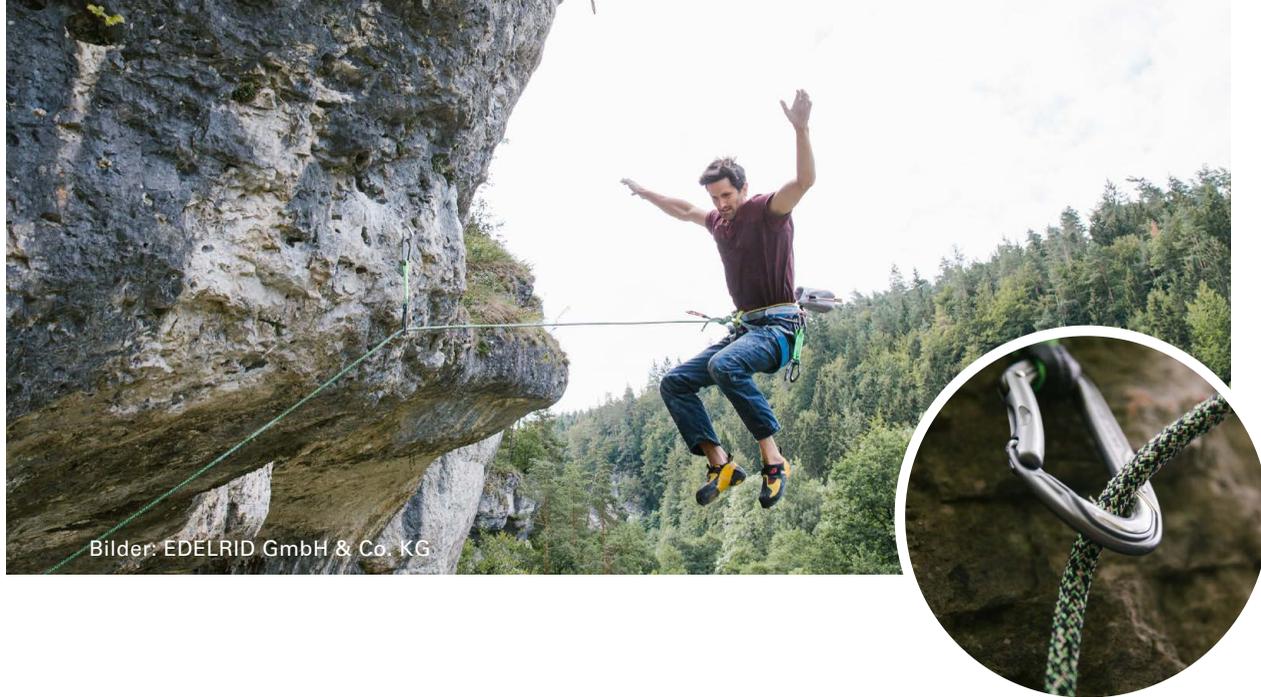
Peter Schmid



Brainstorming der Abteilung Seiltechnik



Ausschnitt mit Seilbahnelementen wie Stützen, Station



Bilder: EDELRID GmbH & Co. KG

Prüflabor für Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Das IFT ist als Notifizierte Stelle (NB 1771) europaweit zur Durchführung von Konformitätsbewertungsverfahren an Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA) nach der PSA-Verordnung (EU)2016/425 zugelassen. Damit ist das IFT berechtigt, EU-Baumusterprüfungen an neuer PSA sowie die im Rahmen der Produktüberwachung (Modul C2) von PSA der Kategorie III erforderlichen wiederkehrenden Prüfungen durchzuführen. Weiterhin ist das Institut zugelassenes Prüflabor zur Prüfung nach den Prüfvorschriften der UIAA, dem Internationalen Bergsportverband.

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

Wie aus der DAV-Unfallstatistik hervorgeht, ist die häufigste Ursache für das Versagen von Bergseilen ein Durchtrennen des Seils durch scharfe Gegenstände, wie scharfe Kanten am Berg oder scharfe Stellen an Karabinern. So wird aktuell an einem neuen Test zur Schnittfestigkeit von Bergseilen geforscht.

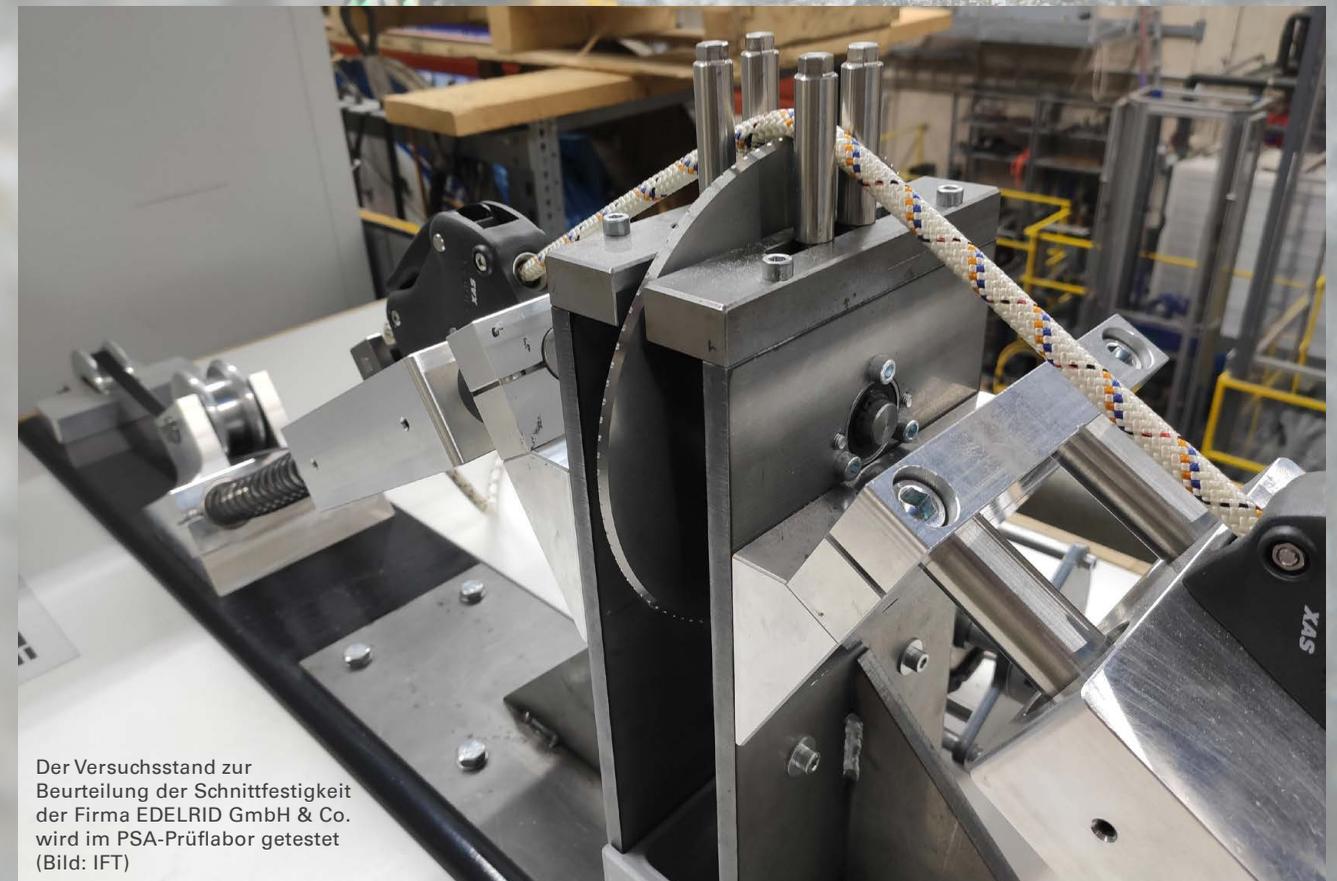
Hierzu hat uns die Firma EDELRID GmbH & Co. KG ihren selbstentwickelten Versuchsstand zur Verfügung gestellt, um als unabhängiges Prüfinstitut den Prüfaufbau zu bewerten. Bei dem Versuchsaufbau wird das Bergseil in einem Winkel von ca. 120° um ein Schnittscheibe gespannt und unter einer definierten Vorspannkraft durch Rotation des Schnittblatts bis zum Bruch geschnitten. Die dabei ermittelte Schnittlänge gibt Auskunft über die Schnittfestigkeit des Seils. Ziel hierbei ist es, aus dem Versuch eine Normprüfung für Bergseile zu definieren. Hierfür wurden im Rahmen einer UIAA Arbeitsgruppe zahlreiche Schnittversuche durchgeführt und während der UIAA Safety Commission präsentiert. Mit Hilfe der neuen Testmethode soll dem Anwender in Zukunft ein weiterer Parameter zur Verfügung stehen, um die Schnittfestigkeit von Bergseilen beurteilen zu können.

Durch die enge Zusammenarbeit mit Firmen im Bereich der PSA und die Mitarbeit in den Normungsgremien können auch regelmäßig sehr gefragte studentische Arbeiten angeboten werden, welche sich in der Regel mit sicherheitstechnischen Aspekten von Bergsportprodukten beschäftigen.

Benedikt Franck



Scharfe Kanten und scharfe Karabiner sind die häufigste Ursache für das Versagen von Bergseilen



Der Versuchsstand zur Beurteilung der Schnittfestigkeit der Firma EDELRID GmbH & Co. wird im PSA-Prüflabor getestet (Bild: IFT)

Hintergrundbild: EDELRID GmbH & Co. KG



forschung

Logistik

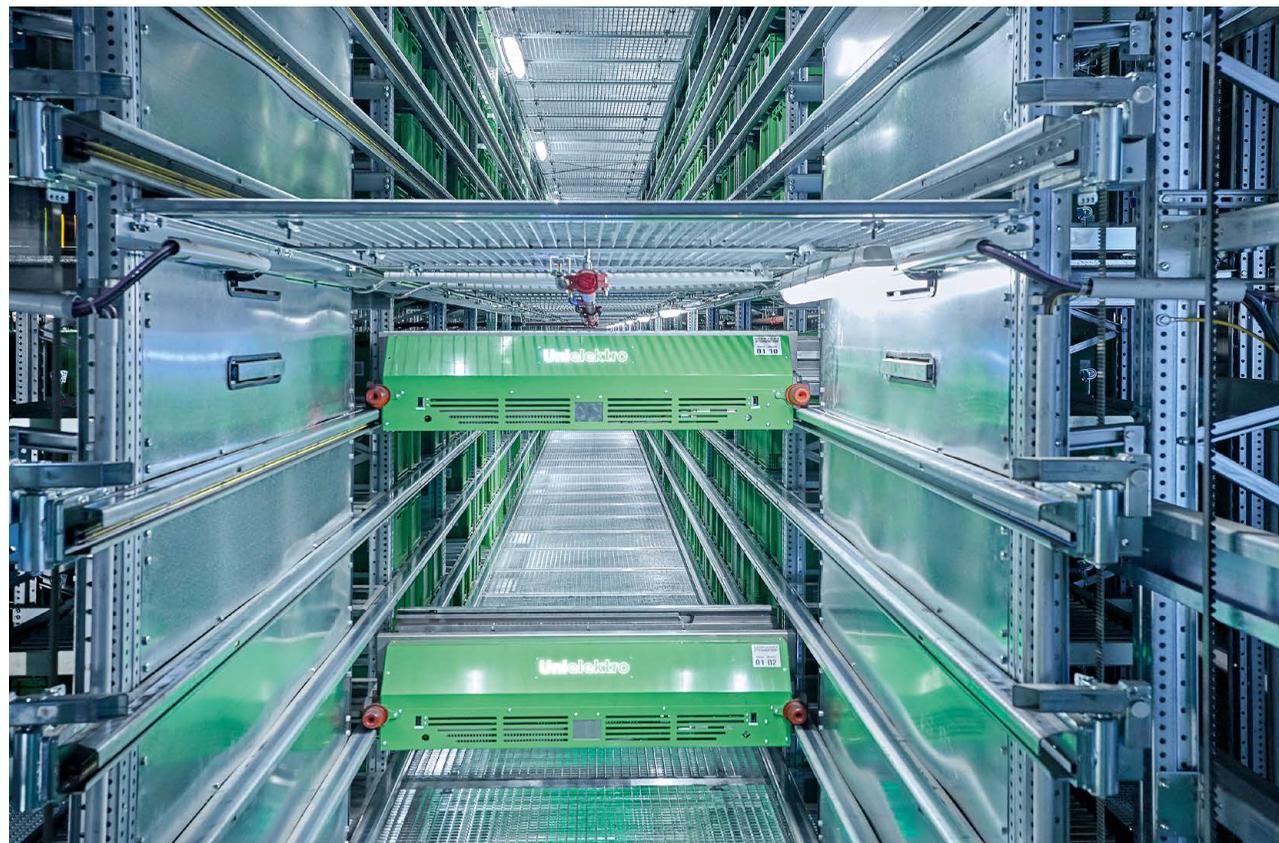
Bild: GEBHARDT Fördertechnik GmbH

Durchsatzoptimierung von Shuttle-Systemen mittels KI

– Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags –

Für die Lagerung von Kleinladungsträgern stehen unter anderem Shuttle-Systeme, automatisierte Lagersysteme mit autonomen Fahrzeugen (Shuttles), zur Verfügung. Innerhalb dieser Shuttle-Systeme findet eine getrennte vertikale und horizontale Förderung statt. Dabei fahren die Shuttles lediglich in horizontaler Richtung. Die vertikale Bewegung wird durch die Heber realisiert. Shuttle-Systeme lassen sich in die vier Kategorien ungebunden, ebenengebunden, ganggebunden sowie gang- und ebenengebunden einteilen. Innerhalb dieser Kategorien unterscheiden sich die Bewegungsdimensionen der Shuttles und Heber.

In einem aktuellen Forschungsprojekt, welches das IFT mit der Firma GEBHARDT Fördertechnik GmbH durchführt, werden ausschließlich ebenengebundene Systeme betrachtet. Bisherige ebenengebundene Shuttle-Systeme verfügen über Quergänge, über welche die Shuttles den Gang wechseln können. Ein Wechsel der Ebene ist durch die Shuttles nicht möglich. Über Heber werden die ausgelagerten Kleinladungsträger horizontal befördert. Abhängig von der Konfiguration des Lagersystems nutzen mehrere Shuttles denselben am Anfang des Lagers positionierten quer verlaufenden Weg, um zu einem Heber zu gelangen. Dadurch blockieren sich die Shuttles gegenseitig und die Performance des Lagers wird minimiert. Die Anzahl der Blockaden ist dabei abhängig von der Auftragsbearbeitung, da diese festlegt, wann welches Shuttle die entsprechenden Wege und Gänge befährt. Daraus lässt sich schließen, dass durch eine geänderte Auftragsreihenfolge der Durchsatz eines Lagers verändert werden kann und sich im besten Fall erhöht. Zusammen mit dem Projektpartner GEBHARDT Fördertechnik GmbH entwickelt das IFT ein bidirektionales Robotersystem zur Erhöhung des Durchsatzes in Shuttle-Systemen.



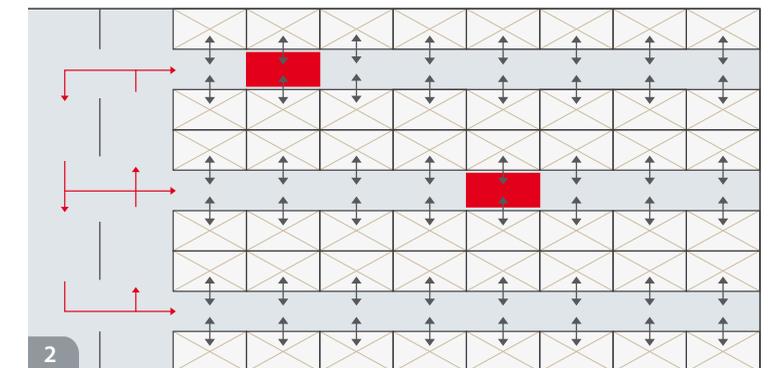
Lagersystem mit autonomen Fahrzeugen (Shuttles). Alle Bilder: GEBHARDT Fördertechnik GmbH

Entwicklungsziel ist die Optimierung der Steuerung und damit der Systemleistung durch KI bei bidirektionalen Shuttle-Systemen. Das dabei betrachtete OSL X Shuttle System der Firma Gebhardt besteht aus mehreren Gassen, die auf jeder Ebene über eine Plattform am Lagereingang verbunden sind. Diese Plattformen bestehen aus zwei quer zu den Gassen verlaufenden Fahrbahnen, die als Kreisverkehr konzipiert sind.

Dies ermöglicht einen schienenlosen, freien und unkomplizierten Wechsel der Shuttles zwischen den einzelnen Gassen. Abhängig von der Performance des Lagersystems befinden sich ein oder mehrere Shuttles auf einer Ebene. Die Kleinladungsträger werden dabei über Heber direkt in der richtigen Reihenfolge an die Arbeitsplätze geliefert. Durch eine KI gestützte Materialfluss-Steuerung soll die Auftragsreihenfolge festgelegt und der Durchsatz des Lagers erhöht werden.



OSL X Shuttle System der GEBHARDT Fördertechnik GmbH



Das bisherige Konzept sieht vor, dass ein Agent den kundenspezifischen Systemablauf beobachtet und verbessert. Dafür stellt der Agent unterschiedliche Parameter um und führt einen Test in einer Trainingsumgebung durch. Als Trainingsumgebung wird das Simulationsprogramm Emulate3D verwendet, mit welchem der Agent über eine Python-Schnittstelle kommunizieren kann. Durch eine Vielzahl an Trainings lernt der Agent die Reihenfolge so zu verbessern, dass die Anzahl an Blockiereffekten reduziert wird und sich somit die Performance des Shuttle-Systems erhöht.

Ruben Noortwyck



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Pick-by-Augmented-Reality – Manuelle Kommissionierung erweitert Realität!

– Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages –

Steigende Prozesseffizienz in der Produktions- und Distributionslogistik ist durch eine konstant zunehmende Automatisierung geprägt. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sehen sich mit dieser Entwicklung konfrontiert und stehen in einer Diskrepanz zwischen der Erfüllung dieser Effizienzkriterien und den damit verbundenen Erwartungen der Kunden sowie erhöhten Investitionskosten. Speziell die Prozesse der Kommissionierung weisen durch eine hohe Personalintensität mögliches Optimierungspotenzial auf. Somit stehen die Unternehmen oftmals vor der Entscheidung, in welchem Umfang eine Automatisierung zur Erhöhung der Effizienz stattfinden soll und wie dies mit den Beschäftigten und ihren Eigenschaften der Flexibilität und Dynamik kompatibel ist. Doch muss eine Entscheidung zur Automatisierung zu Lasten der Beschäftigten in der manuellen Kommissionierung gehen?

Im ZIM-Projekt „Entwicklung eines Pick-by-Augmented-Reality-Systems zur manuellen Kommissionierung in kleinen und mittleren Unternehmen – ARKom“ beschäftigt sich das Institut für Förder-technik und Logistik (IFT) in Zusammenarbeit mit der Lightshape GmbH & Co. KG aus Stuttgart-Vaihingen vom 01.01.2020 bis 31.12.2021 unter anderem mit dieser Fragestellung. Mit der Entwicklung des Pick-by-Augmented-Reality-Systems wird die

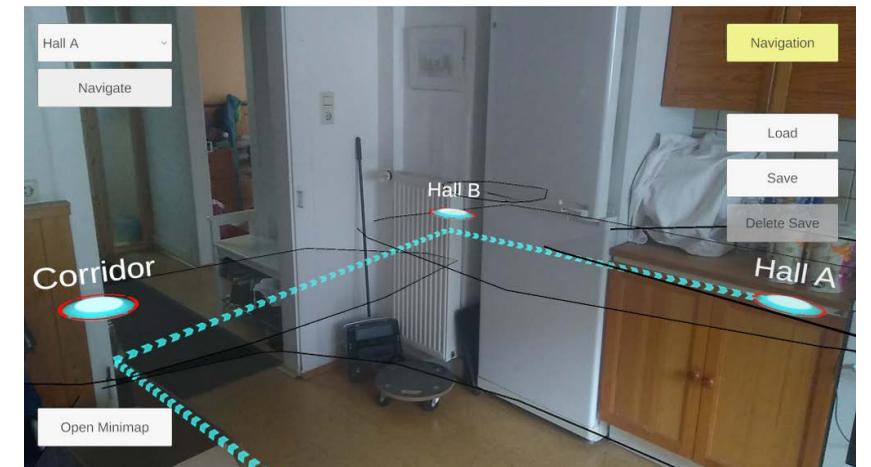
Automatisierung in der Logistik vorangetrieben, indem der/die Kommissionierer/in im Lager durch eine Datenbrille und Augmented-Reality-Inhalte in den Kommissioniertätigkeiten unterstützt wird. Ziel ist es dabei nicht, den Menschen in der Kommissionierung durch die Automatisierung zu ersetzen, sondern die Fähigkeiten des Menschen mit der Automatisierung zu kombinieren und die Prozesse zu verbessern. Fokussiert auf den Anwendungsbereich von KMU verfolgt das Forschungsprojekt das Ziel, ein flexibles und kostengünstiges Pick-by-Augmented-Reality-System zu realisieren.

Dabei wird zum einen ein digitales Abbild der Umgebung, wie dem Kommissionierlager, durch die Datenbrille erstellt. Mit Hilfe der Datenbrille werden im Raum Anker gesetzt, um den Raum zu vermessen und ein 2D-Abbild zu erstellen. Durch angebrachte QR-Codes an den Lagerplätzen erstellt die Datenbrille das 3D-Abbild und speichert dieses.

Somit wird allein durch die Datenbrille ein digitales Abbild des Lagers erstellt ohne weitere Infrastruktureingriffe. Mit diesem digitalen Abbild als Grundlage werden die Wege der Kommissionierer durch die Gänge geplant und optimiert. Dem Kommissionierer wird der nächste Lagerplatz und der Weg dorthin angezeigt.



Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Mit der Datenbrille wird ein digitales 2D-Abbild der Umgebung erstellt

Eine Reduzierung der Weg- und Suchzeit ist somit die Folge und steigert die Effizienz in der manuellen Kommissionierung. Im nächsten Schritt werden die bisherigen Forschungstätigkeiten durch Tests im LernLager am IFT, dem Forschungs-, Lehr- und Praxislabor für die manuelle Kommissionierung, verifiziert und weitere Aktivitäten im Bereich von Gruppenarbeitskonzepten mit Datenbrillen und ganzheitlichen Gestaltungsempfehlungen für die Praxis entwickelt.

Das Forschungsprojekt AR-Kom kombiniert somit den Menschen und seine außergewöhnlichen Fähigkeiten mit unterstützenden automatisierten Eigenschaften aus der Augmented-Reality, um die Prozesse in der manuellen Kommissionierung effizienter zu gestalten.

Daniel Mezger



Mithilfe der an den Lagerplätzen angebrachten QR-Codes wird das 3D-Abbild des Lagers erstellt



Bild: marcinjozwiak auf Pixabay

Elektromobilität von Nutzfahrzeugen – Eine neue Herausforderung für Logistikzentren?

Die Elektromobilität im Bereich der Nutzfahrzeuge entwickelt sich zu einem brisanten Thema in der Logistikbranche. Die Bundesregierung drängt bis 2050 auf eine CO₂-Neutralität. Die Erreichung dieses Zieles kann nur mit einer Teilelektrifizierung der LKW gelingen.

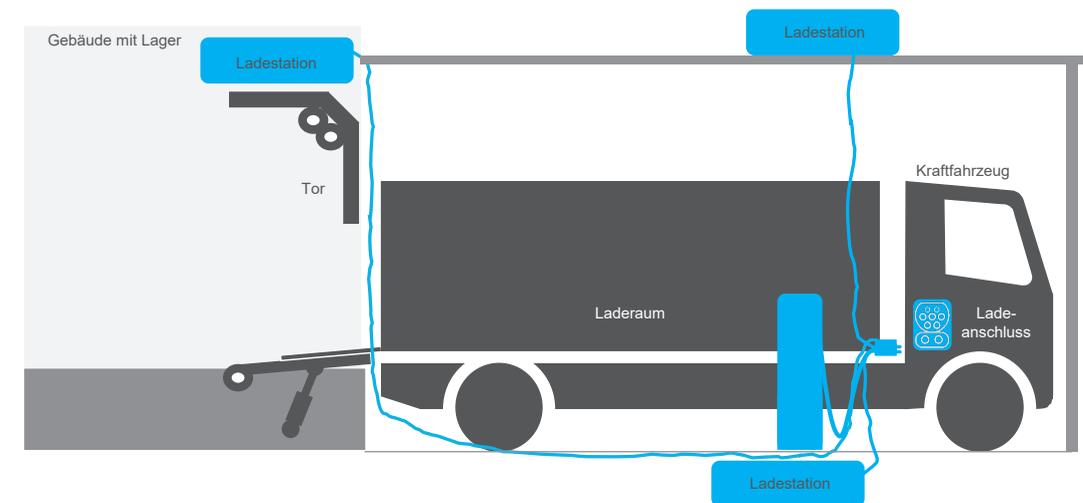
Unbekannte Herausforderungen und Auswirkungen an den Logistikzentren sowie deren elektrischen Netzanschlüssen werden entstehen. Diese Thematik wurde vom Institut für Energieübertragung und Hochspannungstechnik und Institut für Fördertechnik und Logistik sowie weiteren Partnern im Forschungsprojekt „FELSeN - Flexible Energieversorgung in Logistikzentren zur Erbringung von Systemdienstleistungen in elektrischen Netzen“ untersucht. Zudem wurden die energetischen Herausforderungen von logistischen Komponenten betrachtet. Hier bieten Hochregallager bzw. Regalbediengeräte durch verzögertes Anfahren oder batteriebetriebene Flurförderfahrzeuge durch ein Lademanagement Potential. Gleichzeitiges Laden nach Schichtende kann durch ein Lademanagement vermieden werden. Es entsteht eine Lastverschiebung.

Die Elektromobilität wird zum neuen Energieverbraucher. Zur Untersuchung der Auswirkungen aufs elektrische Netz und auf das Versandzentrum wurden Simulationen mit verschiedenen Elektrifizierungsgraden, Ladeleistungen und Größen von Versandzentren durchgeführt. Bei einer 100% - Elektrifizierung, welche in diesem Fall alle Mitarbeiter-PKW und ankommenden LKW berücksichtigt, wird eine dreifache Anschlussleistung benötigt. Dieser Fall ist utopisch und soll das Ausmaß beispielhaft darstellen. In den weiteren Untersuchungen wurden daher nur LKW berücksichtigt.

Als ein realitätsnahes Szenario wird eine Elektrifizierung aller LKW bis zu 18 t und mit einem vorherigen Streckenverlauf von unter 200 km simuliert. Diese Entfernung erreicht heute durchschnittlich ein Elektro-LKW (E-LKW) mit einer Batterieladung. Schwerere LKW fahren meist längere Strecken. In diesem Szenario sind 21% aller LKW elektrisch angetrieben, welche ein Versandzentrum mit 29 Rampen anfahren. Beim Batterieladen an der Rampe werden mit einer Ladeleistung von 50 kW sechs zusätzliche Rampen benötigt und es entstehen Ladezeiten von bis zu sechs Stunden.

Mit einer Leistung von 350 kW reichen 29 Rampen aus, allerdings ist die Ladeinfrastruktur kostenintensiver. Zudem ist der Aufstellort der Ladestation noch fraglich, da die Platzverhältnisse sehr beengt sind. Mögliche Unterbringungsorte sind auf der Abbildung dargestellt. Alternativ könnten die E-LKW

nach dem Be- und Entladen der Ware auf dem Hof oder im angrenzenden Industriegebiet geladen werden. Hierfür werden je nach Ladeleistung von vier bis elf Ladepunkte benötigt (siehe Tabelle). Trotz der geringen Anzahl von Ladepunkten entstehen ebenfalls hohe Zusatzkosten für die Ladeinfrastruktur.



Mögliche Standorte für die Ladeinfrastruktur an der Rampe eines Logistikzentrums

Ladeleistung	Ladepunkte	
	Rampenladen (29 Rampen)	Hofladen
50 kW	35	11
150 kW	30	6
350 kW	29	4

Teilergebnisse der Simulation / Benötigte Ladeinfrastruktur bei 21% - Elektrifizierung

Abschließend stellt sich die Frage, wo in Zukunft die Batterien der E-LKW geladen werden. Das Versandzentrum kann nicht dauerhaft die Rampen zum Batterieladen zur Verfügung stellen und die Spedition möchte die Aufenthaltszeit des LKWs möglichst geringhalten. Leichte und mittelschwere LKW fahren am Tag überwiegend Routen mit einer Entfernung von ca. 200 km.

Somit ist es ausreichend, den LKW am Heimatort bzw. Umschlagzentrum der Spedition zu laden. Für Versandzentren ist es empfehlenswert, eine Not-Ladeinfrastruktur bereit zu halten. In einem zukünftigen Forschungsprojekt soll genau diese Frage am Großraum Stuttgart näher untersucht werden.

David Pflieger

forschung

Maschinenentwicklung und
Materialflussautomatisierung



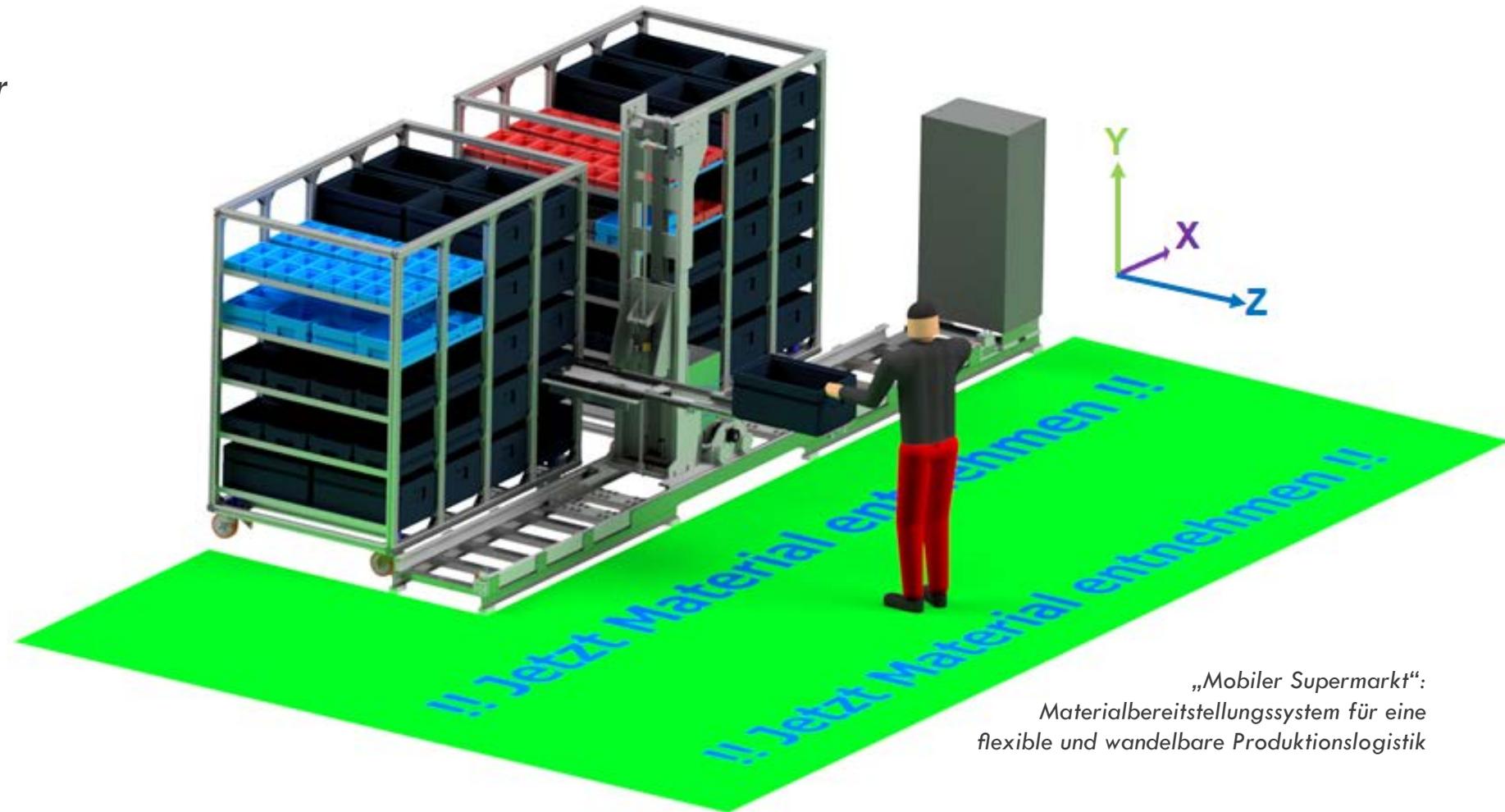
MINI-REC-ALBEDIENGERÄT (IFT)

Universität Stuttgart

Glewe GmbH

Universität Stuttgart
Institut für Fördertechnik
und Logistik

Kollaborierende Materialflusssysteme für Losgröße 1 – Produktionslogistik



„Mobiler Supermarkt“:
Materialbereitstellungssystem für eine flexible und wandelbare Produktionslogistik

In Anbetracht volatiler Märkte, Handelskonflikten und epidemiologischer Ereignisse werden Flexibilität, Wandelbarkeit und losgrößenunabhängige Produktionssysteme zunehmend zu Schlüsselmerkmalen wetterfester Unternehmensstrategien, auf die es die intralogistischen Prozesse auszurichten gilt. Vor dem Hintergrund der Produktion individualisierter, variantenreicher Serienprodukte bis hin zu Losgröße 1 und angesichts steigender Gestehungskosten rücken automatisierte Systeme, die den Menschen physisch und kognitiv entlasten und dabei in Koexistenz mit ihm arbeiten, zunehmend in den Fokus.

Die deutsche Wirtschaft, insbesondere der Maschinen- und Anlagenbau, sieht sich derzeit mit Herausforderungen bisher nicht da gewesenen Ausmaßes konfrontiert. Während für die Automobilproduzenten sowie deren Zulieferbetriebe und Fabrikaurüster bereits erste Auswirkungen eines strukturellen Wandels der Mobilitätsformen spürbar wurde, haben im Jahr 2020 Handelskonflikte und epidemiologische Ereignisse branchenübergreifend zu einem massiven Auftragsrückgang geführt. Neben einer ohnehin gegenwärtigen Volatilität der Märkte haben die zurückliegenden Ereignisse die Bedürfnisse nach effizienten, losgrößenunabhängigen Fertigungskonzepten erneut verstärkt.

Für die OEM der Automobilbranche besteht jedoch bereits infolge des

Fließbandprinzips eine Limitation der Fertigungsflexibilität und Skalierbarkeit. Demgegenüber sind es in kleinen und mittelständischen Betrieben ohne Fließfertigung gerade die manuellen Prozesse in Montage und Logistik, die in Verbindung mit einem kurzen Planungsvorlauf einerseits Flexibilität schaffen, andererseits Flexibilität aber infolge hoher Personalbindung die Gestehungskosten treiben und damit die Gewinnmargen im internationalen Wettbewerb schrumpfen lassen. Gleichwohl war die Binnen- und Exportwirtschaft der vergangenen Jahre von starken Wachstumsquoten geprägt. Damit sich das generierte Wachstum jedoch nicht nur im Umsatz, sondern auch im betriebswirtschaftlichen Ergebnis niederschlägt, sind effiziente Prozesse gefordert. Der Druck, flexibel aber gleichzeitig effizient bei geringer Stückzahl zu produzieren, korreliert unmittelbar mit der Position des Unternehmens bzw. des Produktes innerhalb der Wertschöpfungskette und ist daher insbesondere bei kleinen und mittleren Betrieben der Metall- und Elektroindustrie präsent.

Angesichts kleiner Auftragslosgrößen auch bei Serienprodukten lassen sich Fixkosten, die mit der Einrichtung / Anpassung einer Produktion verbunden sind, nicht mehr über die Stückzahl kompensieren, so dass Maßnahmen zur Rationalisierung der Prozesse aufgrund des immensen Lohnkostengefälles im inter-

Innovative Sicherheits- und Bedienkonzepte für eine sichere und intuitive Mensch-Maschine-Interaktion erforderlich

nationalen Vergleich dringend geboten sind, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Insofern sind Flexibilität und Wandelbarkeit Schlüsselmerkmale effizienter Fertigungsprozesse, auf die es die intralogistischen Prozesse jedoch zunächst auszurichten gilt. Die Produktionslogistik darf daher nicht Schranke, sondern muss innovativer Wegbereiter für effiziente Fertigungsprozesse sein.

Die Prozessstufen der Materialbereitstellungskette sind von besonderer Bedeutung, wenn es gilt, die Abläufe in der Produktionslogistik und Montage effizienter zu gestalten. So sind insbesondere die Kommissionierung und Zuführung von Bauteilen und Materialien bis an den Verbauort nach wie vor stark von manuellen Tätigkeiten geprägt und dem-

entsprechend infolge Personalbindung signifikante Kostenfaktoren in sämtlichen Sparten des Maschinen- und Anlagenbaus bzw. auch für das ganze produzierende Gewerbe der Metall- und Elektroindustrie. In Konsequenz der Nachfrage und des darauf ausgerichteten Angebotes an stark ausdifferenzierten individualisierten Produkten geht zwangsläufig eine große Teilevarianz einher, weshalb sich die innerbetrieblichen Logistikprozesse zunehmend komplexer und umfangreicher gestalten. Bereits hieraus resultiert ein dringender Bedarf zur Rationalisierung der produktionslogistischen Prozesse in all jenen Betrieben, in denen aus einem großen Teilespektrum bedarfsgerecht die Bereitstellungssequenz für kleine Produktionslosgrößen gebildet werden muss.

Die Automatisierung des innerbetrieb-

lichen Materialflusses mittels statischer Lagersysteme und Förderstrecken scheidet jedoch insbesondere überall dort aus, wo Layoutflexibilität gefordert ist. Vollautomatisierte Lösungen erweisen sich in dessen auch gerade dort als nur bedingt respektive nicht anwendbar, wenn ein hohes Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit in der Handhabung von Teilen gefordert ist. Hier ist der Mensch mit seinen empfindlichen Sinnen, kognitiven Fähigkeiten und seiner Bewegungsgeschicklichkeit bis dato der Automatisierung stets dort überlegen, wo ein schnelles, situatives Erfassungs- und Anpassungsvermögen gefordert ist. Ansätze zur Effizienzsteigerung könnten daher in der Fragmentierung von Arbeitsprozessen mit teilautomatisierten Lösungen liegen, bei der autonom agierende Roboter und Menschen in Koexistenz agieren und aktiv kollaborieren. Dieser Intention folgend beruht ein am IFT entwickeltes Materialbereitstellungssystem für eine flexible und wandelbare Produktionslogistik namens „Mobiler Supermarkt“ auf einer ausgeprägten Mensch-Maschine-Interaktion.

Für die Etablierung eines derartigen Materialflusssystems in der Praxis bedarf es jedoch innovativer Sicherheits- und Bedienkonzepte für die sichere und intuitive Mensch-Maschine-Interaktion, aber auch, um eine Interoperabilität auf Maschinenebene zu realisieren. So gilt es, den Anforderungen an ein möglichst offenes Anlagenlayout, eine hohe Umschlagleistung, gleichzeitig aber auch der Gewährleistung der Personensicherheit uneingeschränkt gerecht zu werden, was eine Gesamtbeurteilung der Anlagensteuerung sowie zugehöriger Sicherheits- und Bedienkonzeptionen zwingend erfordert. Für die Kollaboration müssen sich Personen zwangsweise im Bewegungsbereich der Maschine bzw. in unmittelbarer Nähe dazu aufhalten. Zur Erfüllung der fundamentalen Anforderungen hinsichtlich der Personensicherheit werden ortsbewegliche optoelektronische Schutzeinrichtungen in Form von zwei Sicherheitslaserscannern eingesetzt, welche direkt am Mini-RBG verbaut sind, um die Mobilität der Maschine zu wahren.

In Abhängigkeit der Betriebs- und Fahrzustände wird eine dynamische Anpassung für die Zonierung der Warn- und Schutzfelder der Laserscanner vorgenommen. Diese dynamische Anpassung ist letztlich zwingend erforderlich, um eine Kollaboration für die Materialübergabe zu realisieren. Um unnötige Laufwege zu sparen, soll die Übergabeposition möglichst variabel in Abhängigkeit der Position, an der die Mitarbeiter*innen das Material benötigen, erfolgen. Für die hierfür erforderliche Positionsdetektion werden Messdaten der Laserscanner herangezogen und ausgewertet.

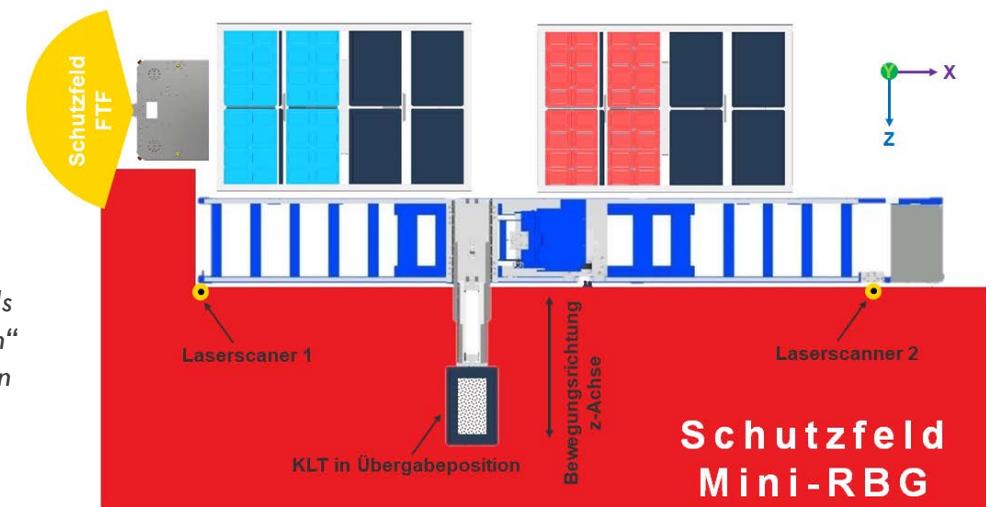
Ein in den Betriebsabläufen des Mobilen Supermarktes besonders sensibler Vorgang, der ein gesteigertes Maß an Kommunikation und Interaktion erfordert (sowohl die Mensch-zu-Maschine-Kommunikation als auch die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation betreffend), ist der An- und Abtransport der mobilen Regalmodule per FTF. Der Fahrkorridor des FTF zählt zum Gefahrenbereich des Mini-RBG und wird von den Laserscannern überwacht. Um die Regale verfahren zu können, ohne eine Verletzung der Schutzfelder – und damit einen Nothalt der Anlage – herbeizuführen, müssen die Schutzfelder partiell deaktiviert werden. Gleichwohl muss die Personensicherheit auch in dieser Betriebsphase gewährleistet bleiben.

Um diese zunächst konträren Belange in Einklang zu bringen, bedarf es einer flexiblen Zugangsabsicherung in Gestalt einer „shared-safety-Funktion“ zwischen den in diesem Moment am Gesamtprozess beteiligten Komponenten. Vorliegend bedeutet dies, dass die Sicherheitsfunktionen des FTF, welches ein Regal gegenwärtig anrespektive abtransportiert, mit denen des Mini-RBG intelligent verknüpft werden. In dieser Betriebsphase des Mobilen Supermarktes dient folglich die Vorfeldüberwachung des FTF nicht nur dafür, sicher zu stellen, dass sich niemand in dessen Fahrweg befindet, sondern gleichzeitig auch den Zugang zum Aktionsbereich des Mini-RBG zu überwachen.

Zonierung unterschiedlicher Sicherheitsbereiche im Bewegungsbereich des Mobilen Supermarkts



Flexible Zugangsabsicherung als „shared-safety-Funktion“ zwischen den beteiligten Komponenten



Herausfordernd dabei ist, dass sich die Grenzen der Maschinen für deren Interaktion nicht nur im Sinne der Sicherheitsbetrachtung flexibel ändern und dies in formeller und normativer Hinsicht komplexe Anforderungen birgt, sondern auch die temporäre Verknüpfung der Sicher-

heits- und Maschinensteuerungen mehrerer Betriebsmittel bedingt. Am IFT sind derzeit mehrere Forschungsprojekte in Bearbeitung, welche sich der Umsetzung dieser Ziele widmen.

Matthias Hofmann



Bild: chris-boyer-moMPfzYKk8-unsplash

Konzept zur intuitiven Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge mit beliebiger Radkonfiguration

Flurgebundene Fördermittel dienen der Unterstützung beim Transport schwerer Güter, zunehmend aber auch als Teil der Automatisierung einer Produktionsanlage in Form von fahrerlosen Transportfahrzeugen (FTF). Dabei führen oft externe Umstände zu der Notwendigkeit, flächenbewegliche und damit sehr flexibel manövrierbare Fahrzeuge einzusetzen.

Ein konkretes Beispiel sei die Beladung eines Lkw mit langem Stückgut mittels eines Mehrwegestaplers, wie nebenstehend skizziert. Dieser soll lange Teile von einem Stückgutlager zum Verladeplatz bringen, ohne eine dedizierte Wendefläche zu benötigen.

Der direkte Weg über eine gewöhnliche Rechtskurve würde das Fahrzeug zum Ziel führen, jedoch mit der Last auf der falschen Seite. Sofern die Gassenbreite für eine Drehung auf der Stelle zu schmal ist, oder diese zu riskant wäre, erfordert das Szenario ein „elegantes“ Wendemanöver innerhalb der

Kurvenkontur. Dabei muss das Fahrzeug während der Kurvenfahrt nach rechts eine gegensinnige Drehung um seine Hochachse ausführen, was ein flächenbewegliches Fahrwerk ermöglicht.

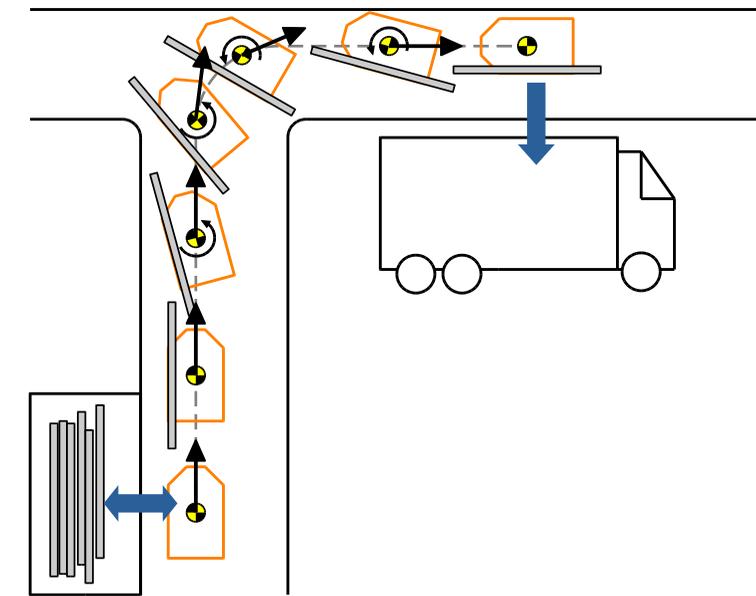
Der so genannte Vierwegestapler bietet solche Beweglichkeit, wird jedoch häufig mittels Umschaltung zwischen verschiedenen Fahrmodi (z.B. Vorwärts- / Querfahrt / Drehen) gesteuert. Die skizzierte Bewegung muss dadurch in diskret aufeinander folgende Manöver unterteilt werden, was die Effizienz deutlich verringert. Besser wäre eine kontinuierliche Bewegung mit nahtlosen Übergängen. Die diskrete Umschaltung ermöglicht hingegen dem Bediener, gewohnte Denkmuster aus der Steuerung anderer Fahrzeuge zu übertragen und damit möglichst intuitiv auf Erfahrungswissen aufzubauen.

Das auf dem 16. Fachkolloquium der WGTL e.V. in Hamburg vorgestellte Konzept des IFT für eine Schnittstelle zur Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge zielt darauf ab, Bewegungsmög-

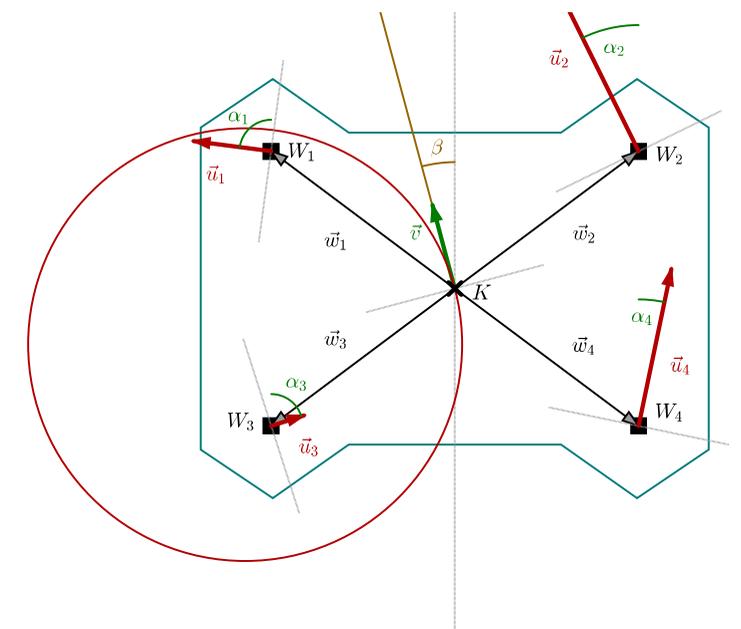
lichkeiten von Flurförderzeugen mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen vollständig abzubilden und dabei auf der intuitiven Erfahrung des Bedieners aufzubauen. Zum Vergleich seien zunächst schienengeführte Systeme als einfachste Kategorie genannt, die nur einen einzigen linearen Freiheitsgrad aufweisen. Diese Stufe beherrschen die meisten Menschen ohne Einarbeitung intuitiv.

Im Alltag kommen zahlreiche Beispiele für die nächste Stufe mit zwei Möglichkeiten der Einflussnahme auf ein Fahrzeug vor. Dazu gehören Fahrräder mit direkter Lenkung, wie auch Kraftfahrzeuge mit Lenkrad und Gaspedal. Das Prinzip: Ein Steuerorgan zur Richtungsvorgabe und eines für die gewünschte Geschwindigkeit. Aus der Haushaltsrobotik dürfte mittlerweile auch die Kombination aus freier Drehung und anschließender Fahrt in die gewählte Richtung geläufig sein. Das Erreichen eines vorgegebenen Ziels auf einer Fläche erfordert damit schon eine gewisse Vorausplanung, die Menschen aber intuitiv vom eigenen Bewegungsverhalten ableiten. Diese Fahrzeugkategorien können die gesamte Fläche befahren, gelten aber dennoch nicht als flächenbeweglich.

Ein zusätzlicher dritter Freiheitsgrad erweitert die möglichen Bewegungsmuster, damit steigt jedoch auch die Komplexität für den Bediener. Vor allem im industriellen Umfeld werden solche Systeme meist von geschultem Personal mit entsprechender Übung koordiniert, um die Bewegungsfreiheiten voll auszuschöpfen. Bewegungen wie in der Abbildung oben rechts wirken für einen externen Betrachter eventuell unerwartet, da dieser mit seiner Alltagserfahrung aus der beobachteten Drehung eine bevorstehende Linkskurve ableitet.



Mehrwegestapler mit flüssigem Bewegungsübergang in engen Gassen



Kinematikmodell mit vier Fahr-Lenk-Modulen

SPEEDTrans

– Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen eines KMUinnovativ-Projektes –



Im Rahmen des vom BMBF geförderten KMUinnovativ-Projektes SPEEDTrans befasst sich das IFT mit der Weiterentwicklung eines schienengebundenen Hochgeschwindigkeitsfördersystems mit form-schlüssigem Antrieb. Während die Schiene im vorangegangenen Projekt noch aus einer geschweißten Fachwerk-konstruktion bestand, ist das Ziel des aktuellen Projektes, die Investitionskosten der Schiene zu reduzieren. Dazu wird die Schiene aus handelsüblichen Walzstahlprofilen zusammengesetzt.

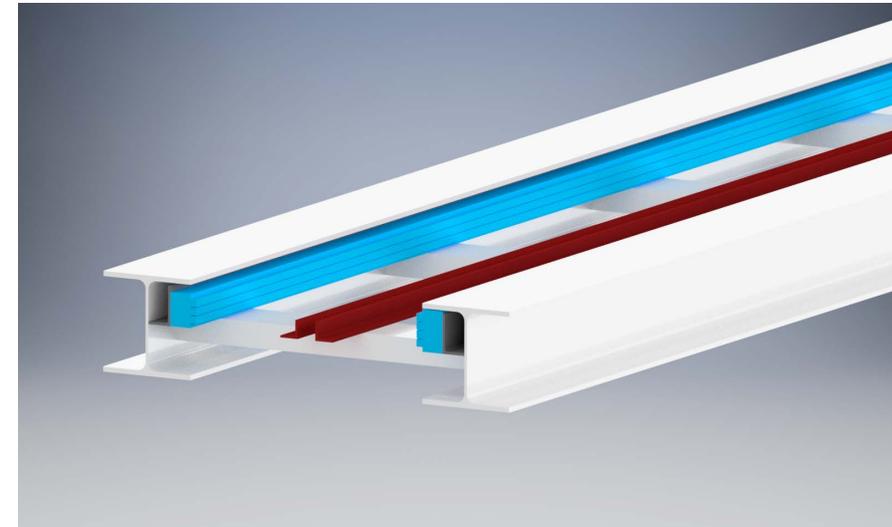
Die großen Fertigungstoleranzen dieser Walzstahlprofile führen zu Abweichungen von Steg- und Flanschdicken sowie der Stegposition um mehrere Millimeter. Spurweitenänderungen in Kurven sowie in Kuppen und Senken führen ebenfalls dazu, dass der Abstand zwischen gegenüberliegenden Rädern nicht konstant ist. Am Beispiel der Gegenräder, die von unten an die Schiene drücken und ein Kippen des Fahrzeugs verhindern, ist dieser Mechanismus dargestellt.

Die blau gezeichneten Räder markieren die Radpositionen auf einer horizontalen Schiene. Bei der Fahrt über eine Kuppe bewegen sich die blauen Haupträder um den Abstand ΔHR nach unten, während sich die roten Gegenräder um den größeren Abstand ΔGR nach unten bewegen. Der Unterschied zwischen ΔHR und ΔGR muss, zusätzlich zu den Schienentoleranzen, fahrwerksseitig ausgeglichen werden.

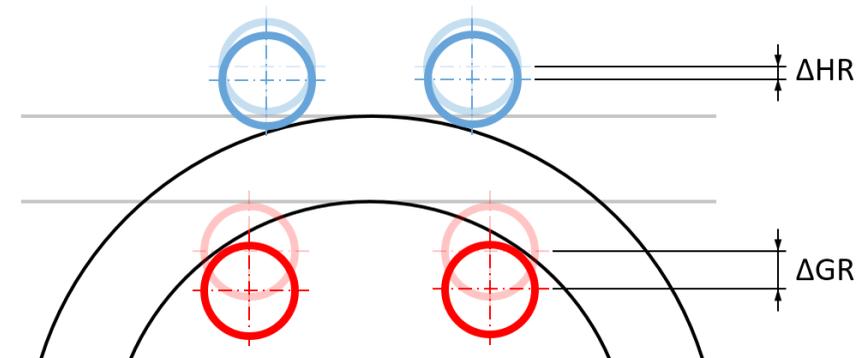
Die Entwicklung eines adaptiven Fahrwerks zur Gewährleistung des Zahneingriffs und einer zentrierten Position des Fahrzeugs auf der Schiene ist daher einer der zentralen Inhalte des Projektes SPEEDTrans. Im bisherigen Projektverlauf wurde die Radanordnung zur geeigneten Einleitung aller auftretenden Kräfte in die Schiene finalisiert und die Ausführung der Adaptivität in Form einer gelenkigen Einzerradaufhängung festgelegt. Diese ist so entworfen, dass die Seiten- und Gegenräder in Schwingen gelagert sind und durch Federbeine an die Schiene gepresst werden. Somit ist der Schienenkontakt aller Räder auch bei Abweichungen der Schienengeometrie jederzeit gewährleistet. Ein weiterer Vorteil des adaptiven Fahrwerks ist, dass der Verschleiß der Radbandagen direkt mit ausgeglichen werden kann. Eine separate Vorrichtung, zum Beispiel in Form einer justierbaren Exzenterlagerung, ist nicht erforderlich.

Die Konstruktion und Auslegung des Fahrwerksrahmens und der Lastaufnahmeplattform sind ebenfalls weiter vorgeschritten und erlauben den zeitnahen Aufbau eines Demonstrators im zweiten Quartal 2021.

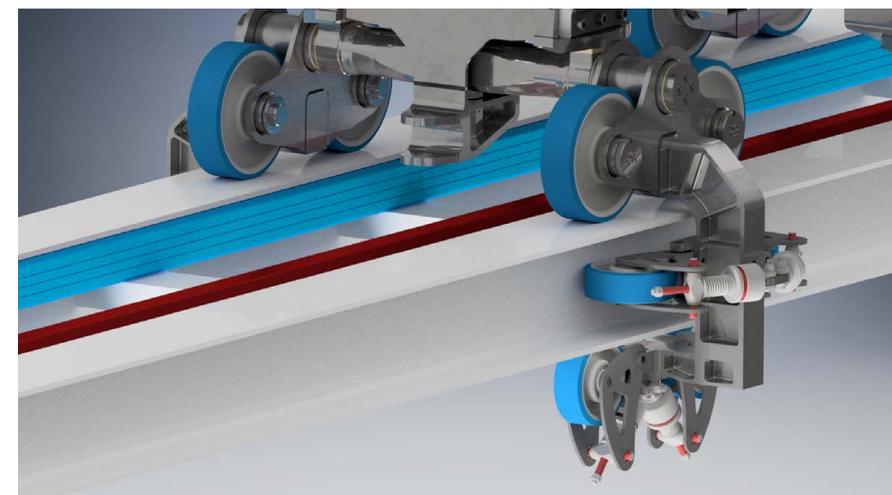
Jonas Nölcke



Schiene aus Walzstahlprofilen



Unterschiedliche Radauslenkung während einer Kuppenfahrt



Ausführung des adaptiven Fahrwerks mit Einzerradaufhängung in gelenkigen Schwingen

Studieren am IFT



Vorlesungen und Praktikumsversuche wurden aufgezeichnet



Praxisnahe Vorlesungen, Seminare und Exkursionen geben einen Einblick in unsere Forschungsfelder und bereiten die Studierenden optimal auf die Berufspraxis vor. Unser Lehrangebot für Bachelor- und Masterstudierende richtet sich vorwiegend an die Studiengänge Maschinenbau, Mechatronik, Technologiemanagement und technisch orientierte Betriebswirtschaftslehre und wird laufend aktualisiert. So wurde für das Wintersemester 2020/21 die neue Vorlesung „Materialflusstechnik und Fahrerlose Transportsysteme“ konzipiert und ein erweitertes Angebot an Praktikumsversuchen erarbeitet.

Aufbauend auf den Grundlagenvorlesungen für Bachelorstudiengänge (Grundlagen der Logistik, Grundlagen der Fördertechnik) werden in den Veranstaltungen der Masterstudiengänge die erworbenen Kenntnisse zielorientiert vertieft. Im Rahmen unserer Vertiefungs- oder Spezialisierungsfächer haben die Studierenden die Möglichkeit, sich durch ihre Modulauswahl inhaltlich auf einen Bereich (Seiltechnik, Fördertechnik oder Logistik) zu fokussieren. Studentische Arbeiten (Studien-, Bachelor- und Masterarbeiten) sind in aktuelle Forschungs- oder Industrieprojekte eingebunden. So werden z.B. neue Prüfstände konzipiert und konstruiert oder Berechnungs- und Simulationsmodelle entwickelt. Je nach Interesse können theoretische, experimentelle oder konstruktive Themen gewählt werden.

Ausgelegt auf Präsenzlehre, standen wir zu Beginn des Sommersemesters 2020 vor der Herausforderung, den Lehrbetrieb in ein digitales Format zu bringen. „Digitale Lehre“ bedeutete zunächst, die Vorlesungen aufzuzeichnen, um diese dann den Studierenden im gewohnten (Wochen-)Rhythmus auf der Lernplattform zur Verfügung zu stellen.

Lehre wird digital

Auch weitere Lehrformate wie Übungen und Seminare werden nun online-basiert abgehalten. Besprechungen mit Kolleg*innen oder Studierenden wurden auf virtuelle Meetings auf das Webkonferenz-System Webex umgestellt; sie sind mittlerweile fester Bestandteil des Studien- und Büroalltags. Um den Studierenden weiterhin die Möglichkeit eines „persönlichen“ Kontakts zu den Lehrenden und den Kommiliton*innen zu ermöglichen, werden Sprechstunden oder Infotermine per webex abgehalten. Auch die Betreuung der studentischen Arbeiten erfolgte per Webex. Weitere Tools für die digitale Lehre wurden auf der Lernplattform ILIAS getestet und implementiert.

Virtuelles Angebot

So konnten wir im vergangenen Semester auch die Praktikumsversuche „virtuell“ durchführen und haben so alle Lehrveranstaltungen im Winter- und Sommersemester erfolgreich anbieten können. Beschränken bzw. einstellen mussten wir allerdings die Bereitstellung von Studierenden-Arbeitsplätzen sowie die Möglichkeit, insbesondere bei konstruktiven Arbeiten die Werkstatt- und Prüfeinrichtungen des Instituts zu nutzen. Ausgefallen sind natürlich auch unsere Exkursionen zu Herstellern oder Anwendern aus der Seilbranche oder Logistikunternehmen. Da Masterstudierende am Infotag das IFT nicht in Präsenz besuchen konnten, haben wir das Institut in einem Video vorgestellt.

Alle Informationen zu unserem Vorlesungs- und Seminarangebot sowie die Themen für studentische Arbeiten finden Sie auf unserer Homepage unter folgendem Link: <https://www.ift.uni-stuttgart.de/lehre/>

Gudrun Willeke

Vorlesungen im Wintersemester

- Digitalisierung des Warehouse Managements
- Distributionszentrum
- Grundlagen der Materialflusstechnik
- Konstruktionselemente der Fördertechnik
- Materialflussautomatisierung
- Methoden und Strategien in der Logistik
- Moderne Sicherheitstechnik und Schadensanalyse

Vorlesungen im Sommersemester

- Baumaschinen
- Grundlagen der Logistik
- Logistisches Planspiel
- Planung logistischer Systeme
- Seiltechnologie, Hochleistungsseilbahnen, Aufzüge und Großkrane
- Simulation und Visualisierung in der Intralogistik

Seminare und Praktika (WiSe + SoSe)

- CAD-Seminar
- Praktikumsversuche
- Vortragsseminar

Studentische Arbeiten (WiSe + SoSe)

- Studien-, Bachelor-, Masterarbeiten
- Projektarbeiten

Das Lehrangebot des IFT im WiSe 2019/20 und SoSe 2020

MASTER:ONLINE Logistikmanagement weiter. bilden. online.

Logistik studieren – online und berufsbegleitend, das bietet das Studienangebot MASTER:ONLINE Logistikmanagement bereits seit 2007. Das Weiterbildungsprogramm vereint das Know-how der Universität Stuttgart in Zusammenarbeit mit Fraunhofer. Es richtet sich an Beschäftigte aus der Logistik mit erstem Hochschulabschluss, die sich berufsbegleitend weiterbilden möchten. Das didaktische Konzept, die multimediale Aufbereitung der Lerninhalte und die organisatorische Betreuung ermöglichen ein effektives Selbststudium. Das wissen auch immer mehr Arbeitgeber zu schätzen – und unterstützen das Studium ihrer Mitarbeiter an der Universität Stuttgart häufig finanziell.

Verantwortlich für Konzeption und kontinuierliche Weiterentwicklung von MASTER:ONLINE Logistikmanagement an der Universität Stuttgart sind die Forschungsinstitute IFT (Institut für Fördertechnik und Logistik) und IAT (Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement) sowie das Fraunhofer IAO (Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation). Ergänzt wird unser Studienangebot durch Lehrinhalte weiterer interner und externer Kooperationspartner.

Das Master- als auch das Zertifikatsstudium setzt einen ersten Hochschulabschluss in einer ingenieurwissenschaftlichen oder wirtschaftswissenschaftlichen Disziplin sowie mindestens ein Jahr einschlägige Berufserfahrung voraus. Die Dauer des Masterstudiums ist abhängig von den persönlichen Voraussetzungen der Studierenden. Wenn Sie im Erststudium schon 240 ECTS erworben haben, kann der „Master of Business and Engineering in Logistics Management (MBE)“ in nur 3 Semestern erreicht werden.

Wenn Sie sich für spezielle Themen interessieren, können Sie im Zertifikats- bzw. Kontaktstudium einzelne Module belegen und erhalten bei erfolgreichem Abschluss ein Zertifikat der Universität Stuttgart. Die erreichten Leistungspunkte können bei einem späteren Masterstudium angerechnet werden. So kann das Onlinestudium zunächst „getestet“ werden, ein unkomplizierter Einstieg in das Masterstudium ist kurzfristig möglich.

Blended Learning Konzept ermöglicht individuelle Planung

MASTER:ONLINE Logistikmanagement verbindet betriebswirtschaftliche mit technischen Studieninhalten. Der Studienplan der Studierenden orientiert sich an deren Vorkenntnissen und Vertiefungswünschen. Durch das Blended Learning-Konzept können die Lernphasen weitgehend individuell geplant werden, pro Semester fallen nur ca. 3-4 Präsenztage für Übungen oder Seminare an.



MOL Messestand auf der digitalen Weiterbildungsmesse

Im Sommersemester wurden die Präsenzveranstaltungen aufgrund der Beschränkungen jedoch ebenfalls im digitalen Format angeboten. Die sonst üblichen Präsenz-Vorträge der Masterarbeiten sowie mündliche Prüfungen konnten per Webkonferenz abgehalten werden. Lediglich die schriftlichen Prüfungen wurden unter Einhaltung des Hygienekonzepts der Universität Stuttgart in Präsenz durchgeführt.

Einen erfolgreichen Start hatte die erste digitale Weiterbildungsmesse KOMPENEX BW mit Beteiligung des Studiengangs MASTER:ONLINE Logistikmanagement. Die professionelle digitale Messe-Plattform ermöglichte es, das Weiterbildungsangebot des Studiengangs auf einem virtuellen Messestand individuell durch Videos, Bilder und Informationsmaterial landesweit zu präsentieren. Viele Weiterbildungsinteressierte nutzten die Möglichkeit, online täglich 24 h die Messehallen zu erkunden und die verschiedenen Messestände zu besuchen. Am 24. November ging die Messe dann live: per Video-Chat konnten Besucher mit dem Studiengangsteam für ein individuelles Beratungsge-

spräch direkt in Kontakt treten. Sie erhielten Tipps zu Möglichkeiten und Chancen der beruflichen Weiterbildung sowie einen Einblick in das Kursangebot. Lernvideos und eine Social Wall sowie ein Messecafé rundeten das Angebot ab.

Das jährlich stattfindende MOL-Forum mit interessanten Vorträgen zu Logistikthemen und der Übergabe der Urkunden an die Absolvent*innen musste coronabedingt leider ausfallen.

Der Start ins Master- oder Zertifikatsstudium ist jeweils zum Sommersemester oder zum Wintersemester möglich (Bewerbungsschluss 15. März bzw. 15. September). Weitere Informationen finden Sie auf unserer Homepage: www.mol.uni-stuttgart.de. Oder wenden Sie sich bei weiteren Fragen gerne an uns unter 0711 685-83768.

Gudrun Willeke

STUDENTISCHE

Studienarbeiten (Auszug)

Analyse von Fehlerarten in der manuellen Kommissionierung und innovative Maßnahmen zur Reduktion.

Analysis of Mistake Types in Manual Order Picking and innovative Measures of Reduction.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Augmented Reality als Leitsystem in der manuellen Kommissionierung.

Augmented Reality as a guidance system in a manual order Picking.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Durchführung der CE-Zertifizierung auf Basis von Agentensystemen.

Implementation of CE-certification on the basis of multi-agent systems.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung eines Tools zur Auswertung von Tiefendaten mittels Matlab.

Development of a tool for the evaluation of a depth data using Matlab.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung und Bau einer Miniaturseilbahn.

Development and construction of a miniature cableway.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Erarbeitung von Kriterien für den Einsatz von Materialflusssimulation in kleinen und mittelständischen Unternehmen.

Development of criteria for the use of material flow simulation in small and medium-sized enterprises.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Fallstudie zur Übertragbarkeit neuartiger Produktionslogistikkonzepte auf verschiedene Branchen der produzierenden Industrie.

Case study on the transferability of new production logistics concepts on various branches of the manufacturing industry.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Konzeption und Dimensionierung einer Niveau-regulierung für die Hochgeschwindigkeitsförder-technik.

Concept and design of a level control system for high speed conveyor technology.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Maschinenentwicklung

Konzeption und Herstellung einer Einheit zur rechnergestützten Erfassung von Versuchsdaten bei der Überwachung von traktionsbehafteten Dauerbiegeversuchen.

Design and setting up of a unit for computer based acquiring of test data in bending fatigue testing under traction.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Motorisierung der z-Achse eines Auflichtmikroskops.

Motorization of a z-axis of a reflected light microscope.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Optimierungspotenzial der Interaktion von Mensch und Intralogistik in der Automobilindustrie.

Potential for optimization between the Interaction of human and logistics in the Automotive industry.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Potentialanalyse von Seilbahnen im Güterverkehr. Potential analysis of cable cars for freight transport.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Simulationsbasierte Analyse und Optimierung einer Fertigung anhand eines Praxisbeispiels mittels Plant Simulation.

Simulation based analysis and optimization of a production system based on a practical example with Plant Simulation.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Simulation eines Hochregallagers zur Ermittlung von Energieflexibilisierungspotentialen.

Simulation of a high-bay warehouse to determine flexibility potentials of energy.

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Simulation eines Logistikzentrums und dessen Energieverbrauch.

Simulation of a logistics centre and its energy consumption.

Studiengang: Mechatronik M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Systematische Auswahl geeigneter Transportmittel und Transporthilfsmittel für eine Fluide Produktion am Beispiel einer Batteriemontage.

Systematic selection of suitable means of transportation aids for fluid production using the example of a battery assembly process.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Vergleich und Bewertung von Organisationsformen der Logistik und Produktion unter Berücksichtigung ablauf- und ablauforganisatorischer Aspekte.

Comparison and evaluation of logistics and production organizational forms considering operational and organizational structures.

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

ARBEITEN

STUDENTISCHE

Bachelorarbeiten (Auszug)

Analyse und Optimierung des Reihenfolgeproblems von Shuttle-System anhand KI-Methoden
Analysis and optimization of sequence problem of shuttle-system with the help of AI-method

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Aufbau eines modularen Messsystems für die automatisierte Zustandsüberwachung von Prüfständen
Construction of a modular measuring system for the automated condition monitoring of test benches

Studiengang: Technikpädagogik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Bestimmung der Ablegereife laufender hochmodularer Faserseile
Determining the discard state of high modulus running fiber ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Bestimmung der Einflusslänge der Spannungsüberhöhung beim Lauf von Stahlseilen über Umlenkscheiben mittels Dehnungsmessstreifen
Determination of the influence length of the stress increase when wire ropes run over deflection sheaves by means of strain gauges

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Biegeversuche an hochmodularen Faserseilen mit integrierter Messtechnik
Bending fatigue tests on high modulus fibre ropes with integrated measuring system

Studiengang: Technikpädagogik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Die Zukunft der fluiden Produktionslogistik – Analyse und Bewertung unterschiedlicher Einflussfaktoren
Future of the fluid production logistics – Analysis and evaluation of various influencing factors

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Einsatz von Drohnen in der Intralogistik
Use of drone in intralogistics

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung einer Kupplung mit integriertem Überlastschutz
Development of a towbar with integrated overload protection

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Entwicklung einer motorisierten Querpressvorrichtung für Seildrähte
Development of motorized cross-pressing device for rope wires

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Entwicklung eines Beschaffungs- und Transportlogistikkonzepts für eine Fluide Produktion
Development of a procurement and transport logistic concept for a fluid production

Studiengang: Fahrzeug- und Motorentechnik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Entwicklung eines Seilbefahrgerätes
Development of a rope rawler

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Entwurf und Konstruktion einer Querkontraktions-Prüfeinrichtung
Design and Construction of a transverse contraction testmachine

Studiengang: Fahrzeug- und Motorentechnik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seltechnologie

Erfassung, Analyse und Effizienzverbesserung von elektrischen Energieverbrauchern in einem Logistikzentrum
Recording, analysis and efficiency improvement of electrical consumers in the logistics center

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Ermittlung der Pressungsverteilung bei statischer Belastung
Determination of the pressure distribution under static load

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Erstellung eines digitalen Zwillings einer Matrixproduktion
Creation of a digital twin of a matrix-structured production

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Implementierung einer Navigationslösung in einem mobilen Roboter
Implementation of a navigation solution in a mobile robot

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Konstruktion einer Drehmomentmessvorrichtung für Seile mit geringem Durchmesser
Construction of a torque measuring device for ropes with small diameter

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Konzept einer neuartigen urbanen Seilbahn (Berechnung)
Concept of a new urban ropeway (Layout and dimensioning)

Studiengang: Fahrzeug- und Motorentechnik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Konzept einer neuartigen urbanen Seilbahn (Konstruktion)
Concept of a new urban ropeway (Construction)

Studiengang: Fahrzeug- und Motorentechnik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Konzeption und Auslegung eines Modell-RBG
Conception and design of a scaled version of a reachstacker

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Konzeption und Entwicklung einer Methode zur akustischen Erkennung von Drahtbrüchen in Drahtseilen
Development of a method for acoustic detection of wire breaks in wire ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Logistik im Wandel – Potentialanalyse branchenfremder Technologieentwicklungen
Logistics in change – Potential analysis of technologies from external sectors

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Optimierung des Prüfverfahrens zur reproduzierbaren Ermittlung der Fangstoßkräfte von Klettersteigsets nach EN 958
Optimisation of the test method for reproducible determination of the impact force of Via Ferrata sets according to EN 958

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Permanente magnetinduktive Seilprüfung
Permanent magnetic inductive rope testing

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Pick-by-Light und Put-to-Light als Wegleitsystem in der manuellen Kommissionierung
Pick-by-Light and Put-to-Light as guidance system in manual order picking

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Recherche, Analyse und Bewertung vorhandener Assistenzsysteme für die Layoutplanung intralogistischer Systeme
Research, analysis and evaluation of existing assistance systems for the layout planning of intralogistics systems

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

ARBEITEN

STUDENTISCHE

Bachelorarbeiten (Auszug)

Simulation der Magnetfelder von Seilprüfgeräten und deren Änderung bei typischen Seilschäden
Simulation of the magnetic fields of rope testing devices and their change in typical rope defects

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung der Bruchschwingzyklen an Drähten mit Pressellipsen

Investigation of cycles to failure on rope wires with contact ellipses

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung der Einflussfaktoren auf den Reibwert von hochmodularen Faserseilen
Investigation of the parameters on the friction coefficient of high modular fiber ropes

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung der Einflussfaktoren auf den Reibwert von Stahlseilen
Investigation of the Parameters on the Friction Coefficient of Steel Wire Ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung der Festigkeitsminderung von Knoten in Feuerwehrleinen
Investigation of the reduction in strength of knots in fire brigade lines

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Klimatisierungen bei textilen PSAG A Prüfungen
Research study of the influence of different climatic conditions in textile PPE tests

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung des statischen Bruchkraftverlusts von Stahl- und Faserseilen bei unterschiedlichen D/d-Verhältnissen

Investigation of the static breaking load loss of steel and fibre ropes at different D/d-ratios

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchung verschiedener CPS-Technologien und deren Einsatz in der Intralogistik
Analysis of various CPS-technologies and their use in intralogistics

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Untersuchung zum Einfluss abrasiver und reibungserhöhender Medien auf die Festigkeit von Bergseilen

Research study of the influence of abrasive and friction enhancing media on the strength of dynamic mountaineering ropes

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Untersuchungen zum Einfluss von Pressellipsen bei Seildrähnen unter Umlaufbiegung
Investigations on the influence of press ellipses on rope wires under rotating bending

Studiengang: Fahrzeug- und Motorentechnik B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Vergleich von Informationsflüssen für die Steuerung fahrerloser Transportsysteme
Comparison of onformation flows for the control of driverless transport systems

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Vergleich von unterschiedlichen Ansätzen einer FTS-Steuerungsarchitektur
Comparison of different approaches of an AGVS control architecture

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Vorstudie für die Seilbahntrasse (in Stuttgart)
Pilot study for a ropeway (in Stuttgart)

Studiengang: Maschinenbau B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Voruntersuchung zur Bestimmung des Dämpfungsverhaltens von Stahl- und Faserseilen

Preliminary investigation to determine the damping behavior of stell and fibre ropes

Studiengang: Technologiemanagement B.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Masterarbeiten (Auszug)

Development and design of a coupling mechanism to connect a Rescue & Recovery vehicle to the cabin for towing mode

Development and design of a coupling mechanism to connect a Rescue & Recovery vehicle to the cabin for towing mode

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Maschinenelemente

Erfolgs- und Einflussfaktoren in der Planung und Realisierung von automatisierten Intralogistiksystemen bei Automobilherstellern

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Maschinenelemente

Optimierung der Energieeffizienz eines realen industriellen Hochregallagers mithilfe eines Simulationsmodells in Plant Simulation

Optimization of the energy efficiency of a real high-bay warehouse with the help of a simulation model in Plant Simulation

Studiengang: Maschinenbau M.Sc.

Betreuung: Abteilung Logistik

Simulation und experimentelle Untersuchung von Reibpaarungen bei unterschiedlichen Pollergeometrien

Simulation and experimental investigation of friction paring with different bollard geometries

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Vergleich der Schädigungsmechanismen beim Lauf von Drahtseilen über Scheiben unter Gegen- und gleichsinniger Biegung

Comparison of the damage mechanisms during the running of wire ropes over dics under counter bending and bending in the same direction

Studiengang: Technologiemanagement M.Sc.

Betreuung: Abteilung Seiltechnologie

Anforderungen und Gestaltungsansätze zur Verwaltung von Ladehilfsmitteln in der Distributionslogistik

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Ganzheitliche Analyse eines Herstellungsprozesses und Ableitung von Handlungsfeldern zur Reduzierung der Durchlaufzeit am Beispiel eines Getriebeherstellers

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Analyse und Einführung von Ortungssystemen in das Behältermanagement eines Dienstleisters in der Automobilindustrie

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Development of analytical models for data-driven planning support of logistics systems

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

Präventive und reaktive Konzepte auf Shockereignisse in der Logistik am Beispiel der Investitionsgutproduktion

Studiengang: Master:Online Logistikmanagement

Betreuung: Abteilung Logistik

ARBEITEN

jul
22.07.

**VDMA Podiumsdiskussion:
Digital Engineering — eine Frage des Überlebens (?) (virtuell)**

Wie die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen mithilfe der Digitalisierung gesichert werden kann, wurde auf der virtuellen Podiumsdiskussion des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) lebhaft erörtert. Diskutiert wurde der Einsatz von Simulation und eines durchgängigen digitalen Informationsflusses im Maschinen- und Anlagenbau. Moderiert von Professor Robert Schulz, IFT, waren Experten mit langjähriger Industrieerfahrung aus den Unternehmen Siemens, ISKO, CADFEM, SICOS-BW und Management-Beratung Doppler auf dem virtuellen Podium vertreten.

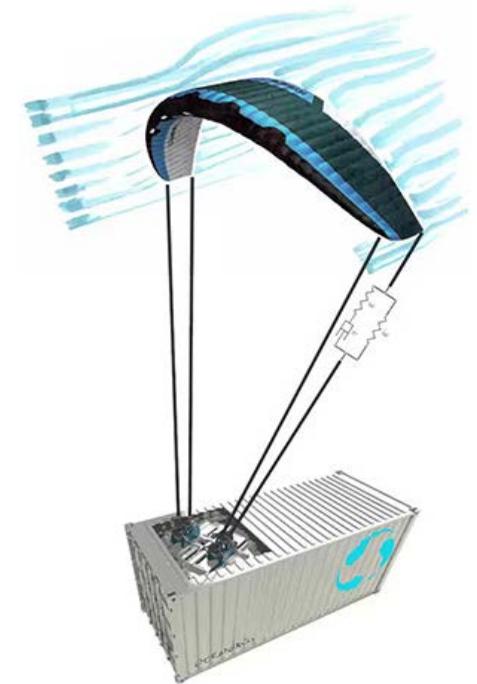


Robert Schulz moderiert die Podiumsdiskussion

sep
16.09.

**Stuttgarter Strategiedialog Automobilwirtschaft —
Start der Internet-Messe (virtuell)**

Auf der digitalen Messe im Rahmen des Gipfels werden unter www.sda2020.de bis 02/2021 Mobilitätslösungen von heute und morgen präsentiert. Ein PTJ-/MWK-Forschungsprojekt mit Beteiligung des IFT beschäftigt sich mit der Gewinnung erneuerbarer, elektrischer Energie. Dabei werden Kites als Antrieb für Schiffe genutzt. Über Turbinen wird erneuerbare, elektrische Energie zur Produktion von grünem Wasserstoff oder E-Fuels freigesetzt. Ziel es ist, die aktuellen und zukünftigen Drachen-basierten Energiesysteme beim Start, im Normalbetrieb, bei der Landung und in Notsituationen betreiben zu können. Das IFT entwickelt Methoden für den sicheren Betrieb und die Überwachung der Leinen, die in Posterbeiträgen und Modellen vorgestellt werden.



sep
15.-17.09.

**Zukunftskongress Logistik —
38. Dortmunder Gespräche, Dortmund (virtuell)**

Unter dem Motto »Von der Revolution zur Transformation – Mit Künstlicher Intelligenz in die Silicon Economy« wurden aktuelle technologische und gesellschaftliche Entwicklungen im Bereich der Logistik vorgestellt und diskutiert. Im Fokus stand die Transformation der Wirtschaft in eine digitale Plattformökonomie: die Silicon Economy. In Vorträgen wurde über hochaktuelle Trends wie Künstliche Intelligenz, Blockchains, Machine Learning und Autonomes Fahren berichtet. Veranstaltet wurde der Kongress vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML gemeinsam mit dem Digital Hub Logistics.



sep
23.-24.09.

**Tagung Kraftgetriebene Hubwerke,
Haus der Technik, Essen**

Hochfeste Faserseile bieten ein großes Potenzial für Krananwendungen und werden als Alternative zu Stahlseile vermehrt eingesetzt. Informationen zu Anwendungen und zur Umsetzung in der Praxis lieferte die Tagung „Kraftgetriebene Hubwerke für Kransachverständige“ im Haus der Technik in Essen. Als unabhängiges Forschungsinstitut forscht das IFT zu Grundlagen, Forschung und Einsatz von hochfesten Faserseilen. Gregor Novak, IFT, hat neueste Forschungsansätze und -ergebnisse vorgestellt.



Hochfeste Faserseile werden für Krananwendungen eingesetzt

okt
01.-02.

16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik (WGTL e.V.) in Hamburg

Die beteiligten Institute präsentierten spannende Vortragsreihen und Posterbeiträge zu den Themenschwerpunkten Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung, Management, Organisation und Betrieb sowie Planung, Analyse und Simulation logistischer Systeme. André Colomb, IFT, präsentierte ein „Konzept zur intuitiven Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge mit beliebiger Radkonfiguration“ – ein Denkanstoß zur besseren intuitiven Verständlichkeit bei der Beschreibung von Fahrzeugbewegungen und ein Vorschlag für ein einheitlich anwendbares Konzept. Unter Einhaltung der Hygienemaßnahmen konnte am Institut für Technische Logistik der TU Hamburg ein sehr gut organisierter wissenschaftlicher Austausch in Präsenz stattfinden.



André Colomb präsentiert das neue Konzept auf dem WGTL-Kolloquium



okt
22.09.

Deutscher Logistik-Kongress 2020 (virtuell)

Unter dem Motto „Nachhaltig gestalten – Winning the Next Decade“ fand im Oktober der dreitägige Deutsche Logistik-Kongress digital statt. In der Sequenzreihe „Pitches aus den Think-Tanks der Logistik“ wurden spannende Ergebnisse aus Studien von Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen vorgestellt. David Korte, IFT, berichtete in seinem Impulsvortrag über das „Stuttgarter Logistik Modell“.



nov
09.-10.11.

Stuttgart Conference on Automotive Production – SCAP2020 (virtuell)

Die SCAP Eventreihe auf dem Forschungscampus ARENA2036 befasst sich mit Themen der Robotik und Automatisierung, Produktionslogistik und innovativen Produktionstechnologien für die Produktionsumgebungen der mobilen Zukunft. Sie bietet eine einzigartige Plattform für Ihre Forschungsthemen rund um die aktuellen technischen Trends und Entwicklungen in der Automobilproduktion. In parallellaufenden Tracks zeigten Experten aus Forschung und Industrie anhand von Impulsvorträgen und Fachbeiträgen aktuelle Handlungsfelder und Bedarfe automobiler Wertschöpfung im Spannungsfeld der digitalen Transformation auf.



nov
10.-11.11.

Hypermotion, Frankfurt (virtuell)

Das Konferenzprogramm umfasste Schwerpunktthemen wie: Urban Air Mobility und innovative Drohnentechnologien, Smart Logistics Solutions und 3D-Druck in der Stadtlogistik sowie IoT in Space und Weltrauminfrastruktur. In einem Mix aus Messe, Konferenzen, Tech Talks und Start-up Pitches brachte die Hypermotion alle Verkehrsträger zusammen, um gemeinsam neue Geschäftsmodelle für Verkehr, Transport, Infrastruktur, Mobilität und Logistik zu finden.



nov
12.-13.11.

innoTrac-Kolloquium (virtuell)

Vorträge und Postersessions der Webkonferenz zeigten innovative Entwicklungen und Anwendungen von Kettenförderern, Draht- und Faserseilen oder Zahnriemen. Berichtet wurde über neue Antriebskonzepte und Prüfmethode, aber auch Recycling oder Tribologie waren wichtige Aspekte.

Die Beiträge des IFT behandelten Themen der Seiltechnologie: Dominik Herrmann, IFT, berichtete über „Methods for Determining the Modulus of Elasticity of Wire and Fibre Ropes“. Gregor Novak, IFT, stellte in „Camera-based Visual Rope Inspection“ eine Prüfmethode zur Seilüberwachung vor.



Gregor Novak stellte Prüfmethode zur Seilüberwachung vor

nov
24.11.

Weiterbildungsmesse KOMPENEX BW (virtuell)

Die professionelle digitale Messe-Plattform ermöglichte es, das Weiterbildungsangebot des Studiengangs MASTER:ON-LINE Logistikmanagement auf einem virtuellen Messestand individuell durch Videos, Bilder und Informationsmaterial landesweit zu präsentieren. Am Messetag konnten die Besucher per Video-Chat mit dem Studiengangsteam für ein individuelles Beratungsgespräch direkt in Kontakt treten. Lernvideos, eine Social Wall sowie ein Messecafé ermöglichten eine umfassende Information und einen persönlichen Austausch.



Infopoint und Ausstellerhalle (Bild unten) der virtuellen Messe



Bozkurt, A.; Hagg, M.; Schulz, R.: Innovative logistics concepts for a versatile and flexible manufacturing of lot size one. In: Nyhuis, P.; Herberger, D.; Hübner, M. (Hrsg.): Proceedings of the 1st Conference on Production Systems and Logistics (CPSL 2020), 2020, S. 38-47. DOI: <https://doi.org/10.15488/9640>

Colomb, A. and Brenner, C.: Konzept zur intuitiven Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge mit beliebiger Radkonfiguration. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 81-92. ISBN: 978-3-00-066746-6

Hagg, M., Noortwyck, R.; Schulz, R.: Planen wir noch oder steuern wir schon? - Eine Analyse zur Abgrenzung von Planung und Steuerung. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 335-345. ISBN: 978-3-00-066746-6

Herrmann, D.: Methods for Determining the Modulus of Elasticity of Wire and Fibre Ropes. In: Golder (2020) (Hrsg.): innoTRAC 2020 Proceedings, S. 190 – 197 and innoTrac 2020 Journal, vol. 1, pp. 47–54, 2020. doi: 10.14464/innotracs.v1i0.462

Hofmann, M.: Sicherheits- und Bedienkonzept für kollabierende Materialflusssysteme. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 211–217. ISBN: 978-3-00-066746-6

Korte, D.: Sicherheitsbezogenes Sensorsystem für fahrerlose Transportfahrzeuge. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 265–273. ISBN: 978-3-00-066746-6

Mezger, D., Jehnichen, T., Möller, K., Gairing, F.: Design of Training Processes in Manual Order Picking. In: Beiträge der Hochschule Pforzheim Nr. 175. Hrsg.: Hensel, T., Jost, N., Cleff, T., Scherr, R., Wehner, C., Beck, H. 2020

Mezger, D., Jehnichen, T., Schulz, R., Möller, K., Gairing, F.: Forschungsprojekt „LernLager“: Individuelle und innovative Lernprozesse in der manuellen Kommissionierung. In: Jahrbuch Logistik 2020, Wuppertal: unikat Werbeagentur GmbH, 2020, S. 72-75

Nölcke, J. and Schröppel, M.: Adaptives Fahrwerk für Hochgeschwindigkeitsförderer SPEEDTrans. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 181-188. ISBN: 978-3-00-066746-6

Novak, G.: Einsatzmöglichkeiten von Seilschwebbahnen in der technischen Logistik. In: Huss (2020) (Hrsg.): Technische Logistik 10/ 2020, S. 30 - 31

Novak, G.: Permanent installierte Seilüberwachung in fördertechnischen Anlagen. In: Katterfeld et al. (2020) (Hrsg.): in 28. Internationale Kranfachtagung 2020 Proceedings, 2020, S. 19–30. ISBN: 978-3-947068-08-1

Novak, G. and Herrmann, D.: Permanent-installierte zerstörungsfreie Seilprüfung in der Intralogistik. In: Huss (2020) (Hrsg.): Technische Logistik 7-8/ 2020, S. 34 - 36

Novak, G.: Camera-based Visual Rope Inspection. In: Golder (2020) (Hrsg.): innoTRAC 2020 Proceedings, S. 198 - 206 und: innoTrac 2020 Journal, vol. 1, pp. 55–63, 2020, doi: 10.14464/innotracs.v1i0.462

Pfleger, D., Walz, K., Schulz, R., Rudion, K., Maurer, J. u. Moraw, C.-M.: Ermittlung des logistischen und energetischen Flexibilitätspotentials eines Logistikzentrums unter Berücksichtigung von Elektromobilität. In: Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL). 2020, S. 219–228, ISBN: 978-3-00-066746-6

Schulz, R., Korte, D.: Automobilproduktion ohne Band und Takt. In: LogReal. Direkt 03/2020, S. 30-32

Wehking, K.-H., Noortwyck, R.: Umschlagtechnik. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 1: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, S. 847-874. ISBN 978-3-662-60867-8

Wehking, K.-H., Yousefifar, R., Noortwyck, R.: Aufgaben der Planung. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 2: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, S. 119-120. ISBN 978-3-662-60869-2

Wehking, K.-H., Yousefifar, R., Noortwyck, R.: Vorgehensweise bei der Planung von Materialflusssystemen. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 2: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, S. 121-126. ISBN 978-3-662-60869-2

Wehking, K.-H., Yousefifar, R., Noortwyck, R.: Rechnergestützte Planung. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 2: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2020, S. 127-140. ISBN 978-3-662-60869-2

Wehking, K.-H., Yousefifar, R., Noortwyck, R.: Expertensysteme in der Planung. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 2: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Springer, Berlin, Heidelberg, 2020: S. 167-184. ISBN 978-3-662-60869-2

Wehking, K.-H., Popp, J., Hagg, M. u. Pfleger, D.: Simulationsgestützte Planung. In: Wehking, K.-H. (Hrsg.): Technisches Handbuch Logistik 2: Fördertechnik, Materialfluss, Intralogistik. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2020, S. 141–165. ISBN 978-3-662-60869-2

Colomb, A.: Konzept zur intuitiven Steuerung omnidirektionaler Flurförderzeuge mit beliebiger Radkonfiguration. 16. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL), 01.10.2020, Hamburg.

Herrmann, D.: Methods for Determining the Modulus of Elasticity of Wire and Fibre Ropes. Fachkolloquium innoTRAC, 13.11.2020

Korte, D.: Das Stuttgarter Logistik Modell. Deutscher Logistik Kongress 2020, 22.10.2020

Korte, D.: Autonome und sichere Roboter mit der Hilfe von KI. Wiley Industry Days, 16.11.2020

Mezger, D.: Datenbrillen, Seminar der Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW), 13.9.2020, Mannheim

Novak, G.: Camera-based Visual Rope Inspection. Fachkolloquium innoTRAC, 13.11.2020

Pfleger, D.: Forschungsprojekt FELSeN, I.N.: People, projects, products – powered by candlelight (I.N. BW), 03.12.2020

Schulz, R.: ARENA2036 – Automobilherstellung ohne Band und Takt - Auswirkungen des Konzepts auf die Produktion und künftige Logistikimmobilien. Themenkreis Logistikimmobilien der BVL, 22.01.2020, Sachsenheim.

Eisinger, Ralf:

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

Feyrer, Klaus (Ehrenmitglied):

- Technische Kommission der Drahtseilvereinigung

Hecht, Stefan:

- ISOTC 38 WG21 Faserseile
- EUROCORDTC2
- Technische Kommission der Drahtseilvereinigung
- Erfahrungsaustauschkreis PSA (EK8)
- Erfahrungsaustauschkreis PSAGa (EK8.4)
- VG11 – Notified Bodies PPE
- UIAA Safety Commission
- CEN/TC 136/WG5 Mountaineering and Climbing Equipment

Herrmann, Dominik:

- Seilbahnausschuss der Bundesländer

Korte, David:

- VDI FA309 Fahrerlose Transportsysteme

Novak, Gregor:

- Lenkungsausschuss Krane
- ISOTC 96/ SC 3/ WG 3 + WG 4
- VDI Fachausschuss 304 „Krane“
- VDI Fachausschuss 629 „Seilschwingungen“
- Technische Kommission Drahtseilvereinigung
- OIPEEC Management Committee
- DIN NA 099-00-04 AA
- CEN/TC 147

Pfleger, David:

- VDI-Fachausschuss „Energieflexible Fabriken“

Hagg, Manuel:

- VDMA AK „Simulation und Visualisierung im Produktlebenszyklus“

Schröppel, Markus:

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

Schulz, Robert:

- OIPEEC Management Committee
- Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e.V. (WGTL)

Wehking, Karl-Heinz:

- Gerichtsgutachter Landgericht und Oberlandesgericht
- Messebeirat der LogiMAT
- VDI-Ausschuss A4: Entsorgungslogistik in Fertigungsbetrieben

Gremien- und Normungsarbeit der Abteilung Seiltechnologie

Trotz der Corona-Pandemie wurde im Bereich der Gremien- und Normungsarbeit versucht, die aktuellen Projekte weiter zu verfolgen. Die Abteilung ist dabei in den verschiedensten Gremien für PSA sowie Faser- und Drahtseilthemen vertreten. Im Folgenden werden die wichtigsten Arbeitsgebiete des letzten Jahres vorgestellt.

EUROCORD

Der europäische Faserseilverband EUROCORD mit seinem Hauptsitz in Brüssel beschäftigt sich vor allem mit der Vorbereitung von ISO-Normen und gemeinsam mit seinem US-Amerikanischen Pendant, dem Cordage Institute (CI), mit der gemeinsamen Erarbeitung von Prüfvorschriften und Richtlinien. Richtlinien, welche nicht als ISO-Norm umgesetzt werden, werden oft auch seitens des Cordage Institute als CI-Norm veröffentlicht. EUROCORD und das Cordage Institute arbeiten im Bereich der Erarbeitung von Richtlinien an der Schnittstelle CIRTS eng zusammen.

So konnte in Zusammenarbeit von CI und CIRTS im vergangenen Jahr die Richtlinie CI-2015 zur Messung der Abrasionsfestigkeit von Faserseilen veröffentlicht werden. Weiterhin wurden die Versuche zum Round-Robin-Versuch CBOS abgeschlossen. Der erste Eindruck zeigt, dass die Versuche mit gleichem Faserseil auf verschiedenen Prüfmaschinen doch sehr vergleichbare

Ergebnisse liefern. Also ein sehr positives Ergebnis. Die genauere Analyse der Versuchsergebnisse steht noch aus. Ein weiteres laufendes Projekt ist die Erarbeitung einer Prüfvorschrift zur Bestimmung der statischen Festigkeit von Faserseilen an der Umschlingung an einem Poller. Hier läuft momentan die Kommentierungsphase.

CENTC 136 / WG 5 - Bergsport

Die Corona-Pandemie brachte der Bergsport-Branche große Einschnitte, sodass sich laufende Projekte verzögerten. Weiterhin sind die größeren laufenden Projekte der Vergleichsversuch zur Überarbeitung der Klettersteignorm EN 958, die Überarbeitung der Normenreihe EN 15151, sowie die Erarbeitung einer Norm zur Schnittstelle zwischen Schneeschuh und Steigeisen.

Neu hinzu kam 2020 ein Projekt zur Erarbeitung einer Norm für Ablass-Bremsgeräte in Kletterhallen. Die Geräte passen im Moment zu keiner existierenden Norm, da die Ablassfrequenz im Vergleich zu z.B. Rettungsgeräten sehr viel höher liegt und damit auch die thermische Belastung sehr hoch ist. Für diese Geräte soll im Rahmen des Normungsprojekts eine zur Anwendung passende Prüfvorschrift erarbeitet werden, um die Sicherheit in Kletterhallen weiter zu erhöhen.

ISO TC96/ SC3 - Krane

Im Subcommittee 3 des Technical Committee 96 (Krane) umfasste das Arbeitsprogramm die Überarbeitung der Norm ISO 16625 (Cranes and hoists - Selection of wire ropes, drums and sheaves). Auch 2020 wurde unter Beteiligung des IFT diese Normungsarbeit in der Working Group 3 weiter fortgeführt. Die Arbeiten umfassten 2020 das Kapitel für den Nachweis der sogenannten stehenden Seile bzw. Abspannseile für Krane. Hierzu wurden vom IFT Wöhlerversuche durchgeführt, um eine Datenbasis zu generieren. Zusätzlich wurden Ergebnisse aus abgeschlossenen Forschungsprojekten herangezogen.

Für die Arbeit an dem seit dem Jahr 2015 von einer Working Group der European Materials Handling Federation (FEM) entwickelten Leitfaden „Sicherer Einsatz von hochfesten Faserseilen auf Fahrzeugkranen“ mit Nummer 5.024 wurde eine Working Group im ISO TC 96 SC 3 etabliert. Die Zielsetzung, eine Technical Specification (TS) auf Grundlage der FEM-Richtlinie zu erarbeiten und diese als ISO/ TS 23624 zu veröffentlichen, konnte im Herbst 2020 abgeschlossen werden. Die Technical Specification wird nun durch die ISO veröffentlicht. Damit ist erstmalig eine internationale Richtlinie für den Einsatz von Hochleistungsfaserseilen verfügbar. Eine ISO Technical Specification ist hierbei ein Zwischenschritt zu einer offiziellen ISO Norm und dient dazu, Rückmeldungen der Anwender zu erhalten um somit technische Weiterentwicklungen zu berücksichtigen.

ISO TC 38 / WG 21 - Faserseile

Seit 2016 ist das IFT auch im ISO-Ausschuss Faserseile sowie dem nationalen Spiegelgremium vertreten. 2020 wurde in virtuellen Treffen der Arbeitsgruppe die Überarbeitung der Normen ISO 1140, 1141 und 1346 weiterverfolgt. Hierbei handelt es sich um die Normen für 3-, 4-, 8- und 12-Litzige Seile aus den Werkstoffen Polyamid, Polyester und Polypropylen. Ein weiteres laufendes Projekt ist die Überarbeitung der Norm ISO 18264 für Schlingen aus HMPE.

VDI Fachausschuss 304 „Krane“

Der VDI Fachausschuss 304 „Krane“ hat 2020 die überarbeitete Richtlinie VDI 2500 „Faserseile“ veröffentlicht. Des Weiteren wurden die Arbeiten an der neuen Richtlinie VDI 5020 abgeschlossen und der sogenannte Gründruck wurde veranlasst welcher zur Abstimmung gestellt werden wird. Die neue VDI Richtlinie 5020 basiert auf der bewährten DIN 15020-1. Die Inhalte der DIN-Norm wurden weitestgehend übernommen jedoch aktualisiert auf den heutigen Technikstand. Die Vorgehensweise bleibt im Vergleich zur DIN 15020 gleich.

Der VDI Fachausschuss 629 „Seilanschlingungen“ hat 2020 seine Arbeit an der neuen VDI-Richtlinie 4553, welche sich mit Schwingungsphänomenen bei Seilen und deren Auswirkungen beschäftigt, fortgesetzt.

Gregor Novak, Stefan Hecht

Ehemalige Professoren verstorben



Professor Dr. techn. Prof. E.h. Franz Beisteiner, Emeritus am Institut für Fördertechnik und Logistik, ist am 27. Juni 2020 im Alter von 95 Jahren verstorben.

Beisteiner studierte und promovierte an der Technischen Hochschule in Graz. Nach mehrjähriger Tätigkeit in der Industrie kam er 1963 an die Technische Hochschule Stuttgart. In den Jahren 1972 und 1973 war er Dekan der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik. Als engagierter Hochschullehrer und Ingenieur hat er mit großem Erfolg bei seinen Studenten die Freude am Konstruieren geweckt und damit für viele junge Menschen den Grundstein für eine erfolgreiche Berufslaufbahn gelegt. Schon frühzeitig sorgte er dafür, daß die angehenden Konstrukteure an seinem Institut auch den Umgang mit dem Hilfsmittel CAD erlernen konnten.

Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit waren Untersuchungen zur Betriebsbeanspruchung von Flurförderzeugen, Lebensdaueruntersuchungen an Getrieben, Modellrechnungen zur Spurführung schienengebundener Krane sowie die Planung und Simulation innerbetrieblicher Transportsysteme. 1977 übernahm er zudem die wissenschaftliche Betreuung des Fachgebiets Seilbahntechnik. Maßgeblich auf seine Initiative hin wurde das Arbeitsgebiet des Institutes mit dem traditionellen Schwerpunkt Seiltechnik und Seilanwendung 1989 mit der Einrichtung der neuen Abteilung Lagertechnik und Logistik ausgedehnt.

Für seine Verdienste wurde ihm 1981 das Bundesverdienstkreuz 1. Klasse verliehen. 1987 wurde er zum Ehrenprofessor der Universität Wuhan ernannt. Am 1. Oktober 1992 wurde er emeritiert.



Professor (a.D.) Dr.-Ing. Klaus Feyrer ist am 17. Dezember 2020, nur wenige Tage nach seinem 90. Geburtstag, gestorben.

Wie lange hält das Seil? Dieser spannenden Frage widmete sich Professor Dr.-Ing. Klaus Feyrer nicht nur während seiner aktiven Zeit am IFT sondern auch noch lange nach seiner Pensionierung. Mehr als zwanzig Jahre hat er am Institut für Fördertechnik und Logistik der Universität Stuttgart im Bereich Seiltechnik geforscht, gelehrt und publiziert. In Neustadt an der Weinstraße geboren, studierte Feyrer an der Technischen Hochschule Karlsruhe und promovierte dort im Fachbereich Maschinenbau. Nach seiner Promotion sammelte er zunächst Industrieerfahrung als Entwicklungsleiter für den Produktionsbereich Fördertechnik beim Aufzugshersteller Thyssen in Neuhausen auf den Fildern. 1977 wurde er an die Universität Stuttgart berufen und übernahm am damaligen Institut für Fördertechnik die Abteilung Seiltechnik, die er mehr als zwanzig Jahre leitete. Von 1993 bis 1995 war Feyrer auch kommissarischer Leiter des Instituts.

Professor Feyrer hat zahlreiche Publikationen veröffentlicht, das Buch „Drahtseile“ ist in mehreren überarbeiteten Auflagen und Sprachen erschienen. Es zählt zu den Standardwerken von Forschern und Anwendern im Seilbereich, um Berechnungsmethoden wichtiger Seilgrößen darzustellen und zu erläutern. Weltweite Bekanntheit und Verbreitung in der Seilbranche erlangte die vom ihm entwickelte „Lebensdauerformel“. So kann der Zeitpunkt ermittelt werden an dem ein Drahtseil ausgetauscht und ersetzt werden muss. Auch nach seiner Pensionierung blieb Feyrer weiterhin publizistisch aktiv. Erst 2018 erschien die Neuauflage des Standardwerkes FEYRER: Drahtseile.



Professor Dr.-Ing. Horst J. Roos ist am 24. Dezember 2020 im Alter von 81 Jahren verstorben.

Roos studierte 1960 bis 1965 Maschinenbau an der Technischen Hochschule Darmstadt und promovierte 1975 im Bereich Förder- und Lagertechnik sowie Kranbau. Roos war insgesamt 26 Jahre in der fördertechnischen Industrie tätig, davon 8 Jahre als Geschäftsführer. Von 1989 bis 2004 lehrte und forschte Professor Roos am Institut für Fördertechnik und Logistik. Er baute den Forschungsbereich Lagertechnik und Logistik auf und war bis zu seinem Ruhestand 2004 verantwortlicher Abteilungsleiter.

Neben Forschungen auf dem Gebiet der Fördertechnik und des Kranbaus beschäftigte Roos sich zunehmend mit logistischen Fragestellungen und Konzepten zur Mobilität von Personen und Gütern. Er untersuchte die Auswirkungen des E-Commerce auf ihre Wirkungen auf Stadt und Verkehr und entwickelte neue logistische Konzepte. Roos beschäftigte sich auch mit der seinerzeit neuen RFID-Technik und deren Anwendung in Industrie und Logistik. Sein Bestreben und sein Engagement zur internationalen Zusammenarbeit wurden mit der Verleihung der Ehrenmünze der Politechnika Wroclawska, Polen (1995) sowie der Ehrenurkunde der University of Wuhan, China (1991) gewürdigt.

Roos engagierte sich ehrenamtlich als Beiratsvorsitzender der Gesellschaft zur Förderung der Logistik (GFL e.V) sowie langjähriger Vorsitzender der Regionalgruppe Heilbronn-Franken im Verein deutsche Ingenieure (VDI). Für seine Verdienste wurde er 2006 mit der Ehrenplakette des VDI ausgezeichnet.

Institutsleitung

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

Dipl.-Ing. Markus Schröppel (Stellvertretender Institutsleiter)

Dipl.-Ing. David Korte (Oberingenieur) (ab 10/2020)

Kontakt Institut:

Tel.: +49 711 685-83771

Mail: sektretariat@ift.uni-stuttgart.de

Verwaltung

Claudia Gömann-Preuß

Katrin Köstler

Sekretariat

Britta Berns

Martina Fuchs

Studienangelegenheiten

Dipl.-Ing. (FH) Gudrun Willeke

Seiltechnologie

Dr.-Ing. Gregor Novak

Wiss. Mitarbeiter

Dipl.-Ing. Ralf Eisinger

Benedikt Franck, M.Sc.

Wendel Frick, M.Sc., SFI

Dipl.-Ing. Stefan Hecht

Dominik Herrmann, M.Sc.

Johannes Keller, M.Sc.

Moritz Müller, M.Sc.

Peter Schmid, M.Sc.

Marco Testa, M.Sc.

Sekretariat

Teresa Smolcic

Anerkannte sachverständigen Stelle für Seilbahnen (nach BayESG)

Dipl.-Ing. Ralf Eisinger

Notifizierte Stelle PSA

Dipl.-Ing. Stefan Hecht

Forschungskoordination

Dipl.-Ing. David Korte

Wandelbare Produktionslogistik

Dipl.-Ing. Matthias Hofmann

Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung

Dipl.-Ing. Markus Schröppel

Wiss. Mitarbeiter

Carolin Brenner, M.Sc.

Dipl.-Ing. André Colomb

Dipl.-Ing. Matthias Hofmann

Jonas Nölcke, M.Sc. (ab 02/2020)

Sekretariat

Martina Fuchs

Logistik

David Pfleger, M.Sc.

Wiss. Mitarbeiter

Laura Blumhardt, M.Sc.

Ali Bozkurt, M.Sc.

Manuel Hagg, M.Sc.

Dipl.-Ing. David Korte

Daniel Mezger, M.Sc.

Ruben Noortwyck, M.Sc.

Franziska Schloz, M.Sc. (Elternzeit)

Master:Online Logistikmanagement Studiengangsmanagement

Dipl.rer.com Silke Hartmann

Dipl.-Päd. Živile Menzel

Isabell Schmidt, B.A.

Technische Dienste

Friedrich Eitel (IT-Service)

Ralph Möhrke (Elektrotechnik)

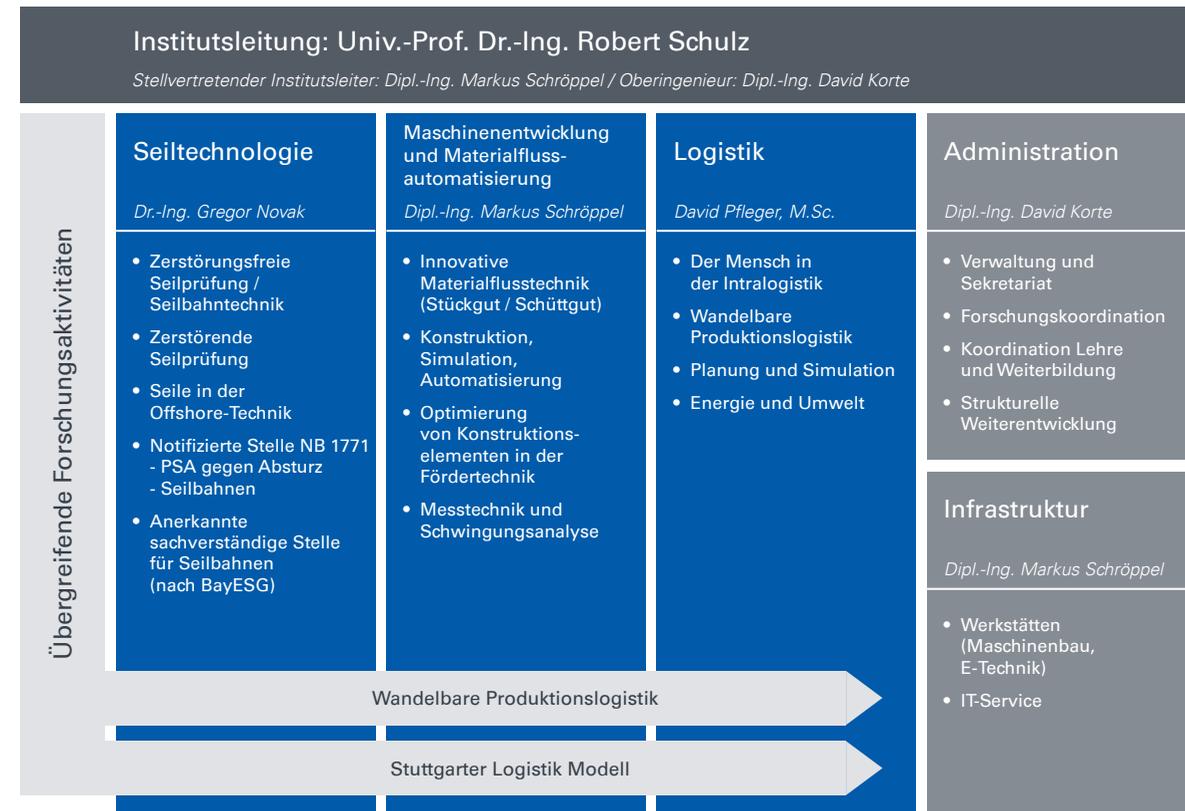
Dipl.-Ing (FH) Samuil Bakschan (Prüf-Ing.)

Janek Bandl (Werkstatt) (ab 12/2020)

Alexander Haase (Werkstatt)

Rainer Eckert (Werkstatt)

Peter Scherer (Werkstatt)



IFT-TEAM

ARBEITSBEREICHE

Herausgeber:

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

Holzgartenstraße 15 B
70174 Stuttgart

Kontakt:

Telefon 0711 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

März 2021, Stuttgart