

Konzept eines ultraleichten Elektrohängebahnsystems für innerbetriebliche Beförderung

Conceptual Model of an Ultra-light Overhead Conveyor System for In-House Transportation

Batin Latif Aylak
Bernd Noche

*Lehrstuhl Transportsysteme und -logistik
Universität Duisburg-Essen*

Die inhaltliche Schwerpunktlegung des Konzepts besteht in Entwurf, Planung und Durchführung eines intelligenten und ultraleichten Elektrohängebahnsystems, welches für leichte Lasten (bis 20 kg) ausgelegt ist und auf einem Seilsystem basiert. Aufgrund dessen soll eine hohe Flexibilität des Systems erreicht werden, sodass dieses jederzeit an die besonderen Gegebenheiten und Aufgabenfelder angepasst werden kann. Es soll insbesondere der Erleichterung der innerbetrieblichen Beförderung dienen. Zielstellung ist die Entwicklung eines Prototyps.

[Schlüsselwörter: ultraleichtes Elektrohängebahnsystem, Elektrohängebahnsysteme, innerbetriebliche Beförderung, Warentransport, Laufkatze]

The content emphasis of the concept is the design, planning and implementation of an intelligent and Ultra-light Overhead Conveyor System, which is designed for light loads (up to 20 kg) and is based on a rope system. A high level of flexibility is to be achieved, so that the system can always be adapted to the particular circumstances and areas of responsibility. It is particularly intended for the facilitation of in-house transportation. The objective is to develop a prototype.

[Keywords: Ultra-light Overhead Conveyor System, Overhead Conveyor Systems, in-house transportation, goods transport, vehicle]

1 PROBLEMSTELLUNG

In der Industrie kommen bereits seit längerer Zeit Elektrohängebahnsysteme zur Erleichterung des Transports zum Einsatz. Diese sind aber zumeist für schwere Lasten ausgelegt und basieren in der Regel auf schienengeleiteten Systemen. Aufgrund dessen ist ein nachträgliches Verändern oder Anpassen des Systems nur unter großem technologischem Aufwand umsetzbar.

Gerade wenn Aufgabenfelder oder Organisationsstrukturen innerhalb eines Unternehmens häufiger wechseln, gestaltet sich deshalb eine entsprechende Anpassung des Systems als schwierig. Eine Alternative hierzu kann die Technologie der ultraleichten Elektrohängebahnsysteme bieten.

Diese sind, im Gegensatz zu oben beschriebenen Systemen, nicht schienengebunden, sondern bewegen sich auf eigens dafür ausgewählten Seilen und weisen aufgrund dessen ein sehr hohes Maß an Flexibilität auf.

In der Praxis werden die ultraleichten Elektrohängebahnsysteme derzeit noch relativ selten angewandt, deshalb bedarf es in diesem Feld innovativer Forschung und Verbesserung, um die Technologie an den für sie geeigneten Stellen langfristig orientiert erfolgreich einzusetzen und ihr somit zum Durchbruch zu verhelfen.

1.1 AUSGANGSSITUATION

Die klassischen Elektrohängebahnsysteme sind zumeist mit Schienen ausgestattete flurfreie Fördermittel, deren Fahrzeuge einzeln angetrieben werden und auch komplexe Materialflussstrukturen abbilden können [FFS14]. Die Schienensysteme sind an Förderleistung und Förderverlauf angepasst und mit integrierten Stromschienen ausgestattet, die ein individuelles Antreiben der Fahrzeuge gewährleisten [SchkA].

Der entscheidende Unterschied zwischen dem hier konzipierten ultraleichten Elektrohängebahnsystem und den klassischen Systemen besteht in der Konstruktion. Die in dem vorgestellten Konzept verwendeten Seile, als Basis für die Elektrohängebahn, gewährleisten ein höchstmögliches Maß an Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an die gegebenen Umstände. Zudem muss das System nicht, wie bei den herkömmlichen Schienenvarianten in die Gebäudesubstanz verankert werden, sondern kann jederzeit, auch nachträglich, und auf Wunsch temporär montiert und jederzeit mit geringem technologischen Aufwand angepasst oder optimiert werden.

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal bezieht sich auf die ausgeschriebene Nutzlast: während die herkömmlichen Systeme auf den Transport großer Lasten setzen, ist das ultraleichte Elektrohängebahnsystem insbesondere für kleinere Lasten bis 20 kg ausgelegt. Diese ist aber für die Umsetzung der für das Konzept definierten Zielvorgaben absolut ausreichend und trägt der Flexibilität und Variabilität des gesamten Systems bei. Die Infrastruktur ist so aufgebaut, dass sie jederzeit entsprechend der gewünschten Funktionsweise oder Auftragslage angepasst werden kann, ohne dass hierbei ein großer technologischer Aufwand erforderlich ist. Lediglich das Abmontieren der Seile und gegebenenfalls das Neupositionieren der Pfeiler sind erforderlich. Die Systemveränderungen wirken sich gleichfalls auch nicht auf die Steuerung oder den Transportvorgang aus, da für jedes Fahrzeug Weg und Ziel der Fahrtstrecke individuell programmiert werden kann. Auf diese Weise bleibt der Transport aufgrund der Sensoren-Technologie, sowie der Automatisierung bestehen.

Durch die hohe Flexibilität und Variabilität des Systems gestalten sich auch die Transportwege und der Transport selbst flexibel und können je nach Belieben neu ausgerichtet werden.

Ein weiterer Vorteil der ultraleichten Elektrohängebahnsysteme besteht in der enormen Einsparung der Investitionskosten. Diese fallen bei gleichzeitig höherer Leistung deutlich geringer aus. Auch die bei den Schienensystemen erforderlichen und periodisch anstehenden Wartungskosten, sowie eventuellen Reparaturkosten entfallen, da die Seile im Vergleich zu den Schienen über eine deutlich höhere Lebensdauer verfügen. In Abhängigkeit der transportierten Lasten, sowie deren Gewicht, zeichnen sich die Seile durch eine extrem hohe Belastbarkeit aus.

Sofern dennoch Reparaturen am Seilsystem erforderlich werden sollten, können diese aufgrund ihrer hohen Variabilität unter geringem Aufwand abmontiert und ausgetauscht, sowie der Transport frühzeitig und mit geringem Zeitverlust wieder eingesetzt werden. Eine solche zeitsparende Reparatur wäre bei den schienengebundenen Elektrohängebahnsystemen in der Art nicht möglich und führt schnell zu temporärem Stillstand und Verzögerungen innerhalb der Produktion.

Weitere Kostenersparnisse sind aufgrund des Materials möglich: Einerseits liegen diese im zur Konstruktion notwendigen Material selbst begründet, da Seile und Pfeiler billiger zu beziehen sind, als die Schienenelemente. Andererseits kann das seilbasierende System auch materialsparender aufgestellt, da leichtere Waren transportiert werden. Hinzu kommt, dass auch die Fahrwerke verhältnismäßig günstig und zudem extrem hoch verfügbar sind.

1.2 FORSCHUNGSINTERGRUND

Die in den Fachartikeln zum Thema beschriebenen Elektrohängebahnmodelle beziehen sich überwiegend auf systemtechnische Basisausführungen.

Typische Einsatzgebiete dieser Modelle stellen die industriellen Mittel- und Großserienfertigungen, wie beispielsweise innerhalb der Automobilherstellung dar [Böt86]. Diese werden zumeist in Form einzeln steuerbarer Fahrzeuge eingesetzt, die den Transport zwischen Lager und Fertigungsbereichen gewährleisten [Bro87], Produktionsstätten in räumlicher Distanz verbinden [Pfe87] [Kno88], als Zubringer für die Montage agieren [Kap90] oder als mobiler Montagearbeitsplatz dienen [Lüc78].

Laut Homepage des Deutschen Patent- und Markenamts existieren 108 Ergebnisse zum Thema, „Elektrohängebahnen“ [DPM14]. Die hier vorgestellten Patente beruhen aber ihrerseits auf Schienensystemen. Es handelt sich teilweise um Systeme mit berührungsloser Energie- und Datenübertragung und teilweise um mit Positionsvorrichtungen versehene Modelle, die für die Fahrzeuge der Elektrohängebahnen bedeutsam sind. Ein weiterer Eintrag bezieht sich auf den Antrieb eines Elektrohängebahnfahrzeuges.

Weiterhin sind über die Homepage des Patent- und Markenamts verschiedene Modell-Konzepte zu Weichen archiviert [DPM14]. Diese basieren zum Teil auf Systemen, die mit Vorrichtungen ausgestattet sind und mittels pendelnder Drehbewegung geschaltet werden, zum Teil aus ausschwingenden Weichen, die senkrecht zur Fahr Ebene angebracht sind.

Im Kontext von Transportsystemen wären auch die unbemannten Drohnen zu nennen, die gerade in jüngster Zeit für Furore gesorgt haben und zum derzeitigen Zeitpunkt als weitestgehend visionär beschrieben werden können. Dies begründet sich vor allem aus den erheblichen Hürden und Sicherheitsbedenken.

Das hierzu zugrundeliegende Konzept basiert auf dem Einsatz von robotergesteuerten Drohnen, mit deren Hilfe eine Nutzlast von bis zu 2,5 kg transportiert und eine Wegstrecke von maximal 16 km zurückgelegt werden kann.

Einen entsprechenden Modellversuch hat das zur Deutschen Post gehörende Paketdienstunternehmen DHL unternommen, indem es gemeinsam mit dem DHL Innovation Center eine Drohne gestartet hat, die ein Päckchen ausliefern sollte [FGH14]. Das visionäre Ziel besteht darin, eines Tages möglicherweise eine unbemannte Lieferdrohne zu entwickeln, die beispielsweise eilige Medikamente oder Päckchen in entlegene Gegenden versenden könnte.

Bisher ist es jedoch bei diesem einen Modellprojekt geblieben. Um ein entsprechendes Konzept als dauerhafte Lösung zum Einsatz zu bringen, müssten zunächst einige rechtliche und lufttraumsicherheitstechnische Barrieren genommen werden. So ist demnach der Einsatz von zivilen, unbemannten Luftgeräten außerhalb einer Sichtweite des Steuerers und/ oder einer Gesamtmasse von mehr als 25 kg grundsätzlich verboten [BMV13].

1.3 FORSCHUNGSANLIEGEN

Anknüpfend an die bisherigen Forschungen und Entwicklungen soll ein neuartiges und verbessertes Konzept für ein ultraleichtes Elektrohängebahnsystem entwickelt werden. Auf ein Schienensystem soll dabei zugunsten einer erhöhten Flexibilität und Variabilität verzichtet und stattdessen auf ein Seilsystem zurückgegriffen werden. Dessen einzelne Systemteile, sowie dessen gesamte Konstruktion sollen derart ausgelegt sein, dass das System mit geringem technologischem Aufwand montiert und angepasst werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil gegenüber den schienenbasierten Systemen besteht zudem darin, dass es auch nachträglich noch in die entsprechenden Hallen oder Produktionsstätten eingebaut werden kann. Schienensysteme hingegen lassen sich nur unter großem Aufwand nachträglich einsetzen [Paw08]. Der Fokus soll auf dem Transport kleinerer Fördermengen bis maximal 20 kg liegen.

Das besondere Forschungsanliegen, welches dem hier beschriebenen Konzept zugrunde liegt, besteht in der stark praxisorientierten Forschung. Die kooperative Zusammenarbeit von Experten verschiedener Lehrstühle und Firmen ist hierbei von besonderer Wichtigkeit, um einerseits dem Praxisbezug gerecht werden zu können, aber auch um die technologischen Herausforderungen im technischen und mechatronischen Bereich meistern zu können. Ein endgültiges Konzept kann also sinnvoller Weise nur dann zustande kommen, wenn eine solche fachgebietsübergreifende Zusammenarbeit möglich ist.

Die Zusammenarbeit mit den Firmen soll bereits zu Beginn der Forschungsarbeit gewährleistet sein, um jederzeit einen Informationsaustausch zuzulassen und die praxisorientierten Impulse, die seitens der Firmen gegeben werden einzuarbeiten. Die Zielstellung liegt in der Entwicklung und Herstellung eines Prototyps.

2 TECHNISCHER AUFBAU UND FUNKTIONSWEISE

Die Zielstellung, ein flexibleres Modell, als die herkömmlichen Elektrohängebahnsysteme zu konstruieren, soll auch dadurch erfüllt werden, dass das Steuerungssystem der „Laufkatze“ vereinfacht und schnelle Richtungswechsel ermöglicht werden. Auch der Spurwechsel soll aufgrund eingebauter Aktoren ohne Fremdhilfe erfolgen können.

Der geringe Konstruktionsaufwand soll vor allem dazu dienen, einen hohen Erfüllungsgrad bezüglich der an das Konzept gestellten Anforderungen zu gewährleisten.

Das Konzept sieht eine „Laufkatze“ vor, die auf Spurren fährt, die jeweils nur aus einem Seil bestehen. Es ist angedacht, sie mit einem EC-Motor, sowie einem Winkelgetriebe, samt Lasthaken zu versehen, sodass eine Hebeeinheit entsteht, die in ihrer Wirkungsweise derjenigen eines Kranes ähnelt (vgl. Abbildung 1):



Abbildung 1. Modell „Laufkatze“

Die „Laufkatze“ soll mithilfe einer Seil-, sowie einer Konterrolle auf dem Seil positioniert werden. Zudem wird angestrebt, eingebaute Aktoren in die „Laufkatze“ zu integrieren, sodass diese eigenständige Richtungs- und Spurwechsel vornehmen kann. Ein Richtungswechsel könnte sogar bei voller Fahrt stattfinden, ein Abbremsen der „Laufkatze“ wäre nicht notwendig. Die Fahrtrichtung ist dabei stets vorwärts ausgerichtet.

Jede Fahrspur besteht nur aus einem einzigen Seil. Diese werden von Stützpfählen getragen und ausgerichtet (vgl. Abbildung 2):

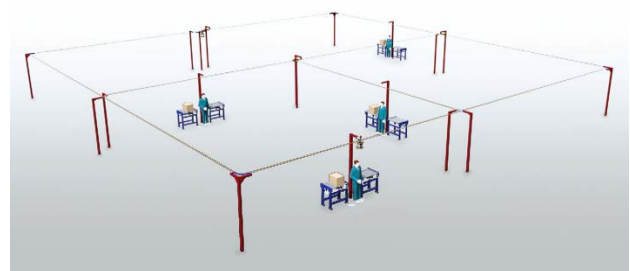


Abbildung 2. Layout

2.1 RICHTUNGSWECHSEL DURCH UMLENKPROFILE

Für den Richtungswechsel sind entsprechend vorgesehene Verbindungsstellen mit Umlenkprofilen angebracht. An ihnen sollen mehrere Seile aufeinandertreffen und durch die Ausstattung mit H-Profilen die Anlaufstelle für die „Laufkatze“ bilden (vgl. Abbildung 3):

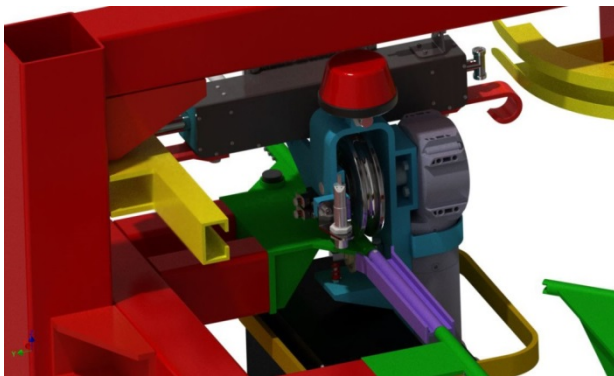


Abbildung 3. Umlenkprofile

Die Anlaufstelle teilt die Strecke in zwei Richtungen. Die „Laufkatze“ ihrerseits soll so konstruiert werden, dass sich oberhalb von ihr ein linear verlaufender Aktor mit T-Endstücken befindet, der sich nach links und rechts verschieben lässt und je nach Ausschwenkung einen Richtungswechsel erzeugen kann (vgl. Abbildung 4):

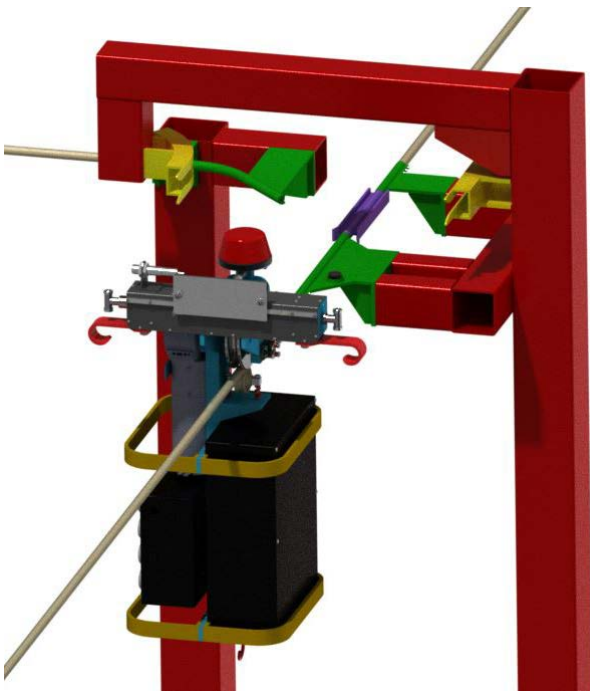


Abbildung 4. Richtungswechselstelle

Zur Durchführung des Richtungswechsels ist geplant, dass die „Laufkatze“ die Verbindungsstelle mit dem nötigen Vorschub anfährt und sich über das T-Endstück in das C-Profil der Verbindungsstelle „andockt“ (vgl. Abbildung 5):

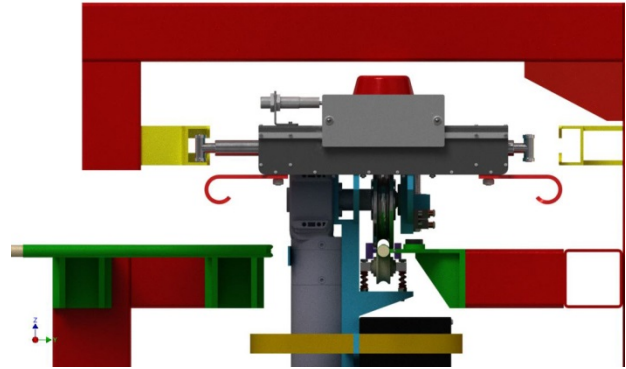


Abbildung 5. Prinzip Richtungswechsel

Das C-Profil sollte als symmetrisch verlaufendes Lenkprofil auf beiden Seiten der Richtungswechselstelle montiert werden. Je nach Richtungswunsch könnte der linear verlaufende Aktor der „Laufkatze“ nach rechts oder links ausgefahren werden, sich in das Lenkprofil einfügen und durch dieses tangential verspannen eine Zentrifugalkraft generiert werden, die über das H-Profil zu einem Richtungswechsel führt.

2.2 ENERGIESPEISUNG UND LADESTATION

Um die Energiespeisung zu gewährleisten, soll die „Laufkatze“ mit einem Lithium-Akku ausgestattet werden, der bei Bedarf einfach aufgeladen werden kann. Für den Ladevorgang ist eine eigens dafür konstruierte Ladestation vorgesehen, die sich auf einer seitlich zur „Laufkatze“ befindlichen Fahrbahn, die mit der Fahrbahnschiene der „Laufkatze“ verbunden ist, bewegt (vgl. Abbildung 6):

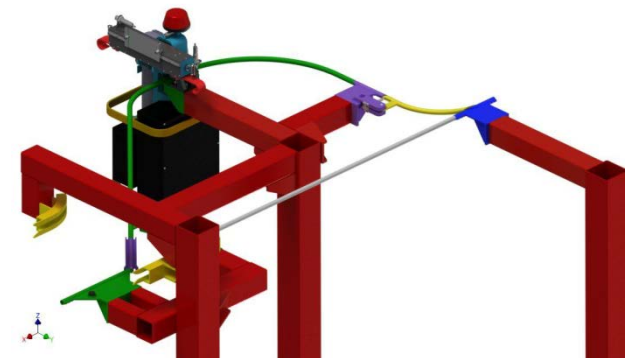


Abbildung 6. Ladestation seitlich der Fahrbahn

Wird ein Ladevorgang angestrebt, kann die „Laufkatze“ über die seitlichen Aktoren, nach dem Prinzip des Richtungswechsels zur Ladestation umgelenkt werden. Die Steuerung und Überwachung des Ladevorgangs könnte durch einen, im Inneren des Gerätes befindlichen „Laderegler“ erfolgen. Ein Stecker-Netzteil könnte die Stromversorgung ermöglichen. Dieses sollte in der Lage sein, die Netzspannung auf eine niedrigere Wechsel- oder Gleichspannung (beispielsweise auf 9V) zu transformieren und auf diese Weise ein gleichmäßiges Aufladen des Akkus herbeiführen.

Im vergrößerten Teilausschnitt (vgl. Abbildung 7) ist der Initialsektor (oben) detailliert abgebildet, der dem Magnetsektor (unten) das Positionssignal übermittelt.

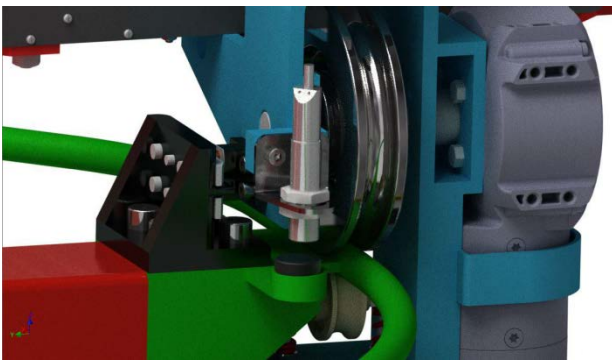


Abbildung 7. Teilausschnitt Ladeschnittstelle

Entsprechende Konstellationen sind überall entlang der Fahrbahnstrecke als Schaltpunkte angedacht. Die Signalweitergabe soll mittels der SPS und der Steuerungssoftware verarbeitet und an die Laufkatze weitergeleitet werden.

Da die Stromzufuhr mittels eines Lithium-Akkus erfolgen soll, ist es ratsam, eine Tiefenentladung zu vermeiden und zu gewährleisten, dass die „Laufkatze“ spätestens bei einem Akkuladestand von 20 % die Ladestation anfährt. Beim Aufladen ab ca. 80% Ladestand könnte der Ladestrom nur in reduzierter Form zugeführt werden, was eine Aufladung auf 100% erschweren würde. Bei einem längerfristigen und regelmäßigen Einsatz der „Laufkatze“ und zugunsten einer möglichst langen „Lebensdauer“ wird es sich daher empfehlen, den Akku bei einem Ladestand zwischen 20 und 80% zu nutzen, wobei die effektivste Nutzung bei einem Ladestand von 60% erreicht werden könnte.

3 METHODISCHES VORGEHEN

Zur Umsetzung des Konzepts wurden insgesamt 11 Arbeitspakete (AP) erstellt, die jeweils eine bestimmte Phase innerhalb des Modellversuchs darstellen. Die hier-

durch gewonnen Informationen sollen dabei fortlaufend dokumentiert werden:

Im ersten Arbeitspaket (AP1) stehen die Konstruktion des Konzepts sowie die 3D-Visualisierung der Infrastruktur der „Laufkatze“ im Fokus. Diese sollen mithilfe eines CAD-Programms grafisch visualisiert werden. Die hierdurch gewonnenen Fertigungsunterlagen dienen später als Vorlage zur Auswahl der einzelnen Komponenten. Außerdem wird abgewogen, ob es Alternativen für eine preiswertere Fertigung gibt.

Mithilfe einer FEM-Analyse ist es möglich, die physikalischen Einflüsse auf die einzelnen Bauteile der Pfeiler und Weichen zu simulieren. Falls es hierbei zu Veränderungen kommen sollte, können diese direkt am Modell abgelesen werden und in die Optimierung des 3D-Modells einfließen.

Im zweiten Arbeitspaket (AP2) soll die Dynamik der „Laufkatze“ untersucht werden. Wesentliche Aspekte hierfür sind, ob die „Laufkatze“ stabil fährt und ob gegebenenfalls Schwingungen bei der Fahrt auftreten. Entsprechende Tests können durch eine dynamische Simulation erfolgen, bei der die „Laufkatze“ technisch animiert und deren Bewegungen mittels Kraftdiagrammen ausgegeben wird. Falls es hierbei zu keinen zufriedenstellenden Ergebnissen kommt, können entsprechende Veränderungen zur Verbesserung vorgenommen werden.

Mit Hilfe der vorgegebenen Druckverteilungen kann die äußere Form der „Laufkatze“ bestimmt und deren aerodynamische Eigenschaften berechnet werden. Des Weiteren könnte man in dieser Testphase auch den Einfluss von Witterungsbedingungen oder anderen äußeren Einflussfaktoren testen, um zu überprüfen, in wie weit das System auch für den Außenbereich geeignet wäre.

Im dritten Arbeitspaket (AP3) liegt der Schwerpunkt der Analyse in der Auswahl des geeigneten Materials für das Seil. Entscheidende Kriterien hierfür bilden die Zugkraft, sowie der Durchmesser des Seils. Zudem erfolgen in dieser Phase Berechnungen zum Ausmaß des Seildurchgangs. Ebenso muss das Verhältnis von Seil und Seilrolle exakt stimmen und wird in diesem Arbeitsschritt berechnet. Aufgrund der hierdurch gewonnen Informationen kann in der Folge das am besten geeignete Seil auf dem Markt erworben werden.

Zentrales Forschungsthema des vierten Arbeitspaketes (AP4) stellt die Stromversorgung und die Auswahl eines geeigneten Akkus für die „Laufkatze“ dar. Hierzu ist es unerlässlich, im Vorfeld Berechnungen zu den wichtigsten Parametern durchzuführen. Zu diesen gehören die Leistung [Watt], die elektrische Stromstärke [Ampere] und die elektrische Spannung [Volt]. Der Akku sollte möglichst genau die berechneten Parameter zur Verfügung stellen.

Sind die Berechnungen abgeschlossen, wird der Akku auf dem Markt erworben (AP5) und es folgen Tests dahingehend, wie lang die Akku-Ladezeit, sowie die Betriebszeit der „Laufkatze“ ausfallen. Anhand dieser Ergebnisse werden die Merkmale der „Laufkatze um diese Informationen ergänzt.

Im sechsten Arbeitspaket (AP6) erfolgt eine möglichst genaue Beschreibung der Steuerung der „Laufkatze“. Es wird in dem Zusammenhang analysiert, welches Steuerungssystem am geeignetsten ist und inwieweit hierzu alternative Möglichkeiten bestehen.

Das siebte Arbeitspaket (AP7) beinhaltet die Klärung möglicher offener Fragen hinsichtlich der Entwicklung und Fertigungsvorbereitung. Ist diese erfolgt, kann im Anschluss an diese Vorbereitungsphase der eigentliche Modellaufbau (AP8) erfolgen.

Wichtige Kernaufgaben des achten Arbeitspaketes bestehen in der Fertigungsbeauftragung und Beschaffung der für die Montage der Teststrecke notwendigen Komponenten.

Im neunten Arbeitspaket (AP9) wird die Auswahl einer geeigneten Teststrecke angestrebt. Hierbei soll das zuvor im 3D-Modell getestete Verfahren real umgesetzt und die „Laufkatze“ erstmals getestet werden. Wichtige Kriterien hierfür stellen die Funktionsweise, sowie die Verhaltensweise der „Laufkatze“ bei längerem Testvorgang dar.

Im Anschluss daran kann die Auswertung (AP10) und abschließende Ergebnisdokumentation (AP11) der gewonnen Informationen erfolgen.

4 ANWENDUNGSFELDER

Das vorgestellte Konzept-Modell könnte in den Betrieben vielfältig zum Einsatz kommen und dazu beitragen, die innerbetriebliche Beförderung zu erleichtern.

Im Allgemeinen kann das beschriebene System überall dort angewendet werden, wo leichte Komponenten transportiert werden, das wäre beispielsweise beim Transport von leichteren Waren und Gütern, sowie leichter Komponenten während der Produktförderung und Montage oder bei Posttransport zwischen verschiedenen Abteilungen der Fall. Als Aufstellungsorte kommen Hallen und andere Produktionsstätten mit ausreichendem Platzbudget in Frage.

Durch die zusätzliche Anbringung eines RFID wäre die „Laufkatze“ in der Lage, Kontrollfunktionen durchzuführen und Informationen zu transportieren.

Des Weiteren könnte das System auch im Bereich des Verkaufs eingesetzt werden, um Produkte, wie beispielsweise Textilien, über mehrere Etagen zu befördern.

Ein weiteres interessantes Anwendungsfeld stellt der Einsatz der „Laufkatze“ für Wartungs- und Reparaturarbeiten dar. Mechanische Probleme könnten hierdurch, auch an schlecht zugänglichen Stellen, mit relativ geringem Aufwand behoben werden. Hierzu müsste man die „Laufkatze“ mit einem intelligenten Roboter ausstatten.

Auch Messungen in Laboren sind mit Hilfe der „Laufkatze“ möglich. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn es darum geht, Messungen an gesundheits-schädigenden Gasen vorzunehmen. Auf diese Weise könnten die Mitarbeiter geschont werden, zumal die Gase keinen Einfluss auf die „Laufkatze“ haben würden.

Denkbar wäre auch der Einsatz des Systems innerhalb der Erdöl-Raffinerie. Die Ausstattung der „Laufkatze“ durch entsprechende Messinstrumente könnte dazu beitragen, diese zu jeder beliebigen Tag- und Nachtzeit zur Messung von Temperatur, Luftdruck, Sauerstoffgehalt der Luft und weiteren Parametern einzusetzen.

5 FAZIT

Das hier beschriebene Konzept eines seilbasierten, ultraleichten Elektrohängebahnsystems kann aufgrund seiner Eigenschaften durchaus als lohnende Innovation charakterisiert werden. Es bietet Unternehmen, in denen kleinere Lasten befördert werden müssen, eine echte Alternative zu den herkömmlichen schienenbasierten Modellen, die mit zahlreichen Vorteilen einhergehen.

Ein sehr wesentlicher Vorteil des beschriebenen Systems besteht in dessen hohem Grad an Flexibilität und Variabilität, welche durch schienenungebundene Systeme in dieser Form nicht möglich wären. So wird ein stetiges Anpassen an die jeweiligen Anwendungsfelder und Aufgabenbereiche gewährleistet. Insbesondere für kleinere und mittlere Unternehmen wäre ein Leasing vorstellbar, um das Ultraleichtsystem verfügbar zu machen. Diese Variante wäre vor allem dort sinnvoll, wo zeitlich flexible oder -begrenzte Abläufe stattfinden und der dauerhafte Einsatz des Systems nicht notwendig ist. Hierdurch könnte der Betreiber hohe Investitionskosten sparen. Auch anderweitig sind Einsparungen möglich, z.B. durch den relativ geringen Materialaufwand, die deutlich reduzierten bzw. entfallenden Wartungs- oder Reparaturkosten.

Zudem ermöglicht die angedachte Akku-Technologie einen tankunabhängigen Transport, die Aufladung des Akkus kann jederzeit mit geringem Aufwand erfolgen.

Ferner ist aufgrund der Leichtkonstruktionsweise ein nahezu lautloser Transport möglich, der wiederum zur Humanisierung der Arbeitswelt beitragen kann.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das seilgebundene ultraleichte Elektrohängebahnsystem über ein hohes Maß an Bodenfreiheit verfügt, sodass die Flächen unterhalb des Seilsystems anderweitig genutzt werden können. Auch Steigungen oder unterschiedliche Ebenen/Etagen bereiten der „Laufkatze“ keinerlei Mühe, da sie diese aufgrund der Seile problemlos überwinden kann.

Durch die angestrebte, sehr praxisorientierte Forschung kann gewährleistet werden, dass die Konzeption sich stark an die reale Umgebung der Unternehmen und Produktionshallen anlehnt. Der in diesem Kontext als oberste Zielstellung angestrebte Prototyp wird im Endeffekt Aufschluss darüber geben können, wie gut das Konzept künftig in den Praxisalltag der Unternehmen eingebunden werden kann.

- [DPM14] Deutsches Patent- und Markenamt (Hrsg.): *Elektrohängebahnen*. Online verfügbar unter: <https://depatisnet.dpma.de/DepatisNet/depatisnet?action=einsteiger>, Stichwort „Elektrohängebahn“. München. 2014, 15.03.2014 um 20:47 Uhr
- [FSS14] Feldmann, K.; Schöppner, V.; Spur, G.: *Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren*. München: Carl Hanser, 2014. – ISBN 978-446-42827-0
- [FGH14] Fuest, B.; Gassman, M.; Hegmann, G.; Nikolai, B.: *Deutsche Post plant Drohneneinsatz wie Amazon*“. In: *Die Welt: Logistik*. Online verfügbar unter: <http://www.welt.de/wirtschaft/article122487981/Deutsche-Post-plant-Drohneneinsatz-wie-Amazon.html>, 02.12.2013, 11.03.2014 um 13:24 Uhr
- [Kap90] Kappeler, D.: *Sonderausgabe Förder-technik: Die Endmontage ist nicht das Schlußlicht*. 1990, S. 48-53
- [Lüc78] Lück, J.: *Schweizer Maschinenmarkt: Taktfreie Einzelarbeitsplätze durch Einschienen-Hängebahn*. 1978, S. 18-22
- [Paw08] Pawellek, G...: *Ganzheitliche Fabrikplanung: Grundlagen, Vorgehensweise, EDV-Unterstützung*. Berlin/ Heidelberg: Springer, 1978, – ISBN 978-3-540-78402-9
- [Pfe87] Pfeifer, D. *Flexible Automatisierung im Automobilbau Beispiel: Omega-Fertigung*. Bad Soden, 1987
- [SchkA] Schlerholz, L., *Elektrohängebahn. System 624 / 634*. Online verfügbar unter: https://ews.tu-dortmund.de/public/lecture/logedugate/public/bibliotheken/betriebsmittelbibliotheken/FT_Bibliothek/Elektrohaengebahn/pdf/624_d.pdf, k. A. 15.03.2014 um 15:34 Uhr
- [VDI98] Verein Deutscher Ingenieure (Hrsg.): *Elektrohängebahn; Anforderungsprofil an ein kompatibles System*. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1998

LITERATUR

- [Böt86] Böttner, G.: *Technische Berichte: Förderanlagen für die Automobilindustrie*. 1986, S. 361–372
- [Bro87] Broggi, M.: *Sonderheft Lagertechnik: Fahrerlos vom Lager bis in die Produktion*. 1987, S. 80–85
- [BMV13] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung.: *Kurzinformation über die Nutzung von unbemannten Luftfahrtsystemen*. Online verfügbar unter: http://www.brd.nrw.de/verkehr/flugplaetze_flugbetrieb/service/Broschuere-BMVBS-Okttober-2013.pdf, Bonn. 2013, 17.03.2014 um 06:30 Uhr

Batin Latif Aylak, M.Sc., PhD Candidate at the Chair Transportsysteme und -logistik, Universität Duisburg-Essen. He received his BSc degree from Istanbul Kültür University, Turkey, in 2006 and MSc degree from the University of Duisburg-Essen, Germany in 2010.

Adress: Institut für Produkt Engineering, Transportsysteme und -logistik, Keetmanstraße 3-9, 47058 Duisburg, Germany, Phone: +49 203 379-7713, Fax: +49 203 379-3048, Email: batin.aylak@uni-due.de

Prof. Dr.-Ing. Bernd Noche, In 2000 he assumed the professorship in the area of Transport systems and logistics at the University of Duisburg-Essen (formerly Gerhard-Mercator University Duisburg). Additionally, since 1987 he is manager of the SimulationsDiensleistungsZentrum GmbH. He studied “Technical Cybernetics” Engineering at the University of Stuttgart.

Adress: Institut für Produkt Engineering, Transportsysteme und -logistik, Keetmanstraße 3-9, 47058 Duisburg, Germany, Phone: +49 203 379-2785, Fax: +49 203 379-3048, Email: bernd.nоче@uni-due.de