

IPMT

Kürzel Forschungseinrichtung 1 (FE 1)

MLS

ggf. Kürzel Forschungseinrichtung 2 (FE 2)

ggf. Kürzel Forschungseinrichtung 3 (FE 3)

MUST

Akronym / Thema kurz Skizze

2025-1-1

Skizzen-Nr. (wird vom FSM eingetragen)

Professor Hermann Lödding

Ansprechpartner/-in FE für den FSM

**Skizze für ein IGF-Vorhaben zum Thema
Modell- und technologiebasiertes Terminalproduktionssystem**

1. Kurzzusammenfassung und Fachgebiete / Wirtschaftszweige

Umschlagterminals, auf denen Ladeeinheiten zwischen Zügen, Schiffen und Lkw umgeschlagen werden, sind wichtige Knotenpunkte im kombinierten Verkehr (KV). Der operative Betrieb von Umschlagterminals erfolgt häufig mit Portalkranen und beinhaltet hohe ungenutzte Verbesserungspotentiale. Die Forschung schlägt häufig aufwändige Algorithmen oder Simulationsstudien vor, um den Betriebsablauf zu verbessern, die oft mangels personeller und technischer Kapazitäten insbesondere auf KMU-Umschlagterminals nicht umsetzbar sind. Dadurch bleibt die Leistungsfähigkeit der Terminals hinter dem Möglichen zurück, mit erheblichen Konsequenzen für die Attraktivität des KV und die Reduzierung von Treibhausgasemissionen im Güterverkehr.

Im IGF-Forschungsprojekt 22590N „BePoT“ (Betriebskennlinien für Portalkrane) wurden einfache und nachvollziehbare Modelle entwickelt, die den Einfluss von wesentlichen operativen Verschwendungen und entsprechender Verbesserungsmaßnahmen auf die logistischen Zielgrößen eines Terminals darstellen. Wesentliche Schlussfolgerung ist, dass die Kapazität und die logistische Leistungsfähigkeit erheblich gesteigert werden kann, wenn es gelingt, die vorhandenen Maßnahmen abgestimmt einzusetzen bzw. zu nutzen. Ziel des Forschungsvorhabens MUST ist es entsprechend, ein Terminalproduktionssystem zu entwickeln, das ein abgestimmtes Set von Verfahren zum Einsatz dieser Stellhebel und passende Technologien in einer Musterkonfiguration verbindet. KV-Terminals können ausgehend von der Musterkonfiguration eigene Strategien entwickeln, indem sie für eigene betriebliche Ziele relevante Teile der Konfiguration übernehmen und einführen. Der konkrete Nutzen bei der Verwendung des Systems liegt in einer signifikanten Erhöhung der Umschlagkapazität (Anzahl der möglichen Umschläge pro Tag), in einer deutlichen Senkung der Kosten pro Umschlag und in einer wesentlich schnelleren Abfertigung der Verkehrsträger.

Das Vorhaben ordnet sich thematisch in das Fachgebiet O (Betriebswirtschaft und Organisation, Logistik, Qualitätssicherung, Rationalisierung) und in den Wirtschaftszweig 49 (Landverkehr) ein.

2. Wirtschaftliche Relevanz für KMU

2.1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Problemstellung

Zunehmende Gütertransporte und die damit verbundenen CO₂-Ausstöße steigern den Bedarf an umweltfreundlichen Verkehrslösungen. Der KV verbindet die Nachhaltigkeitsvorteile von Zügen und Binnenschiffen mit Flexibilitätsvorteilen von Lkw-Transporten. Im KV sind Umschlagterminals die entscheidenden Knotenpunkte für den Güterverkehr zwischen den Verkehrsträgern Schiene, Straße und Wasserstraße. Dabei sind Portalkrane die zentralen Arbeitssysteme, die die Anbindungen der Verkehrsträger sowie die Zwischenabstellflächen überspannen.

Im Forschungsprojekt BePoT durchgeführte Analysen und Beobachtungen zeigen auf, dass (1) die Portalkrane nur zu einem geringen Anteil ihrer Zeit produktive Umschläge durchführen und (2) sehr hohe Zeitaufwände für unproduktive Umschläge entstehen. Daraus folgen hohe Umschlagskosten und lange Durchlaufzeiten von Zügen, Binnenschiffen und Lkws.

Eine vielversprechende Methode zur Aufdeckung und Analyse von Verschwendungen mit geringem Aufwand, aber einer ausreichenden Genauigkeit ist der Einsatz von logistischen Modellen, wie Betriebskennlinien und Durchlaufdiagrammen, wie es sich im BePoT-Projekt erwiesen hat. Dort wurden grundlegende Modelle für die Analyse der wesentlichen operativen Verschwendungen – Zwischenlagerungen, Kranleerfahrten und Umstaplern – sowie entsprechender Verbesserungsmaßnahmen – Direktumschläge, Doppelspiele und Stapelstrategien – entwickelt. Mithilfe dieser Modelle war es möglich, den Effekt der Verschwendungen und der Maßnahmen auf wesentliche terminallogistische Zielgrößen (Abfertigungszeit, Kranauslastung und Auftragsbestand) näherungsweise zu ermitteln. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen besteht die nächste Herausforderung in der konkreten systematischen Umsetzung der Verbesserungsmaßnahmen, sowohl von der organisatorischen Seite (Umsetzungsverfahren) als auch von der technischen Seite (Umsetzungstechnologien). Ein Terminal-

produktionssystem, das die Umsetzungsverfahren und -technologien mit logistischen Zielgrößen in Einklang bringt, soll es den KV-Terminals ermöglichen, abgestimmte technologische Innovationen und organisatorische Maßnahmen einfach auszuwählen bzw. zu gestalten und mit vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand umzusetzen. Die Umsetzung eines solchen Systems erhöht nicht nur die Effizienz der Terminalabläufe, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit der KV-Terminals. Langfristig könnte dies zur besseren Integration dieser Terminals in die übergeordneten Logistiknetze beitragen.

2.2 Wirtschaftliche Bedeutung der angestrebten Forschungsergebnisse für KMU

Der potenzielle Nutzerkreis dieses Systems ist breit gefächert und konzentriert sich auf KMU. In Deutschland gibt es etwa 250 Umschlagterminals im Binnenland und in Seehäfen, von denen etwa 170 als KMU klassifiziert sind. Mit dem entwickelten Terminalproduktionssystem haben insbesondere kleine und mittlere Terminals im Binnenland und im Seehafen die Möglichkeit, ihre Effizienz durch den Einsatz einfacher, aber wirkungsvoller Methoden signifikant zu verbessern. Darüber hinaus bestehen Erweiterungsmöglichkeiten für Umschlagunternehmen im Ausland und für Logistikzentren innerhalb Deutschlands, welche ebenfalls von den Forschungsergebnissen profitieren können. Der Fokus liegt dabei auf der Unabhängigkeit von bereits existierenden und oft teuren Softwareprodukten, die zwar spezifische Teilleistungen abdecken, jedoch häufig weder gut in die Unternehmensstrukturen von KMU passen noch für diese finanzierbar sind. Durch die Reduzierung von Umstaplern und die Erhöhung des Anteils der Direktumschläge sowie die Verkürzung der Kranverfahrwege können mit einem sehr geringen Investment Umschlagkosten und Umschlagdauern drastisch gesenkt, die Kapazität erhöht und die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen KV gestärkt werden. Durch die strukturierte Analyse der möglichen Elemente des Terminalproduktionssystems wird zudem eine solide Grundlage für die Entwicklung von Best Practices geschaffen, wovon insbesondere die Terminals und ihre Kunden und mitunter auch die Beratungsunternehmen profitieren können. Nicht zuletzt unterstützt das Projekt die Erreichung wichtiger volkswirtschaftlicher und gesellschaftlicher Ziele. Verkürzte Umschlagzeiten und -kosten steigern die Attraktivität des KV und tragen dazu bei, Transport von der Straße auf die Schiene oder das Wasser zu verlagern. Gleichzeitig erfolgt eine optimierte Weitergabe von Wissen innerhalb der Unternehmen.

3. Wissenschaftlich-technischer Ansatz

3.1 Stand der Forschung und Entwicklung

Die vorgeschlagene Forschung baut auf den grundlegenden Arbeiten des BePoT-Projekts auf – einer gemeinsamen Initiative des Instituts für Produktionsmanagement und -technik (IPMT) und des Instituts für Maritime Logistik (MLS) der TU Hamburg. Im Rahmen von BePoT wurden Modelle entwickelt, die den Einfluss von wesentlichen operativen Verschwendungen – Zwischenlagerungen, Umstaplern und Kranleerfahrten – und entsprechender Verbesserungsmaßnahmen bzw. Stellhebel – Direktumschläge, Stapellogik und Doppelspiele – auf die logistischen Zielgrößen eines Terminals aufzeigen. Darüber hinaus wurden Einzelmodelle für jede der drei Verschwendungsarten entwickelt, die den Zusammenhang zwischen den Verschwendungen bzw. Verbesserungsmaßnahmen und ihren Stellgrößen allgemeingültig beschreiben (vgl. [1-3]). Die Integration dieser Teilmodelle in ein Gesamtkennlinienmodell ermöglichte es, das große Potential aufzuzeigen, durch eine Reduzierung der Verschwendungen die terminallogistische Zielgrößen Kranleistung, Durchlaufzeit und Auftragsbestand zu verbessern. Abbildung 1 fasst die Ergebnisse des BePoT-Projektes zusammen: Durch eine kumulierte Reduzierung der Verschwendungen (linkes Bild) steigt die maximal mögliche Leistung, wodurch ein bestimmtes Leistungsniveau bei einem signifikant geringeren Bestand und deutlich kürzeren Durchlaufzeiten erreicht werden kann (rechtes Bild). Die dabei steigende Wartezeit des Krans auf den nächsten Auftrag (linkes Bild) weist auf die resultierende geringere Kranauslastung hin, die z. B. die Annahme neuer Aufträge und Steigerung des Umschlagsvolumens ermöglicht.

Weitere Studien bestätigen, dass Direktumschläge auf Umschlagterminals die Umschlagkapazität erhöhen und Durchlaufzeiten von Verkehrsträgern reduzieren. Dabei spielen synchronisierte Ankünfte von Zügen und Lkw eine Schlüsselrolle [4]. Auch die Bedeutung von effizienten Stapelstrategien zur Reduktion von Umstaplern und zur Steigerung der Kranproduktivität wird in der Literatur bestätigt (vgl. [5]). Aus technischer Perspektive identifizieren bestehende Studien Schwächen herkömmlicher Umschlagstechnologien und schlagen moderne Technologien, z.B. Containerhochregallager vor [6]. Weiterhin betont die Literatur das große Potential von Doppelspielen zur Reduktion von Kranverfahrwegen und zur Steigerung der Kranproduktivität (vgl. [3] und [7]). Insbesondere die verstärkte Nutzung von Sensoren an Geräten, die Informationen liefern, möglicherweise auch Drohnen, kann erheblich dazu beitragen, geeignete Doppelspiele möglich zu machen und Verfahrwege zu reduzieren [8].

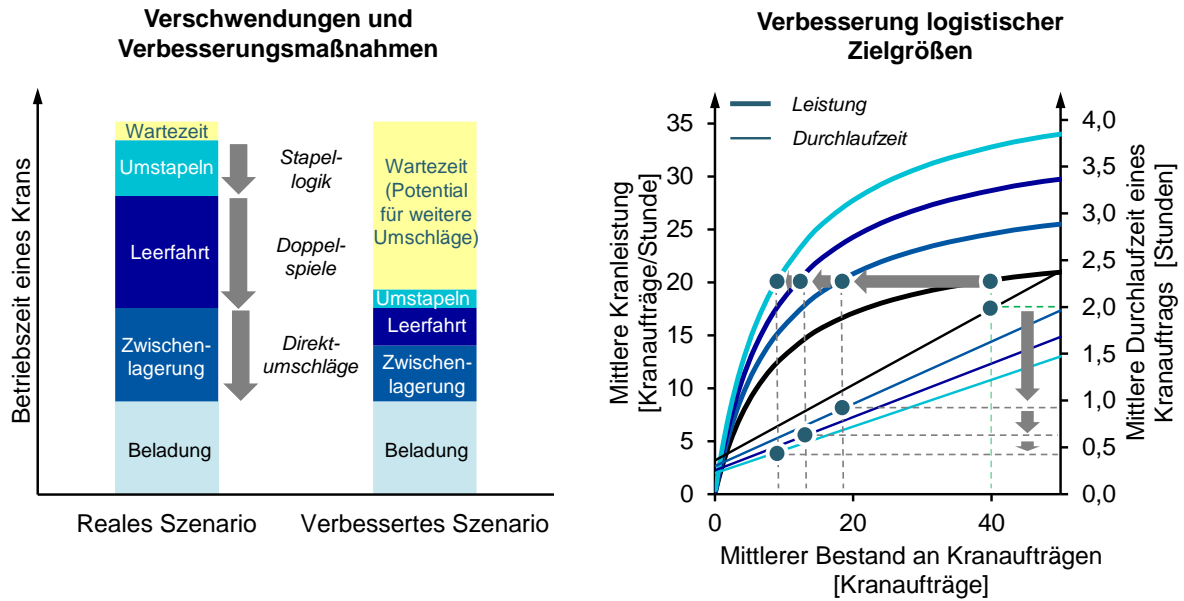


Abbildung 1: Einfluss von im Forschungsprojekt BePoT identifizierten Verschwendungen und Verbesserungsmaßnahmen auf terminallogistische Zielgrößen anhand eines Beispiels

Das Forschungsprojekt BePoT und weitere Studien zeigen somit das Potential, logistische Zielerreichung auf Umschlagterminals durch Doppelspiele, Stapelstrategien und Direktumschläge signifikant zu verbessern. Allerdings mangelt es an integrierten, systematischen Ansätzen, die vereinfachte Steuerungsverfahren und maßgeschneiderte Terminaltechnologien kombinieren, um mehrere Verschwendungen gleichzeitig zu reduzieren und die logistische Leistungsfähigkeit von Terminals erheblich zu steigern. Zudem bleiben die besonderen Herausforderungen kleiner und mittlerer intermodaler Terminals – etwa begrenzte Ressourcen und IT-Einschränkungen – weitgehend unerforscht.

3.2 Arbeitshypothese

Das Ziel des Forschungsvorhabens MUST ist es, basierend auf den logistischen Modellen aus BePoT ein umfassendes Terminalproduktionssystem zu entwickeln, das (I) die Aufgaben definiert, um die Stellgrößen der identifizierten Verbesserungsmaßnahmen so einzustellen, dass sich die entsprechenden Zielgrößen verbessern, (II) nachvollziehbare und aufeinander abgestimmte Verfahren für die Erfüllung dieser Aufgaben vorschlägt und (III) technische Lösungen beinhaltet (z. B. zusätzliche Sensoren an Geräten, Terminbuchungssysteme oder Automatisierungslösungen), um die Verfahren zu unterstützen. Der Fokus dieses Forschungsprojektes wird, ähnlich wie bei BePoT, auf kleinen und mittleren KV-Terminals liegen und ihre spezifischen Anforderungen insbesondere in Bezug auf die zur Verfügung stehenden Investitionsmittel, die vorhandenen (IT-)Systeme und die handhabbare Komplexität berücksichtigen. Die Forschungshypothese von MUST ist, dass ein umfassendes modell- und technologiebasiertes Terminalproduktionssystem deutlich dabei hilft, die Nutzung logistischer Potentiale systematisch zu erhöhen und die terminallogistischen Zielgrößen signifikant zu verbessern.

4. Lösungsweg

4.1 Bearbeitungsschritte und Personaleinsatz

Die notwendigen Inhalte sind in den folgenden Arbeitspaketen aufgeführt:

AP 1: Ist-Analyse bestehender Terminalsteuerungsverfahren und -umschlagtechnologien
AP 1.1: Analyse bestehender Terminalsteuerungsverfahren
<ul style="list-style-type: none"> • Prozessaufnahme und Ableitung eines generischen Referenzprozesses auf Umschlagterminals • Bestimmung von terminalspezifischen Ziel-, Regel- und Stellgrößen • Bestimmung wesentlicher Verschwendungs- und Verbesserungsmaßnahmen
AP 1.2: Analyse bestehender Terminaltechnik
<ul style="list-style-type: none"> • Analyse gängiger und innovativer Technologien von Umschlagterminals und ähnlichen Branchen • Ermittlung des potentiellen Einflusses der gefundenen Technologien auf die zu reduzierenden Verschwendungen • Klassifizierung der Technologien nach ihrem Einfluss und dessen Höhe

AP 2: Entwicklung von Steuerungsverfahren zur Verschwendungsreduzierung
AP 2.1: Entwicklung eines Verfahrens zur Steigerung von Doppelspielen
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Verfahrenslogik • Detaillierung von Verfahrensalgorithmen • Bestimmung von Verfahrensparameter • Evaluierung des Verfahrens
AP 2.2: Entwicklung eines Verfahrens zur Reduktion von Umstaplern
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Verfahrenslogik • Detaillierung von Verfahrensalgorithmen • Bestimmung von Verfahrensparameter • Evaluierung des Verfahrens
AP 2.3: Entwicklung eines Verfahrens zur Steigerung von Direktumschlägen
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Verfahrenslogik • Detaillierung von Verfahrensalgorithmen • Bestimmung von Verfahrensparameter • Evaluierung des Verfahrens
AP 3: Konzeptionierung und Auswahl von Terminaltechnik zur Verfahrensunterstützung
AP 3.1: Terminaltechnologie zur Unterstützung von Doppelspielen
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der relevanten Technologien zur Unterstützung von Doppelspielen aus AP1.2 • Konzeptionelle Anpassung der Technologien nach ihrem Einsatzzweck • Einbindung der Technologien in den Referenzprozess aus AP1.1
AP 3.2: Terminaltechnik zur Reduzierung von Umstaplern
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der relevanten Technologien zur Reduzierung von Umstaplern aus AP1.2 • Konzeptionelle Anpassung der Technologien nach ihrem Einsatzzweck • Einbindung der Technologien in den Referenzprozess aus AP1.1
AP 3.3: Terminaltechnik zur Steigerung von Direktumschlägen
<ul style="list-style-type: none"> • Auswahl der relevanten Technologien zur Steigerung von Direktumschlägen aus AP1.2 • Konzeptionelle Anpassung der Technologien nach ihrem Einsatzzweck • Einbindung der Technologien in den Referenzprozess aus AP1.1
AP 4: Gestaltung eines umfassenden Terminalproduktionssystems
AP 4.1: Konzeptionierung des Terminalproduktionssystems (wesentliche Bestandteile: Steuerungsaufgaben, Terminaltechnik, Verschwendungsarten, Verbesserungsmaßnahmen)
AP 4.2: Entwicklung von Leitlinien zur Terminalsteuerung mit dem Terminalproduktionssystem
AP 5: Evaluierung des Terminalproduktionssystems
<ul style="list-style-type: none"> • Exemplarische Umsetzung des Terminalproduktionssystems bei verschiedenen Umschlagterminals • Durchführen von Interviews mit dem Terminalpersonal von verschiedenen Umschlagterminals • Simulation des Terminalsbetriebs unter Berücksichtigung des Terminalproduktionssystems
AP 6: Dissimination, begleitendes Projektmanagement und Erstellung des Projektabschlussberichts
<ul style="list-style-type: none"> • Vorstellen der (vorläufigen) Projektergebnisse bei Veranstaltungen aus der Branche und bei wissenschaftlichen Konferenzen • Projektbegleitendes Projektmanagement zur Sicherstellung der Erreichung der gesetzten Ziele und zum projektinternen Austausch zwischen den beiden Forschungseinrichtungen • Termingerechte Erstellung aller Zwischenberichte und des Projektabschlussberichts

4.2 Arbeitsdiagramm

Die Zeitplanung der Arbeitspaketen ist im folgenden Diagramm aufgeführt. Es werden hier nur die Personenmonate (PM) für das wissenschaftlich-technische Personal aufgezeigt. Das Personal beider Institute soll während der gesamten Projektlaufzeit von jeweils einer wissenschaftlichen Hilfskraft mit einer 25%-Stelle (ca. 40 Stunden im Monat) unterstützt werden. Die Verantwortung für die einzelnen Arbeitspakete ist in dem Arbeitsdiagramm mit ¹ für das IPMT und ² für das MLS angegeben:

	2026												2027												PM	PM	PM									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	IPMT	MLS	Summe									
AP 1 ²	■																									2	2	4								
AP 2 ¹			■																									8	2	10						
AP 3 ²			■																									2	8	10						
AP 4 ¹													■																					7	5	12
AP 5 ²																												4	6	10						
AP 6 ¹	■																								1	1	2									

5. Umsetzbarkeit und Transfer der Ergebnisse

5.1 Aussagen zur voraussichtlichen industriellen Umsetzung der FuE-Ergebnisse nach Projektende

Der Zeithorizont der Wirksamkeit der in dem Projekt MUST entwickelten Maßnahmen hängt von ihrer Komplexität ab. Einfachere Umsetzungsverfahren, die mit kostenärmeren Technologien unterstützt werden, können bereits in den ersten zwölf Monaten nach dem Projektende einen positiven Effekt auf die logistischen Zielgrößen eines Terminals haben. Allein durch die Umsetzung dieser einfacheren Verfahren ist bspw. eine Reduzierung der Abfertigungszeit um ca. 20 % oder die Erhöhung der Umschlagkapazität um ca. 10 % erreichbar. Diese Maßnahmen eignen sich im besonderen Maße für KMU-Terminals, die keine großen Investitionen tätigen können bzw. keine großen Veränderungen in ihrer Prozess- und Systemlandschaft durchführen wollen. Die industrielle Umsetzung ist dementsprechend vergleichsweise einfach und für viele KMU erfolgsversprechend.

Die Umsetzung weiterer, kostenintensiver Maßnahmen kann eine zusätzliche, deutliche Verbesserung der logistischen Zielgrößen bewirken. Die Umsetzungszeit liegt bei diesen Maßnahmen schätzungsweise zwischen 36 Monaten und 60 Monaten. Sie sind insbesondere für die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU-Terminals geeignet, die die Möglichkeit zur Implementierung von umfangreicheren intelligenten Steuerungssystemen haben. Hierbei werden insbesondere fortschrittliche Technologien mit intelligenten Verfahren verknüpft, um den KMU-Terminals langfristig einen Wettbewerbsvorteil gegenüber internationalen Konkurrenten und Lkw-Direktverkehre zu ermöglichen.

5.2 Plan zum Ergebnistransfer in die Wirtschaft

Der Ergebnistransfer in die Industrie beginnt während der Projektlaufzeit und setzt sich bis deutlich nach deren Ende fort. So erfolgt ein wiederholter Austausch mit beteiligten Akteuren sowie öffentlichen Einrichtungen, bei dem die Projektergebnisse und Umsetzungsmöglichkeiten diskutiert werden. Neben Vorträgen und Gesprächen mit den Industriepartnern sind Veröffentlichungen geplant. Während der Evaluierungsphase soll das Terminalproduktionssystem bei zwei Partnerterminals angewendet werden. Geplante Maßnahmen zum Transfer während der Laufzeit sind: Information und Ergebnisdiskussion mit den PA-Mitgliedern, gezielte Ansprache potentiell interessierter Unternehmen auch außerhalb des PA bei Veranstaltungen für Umschlagterminals (z. B. SGKV-Terminaltag), Veröffentlichung aktueller Ergebnisse und Neuigkeiten online, Veröffentlichung von (Teil-)Ergebnissen des Forschungsprojektes als Beiträge in Fachzeitschriften oder sonstigen gedruckten Veröffentlichungen, Vorstellung und Diskussion der (Zwischen-)Ergebnisse bei Fachgremien (z. B. FILOG e.V.), Konferenzen (z. B. ASIM, APMS), Fachtagungen, Übernahme der Ergebnisse in die akademische Lehre (z. B. Aufnahme in die Vorlesungsreihen „Hafenlogistik“ der TU Hamburg, Mitarbeit studentischer und wissenschaftlicher Hilfskräfte, Anfertigung von Studien-/Projekt-/Abschlussarbeiten).

6. Durchführende Forschungseinrichtung(en)

- Institut für Produktionsmanagement und -technik (IPMT), Technische Universität Hamburg
Leiter und Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. habil. Hermann Lödding
loedding@tuhh.de, 040/42878-3033
- Institut für Maritime Logistik (MLS), Technische Universität Hamburg
Leiter und Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Carlos Jahn
carlos.jahn@tuhh.de, 040/42878-4450

7. Literaturverzeichnis

- [1] Alieksieiev, V., Beigpoor Shahrivar, R., Jahn, C., & Lödding, H. (2024). Modeling of logistics objectives at rail-road inland transshipment terminals. *Advances in Production Management Systems, 92-107.*
- [2] Grafelmann, M., Alieksieiev, V., Lödding, H., & Jahn, C. (2023). Logistics objective conflicts at intermodal terminals. 20. ASIM Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik, 313-322.
- [3] Alieksieiev, V., Winter, J.-J., von Harlem, J., Grafelmann, M., Jahn, C., & Lödding, H. (2024). Untersuchung von Doppelspielen eines Portalkrans auf Umschlagterminals. 32. Internationale Kranfachtagung, 65-73.
- [4] Basallo-Triana, M. J., Bravo-Bastidas, J. J., & Vidal-Holguín, C. J. (2022). A rail-road transshipment yard picture. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 159, 102629.*
- [5] Li, W., Xiaoning, Z., & Zhengyu, X. (2020). Efficient container stacking approach to improve handling efficiency in Chinese rail-truck transshipment terminals. *SIMULATION, 96(1), 3-15.*
<https://doi.org/10.1177/0037549719843347>.

- [6] I. O. Alexandri, M. Yuan, C. Zhou and L. Xue, "Efficiency Analysis of a High-bay Container Storage System – BoxBay," 2022 IEEE 18th International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), Mexico City, Mexico, 2022, pp. 1588-1594, doi:10.1109/CASE49997.2022.9926678.
- [7] Lan, Y., & Wang, L. (2019). Comparison between two different handling modes of gantry cranes in railway container terminals. Journal of Physics: Conference Series, 1176(5), 052001. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1176/5/052001>.
- [8] Neugebauer, J., Heilig, L. & Voß, S. Digital Twins in the Context of Seaports and Terminal Facilities. Flex Serv Manuf J 36, 821–917 (2024). <https://doi.org/10.1007/s10696-023-09515-9>

8. Mitglieder des Projektbegleitenden Ausschusses (PA)

Unternehmen (Name, Sitz)	Ansprechpartner/-in (Vor- u. Nachname)	Kompetenz	Interesse PA	* KMU	** FSM-Mitglied
Container Terminal Osnabrück GmbH, Osnabrück	Björn Tiemann	Umschlaglogistik	ja	ja	nein
dbh consulting GmbH, Bremen	Bernd Huckschlag	Umschlaglogistik	ja	ja	nein
Sächsische Binnenhäfen Oberelbe GmbH, Dresden	Stefan Haslinger	Umschlaglogistik	ja	nein	nein
SGKV e.V., Berlin	Jan Schlierf	Kombinierter Verkehr	ja	ja	nein
simoserv GmbH, Berlin	Marek Heinrich	Simulation	ja	ja	nein
SimPlan GmbH, Hanau	Marco Repke	Simulation	ja	ja	nein
TriCon Container-Terminal Nürnberg GmbH, Nürnberg	Peter Schreyer	Umschlaglogistik	ja	nein	nein
Baltic Rail Gate GmbH, Lübeck	Antje Falk	Umschlaglogistik	angefragt	ja	nein
Cuxport GmbH, Cuxhaven	Marc von Riegen	Umschlaglogistik	angefragt	nein	nein

9. Laufzeit und Beantragte Zuwendung (bZ)

Laufzeit in Monaten: 24

Beantragte Zuwendung (bZ) FE 1 in EUR

Beantragte Zuwendung (bZ)	1. Jahr	2. Jahr	Summe
A.1 Bruttoentgelte für wiss.-techn. Personal	75.840,00	75.840,00	151.680,00
A.2 Bruttoentgelte für übriges Fachpersonal			0,00
A.3 Bruttoentgelte für Hilfskräfte	12.300,00	12.300,00	24.600,00
A.4 Pauschale für Personalausgaben (6 %)	5.288,40	5.288,40	10.576,80
B. Ausgaben für Gerätebeschaffung			0,00
C. Ausgaben für Leistungen Dritter			0,00
D. Pauschale für Sonstige Ausgaben (20 %)	18.685,68	18.685,68	37.371,36
Summe der bZ	112.114,08	112.114,08	224.228,16

Beantragte Zuwendung (bZ) FE 2 in EUR

Beantragte Zuwendung (bZ)	1. Jahr	2. Jahr	Summe
A.1 Bruttoentgelte für wiss.-techn. Personal	75.840,00	75.840,00	151.680,00
A.2 Bruttoentgelte für übriges Fachpersonal			0,00
A.3 Bruttoentgelte für Hilfskräfte	12.300,00	12.300,00	24.600,00
A.4 Pauschale für Personalausgaben (6 %)	5.288,40	5.288,40	10.576,80
B. Ausgaben für Gerätebeschaffung			0,00
C. Ausgaben für Leistungen Dritter			0,00
D. Pauschale für Sonstige Ausgaben (20 %)	18.685,68	18.685,68	37.371,36
Summe der bZ	112.114,08	112.114,08	224.228,16