



**IHATEC**  
Innovative  
Hafentechnologien



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

## *Rang-E – Autonomes Rangieren auf der Hafenbahn*



### Motivation

Die Schiene ist bei Empfang und Versand im Hafen durch bahnbetriebliche Regelungen und Vorschriften im intermodalen Vergleich bezogen auf den zeitlichen Aufwand deutlich benachteiligt. Nach der Trennung der Streckenlok im Hafengebiet erfolgt der Transport der Züge bzw. Waggonen per Rangierlok zu den Terminals, in denen zunächst Kontrollarbeiten am Zug und an der Ladung erforderlich werden. In der Konsequenz erfolgen die ersten Ladungsbewegungen an einem Güterzug erst Stunden nach der Ankunft im Hafengebiet. Bei Zügen, die im Hafen zusammengestellt werden, entstehen durch vorgeschriebene Bremsproben, durch Ladungskontrollen und Rangierarbeiten im Mittel ebenfalls etwa zwei Stunden Verzögerungen, bevor die Züge das Hafengebiet zu ihren Zielorten verlassen können.

### Projektziel

Rang-E untersucht die Potenziale und Hemmnisse für die Einführung einer intelligenteren Steuerung der Zugverkehre auf der Hafeneisenbahn am Beispiel des Pilothafens Bremerhaven. Dabei sind insbesondere die Aspekte abzuklären, die die Komplexität dieses Anwendungsbereichs im Vergleich zu bisherigen Ansätzen autonomer Rangiervorgänge, z. B. durch Personen und kreuzende Verkehre durch Umschlaggeräte, ausmachen.

### Lösungsansatz

Das Projekt Rang-E ist eine Durchführbarkeitsstudie zur Beurteilung der Machbarkeit von autonomen Rangiervorgängen am Beispiel der Hafenbahn Bremerhaven. Es werden technische, ökonomische und rechtliche Aspekte beleuchtet. Das autonome Rangieren ermöglicht die optimierte Disposition und Einsatzsteuerung von Rangierloks im Hafen – sowohl beim Con-

tainerumschlag als auch im Automobilumschlag. Die Terminals in Bremerhaven bieten dabei eine ausgezeichnete Plattform, da Bremerhaven einen hohen Bahn-Anteil im Hinterlandverkehr aufweist. Es werden verschiedene Automatisierungsstufen bis hin zur vollständigen Autonomie und Selbststeuerung von Rangierloks beleuchtet. Zudem wird untersucht, inwieweit ein Diesel-unabhängiger Rangierbetrieb mittels elektrischer Akkumulatoren umsetzbar erscheint. Rang-E bezieht des Weiteren die Kompetenz deutscher Hafenunternehmen bzgl. aktueller Strategien zur Digitalisierung der deutschen Wirtschaft wie Internet of Things (IoT) und Logistik 4.0.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der Projektarbeiten der Durchführbarkeitsstudie Rang-E lassen sich anhand des Gesamtzieles strukturieren, die Potenziale und Hemmnisse für die Einführung einer intelligenteren Steuerung der Zugverkehre auf der Hafeneisenbahn am Beispiel des Pilothafens Bremerhaven darzustellen. Die Basis bildet eine Bedarfsaufnahme und Konzeption auf Basis analysierter Szenarien wie z. B. der Analyse von Schwachstellen und Altlasten, der Definition relevanter Szenarien sowie der Analyse arbeitsorganisatorischer, technischer und rechtlicher Aspekte. Der notwendige Wissensstand wurde unter anderem mit Hilfe diverser Mitfahrten bei Rangiertätigkeiten aller Projektbeteiligten aufgebaut. Zusätzlich erfolgten Interviews von Experten aller Tätigkeiten im Rangierprozess sowie die Integration der Erkenntnisse in Prozessmodelle mittels BPMN 2.0. Weiterer Input erfolgte durch Gespräche mit Vertretern der Hafenbahn, der senatorischen Behörde sowie den Rangierdienstleistern.

Im Rahmen der Analyse von Schwachstellen wurden Kategorien gebildet (Prozesse, Infrastruktur, Einführung neuer Technologien und



**IHATEC**  
Innovative  
Hafentechnologien



Bundesministerium  
für Verkehr und  
digitale Infrastruktur

Kommunikation) und hierin Hemmnisse und Altlasten klassifiziert. Beispiele sind das Umstellen einer handgestellten Weiche, Kupplungs- und Trennvorgänge zwischen Lok/Wagen oder die Abhängigkeit von externen Prozessen (Stellwerk, Krananlage).

Als relevante Szenarien wurden immer wiederkehrende Einzeltätigkeiten definiert, die jeweils auf ihre Optimierungs- und Automatisierungsmöglichkeiten hin untersucht wurden:

- Basisszenario Kuppeln
- Basisszenario Vereinfachte Bremsprobe
- Basisszenario Sensorik beim Schieben
- Basisszenario Handweiche
- Basisszenario Container nicht im Zapfen
- Basisszenario Eintritt in den ISPS Bereich
- Basisszenario Querung Individualverkehr

Zusätzlich wurden für die Containerterminals und den Autoumschlag im Hafen nachfolgende Prozessszenarien identifiziert und mittels BPMN modelliert:

- KV Anlage Blockabfertigung mit Van Carrier
- KV Anlage Abfertigung Ganzzug mit Krananlage
- BLG Rampen

Abschließend wurden szenarienübergreifend folgende Aspekte betrachtet, die Alternativen für Optimierungsmöglichkeiten in der Infrastruktur untersuchten:

- Alternative Antriebstechniken
- Alternative Standorte der Rangierloks

Die Ergebnisse der Analysen und Simulationen der aufgeführten Themen sind in einem umfassenden Abschlussbericht dargestellt. Hier wird detailliert auch auf die verschiedenen Einflüsse eingegangen. In der Gesamtschau ist festzuhalten, dass dem angestrebten Automatisierungsaufwand entsprechende unmittelbare Einsparpotenziale gegenüberstehen müssen. Dies wären z.B. Zeitersparnisse, Kostenersparnisse durch verminderten Einsatz von Equipment, Betriebsstoffen, sowie Personalkosten etc. Aus den Modellrechnungen ergab sich die Grunderkenntnis, dass nennenswertes Einsparpotenzial, vor allem vor dem finanziellen Hintergrund und dem Fachkräftemangel, in der Einsparung von Personal besteht.

Zusätzlich ergab sich aus den Analysen, dass bei den Untersuchungen zu Automatisierungsstufen eine Trennung in zwei unterschiedliche Automatisierungsstufen „Fahrerloser Betrieb“ (Stufe 2) und „Unbemannter Betrieb“ (Stufe 3) nicht sinnvoll ist. Es erfolgte abschließend und auf der Basis der im Projekt gewonnenen Erkenntnisse Arbeiten zu Umsetzungsplanungen in den Stufen:

- Stufe 1: Optimierung/Teilautomatisierung
- Stufe 2: Unbemannt (autonom)
- Stufe 3: Idealtypischer Hafen (autonom)

Neben den Ergebnissen wurde im Projekt jedoch auch weiterer Forschungsbedarf definiert. Hierbei sind vor allem Fragen der realistischen Modellierung von technischen Abläufen wie z.B. Kupplungsvorgängen oder Verzögern und wieder Anfahren an Bahnübergängen zu nennen.

### Verbundkoordinator

Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL), Bremen

### Projektvolumen

819.043,24 €  
(davon 80% Förderanteil durch BMVI)

### Projektlaufzeit

08/2017 – 07/2019

### Projektpartner

- BIBA-Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, Bremen
- Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb (IVE), Braunschweig

### Ansprechpartner

TÜV Rheinland Consulting  
Robert Kutz

Tel.: +49 30 – 756874 201

E-Mail: Robert.Kutz@de.tuv.com