



**duisport**



*excellence in logistics*

## Effizientere Ressourcennutzung und Beitrag für die Klimaziele durch Digitalisierung und Ausbildung im KV

6. Terminaltag SGKV - 4. November 2021

**Prof. Dipl.-Ing. Thomas Schlipköther**  
Mitglied des Vorstands der Duisburger Hafen AG

## Gutachten „Zukunft Schienengüterverkehr“ des VDV durch Roland Berger

- Klimaschutzvorgaben der Bundesregierung: Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 65% bis 2030 (Basis 1990).
- Für den dt. Güterverkehr bedeutet dies eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 47% bis 2030 (Basis 2019).
- Dafür notwendig: Steigerung des Marktanteils der Güterbahnen von 18% (lt. Studie 19,2%) auf über 25% bis 2030
- Kosten von ca. 52 Mrd. € zur Erreichung dieser Ziele
- Davon 32 Mrd. € für den Ausbau der Infrastruktur



Quelle: Gutachten „Zukunft Schienengüterverkehr“, VDV, 2021

# Investitionen in neue, zusätzliche bimodale Terminals

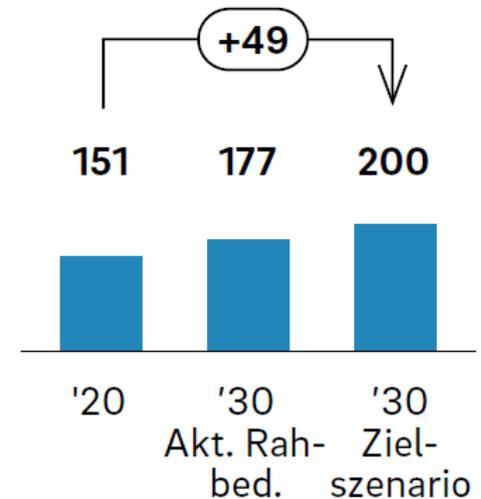
Konsequenz :

- 151 bestehende KV-Terminals (lt. Studie)
- bei Steigerung des Modal Split zu Gunsten der Schiene von 18% auf über 25% : ca. 50 zusätzliche Terminals im KV notwendig
- Geschätzte Investitionssumme / Terminal: ~ 25 Mio. € (bimodal / inkl. Grunderwerb und Nebenkosten)
- Gesamtinvest: ca. 1,25 Mrd. €
- KV-Fördervolumen ( Annahme: jeweils max. effektive Förderrate 65% vom Gesamtinvest. ): ca. 800 Mio. €

→ hohe Kosten

→ zeitliche Restriktionen (Realisierung bis 2030 unrealistisch)

## Terminals



Quelle: Gutachten „Zukunft Schienengüterverkehr“, VDV, 2021

## Alternative : Digitalisierung

- Reduzierung der dwell-time
  - 25% mehr Umschlagsleistung je Terminal möglich
  - dadurch Realisierung bisher nicht genutzter Kapazitäten, welche äquivalent zur Kapazität von ca. 35 KV-Terminals ist.
  - Geschätzte Kosten Digitalisierung je Terminal: 1,5 – 1,8 Mio. €
  - Gesamtkosten: 270 Mio. €
  - KV-Fördervolumen (65% Förderung): ca. 180 Mio. €
- Nur noch 15 zusätzliche Terminals notwendig mit Gesamtinvest. von ca. 400 Mio. €  
Förderkosten < 250 Mio. €
- Gesamt max.450 Mio. € = ~ 50% Ersparnisse



## Kosten Neubau Terminals

50 neue Terminals: ca. 1,25  
Mrd. €

**Gesamtkosten: ca. 1,25 Mrd.  
€**

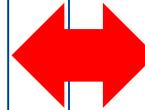
**KV-Fördervolumen: ca. 800  
Mio.€**

## Kosten Digitalisierung

Digitalisierung bestehender  
Terminals:  
ca. 270 Mio. €

15 zusätzliche Terminals:  
ca. 400 Mio. €

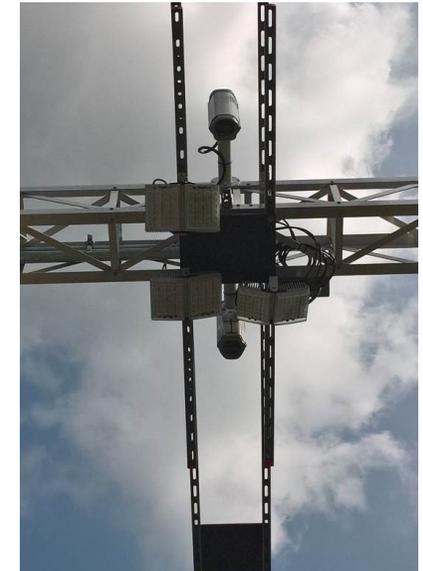
**Gesamtkosten: ca. 670 Mio. €**  
**KV-Fördervolumen: ca. 450  
Mio.€**



**Umsetzungszeit kritisch**

# Effizienzsteigerung durch OCR-Gates

- OCR-Rail-Gates
  - Generierung aller Zugdaten in 20 Min. (im Vergleich zu 1,5 -2 Stunden bei manueller Prüfung)
  - Übertragung der Daten in das TOS und CMS
  - Daten über push –cloud zeitgleich verfügbar
  - Automatisierung und damit Optimierung der Kranfahrten nun im Gleisbereich möglich => Reduzierung der empty – move- Anteile
- OCR-Road-Gates
  - bessere Steuerung der Zuläufe
  - Vermeidung von Stausituationen im In-Gate-Bereich / GPS – tracks verfügbar
- OCR-River-Gates
  - Automatische Erfassung der Schiffsbe- und entladung / Vermeidung von Fehlverladungen auf der Basis des CMS



# Rail- Gate - sharepoint : Generierung von Zug-, Wagen- und Ladelisten

duisport  Railgate LP III LINKS BEARBEITEN

Finish Passages Bearbeitung

Listen

- LP1 - Finish Passagen Bearbeitung
- LP3 - Finish Passagen Bearbeitung

LINKS BEARBEITEN

Wagenliste (Report)

Zugliste (Report)

1 = Normale Einfahrt ohne Störung  
2 = Einfahrt mit Stopp  
3 = Einfahrt mit Rangieren  
4 = Einfahrt in dieselbe Richtung mit Rangieren  
5 = Normale Ausfahrt ohne Störung  
6 = Ausfahrt mit Stopp  
7 = Ausfahrt mit Rangieren  
8 = Ausfahrt in dieselbe Richtung mit Rangieren

FinishPassageID	TimeBegin	TimeEnd	DirectionID	Speed	Length	Axes	Error	TrainNumber	Comment	Station	China	Infos komplett	Terminal
10734	23.05.2019 05:19	23.05.2019 05:21	1	13,07	496,31	104		41850	nach Gleis 86	Trieste	Nein	Ja	LP3
10732	23.05.2019 04:35	23.05.2019 04:39	1	12,18	631,54	120		42701	nach Gl.85	Katrineholm/Falköpping	Nein	Nein	
10715	2019 23:27	22.05.2019 23:30	5	15	657,09	128		42702	aus Gl.83	Katrineholm	Nein	Nein	

Auf der Grundlage der Daten aus dem Railgate, in Kombination mit Details aus dem SharePoint, generiert das Railgate-Dashboard Zug-, Wagen- und Ladelisten, einschließlich Gleisnummern und Zielorte, in weniger als 20 Minuten.

Bilder der LU einschl. Unversehrtheit der seals

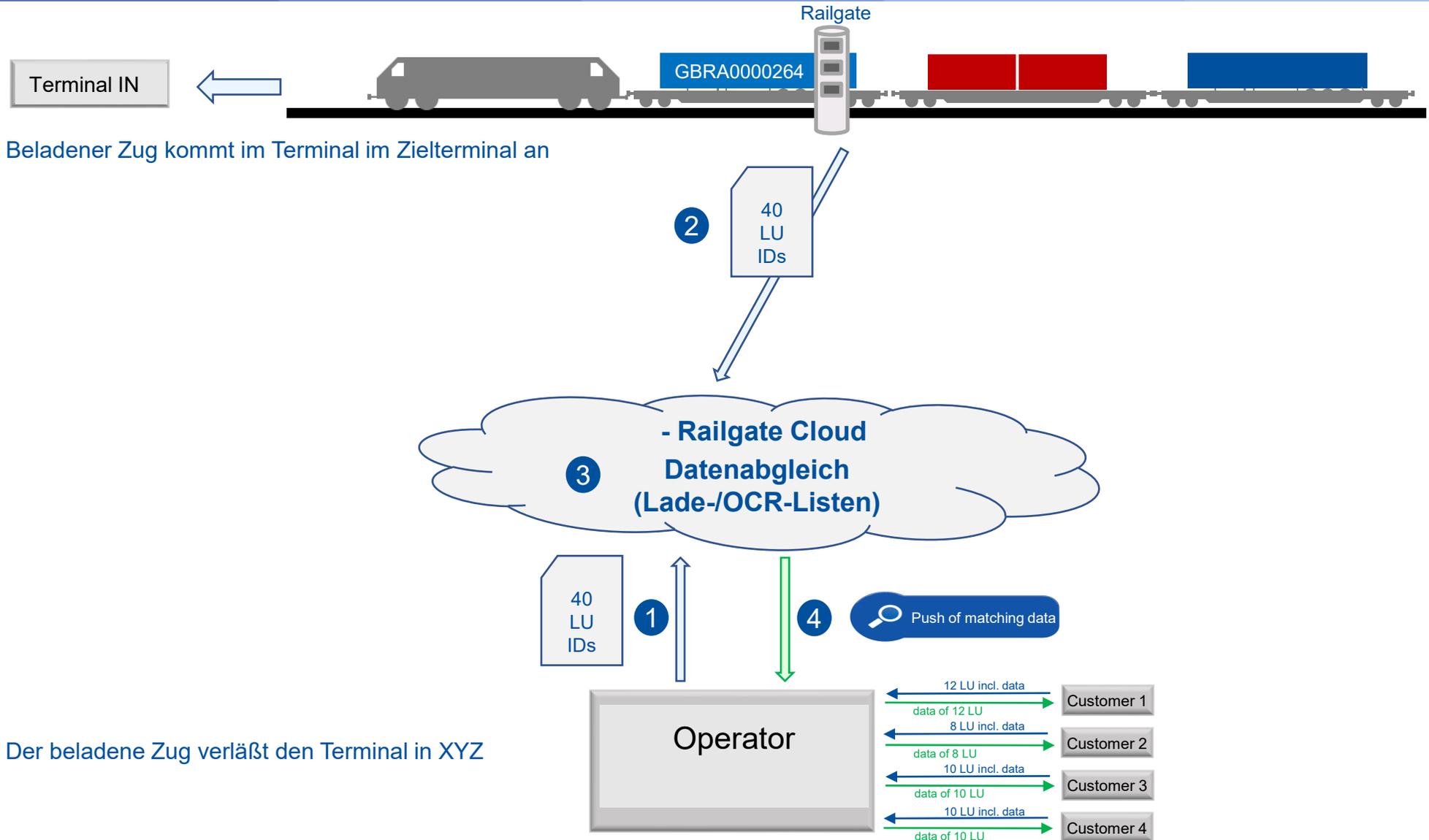
Logport 3	1	10734	23.05.2019	05:19 Uhr	05:21 Uhr	Einfahrt - normale Durchfahrt	41850	Trieste	104	496 m	13,07 km/h
Kommentar nach Gleis 86											
Logport 3	1	10732	23.05.2019	04:53 Uhr	04:54 Uhr	Ausfahrt - normale Durchfahrt			4	9 m	20,18 km/h
Kommentar											

Zugliste

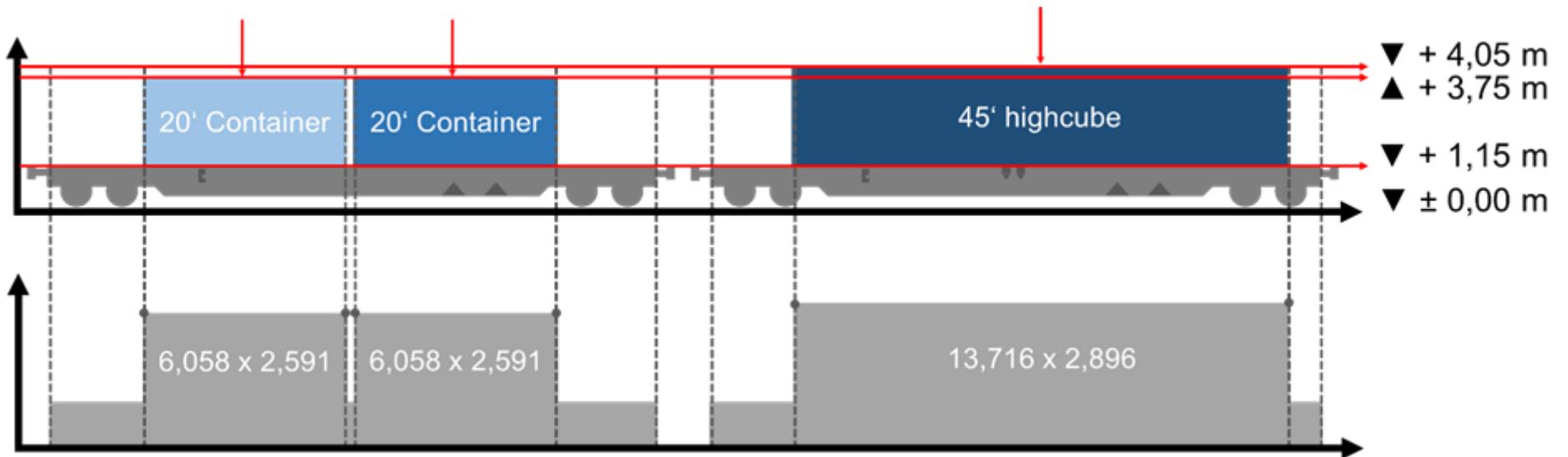
Durchfahrt	Standort	Gate ID	Beginn	Beginn	Ende	Ende	Zugnummer	Zugbezeichnung
10734	Logport 3	1	23.05.2019	05:19 Uhr	23.05.2019	05:21 Uhr	41850	Trieste
Anzahl Achsen	Geschwindigkeit	Länge	Richtung	Fehler	Richtung			
104	13,07 km/h	496 m	Einfahrt		Einfahrt - normale Durchfahrt			
Kommentar nach Gleis 86								
Zugspezifische Daten								
Waggon Nr.	UIC-Nr.	Container Nummer	Gefahrgut Nummer	Anzahl Achsen	Länge	Fehler	Pfad zum Bild	
1	378049520471			6	27,46		D:\NumberFinderServiceData\2019-05-23\05-19-26-407_FP_f1e03039-21be-4f11-bb0e-9c1b99bf17d7\5184e413-465d-410a-97e1-43a1f27fd8ac\10_2019-05-23_05-19-29-676.jpg	
		GBRA0000264						
2	338849610948			6	27,46		D:\NumberFinderServiceData\2019-05-23\05-19-26-407_FP_f1e03039-21be-4f11-bb0e-9c1b99bf17d7\93eca00f-ada9-4df1-8a1f-48614c9eba8d\10_2019-05-23_05-19-36-106.jpg	
		SVDA2000379						
3	336849541436			6	27,46		D:\NumberFinderServiceData\2019-05-23\05-19-26-407_FP_f1e03039-21be-4f11-bb0e-9c1b99bf17d7\4425155-7d62-435b-b19e-a4e48f2241b2\10_2019-05-23_05-19-42-606.jpg	
		SARB2000749						

Wagenliste

# Datenaustausch zwischen den Beteiligten an der supply chain

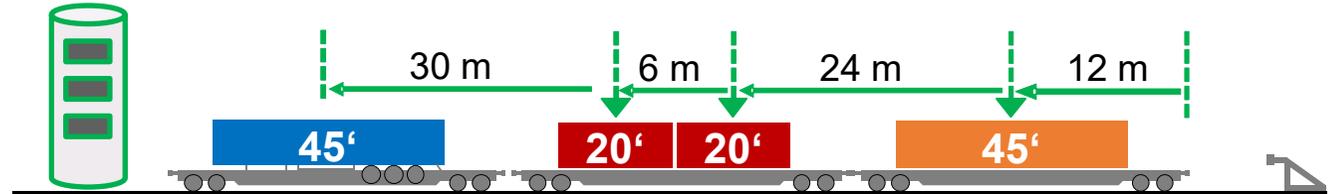


# Ermittlung der Mittelpunkte der Ladungseinheiten

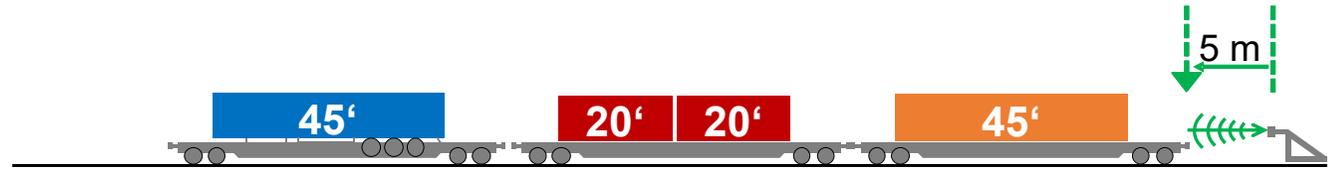


# Lokalisation der LU auf dem Zug und Optimierung der Be- und Entladung

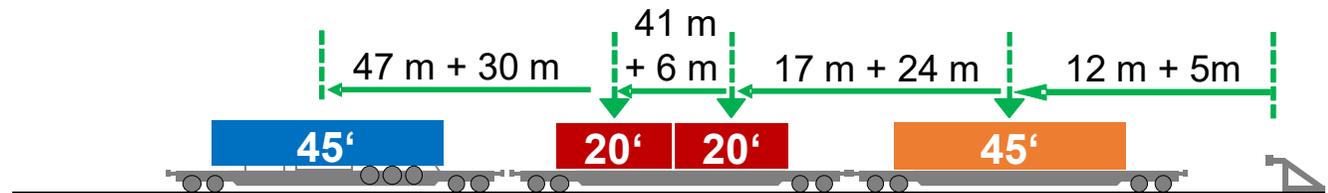
- Bei Durchfahrt durch das Rail-Gate erfassen 2 Lasersensoren den Mittelpunkt jeder LE und erzeugen eine Messkette



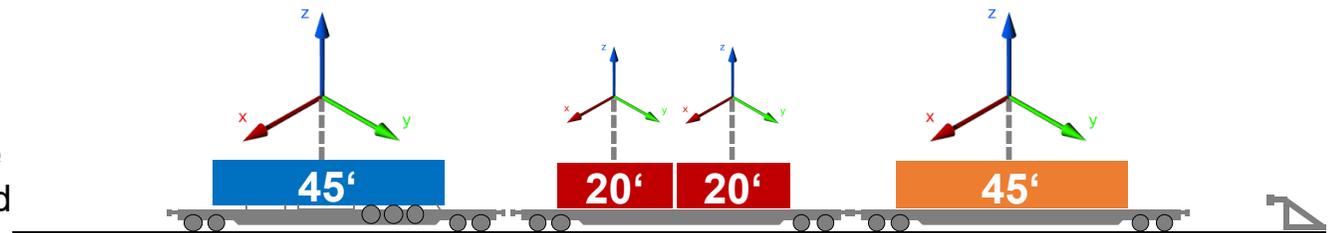
- Um einen Referenzpunkt zu definieren, wenn der Zug im Endgleis steht, misst ein Sensor den Abstand zwischen dem ersten Waggon und dem Puffer



- Dieser Abstandswert wird der Messkette hinzugefügt => nun ist der genaue Mittelpunkt jeder einzelnen GVE in Bezug auf die x-Achse des benutzten Gleises definiert



**TOS/CMS:** Der so ermittelte Mittelpunkt (= fehlende x-Koordinate) ermöglicht es dem TOS/CMS, präzise Fahraufträge zu generieren, basierend auf nun klar def. xyz-Koordinaten



# Automatisierung der Ladelisten

- 1. Schritt: Ermittlung eines Ladeplanes auf Basis eines Tetris- Algorithmus / ohne Änderung der Waggonkonfigurationen (in Vorbereitung)
- 2. Schritt: Schrittweise Verbesserung des Stauplans mit Hilfe von Heuristiken (lokale Suche)
- Wiederholte Verbesserungsschritte innerhalb eines frei definierbaren Zeitraums
- 3. Schritt : finale Berücksichtigung des tatsächlichen Gewichtes des LU ggf. Neuberechnung der Ladelisten zur Einhaltung der zulässigen Achslasten

## Incoming (de-loaded) train: Basis for the scheme



## Valid basic solution: A lot of available slots



### 1. local search



### 2. local search



### 3. local search



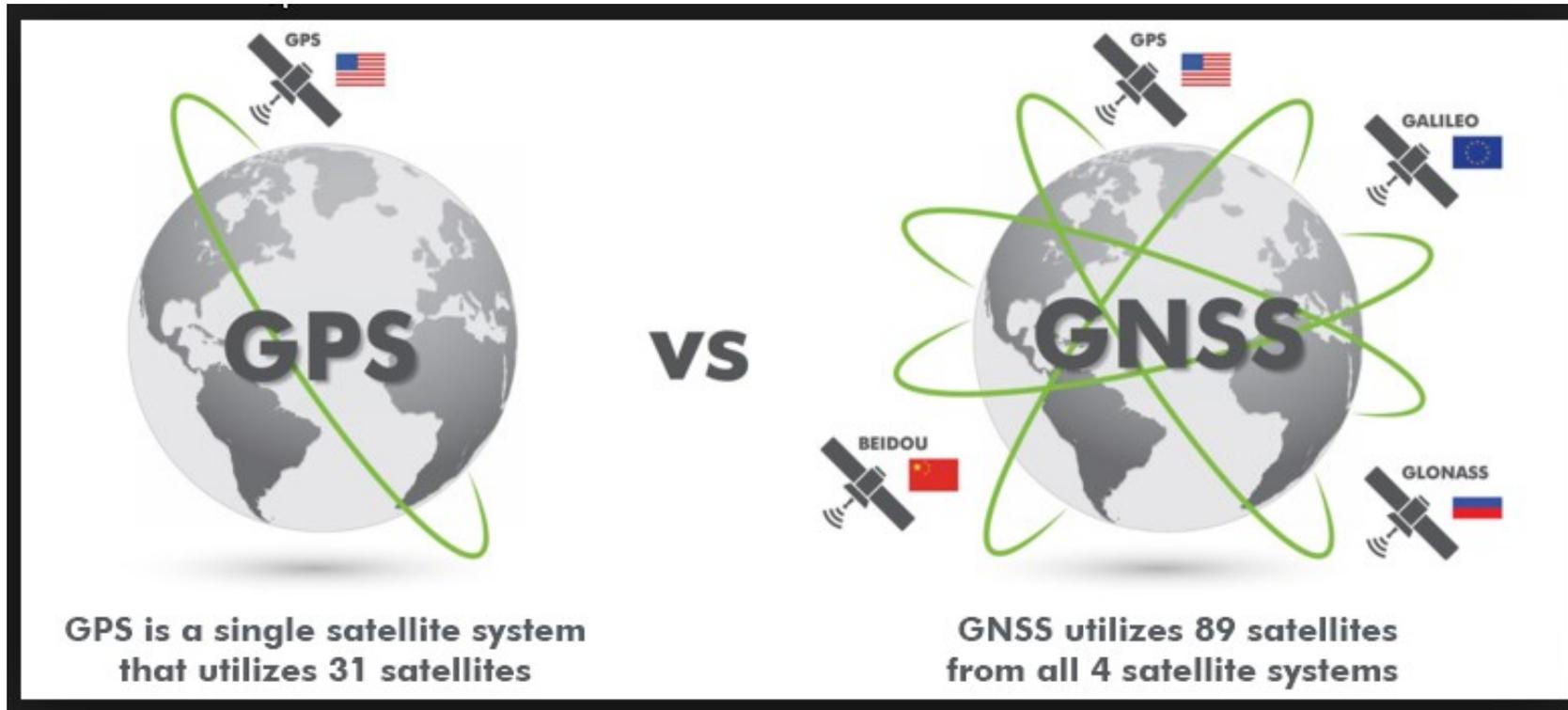
- Realität: Mehrere tausend Durchläufe mit schrittweiser Annäherung an das Optimum (aktuell ca. % Minuten)

# Schritte zur Optimierung der Positionsermittlung

- Neu- und Repositionierung von GPS-Sensoren:
  - Terminal Traktor: vom vorderen Fahrgestell zur Mitte des Königszapfens
  - Reach Stacker: vom Kontergewicht zum Spreader
  - RMG :ebenfalls Installation auf dem Spreader
  - Vorteil: Gemeinsame Datenbasis
  - bisheriger Nachteil: Die Genauigkeit des Krans wird von  $\pm 1-2$  cm auf  $\pm 30-50$  cm reduziert
  - Zugleich : Hohe G-Kräfte auf die Sensoren der Spreader der RMG
- Entwicklung eines soft – landing – systems für seilgeführte spreader der RMG / CMS
  - Installation fester Referenzstationen innerhalb des GNSS – Systems zur Erfassung der aktuellen Abweichungen des GPS-Signals jedes einzelnen Endgeräts in Echtzeit und übermitteln die mathematisch korrigierten Daten zurück an das Gerät
  - Gesamtgenauigkeit  $\pm 3-5$  cm,

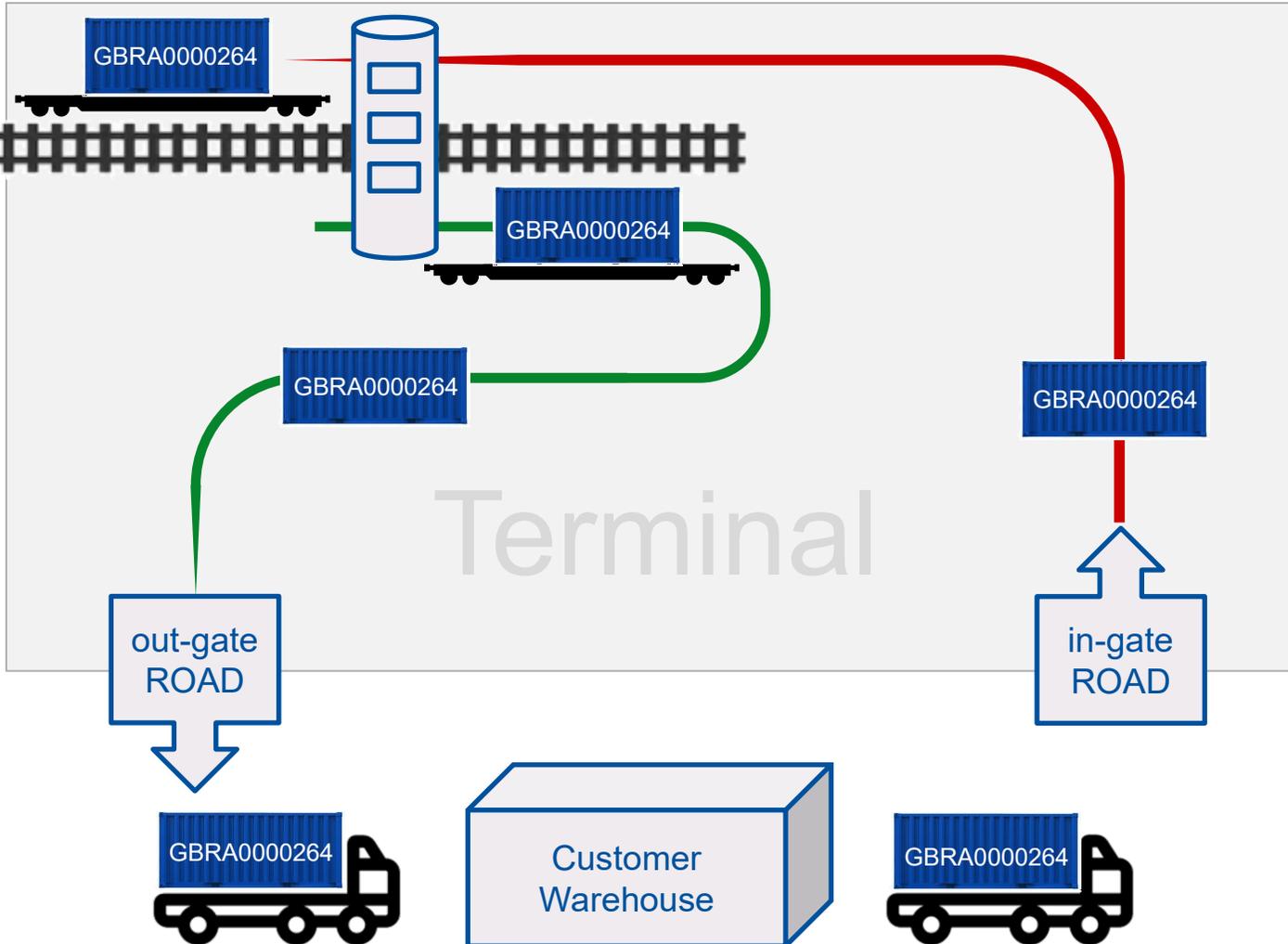


# Schritte zur Optimierung der Positionsermittlung

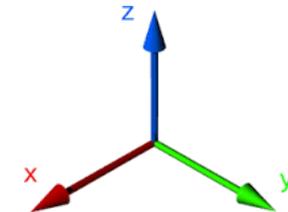


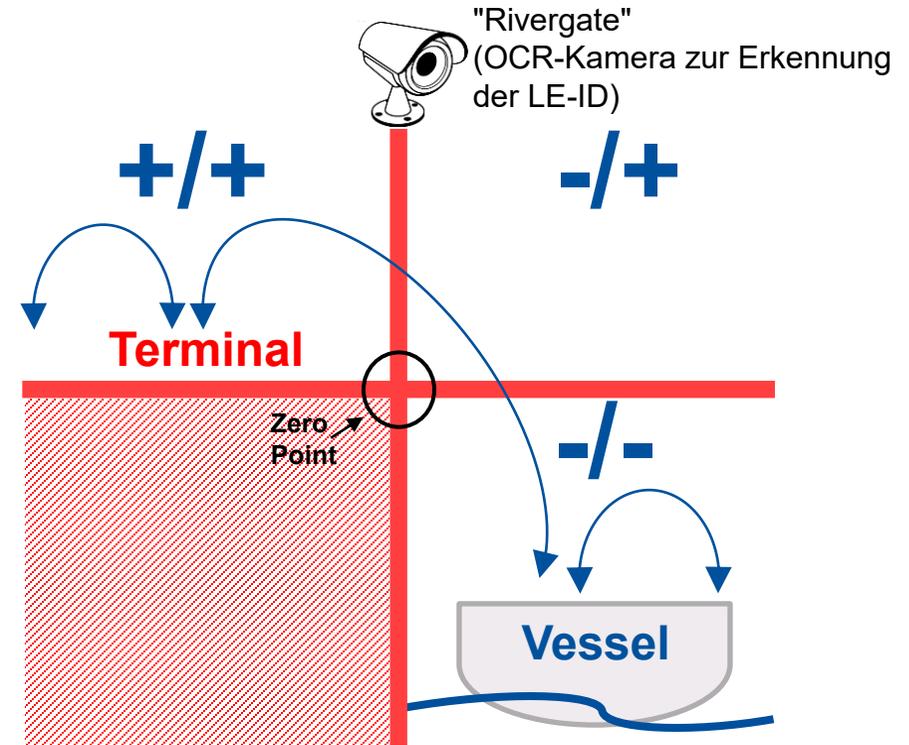
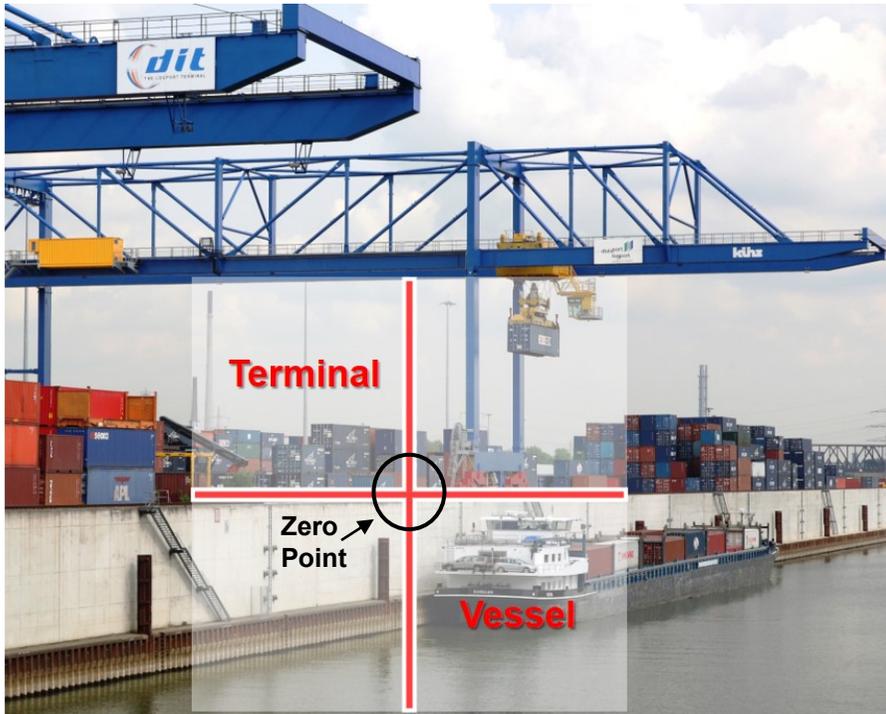
# Positionsbestimmung auf dem Terminal (zukünftig)

in/out-gate  
RAIL



Mit dem GNSS-System ist es möglich, die Position des Behälters auf dem Terminal als GPS-Koordinaten (xyz) zu bestimmen.



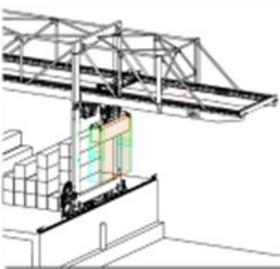
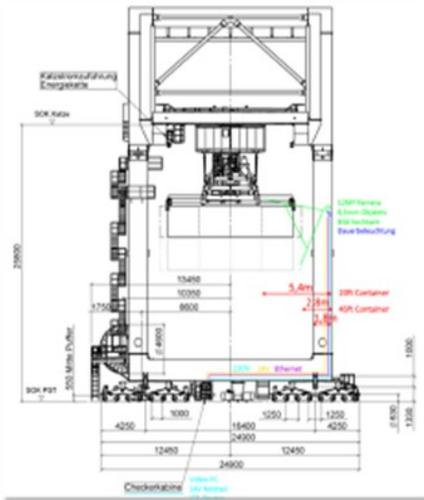


Damit ist es möglich, die Bewegungsrichtung jeder LU in einem trimodalen Terminal zu identifizieren, d.h.

- vom Schiff zum ground v.v.
- Umstauer im Schiff
- von der Schiene zum Stack v.v.
- vom LKW zum Stack v.v.

von ⇨ nach	Bewegungsrichtung
+/+ ⇨ +/+	Umstau der LE auf dem Terminal
-/- ⇨ +/+	Entladen der LE vom Schiff
+/+ ⇨ -/-	Laden der LE auf das Schiff
-/- ⇨ -/-	Umstau der LE auf dem Schiff

# River- Gate: systematischer Aufbau

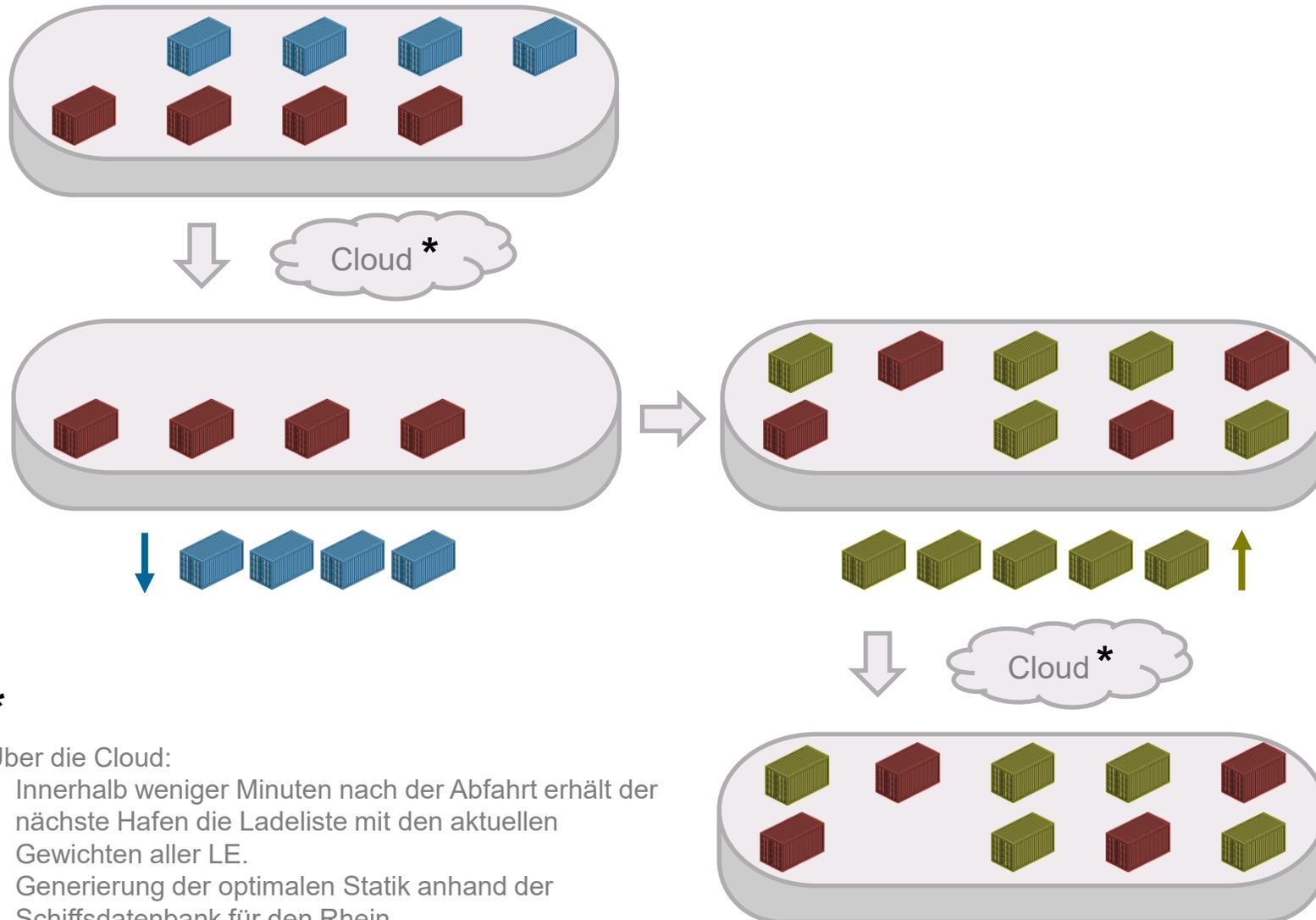


31.05.2021 - ExCam

Anordnung der Kameras am Kran sowie Bilder zur Veranschaulichung



# Optimierung des wasserseitigen Umschlages



## RTM

- Verladung von:
- 4 LE für Duisburg (blau)
- 4 LE für Mannheim (rot)

## DU

- Entladung von:
  - 4 LE für Duisburg (blau)
- Umstau für optimierte Statik
- Verladung von:
  - 5 LE für Mannheim (gelb)

## MA

\*

Über die Cloud:

- Innerhalb weniger Minuten nach der Abfahrt erhält der nächste Hafen die Ladeliste mit den aktuellen Gewichten aller LE.
- Generierung der optimalen Statik anhand der Schiffsdatenbank für den Rhein

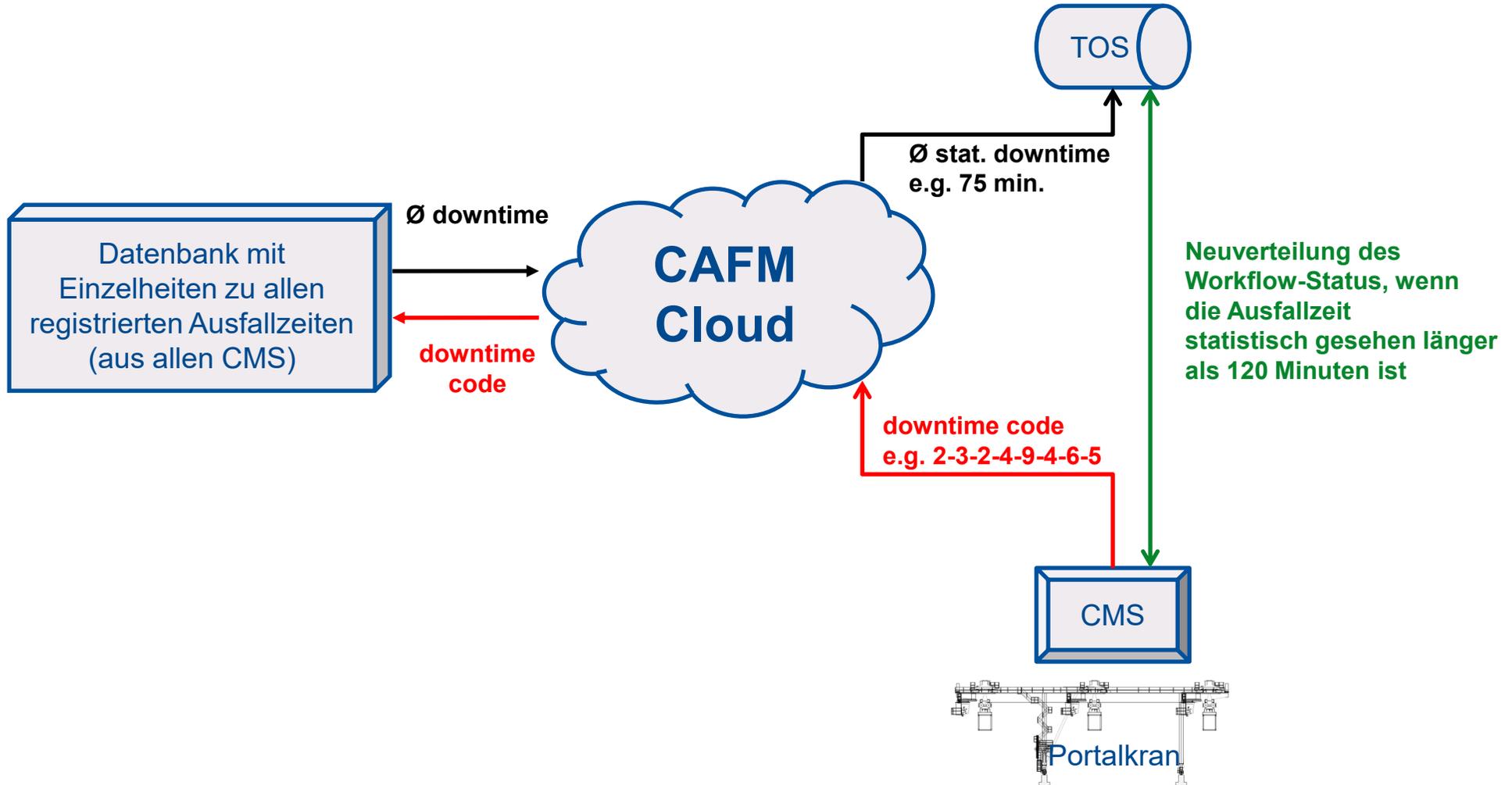
# Effizienzsteigerung durch die Reduzierung von „downtime“ des Krans

## Optimierung des Kranmanagementsystems (CMS)

- Bisher schreiben Terminals eine up-time für neue Krananlagen von > 95% aus
  - 5% down-time
  - bei 24/7 und 8.736 h/a: 436 h/a down-time (entspricht ca. 18 d/a)
- Aktuell bei duisport (nach Implementierung des neuen CMS): durchschnittlich 152 h/a down-time (Reduzierung 65%)
  - Zusätzliche Kranverfügbarkeit von 284 h/a
  - Kapazitätsgewinn von ca. 4.200 moves/a (bei 15 moves/h)



# Kommunikation zwischen TOS und CMS



# Verwiegung der Ladeeinheiten

- Seit dem 1. Juli 2016 schreibt die neue IMO-Vorschrift vor, das in den Ladepapieren angegebene Gesamtgewicht eines Containers zu kontrollieren und zu überprüfen.
- Alle von den Spreader-Lieferanten angebotenen Lösungen zur Nachrüstung waren auf den Containerumschlag ausgerichtet, nicht aber auf den Trailerumschlag.:

load cell  
installed in twistlocks  
⇒ for containers only



loading pin  
installed in spreader headblock  
⇒ applicable to containers  
and trailers

# Energieeffizienz durch die Berücksichtigung von Windeinflüssen

- Automatische Ausrichtung des Containers am RMG in Abhängigkeit von der Windrichtung
- Reduzierung der Windangriffsfläche der Ladeeinheiten
- Energieeinsparung je Portalkran: ca. 50.000 kWh/Jahr
- Für den gesamten Duisburger Hafen (ca. 40 Portalkräne) ergibt dies eine jährliche Reduzierung der Energie um bis zu 2 GWh.

→ Kosteneinsparung: ca. 400 T€ / Jahr

→ CO2-Einsparung: ca. 732 t CO2 \* / Jahr

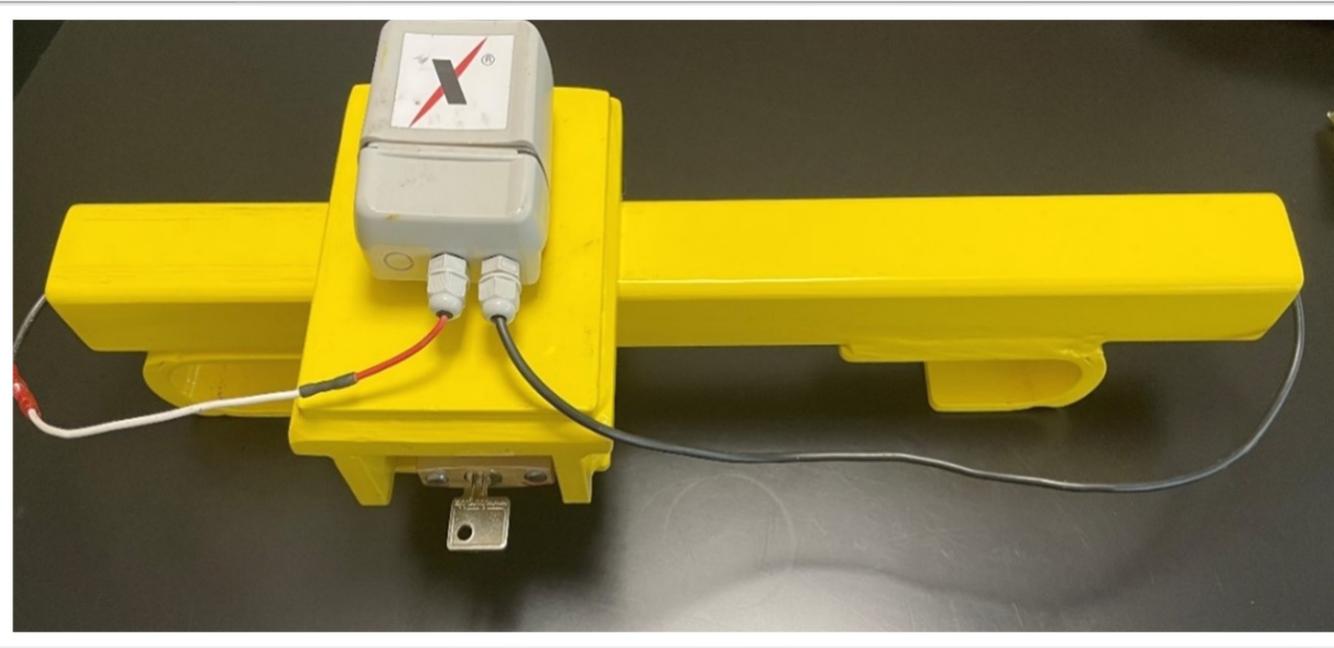
Kranstandort	Windstärke m/Sekunde 0 - 25 m/Sek.	Windrichtung Grad
DU-HB-1	6,8	181
DU-HB-2	7,9	0
DU-RH-1	8,3	0
DU-RH-2	6	0
DU-RRT-1	8,3	0
DU-RRT-2	8,4	0



Alarm as of 20m/sec  
(max. permitted wind speed)

\* durchschnittlicher Strommix in Deutschland im Jahr 2020: 366 Gramm/ kwh

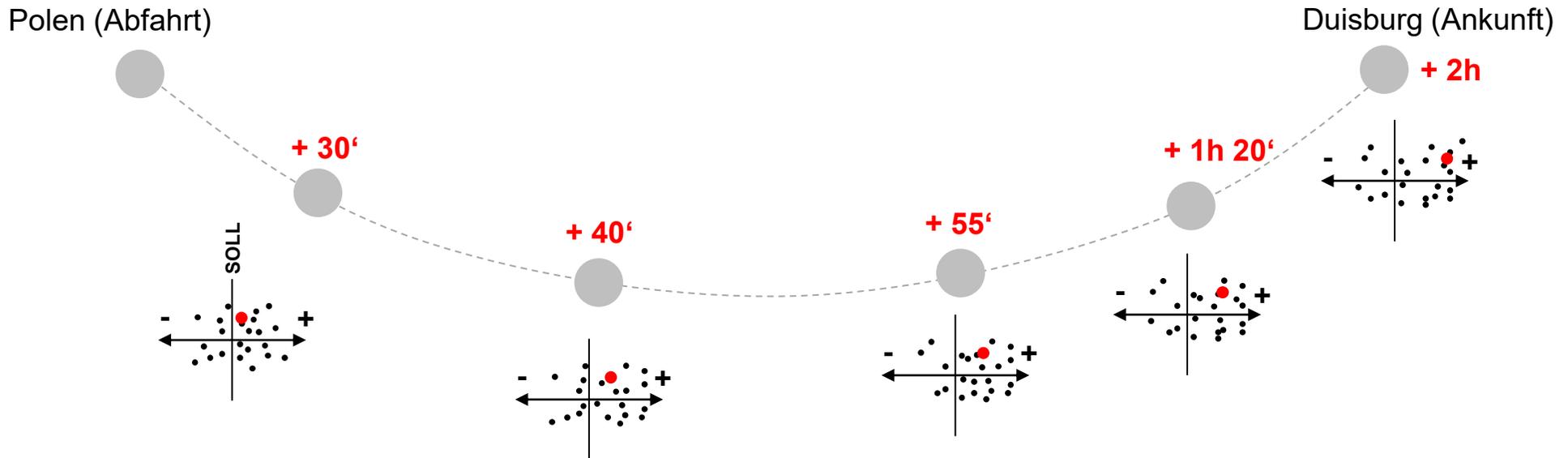
# Containerschloss (Testversion) mit GPS / GNSS - Tracker



GPS – Tracker incl. Beschleunigungs- und Neigungssensoren sendet alle 15 Minuten ein Signal über den Standort sowie über ungewöhnliche Ereignisse wie Stöß aus Kupplungsvorgängen . Bei längeren Stillständen Meldung des Fahrtunterbrechung

# Effizienzsteigerung in den Terminals durch verbesserte ETA-Prognosen / slot –time – management

## ETA-Ermittlung durch GPS / GNSS Tracking



- Optimierte Zugdisposition im Terminal durch zuverlässigere ETA
- Effizientere Nutzung der vorhandenen Gleis- und Umschlagkapazitäten im Terminal

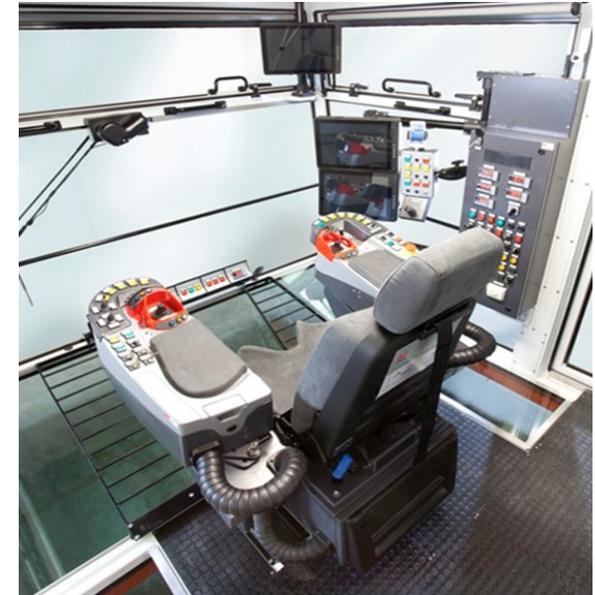
## 3D-Kransimulator

- Simulation individueller, realitätsgetreuer Terminalumgebungen
  - Einstellung von unterschiedlichen Umweltbedingungen (Tag/Nacht, Regen, Schnee, Nebel, Wellengang Sturm,...)
  - Schulung von Extremereignissen
  - Online-Anbindung auf jeden Kran eines „echten“ Terminals möglich
- Verbesserung der Umschlagstätigkeit
- Verringerung der Schulungszeit auf dem realen Kran
- Reduzierung vermeidbarer Schäden



## Optimierung Ergonomie der Kransitze und der Kanzel

- verbesserte Ergonomie zur Vermeidung von Haltungsschäden
  - Individuelle Einstellungen für jeden Kranfahrer
  - Speicherung der individuellen Einstellungen im CMS
  - Kabine fährt bei Umschaltung
- 
- Höhere Mitarbeiterzufriedenheit
  - Vermeidung langfristiger Erkrankungen
  - Reduzierung von Ausfallzeiten



***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!***

**Prof. Dipl.-Ing. Thomas Schlipköther**

Mitglied des Vorstands der Duisburger Hafen AG

**Duisburger Hafen AG**

Hafennummer 3650

Alte Ruhrorter Straße 42 – 52

47119 Duisburg

Telefon: +49 203 803 4210

[thomas.schlipkoether@duisport.de](mailto:thomas.schlipkoether@duisport.de)

[www.duisport.de](http://www.duisport.de)

