

# Der Güterwagen 4.0 als Beitrag zur Verkehrswende

Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning

FH Aachen

3. EBA-Fachtagung Eisenbahnrecht und Technik, 15. März 2022

# Gliederung

- 1 Schienengüterverkehr heute
- 2 Zielszenario
- 3 Migration
- 4 Zusammenfassung

# Schienengüterverkehr als Problemlöser gefragt wie nie

Corona-Hamsterkäufe

## Aldi holt Pasta mit Sonderzügen aus Italien

Mehr als 75.000 Pakete Penne, eine Viertelmillion Pakete Spaghetti: Weil sich Menschen in Deutschland derzeit verstärkt mit Nudeln eindecken, importiert Aldi die Ware nun per Zug aus Italien.

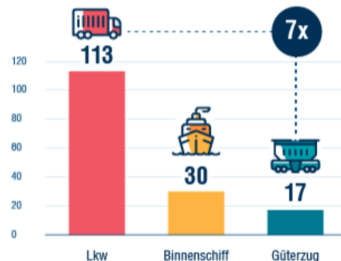
02.04.2020, 15.22 Uhr



©spiegel.de



Treibhausgase  
in Gramm pro Tonnenkilometer  
2019



- Viele Gründe: „Weg vom Öl“, CO<sub>2</sub>-Emission, Fahrermangel, Flächenverbrauch
- SGV ist durchaus erfolgreich: 77 Mrd tkm (1999) ⇒ 132 Mrd tkm (2019)
- Aber: Modalsplit-Anteil (bis jetzt) mit 19 % weitgehend konstant
- Welchen Einfluss wird Energiewende haben?

## Auch das ist das Bild des SGV heute



- Ausgesetzt
- Verstolpert
- Verstaubt

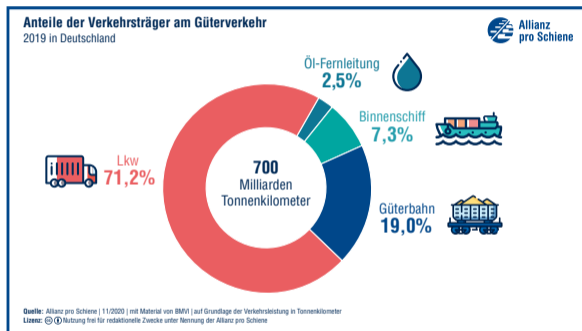
Boppard Hbf, 04.08. - 11.08.2021 - ?

München-Riem, 28.04. - 02.05.2018

Europa, 1840 - ?



# 25% Modalsplit für den Klimaschutz



Entspricht Verdoppelung der Verkehrsleistung! Wie soll das gehen?

# Beiträge zum leistungsstarken, „intelligenten“ Schienengüterverkehr

## ● Im Hauptlauf

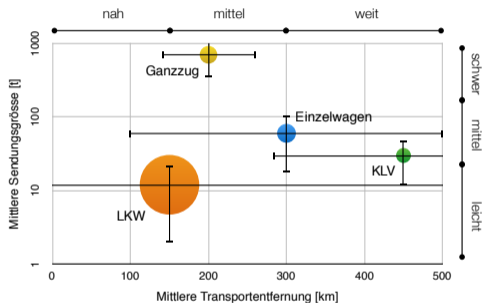
- Infrastruktur Aus- und Neubau
- ETCS-Korridore (Prio: Level 2!)
- Deutschlandtakt vs. Güterzugtrassen
- 740m-Netz, Profil
- Geschwindigkeits-Harmonisierung

## ● Beim Sammeln und Verteilen

- Zugvorbereitung

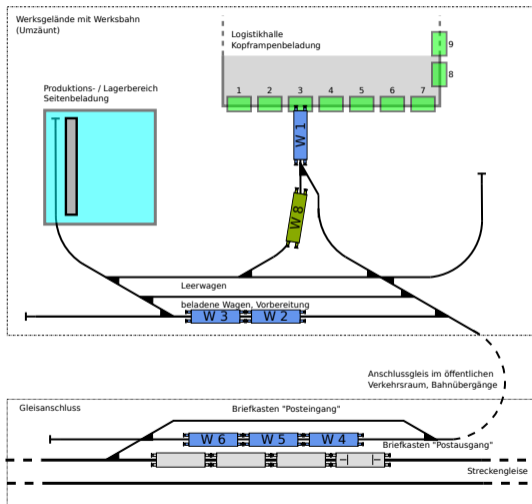
## ● Im Anschluss

- Automatisierung
- Einbindung LST



Der EWW passt zu den  
Wachstumssegmenten des GV

# Innovative Gleisanschlusslogistik mit angetriebenen Güterwagen



© FH Aachen

- Durchgängigkeit
- Selbstorganisation
- Briefkastenbedienung

Bedienung „zwischen  
S-Bahn-Takten“

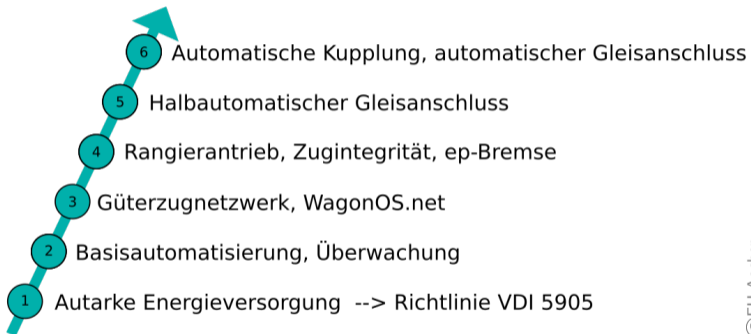
# „Briefkasten“-Bedienung eines Gleisanschlusses

- Zugfahrt zum / vom Anschluss
- Strecke bleibt „belegt“
- Kein Zurücksetzen / Verlassen des Fahrdrachts
- Halbautomatische Bedienung
- Vollautomatische Bedienung mit DAK



<https://www.youtube.com/watch?v=5z-ypfzIMu8>

# Migrationspfad



©FH Aachen

# Fokus: Autarke Stromversorgung

## Totschlagargumente:

- „DAK Stufe 4 kommt sowieso, wozu in Generator investieren?“
- „Ein Wagen mit Generator kann nicht normal behandelt werden“
- „Generatoren sind teuer und unzuverlässig“

## Alles heute richtig, aber ...

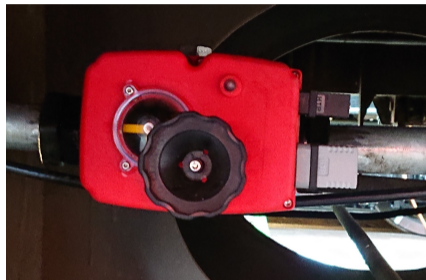
- Erst bei Vollausstattung ist Stromversorgung durch AK gesichert
- Keine ungeplanten Ausfälle mehr durch Condition Monitoring (CM)
- $p_{gen} = 98\%$  , 40 Wagen  
 $\Rightarrow p_{kupp} = \sqrt[n]{p_{gen}} = 99.95\%$   
 Realistisch?

Leitung des VDI 5905 „Schnittstellen aktiver, kooperierender Güterwagen - Stromversorgung“ als Teil des laufenden Förderprojekts „Güterwagen 4.0“

# Fokus: Basisautomatisierung, Aktorik, Sensorik

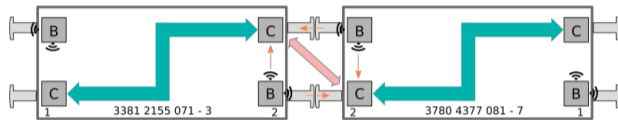


- COTS-Technik
- Zugschlussignal
- Achsdeckelgenerator
- El. Feststellbremse



- G/P-Stellungswechs.
- Luftabsperrhähne
- Druck-Messungen
- CM-Sensorik

# Fokus: Train Control Network, Gruppenbedienung, Zugbildung



- Ethernet zwischen Wagenenden
- 5GHz Wifi auf Line-of-Sight
- Keine „Zugtaufe“ notwendig durch global gültige IPv6-Adressen

Beispiel: IPv6-Adresse des Controllers linker Wagen oben?

$\underbrace{fd78:3214:6290:d772:}_{\text{globaler Header}}$ 
 $\underbrace{2b:}_{\text{Ende 2, Seite B}}$ 
 $\underbrace{3381 : 2155 : 0710}_{\text{NVR-Nummer}}$



# Fokus: Automatisierte Bremsprobe

country	inv. body	total accidents	brake system related
DE	BEU	208	4
UK	RAIB	259	5
US	NTSB	165	2

Quelle: Pfaff, R.; Enning, M.; Sutter, S.: A risk-based approach to automatic brake tests for rail freight service. Eurobrake Online-Conference, May, 17-19 th, 2022.

## Detailauswertung DE

- 2 Unfälle aufgrund geschlossener Luftabsperrhähne in Zugmitte
- 2 Unfälle aufgrund nicht entfernter Hemmschuhe

*„Mittel- und langfristig sollten technische Einrichtungen zur sicheren Durchführung von Bremsproben im europaweiten Güterverkehr zur Minimierung der menschlichen Fehlerrate zum Einsatz kommen.“ (BEU 2013, Bericht Gladbeck-West)*

## Bremsprobe des Güterwagen 4.0 (Konzept)

**Alle** erfassten Unfälle wären **vermeidbar** gewesen durch

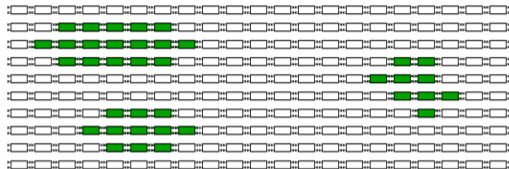
- Vermeidung des Einsatzes von Hemmschuhen  $\Rightarrow$  **Elektromech. Feststellbremse**
- Technische Prüfung der HL  $\Rightarrow$  **Sensorgestützte Bremsprobe**

Bremsprobenkonzept des Güterwagen 4.0 beinhaltet

- Positionsrückmeldung: Bremszylinder in Endlage „gelöst“
- Positionsrückmeldungen für G/P-Wechsler und Luftabsperrhähne
- Modellgestützte Plausibilitätsprüfungen mit dynam. HL- und c-Druck-Messungen
- Potenzial zur permanenten Prüfung während der Fahrt

These: „Gleiche Sicherheit“ ohne Kontrolle des Anlegens der Beläge  
Welche SIL-Stufe braucht eigentlich die Automatisierte Bremsprobe?

## Strategie zur Ausbreitung von Güterwagen 4.0



- Fokussierung auf hoch produktive Verkehre mit geschlossenen Wagenparks
- Beispiele: Flotten von Neuwagentransportwagen, Flotten von KV-Wagen
- Im Hauptlauf als Ganzzüge. Zugbildung im Werksgelände / im Hafen
- Wagengruppen im Einzelwagenverkehr. Nutzen durch Mehrwert an der Ladestelle
- Zusammenwachsen der Inselsysteme

# Zusammenfassung und Wünsche

## Güterwagen 4.0 ...

- ➊ ... helfen bei der **Zugvorbereitung** durch Einstellung und Prüfung der Bremse  
⇒ Technische Wagenbehandlung und Wayside Train Monitoring einbeziehen!
- ➋ ... und DAK ergänzen sich zum Zielszenario **Autonomer Gleisanschlussverkehr**  
⇒ Kostengünstige Einbindung der Anschlüsse entwickeln!
- ➌ ... sind keine „Rocket-Science“, dadurch **optimales Kosten-/Nutzenverhältnis**  
⇒ Neue Geschäftsmodelle mit angepasster Nutzenallozierung!
- ➍ ... erkennen Schadzustände frühzeitig und erlauben **präventive Wartung**  
⇒ Anpassung Regelwerke und des AVV!
- ➎ ... eröffnen eine **Welt an neuen Möglichkeiten** für den SGV  
⇒ Abschaffung regulatorischer Innovationshemmnisse!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



„Neue Elektronik- und  
Kommunikationssysteme für den  
intelligenten, vernetzten Güterwagen –  
Güterwagen 4.0“  
Förderkennzeichen 16ES0852

Prof. Dr.-Ing. Manfred Enning  
FH Aachen  
European Center of Sustainable Mobility  
enning@fh-aachen.de  
<https://wagon40.com>

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung