



# „Erstellung eines Konzepts für die EU-weite Migration eines digitalen automatischen Kupplungssystems für den Schienengüterverkehr“

## Abschlusspräsentation am 29. Juni 2020 in Berlin

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)



## AP 1: Marktüberblick / Stand der Technik

- Umrüstbedarf Güterwagen /  
Triebfahrzeug, Kosten DAK,  
Nutzenpotenziale DAK
- Stand der Technik DAK
- Nationale und EU-weite  
rechtliche Rahmenbedingungen
- Standards bei der Strom- und  
Datenversorgung

## AP 2: Migrationskonzept

- Sektorweiter Einigungsprozess  
auf einen Kupplungstypen DAK
- Parallelbetrieb DAK/Schrauben-  
kupplung
- Organisationsmodell Roll-out
- Finanzierungs-/ Kosten-  
verteilungsmodell

## AP 3: Handlungsempfehlungen

- Roadmap Migration DAK
- Umsetzungshindernisse und  
Vorschläge zur Beseitigung der  
Hindernisse

**Laufzeit der Studie: Juni 2019 bis Juni 2020**

**Auftragnehmer:**

**Unterauftragnehmer:**





## Mehr als 50 Gespräche mit nationalen und internationalen Stakeholdern



- DG Move
- ERA
- Shift<sup>2</sup>Rail
- CER
- UIC
- UIP
- UIRR



- Mercitalia



- ZSSK Cargo



- CD Cargo



- Aspöck
- GATX
- ÖBB
- Rail Cargo Austria
- VPI Austria



- Trafikverket
- Dellner
- Green Cargo



- CAF



- PKP Cargo



- Faiveley Transport Schwab
- SBB Cargo
- VAP
- Wascosa



- Amsted Rail
- Miner



- AUTF
- Ermewa
- Fret SNCF
- LAF
- Touax
- Wabtec



- Grup Feroviar Roman



- |                       |                     |                |                    |
|-----------------------|---------------------|----------------|--------------------|
| ▪ BMVI                | ▪ DB System-technik | ▪ Knorr-Bremse | ▪ VDV              |
| ▪ EBA                 | ▪ DB AG             | ▪ MEV          | ▪ Voith            |
| ▪ Allianz pro Schiene | ▪ Waggonbau Niesky  | ▪ NEE          | ▪ VPI              |
| ▪ Axtone              | ▪ GATX Rail Germany | ▪ R. Bosch     | ▪ VTG              |
| ▪ BASF                |                     | ▪ Siemens      | ▪ Waggonbau Graaff |
| ▪ DB Cargo            |                     | ▪ VDI          |                    |

**Mehr als 700 Mio. to.  
Frachtvolumen  
und 380.000 Güterwagen**



**A**

**DAK als Baustein für die Digitalisierung und Automatisierung des SGV**

**B**

**Mengengerüst, Kosten- und Nutzenschätzung Migration DAK**

**C**

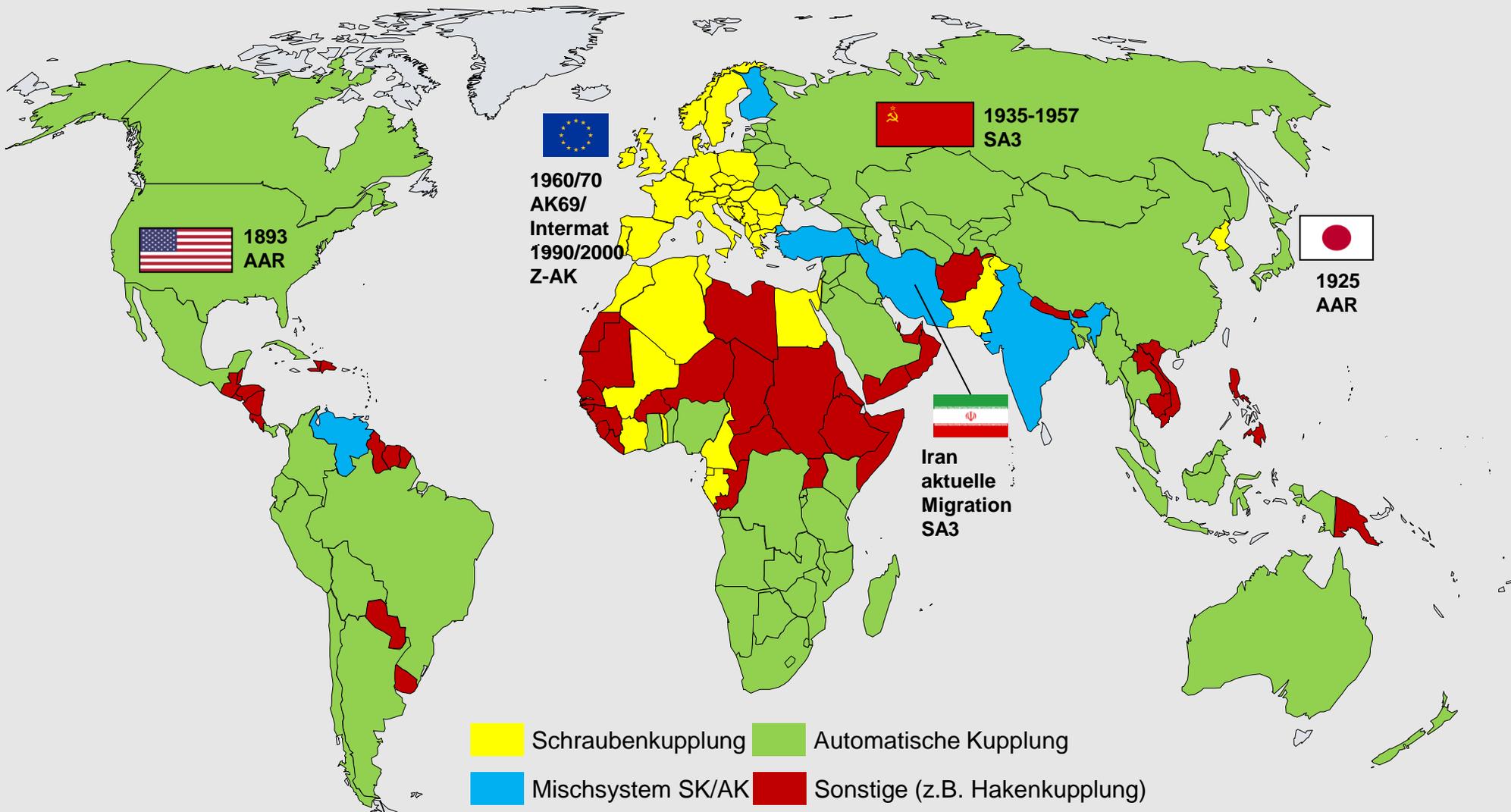
**Herausforderungen Migration DAK**

**D**

**Roadmap DAK**



# Automatische Kupplungen wurden seit Ende des 19. Jahrhunderts im SGV eingeführt – nur nicht in Europa





# Mittlerweile haben sich aber die Rahmen- bedingungen im SGV in Europa deutlich geändert...

## Frühes 20. Jahrhundert



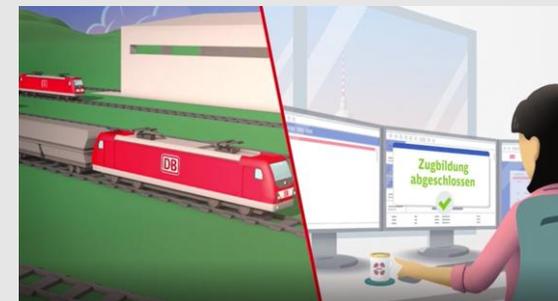
Automatische Kupplung (AK)  
zur Reduzierung von  
Rangierunfällen

## Spätes 20. Jahrhundert



AK zur Produktivitätssteigerung  
im Rangierbetrieb

## 21. Jahrhundert



Digitale Automatische Kupplung  
(DAK) als Voraussetzung zur  
Automatisierung und Digitalisierung  
des SGV in Europa

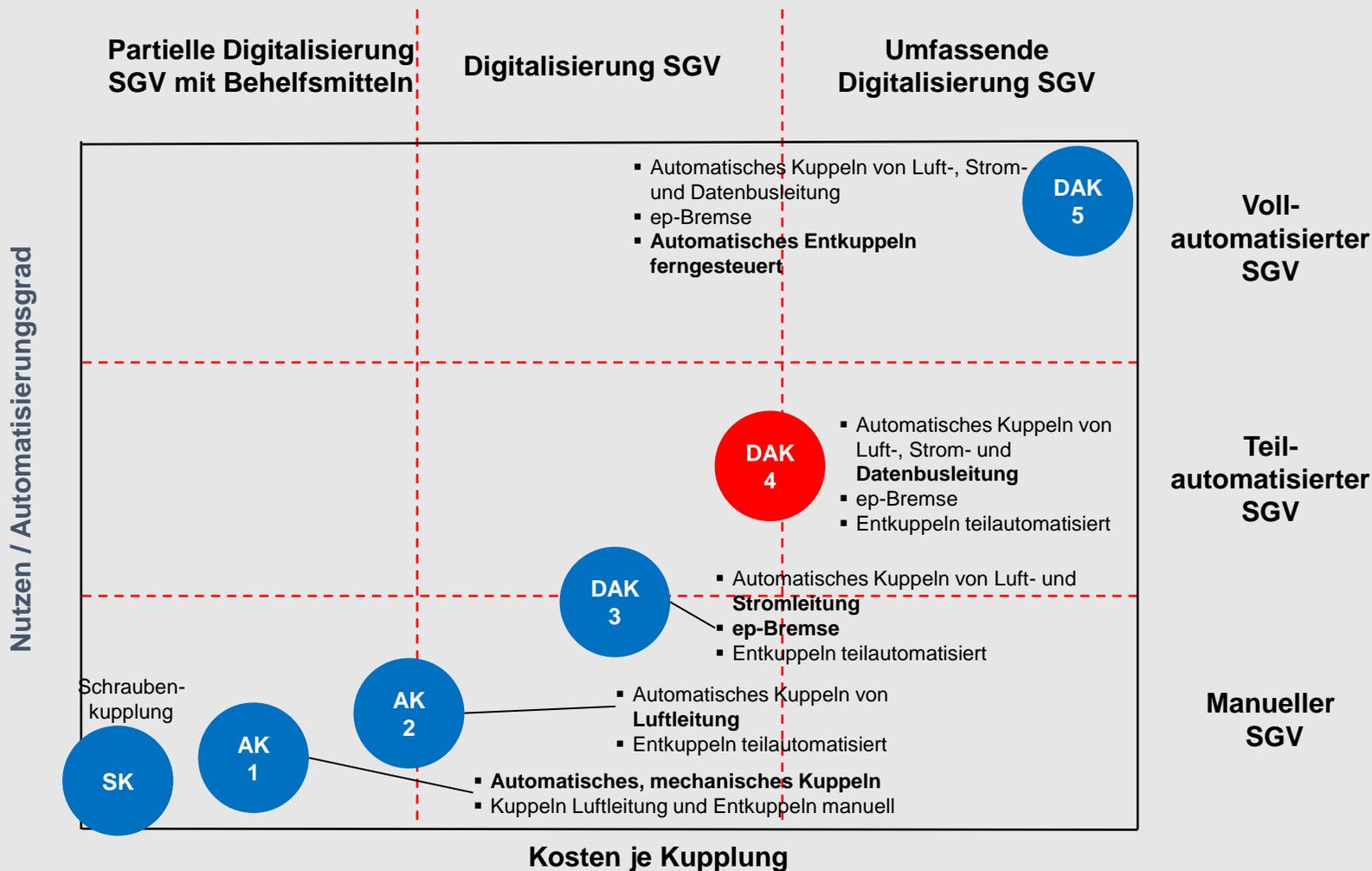
Mit zunehmender Digitalisierung und Automatisierung im Bahnbetrieb sind viele Anwendungen in Entwicklung, die es ermöglichen werden, die Attraktivität und Produktivität des Schienengüterverkehrs deutlich zu steigern.

Folgende Voraussetzungen müssen dafür erfüllt sein:





# Im Sektor SGV wird die Einführung einer Digitalen Automatischen Kupplung (DAK) Typ 4 verfolgt





# Die DAK für den SGV birgt große Potenziale insbesondere für EIU, EVU, Wagenhalter und Verloader



**Eisenbahninfrastruktur-  
unternehmen (EIU)**



**Eisenbahnverkehrs-  
unternehmen (EVU)**



**Wagenhalter**



**Verlader**

**Effizienz-  
steigerung**

Erhöhung Trassenkapazität durch längere, schwerere, schnellere Züge, Erhöhung Kapazität RBF

Reduzierung Rangieraufwand; längere, schwerere, schnellere Züge, Erhöhung Systemgeschwindigkeit

Reduzierung Instandhaltungsaufwand Radsätze/ Puffer

Höhere Zuladung je Wagen/Zug; Steigerung Attraktivität SGV zwecks Modal Shift

**Enabler-  
Funktion für  
Automatisierung  
SGV**

Zugintegritätsprüfung als Voraussetzung für ETCS-Level 3

Automatisierter Bahnbetrieb, z.B. autom. Bremsprobe, Wagenreihung, Überwachung Komponenten,...

Erhöhung Wagenverfügbarkeit durch Predictive Maintenance

Steigerung Attraktivität SGV durch Telematik und Automatisierung

**Sicherheit, Lärm,  
Energie**

Erhöhung Entgleisungssicherheit

Arbeitssicherheit Rangieren, Entgleisungssicherheit, Reduzierung Lärmemissionen

Erhöhung Entgleisungssicherheit, Reduzierung Lärmemissionen

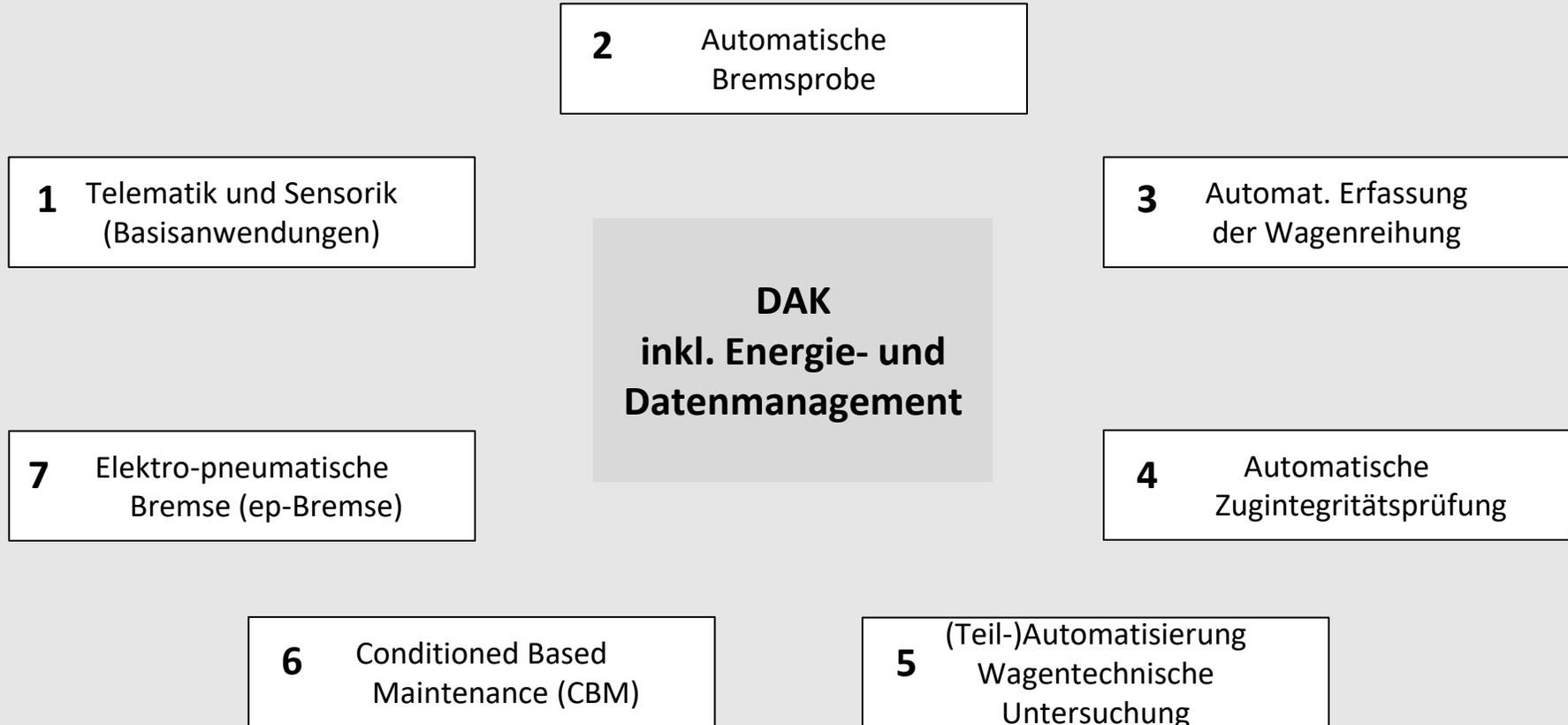
Arbeitssicherheit Rangieren im Gleisanschluss

**Insgesamt 28 Use Cases entwickelt.**



# DAK als Baustein für die Digitalisierung und Automatisierung des SGV

## Automatisierungs-Komponenten Intelligenter Güterzug – DAK als zentraler Baustein

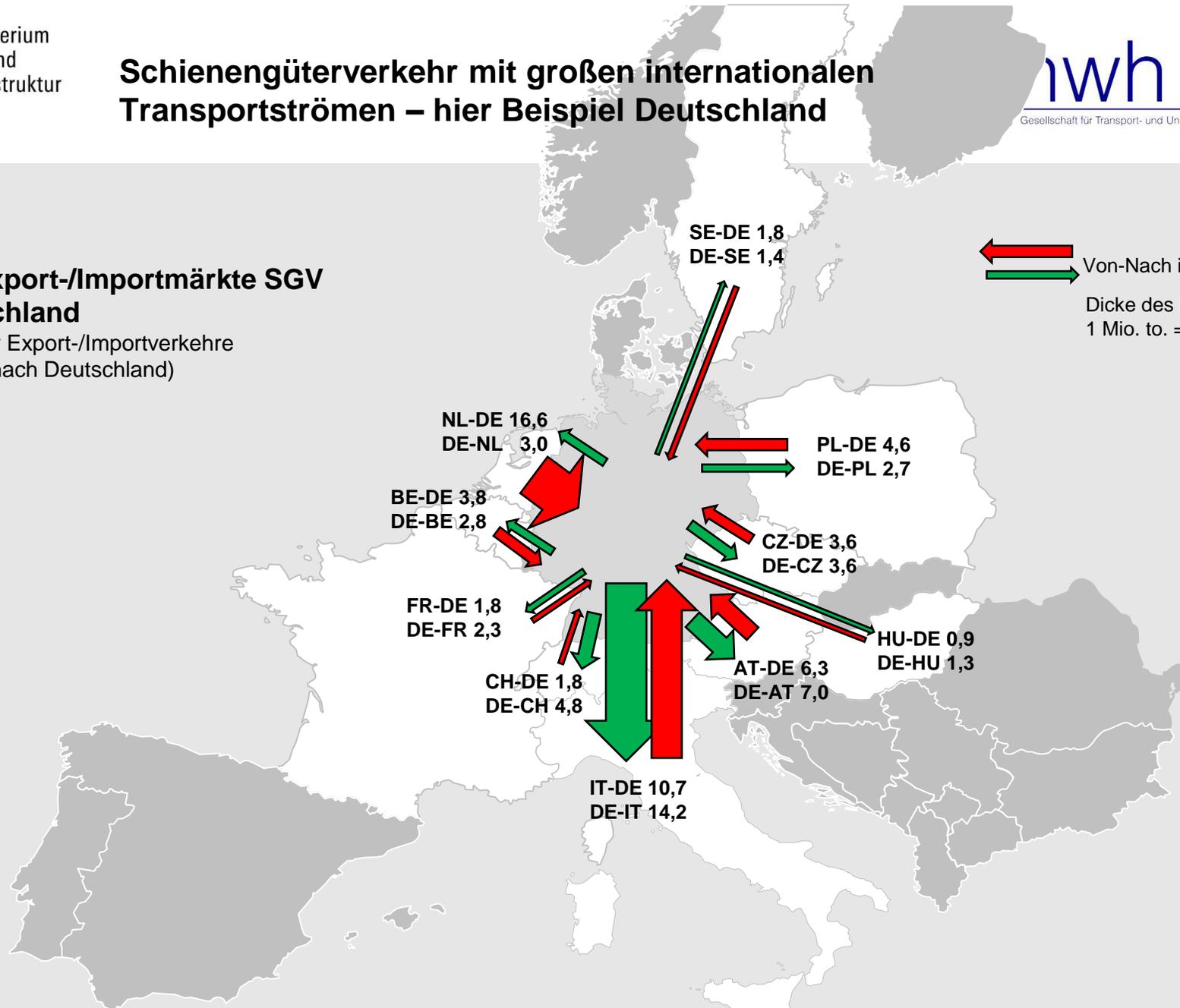




# Schienengüterverkehr mit großen internationalen Transportströmen – hier Beispiel Deutschland

## TOP 10 Export-/Importmärkte SGV für Deutschland

(ca. 94% aller Export-/Importverkehre  
im SGV von/nach Deutschland)



Von-Nach in Mio. to.  
  
 Dicke des Pfeils:  
 1 Mio. to. = 0,1cm

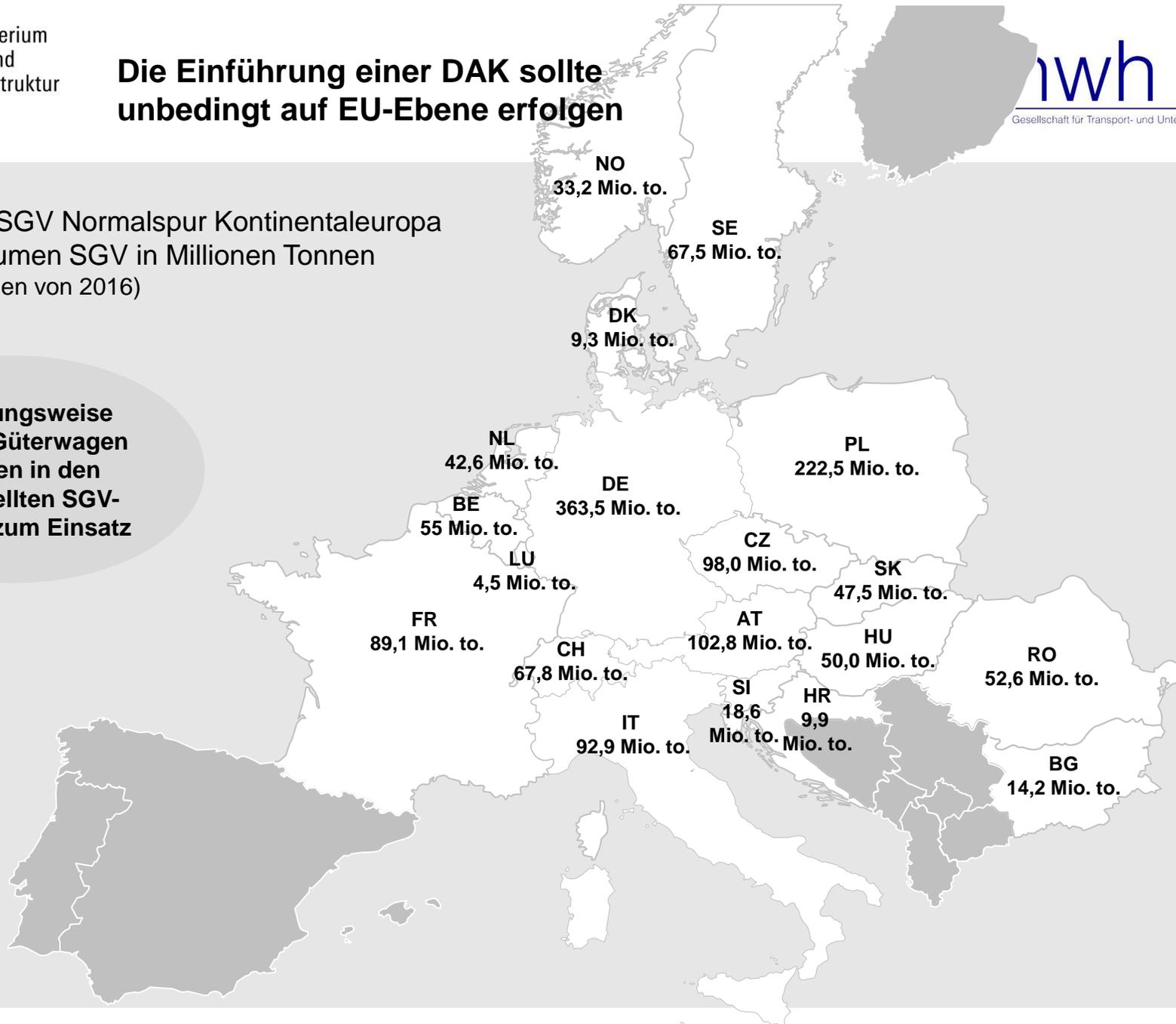
Quelle: destatis 2017



## Die Einführung einer DAK sollte unbedingt auf EU-Ebene erfolgen

TOP Märkte SGV Normalspur Kontinentaleuropa  
Transportvolumen SGV in Millionen Tonnen  
(Eurostat | Zahlen von 2016)

Schätzungsweise  
477.000 Güterwagen  
kommen in den  
dargestellten SGV-  
Märkten zum Einsatz





**A**

**DAK als Baustein für die Digitalisierung und Automatisierung des SGV**

**B**

**Mengengerüst, Kosten- und Nutzenschätzung Migration DAK**

**C**

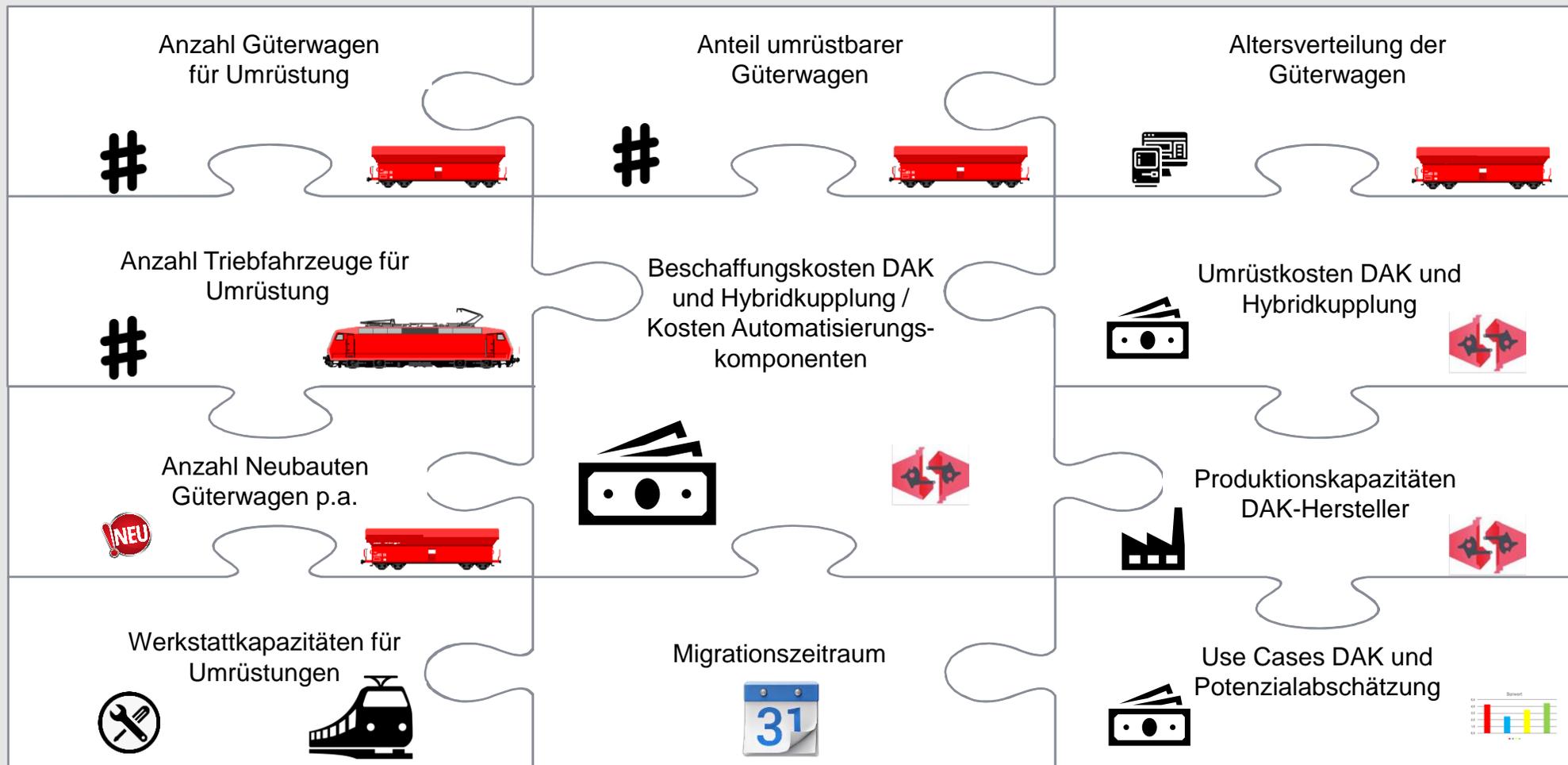
**Herausforderungen Migration DAK**

**D**

**Roadmap DAK**

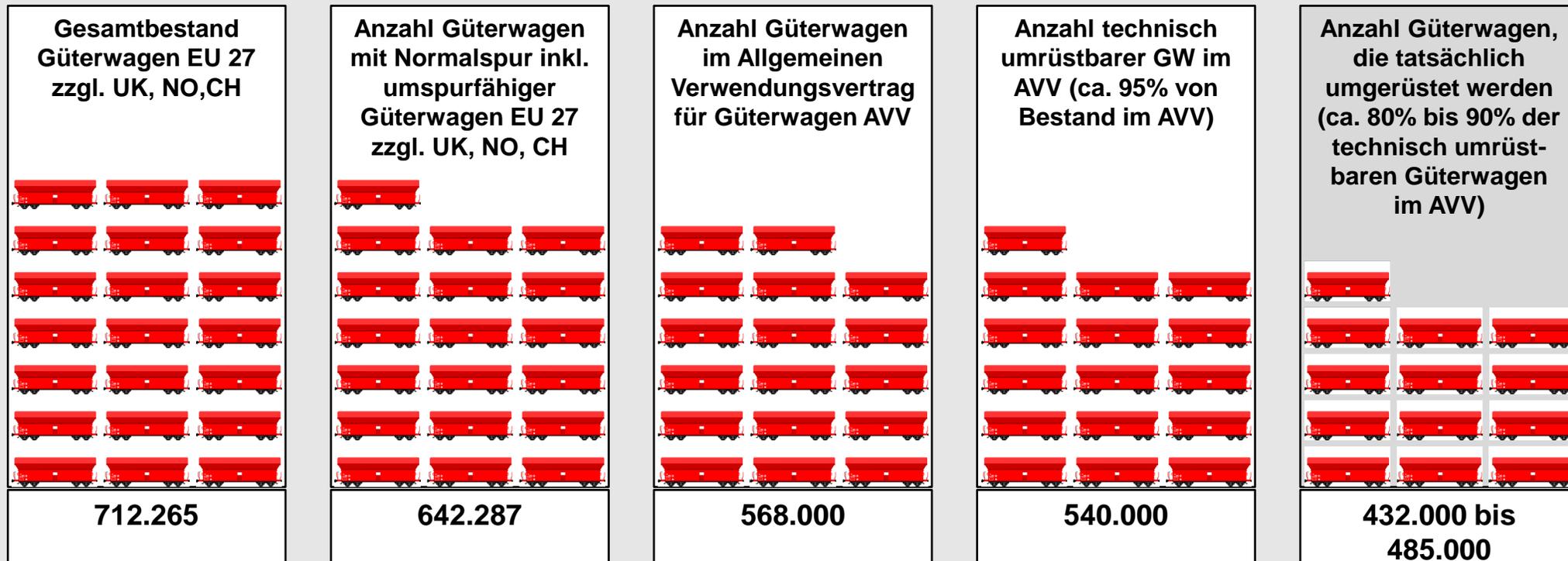


# Unter Nutzung folgender Parameter wurde eine Kosten-/ Nutzenabschätzung für die Migration einer DAK erstellt





## Bei einer Migration DAK in EU-27 zzgl. CH, NO, UK sollten zwischen 432.000 bis 485.000 Güterwagen ausgerüstet werden



Zusätzlich sollten ca. 17.000 Triebfahrzeuge mit DAK-Hybridkupplungen ausgerüstet werden.



## Beschaffungskosten für eine DAK können aktuell nur abgeschätzt werden – Marktpreise noch nicht verfügbar

### Beschaffungskosten DAK für Güterwagen

- Beschaffungskosten je DAK: 4.000 bis 5.000 €
- **Beschaffungskosten je Güterwagen: 8.000 bis 10.000 €**



### Umrüstkosten Güterwagen

- Arbeitszeit je Güterwagen: 16 h
- **Umrüstkosten je Güterwagen: 2.500 €**



### Zusatzkosten für Automatisierungskomponenten

- **Kosten je Güterwagen: 4.000 bis 5.000 €**



### Beschaffungskosten Hybridkupplung für Tfz

- Beschaffungskosten Hybridkupplung: 10.000 € je Stück
- **Beschaffungskosten je Triebfahrzeug: 20.000 € je Tfz**



### Umrüstkosten Triebfahrzeuge

- Arbeitszeit je Triebfahrzeug: 40 h
- **Umrüstkosten je Triebfahrzeug: 5.300 €**





## Aufbau von Produktions- und Werkstattkapazitäten erforderlich



### Produktionskapazitäten weltweit



- Anzahl Neubauten Güterwagen in o.g. Märkten p.a.: ca. 170.000
- Anzahl Autom. Kupplungen p.a.: ca. 340.000
- Anzahl DAK : 864.000 bis 970.000 Stück.
- Jährlicher Bedarf bei 6 Jahren Migration: 144.000 Stück bis 162.000 Stück.
- Aufbau von Produktionskapazitäten DAK erfordert Vorbereitungszeit.
- Frühzeitige Etablierung eines DAK Standards sinnvoll.



### Werkstattkapazitäten europaweit



Werkstätten in Europa:	694
Arbeitsaufwand Einbau je GW:	16 h
Arbeitsaufwand Einbau je Tfz:	40 h
Gesamtarbeitsaufwand im Migrationszeitraum:	8,4 Mio. h
Arbeitsaufwand p.a.	1,4 Mio. h

➔ **ca. 950 Werkstattpersonale zusätzlich erforderlich**



## Bezüglich der Migrationsdauer wurden verschiedene Szenarien aufgestellt – Basisszenario 6 Jahre

### Basisszenario:

Umrüstung innerhalb eines Revisionszyklus  
Migrationsdauer 6 Jahre

### Szenario 2:

Umrüstung innerhalb eines verlängerten Revisionszyklus  
Migrationsdauer 8 Jahre

### Szenario 3:

Umrüstung innerhalb einer langen Migrationsdauer  
Migrationsdauer 20 Jahre

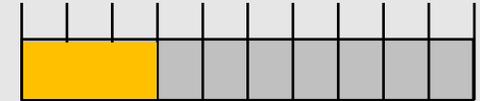
### Szenario 4:

Umrüstung innerhalb einer kurzen Migrationsdauer  
Migrationsdauer 1 Jahr



Migrationsdauer in a

4 8 12 16 20



4 8 12 16 20



4 8 12 16 20



4 8 12 16 20





## Kosten Migration DAK: zwischen 6,4 und 8,6 Mrd. Euro

<b>Geschätzte DAK Migrationskosten bei Migrationsdauer von sechs Jahren</b>	<b>Mengengerüst</b>	<b>Kosten je Wagen/Tfz</b>	<b>Gesamtkosten</b>
Beschaffungskosten DAK für Güterwagen	432.000 - 485.000 Güterwagen	8 T€ bis 10 T€	3,3 bis 4,7 Mrd. €
Umrüstkosten DAK für Güterwagen	432.000 - 485.000 Güterwagen	2,5 T€	1,0 bis 1,1 Mrd. €
Beschaffungs- und Umrüstkosten Hybridkupplung Triebfahrzeuge	17.000 Triebfahrzeuge	20 T€ Beschaffung 5,3 T€ Umrüstung	0,43 Mrd. €
<b>Gesamtkosten Migration DAK</b> (Beschaffung und Umrüstung für Güterwagen und Triebfahrzeuge)			<b>4,7 bis 6,2 Mrd. €</b>
Kosten für Automatisierungskomponenten Güterwagen	432.000 - 485.000 Güterwagen	4 T€ bis 5 T€	1,7 bis 2,4 Mrd. €
<b>Gesamtkosten Migration DAK zzgl. Automatisierung</b>			<b>6,4 bis 8,6 Mrd. €</b>



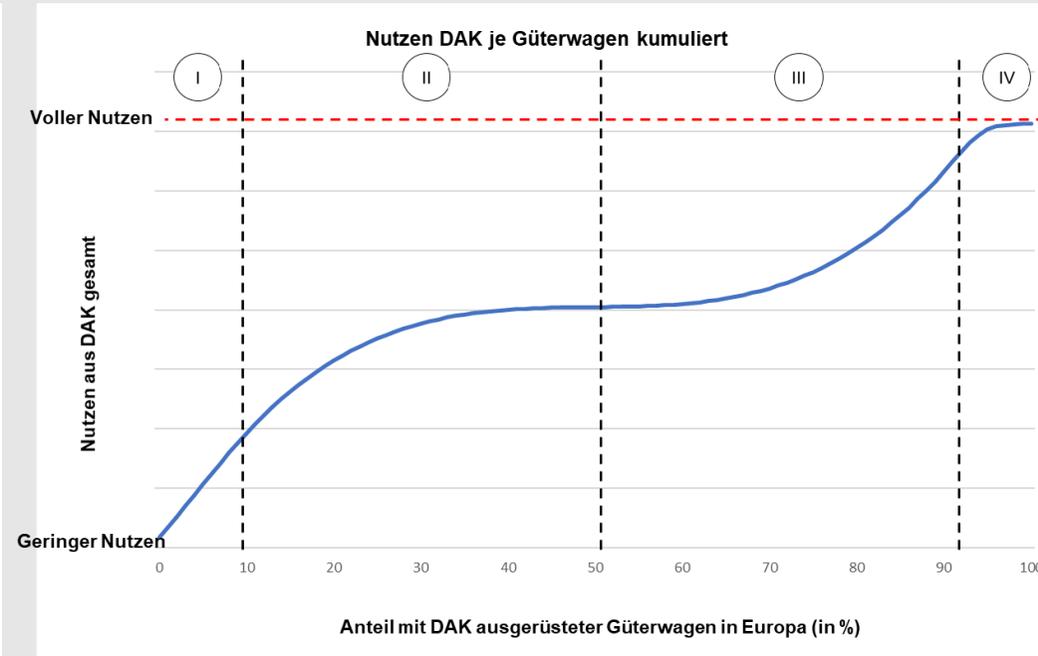
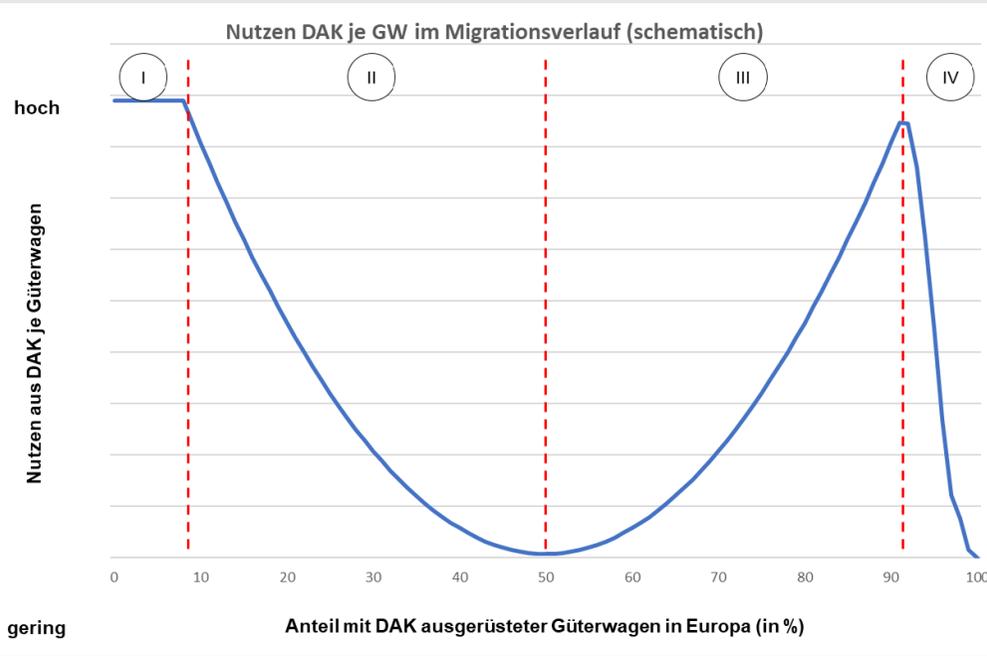
## TOP 10 Use Cases – ca. 80 Prozent des Gesamtnutzens aus Migration DAK

Effizienzsteigerung – Effekte aus DAK	Sicherheit / Personal / Marktpotenzial	Automatisierung - DAK als Enabler
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Reduzierung Rangieraufwand</li><li>▪ Erhöhung Systemgeschwindigkeit</li><li>▪ Schwere Züge</li><li>▪ Bremsstellung „P“ – Nutzung höhere Geschwindigkeit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Arbeitssicherheit Rangierpersonal</li><li>▪ Erschließung neuer Marktsegmente</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Automatische Bremsprobe</li><li>▪ Elektro-pneumatische Bremse</li><li>▪ Zugintegritätskontrolle</li><li>▪ Condition Based Maintenance</li></ul>

**Für die EU 27 zzgl. CH, NO, UK wird ein jährliches Nutzenpotenzial aus der DAK von mindestens 750 Mio. € eingeschätzt.**



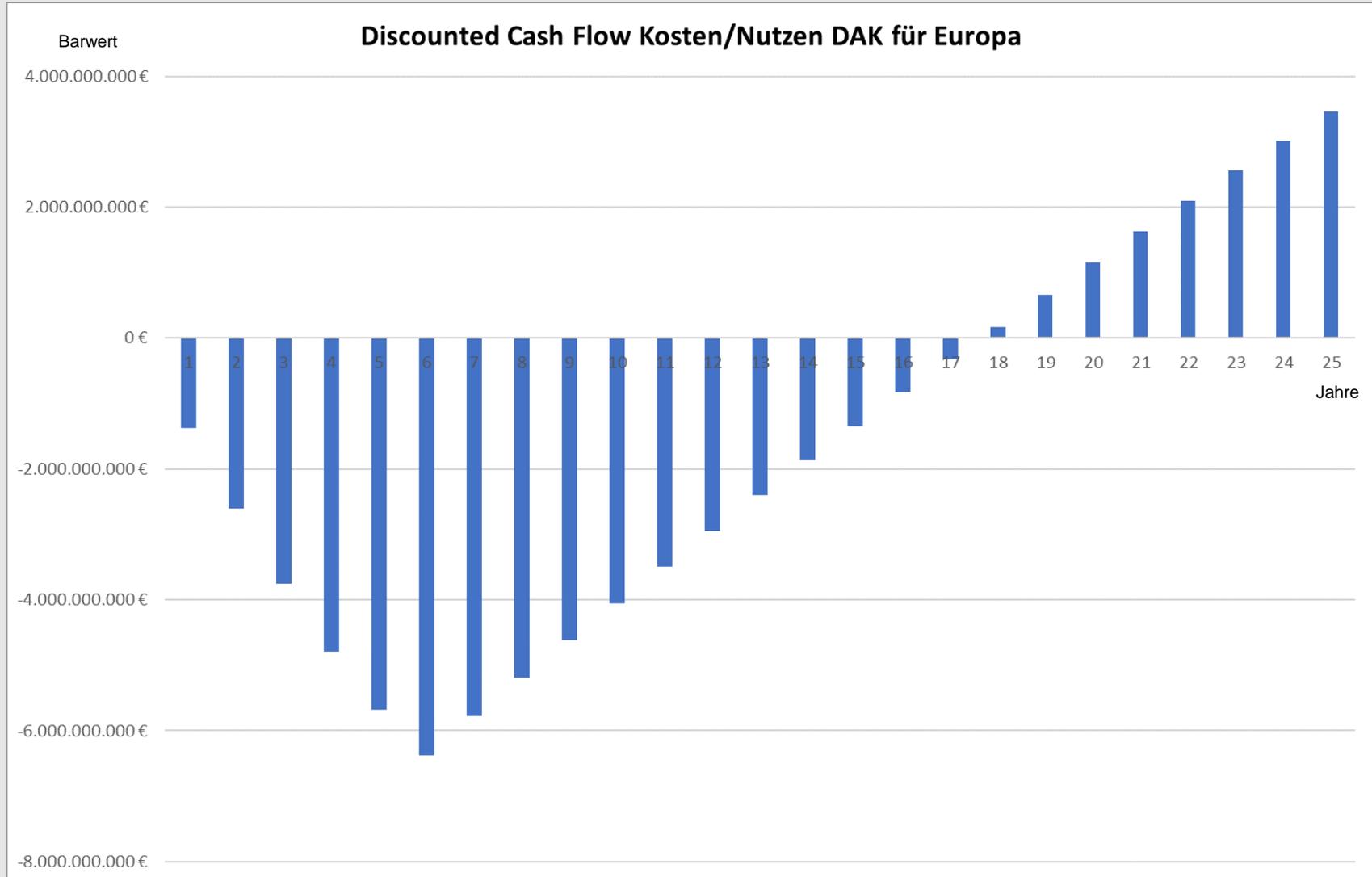
# Eine Herausforderung bei der Migration ist der langsame Hochlauf des Nutzens



**Die Nutzenverlaufkurve bei Migration DAK führt zu langen Amortisationsdauern und zu einer Benachteiligung der First Mover (ab Phase 2 in Diagramm)**

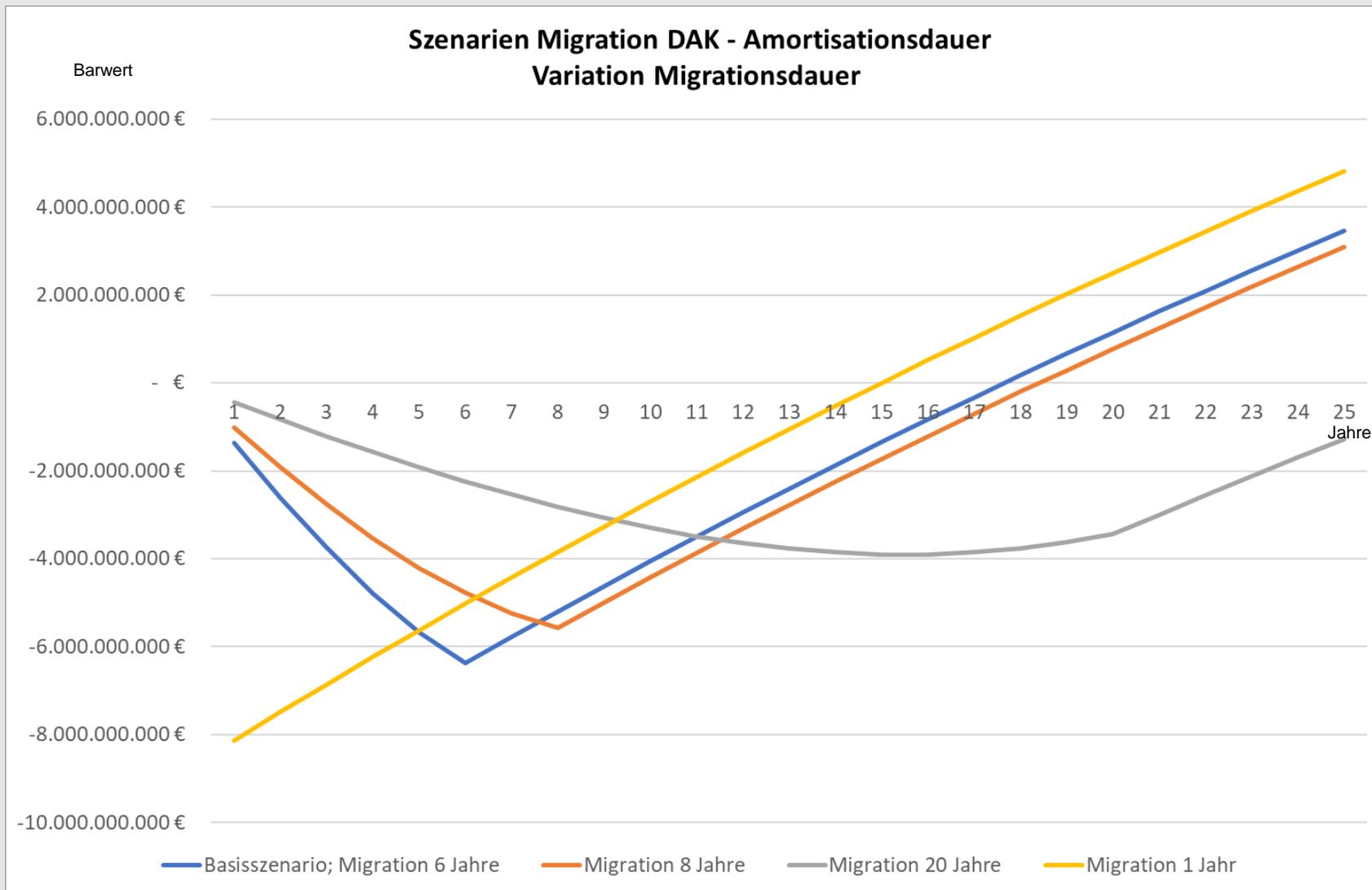


# Die Amortisationsdauer im Basis-Szenario beträgt 18 Jahre



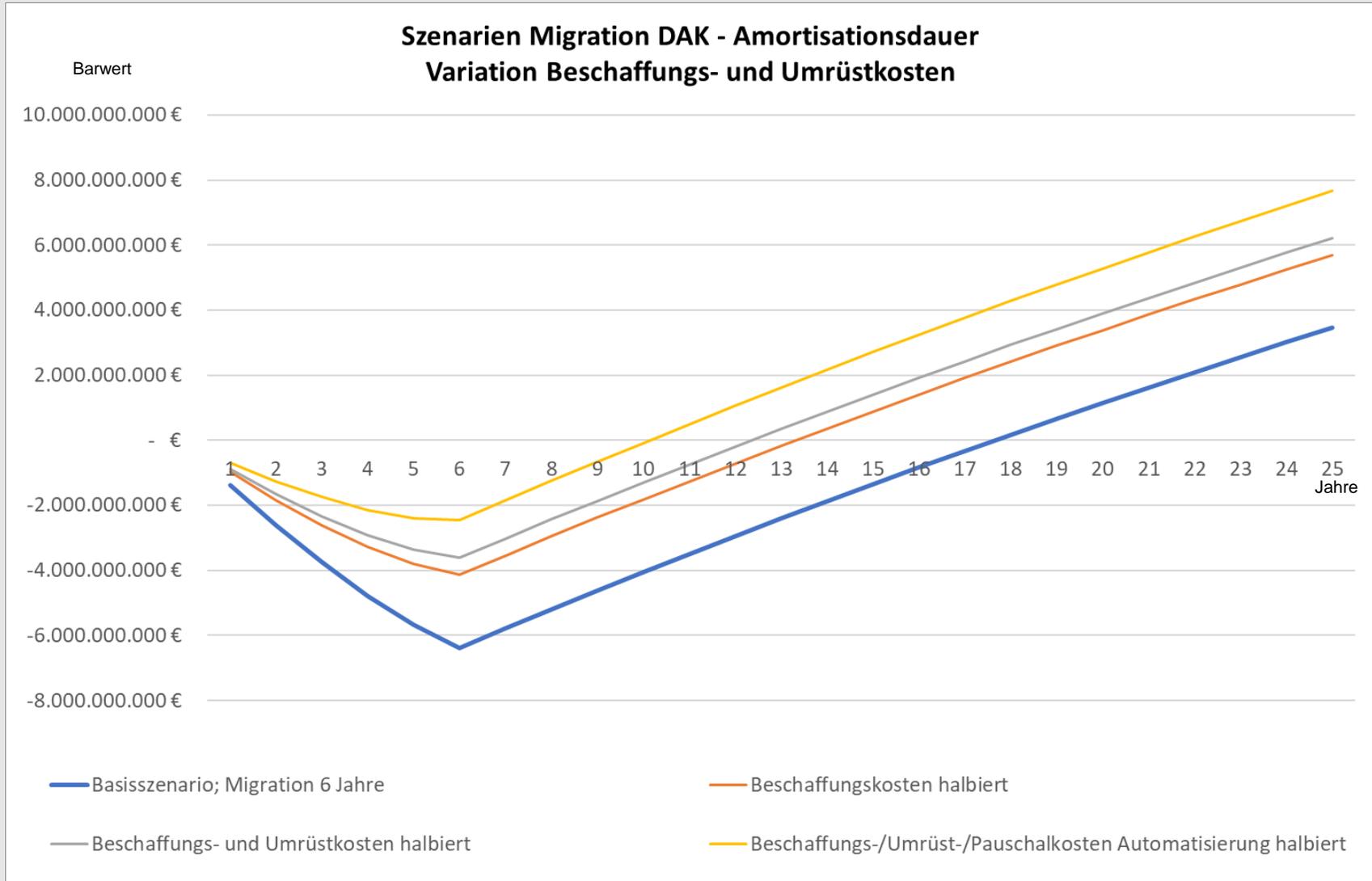


# Die Migrationsdauer hat große Auswirkungen auf Amortisationszeitraum





# Alternatives Szenario - Neun Jahre Amortisation bei Halbierung aller Kosten





**A**

**DAK als Baustein für die Digitalisierung und Automatisierung des SGV**

**B**

**Mengengerüst, Kosten- und Nutzenschätzung Migration DAK**

**C**

**Herausforderungen Migration DAK**

**D**

**Roadmap DAK**



## Herausforderungen für die Migration einer DAK

<b>A</b> <b>Technik</b>	<b>B</b> <b>Betrieb</b>	<b>C</b> <b>Finanzen</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Standard DAK</li><li>2. Standard Energieversorgung</li><li>3. Standard Datenkommunikation im Zug</li><li>4. Nachweis Zuverlässigkeit / Verfügbarkeit DAK</li><li>5. Zulassung DAK</li><li>6. Erfüllung der gefahrgutrechtlichen Voraussetzungen insb. bei Stromversorgung</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mehraufwand für Parallelbetrieb DAK / Schraubenkupplung</li><li>2. Migrationsplanung bzgl. Reihenfolge Umrüstung Güterwagen</li><li>3. Diskriminierungsfreie und flächendeckende Verfügbarkeit von Adaptern/Kuppelwagen</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Nachweis eines Business Cases für DAK</li><li>2. Lange Amortisationsdauer für Investition in DAK</li><li>3. Ungleiche Kosten / Nutzenverteilung (Investition durch Wagenhalter, Nutzen überwiegend bei EVU)</li><li>4. Unzureichende Finanzkraft im Sektor, um Investitionen in DAK zu tätigen</li></ol>
<b>D</b> <b>Politik</b>	<b>E</b> <b>Sektor SGV</b>	<b>F</b> <b>Industrie</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Europäischer Einigungsprozess zur Migration DAK</li><li>2. Programm zur finanziellen Unterstützung des Sektors bei Migration DAK</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Zusagen aller relevanten Stakeholder zur Migration DAK</li><li>2. Organisatorische Voraussetzungen zur Migration DAK (z.B. europäische Koordinationsstelle)</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Marktpreise DAK noch nicht bekannt</li><li>2. Unzureichende Fertigungs- und Umrüstkapazitäten DAK</li></ol>
		<b>G</b> <b>Personal</b>
		<ol style="list-style-type: none"><li>1. Schulungskonzept Personal</li><li>2. Abstimmung zu DAK mit Betriebsräten/ Gewerkschaften</li></ol>



## Typ Scharfenberg

Voith



## Typ Schwab

Wabtec



## Typ SA3

CAF



Dellner



Derzeit entwickeln vier Hersteller eine DAK Typ 4 mit drei verschiedenen Kupplungsköpfen.  
Auf dem Weg zu einer europäischen Standard-DAK muss ein Kupplungstyp ausgewählt werden.



# Herausforderungen Technik – Einigungsprozess für Standard DAK

## 1. Funktionale Anforderungen / Testkonzept

- DAK-Spezifikation
- Testkonzept
- Bewertungskriterien

## 2. DAK-Tests & Demonstrator

- BMVI-Projekt „DAK-Demonstrator“ (Sommer 2020 – Ende 2022)
- DAK-Demonstrator Schweden von Trafikverket / Green Cargo (Sep. 2020 – März 2021)

## 3. Standardisierung DAK

- Entwicklung einer Standard-DAK als EU-weite Norm (CEN)

## 4. Zulassung DAK

- Zulassung DAK als Interoperabilitätskomponente
- Klärung Verfahren Genehmigung Einbau DAK in Bestandsgüterwagen

**DAK-Spezifikation und Testkonzept erstellt im Rahmen „Industrieplattform DAK“**

**Auswahl DAK-Typ durch EU-weites Gremium (to be defined)**

**CEN/TC 256/SC 2 „Rolling Stock Products“**

**TSI-Revision durch „Topical Working Group Freight“ bei ERA**



### Zulassung DAK

- Zulassung über Zwischenprüfbescheinigung (ISV) oder als Interoperabilitätskomponente (IK) möglich.
- Für Zulassung DAK als IK Anpassung der TSI erforderlich.
- Initiierung Topical Working Group Freight durch ERA. Ziel: Aufnahme DAK in TSI Revision bis 2022.

### Einbau DAK in Bestandsfahrzeuge

- Vermeidung erneute Inbetriebnahme-genehmigung (IBG) für Bestandsfahrzeuge.
- Einige Faktoren sprechen aber für neue IBG<sup>1</sup>.
- Weitere Herausforderung: Prüfung Bestands-güterwagen auf Aufnahme von Zug-/ Druckkräften über DAK.
- Berücksichtigung Einbau Hybridkupplungen in Triebfahrzeuge.

<sup>1)</sup> Artikel 21 Absatz 12 Interop

Für Bestandsfahrzeuge hängt die Fälligkeit einer erneuten IBG davon ab, ob: „[...]“

- a) die Änderung des Parameters gemäß TSI oder NNTR für die Prüfung der Konformität des Fahrzeuges mit den Verwendungsgebiet relevant ist,
- b) das Gesamtsicherheitsniveau beeinträchtigt werden könnte,
- c) die TSI es bei der Änderung des Parameters vorschreibt. [...]“ [Artikel 21 Absatz 12 797/2016]



## Herausforderungen Technik – Zuverlässigkeit und technische Auslegung DAK

### Zuverlässigkeit DAK

- Witterungsbeständigkeit der DAK;
- Kontaktstabilität der Strom- und Datenleitung;
- Anforderungen an Zuverlässigkeit DAK:  
Beispiel: 98 %ige Zuverlässigkeit der DAK führt zu 36 %  
Zuverlässigkeit pro Zug bei 50 Wagen !

### Technische Auslegung DAK

- Definition von Festigkeitsanforderungen (insb. Dauerfestigkeit);
- Crash-Anforderungen; Auslegung Federapparat der DAK;
- Explosionsschutz / RID;
- Abstützung DAK (Querbalken-, Federbein-, Horizontalabstützung);
- Upgrade-fähigkeit zu DAK Typ 5.

### Betriebliche Handhabung DAK

- Notwendigkeit von Kupplungsstellungen (Kuppelbereitschaft, Entriegelt, Pufferstellung);
- Greifbereich DAK und Möglichkeiten zur manuellen Ausrichtung;
- Bedienbarkeit Entkupplung.



## (Zukünftige) Anwendungen in intelligenten Güterzügen



### Konzept Energieversorgung:

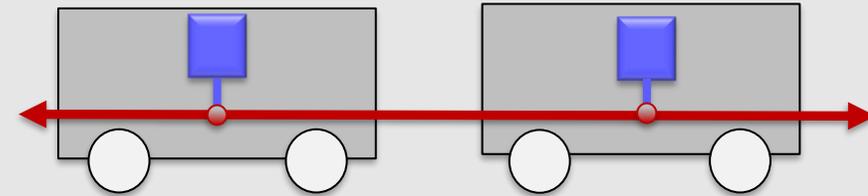
- Energiebedarf ca. **30 Watt/Wagen**;
- Durchgehende Stromleitung **110 V** mit **16 mm<sup>2</sup>** Leitungsquerschnitt;
- **24 V** Bordstromnetz mit Pufferbatterie;
- Spezifikation für Energiesystem erstellt.



## Herausforderungen Technik – Standard für Strom-/Datenleitung Kommunikationskonzept – drei Varianten

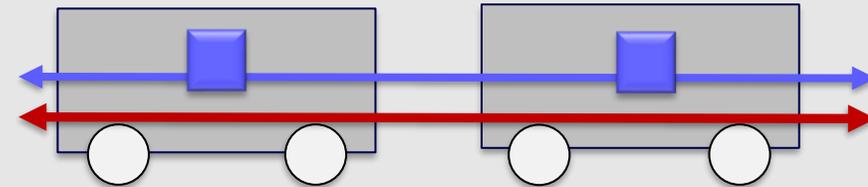
### Durchgehende Leitung / Shared Medium

- Basierend auf Powerline Technologien
- Kein zusätzlicher Kontakt in Kupplungskopf erforderlich



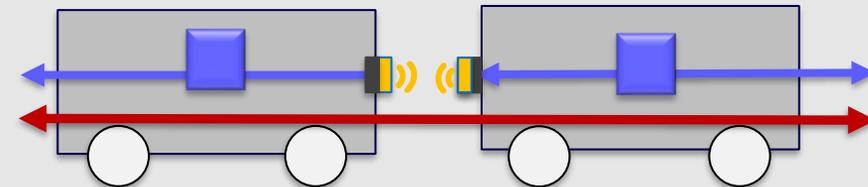
### Segmentiertes System mit eigenem Buskabel

- Basierend auf CAN-Technologie
- Zusätzliche Kontakte in Kupplungskopf erforderlich



### System mit Technologiewechsel

- Funkübertragung zwischen Wagen  
(z.B. 433 MHz, 2.4 GHz, 802.15.4-2011)
- Kein zusätzlicher Kontakt in Kupplungskopf erforderlich



**Auswahl Kommunikations-Technologie nur durch Praxistests möglich.  
Systemspezifikationen für alle drei Technologien für die Tests liegen vor.**



# Herausforderungen Technik – Standard für Strom-/Datenleitung Vorschlag zur weiteren Vorgehensweise

## Erstellung von tragfähigen Konzepten für Energie- und Datenversorgung in Güterzügen

Systementscheidung  
auf Basis von  
DAK Tests und  
europäisch  
abgestimmter  
Entscheidungs-  
metrik

Aufbau Funktions-  
muster für Strom- und  
Datenversorgung in  
Demonstratoren  
sowie Zulassung  
Energie- und  
Kommunikations-  
system

Spezielle  
Komponenten-  
Entwicklung für  
Energie- und  
Kommunikations-  
system, Erprobung  
Automatisierungs-  
funktionen

### Begleitend: Standardisierungsarbeiten

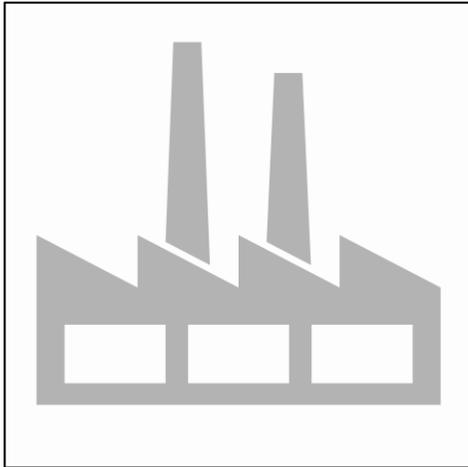
Einbindung von Anwendern (EVU, Wagenhalter), Herstellern und unabhängigen Experten zur Entwicklung eines offenen Standards erforderlich.



# Herausforderungen Betrieb – Parallelbetrieb DAK - Schraubenkupplung

Eine DAK und eine Schraubenkupplung sind nicht kompatibel –  
während der Migration ist ein Parallelbetrieb zu gewährleisten.

## Parallelbetrieb im Gleisanschluss

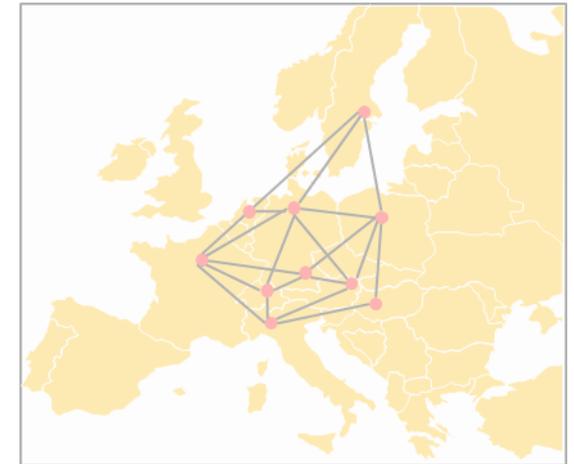


## Parallelbetrieb in der Zugbildungsanlage (ZBA)



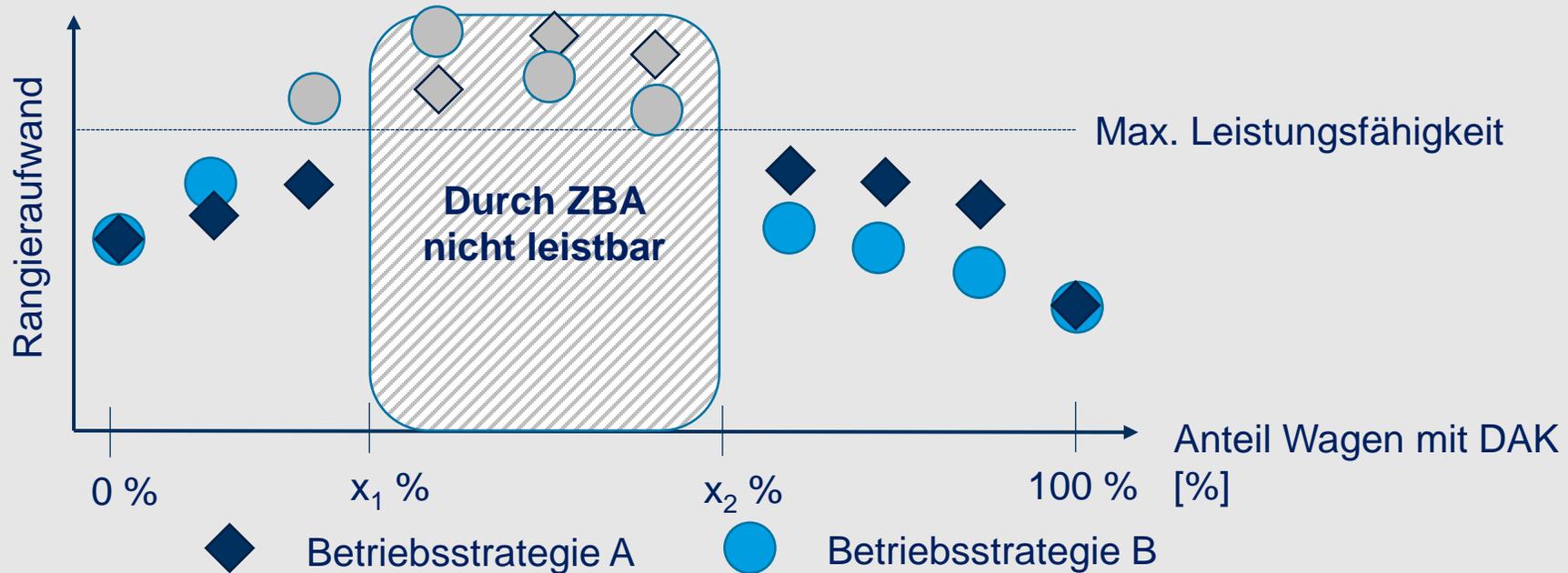
Detailbetrachtung durch  
TU Dresden

## Auswirkungen des Parallelbetriebes auf das Netzwerk





## Herausforderungen Betrieb – Parallelbetrieb DAK - Schraubenkupplung



- ZBA München Nord über einen Zeitraum von drei Tagen mit ca. 2.500 Güterwagen-Bewegungen.
- Simulation von 31 Szenarien für zwei Betriebsstrategien „Gemischte Verkehre“ und „Getrennte Verkehre“.
- Branchenorientierte Umrüstung zunächst von Automotive-, dann Chemie-Güterwagen, anschließend zufällige Auswahl Güterwagen mit DAK → Umrüstung erfolgte in der Simulation weitgehend unkoordiniert.
- Insofern wurde hier ein „Worst Case“-Szenario betrachtet.



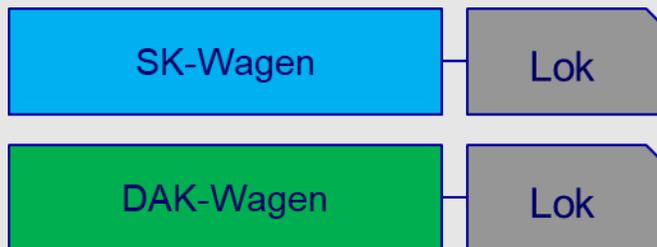
## Herausforderungen Betrieb – Parallelbetrieb DAK - Schraubenkupplung

### Betriebsstrategie „Gemischte Verkehre“



Unkoordinierte Umrüstung kann zu Rangiermehraufwand durch „artreines“ Sortieren der Güterwagen nach Kupplungstyp sowie Einstellung von Pufferwagen und damit zu einer Überlastung einer ZBA führen.

### Betriebsstrategie „Getrennte Verkehre“



Simulation zeigt, dass lediglich Szenarien zur Umrüstung der Automotive-Branche ohne weiteren operativen Gleisbedarf lösbar waren. Kapazitätsgrenze der ZBA wird jedoch bereits erreicht.



## Herausforderungen Betrieb – Parallelbetrieb DAK - Schraubenkupplung

### Steuerung des Migrationsprozesses

- Dauer des Migrationsprozesses
- Definition von Umrüstungsreihenfolgen

### Steuerung der Verkehre im Netzwerk

- Kontinuierliche Anpassung des Zuggerüsts und der Wagenroutings an unterschiedliche Umrüstungsstände

### Steuerung der Prozesse in ZBA

- Kapazitätsuntersuchungen und kontinuierliche Anpassung der Rangierarbeitspläne an sich ändernde Zuggerüste

### Empfehlungen aus der Simulation:

- Möglichst kurze Migrationsdauer;
- Vermeidung unkoordinierte Migration; Analyse Migrationsreihenfolge (entlang Branchen, Kunden, Relationen, Korridoren,...) sinnvoll;
- Weitere Kapazitätsuntersuchungen für ZBA und größere Infrastrukturen (z.B. Häfen, größere Gleisanschlüsse,...) sinnvoll;
- Untersuchung örtliche und zeitliche Trennung Wagenströme mit DAK/SK erforderlich; vsl. kontinuierliche Anpassung Wagen-Routing, Zuggerüste und Rangierarbeitspläne notwendig.



## Herausforderungen Finanzierung

### Herausforderungen Finanzierung

Investitionsvolumen von 6,4 bis 8,6 Mrd. €

Ertragslage im europäischen SGV

Nutzen wird erst realisiert, wenn die meisten Wagen umgerüstet sind; „Early Movers“ werden benachteiligt

Vermeidung negativer Cashflows in Migrationsphase

Bilanzschonende Refinanzierung

### Lösungsansätze

EU-weites Förderprogramm

Offener Zugang zu Finanzierungsangeboten für alle Stakeholder

Bereitstellung DAK mit variabler Nutzungsgebühr gemäß Umrüstungsstand



# Herausforderungen Organisation



## Technik

- DAK Spezifikation,
- DAK Tests und Demonstratoren,
- Auswahl Standard DAK inkl. Strom-/ Datenkonzept,
- Zulassung DAK
- Gefahrgutrechtliche Anforderungen
- ...



## Finanzierung

- Business Case DAK,
- Risikoprofil DAK,
- Investorenansprache,
- Finanzierungsangebote für alle Stakeholder,
- ...



## Regulation

- Mögliches EU-weites Förderkonzept,
- EU-weiter Standard DAK (TSI)
- Zeitraum für Umrüstung eines Großteils der Güterwagen in der EU
- ...



## Betrieb DAK

- Standards für Betriebsprozesse mit DAK sowie weiterer Automatisierungskomponenten,
- Migrationsplanung,
- Ableitung DAK-Bedarfe für Industrie und Werkstätten,
- ...



## Koordination

- EU-weite Koordination der verschiedenen Aktivitäten zur Vorbereitung und Durchführung einer Migration DAK (Projektmanagement).



**A**

**DAK als Baustein für die Digitalisierung und Automatisierung des SGV**

**B**

**Mengengerüst, Kosten- und Nutzenschätzung Migration DAK**

**C**

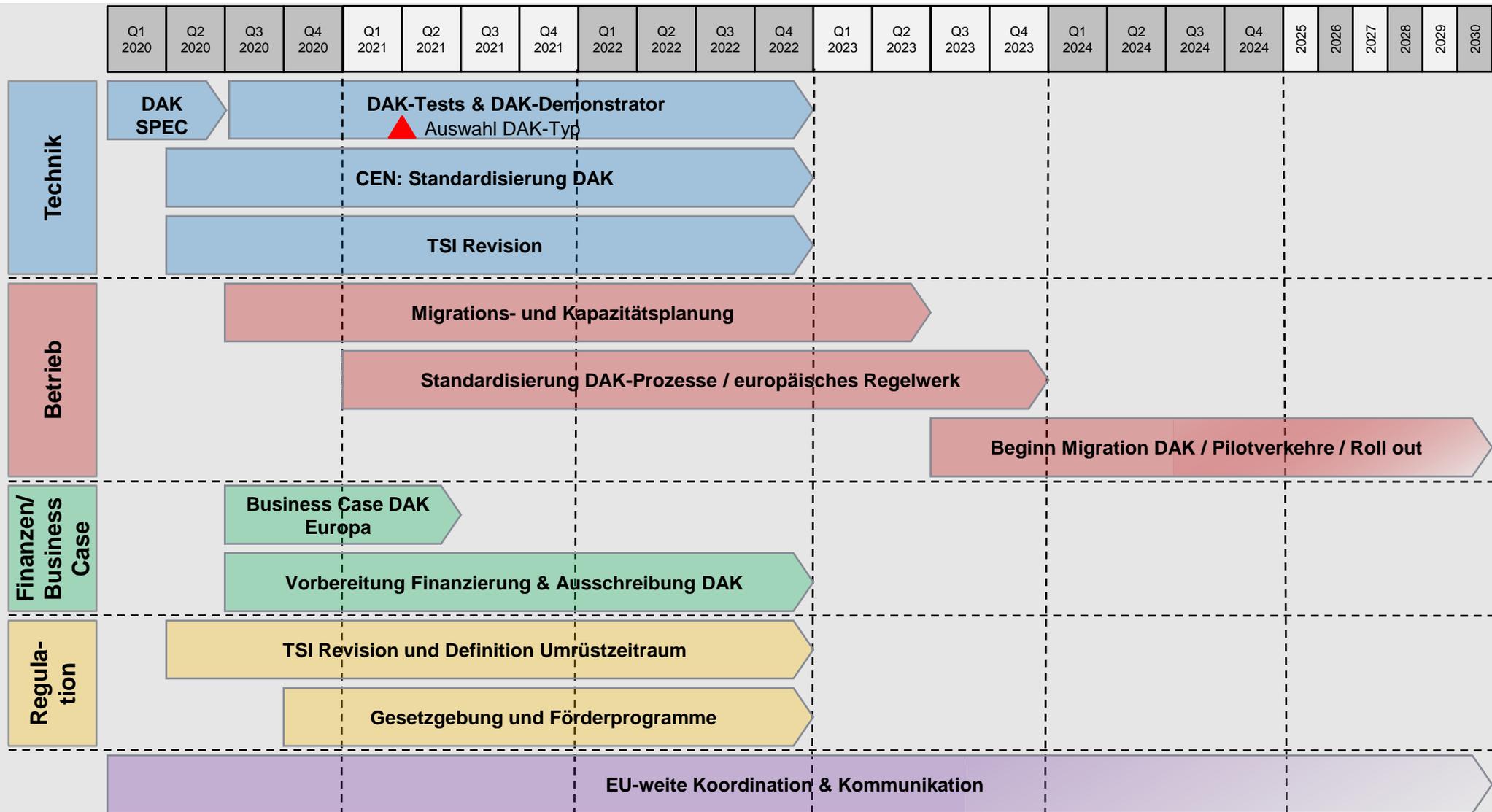
**Herausforderungen Migration DAK**

**D**

**Roadmap DAK**



# Vorschlag Roadmap DAK





## Von der manuellen Welt der Schraubenkupplung hin zur automatisierten Bahnproduktion mit DAK



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**