



Lösungsansätze zur kundenorientierten Realisierung von Hofautomatisierungen

(am Beispiel von SAFE20 - Yard Automation System)

PID 34022

Division CVCS, Thomas Wolf
June 17th, 2021 | PE-TI

Yard Automation Systems – Story & Vision

Automatisierung kann helfen die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Die Gründe sind vielfältig. Jedes Unternehmen hat andere Herausforderungen und Chancen.

Kosten
Qualität
Zuverlässigkeit
Kapitalbindung
Nutzungsgrad
Effizienz
Planbarkeit

...

Ziele

Logistik:

- Transparenz, Effizienz, Sicherheit des Material- und Warenflusses steigern
- Kosteneinsparung durch geringeren Bedarf an Lenkzeiten und Fahraufgaben
- Reduzierung von Schäden durch Rangierunfälle

Supplier:

- Vielzahl geeigneter Produkte & Systeme entwickeln & vermarkten
- Standardisierte Anwendungen

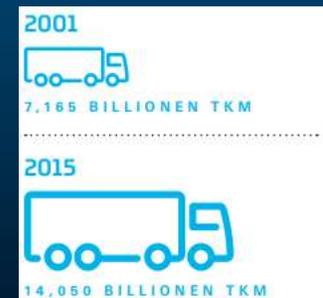
„Eine effizientere Logistik ist nur durch ein vernetztes Verkehrssystem zu erreichen.“

MAJID SARVI

Professor für Transporttechnik, Universität von Melbourne



Quelle: ZF



Quelle: ZF

Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderungen ... ?



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #1 – Der Einsatzort

Die Zukunft des autonomen Fahrens beginnt auf den Hinterhöfen großer Logistikunternehmen...

Günstige Ausgangsbedingungen

- Speditionsgelände befinden sich auf abgeschlossenem Privatgelände
- Prozesse wiederholen sich oft - sind dadurch leichter zu standardisieren
- Betriebsgeschwindigkeiten sind gering



Quelle: ZF

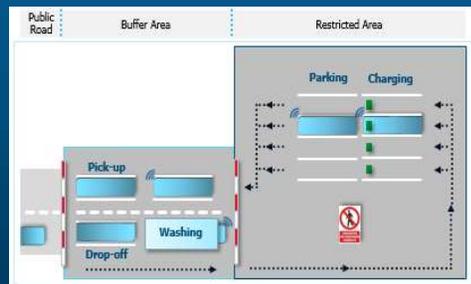


Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #1 – Der Einsatzort

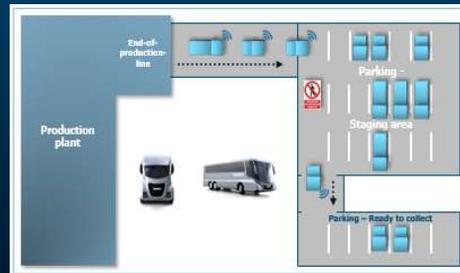
- Ausrichtung auf manuellen Betrieb
- Komplexes Layout

Vielzahl an Einsatzmöglichkeiten



Bus Yard

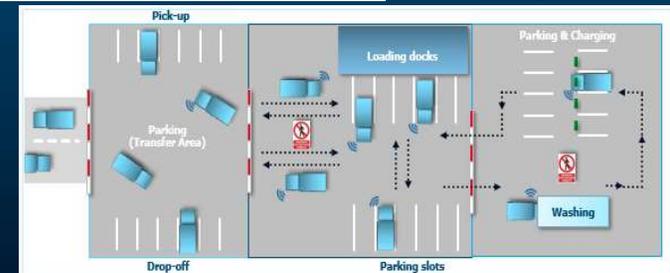
Production Plant



Recycling Centre



Logistic yards



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #1 – Der Einsatzort ... auf welchem?

*This document is dealing with the problem that **the ODD of the automation kit is not known in detail**. To find the best solution for each situation the ODD shall be analyzed and the different constraints of all involved players of the yard automation project need to be considered.*

Technical Description - Automaton kit for L4 driving on the container exchange route - Michael Tappeiner, TDSA1, ZF



Quelle: Dachser



Quelle: ZF

Operational Design Domain (ODD)

"The ODD should describe the specific operating domain(s) in which the [...] system is designed to properly operate. The defined ODD should include the following information [...]: roadway types [...]; geographic area; speed range; environmental conditions [...] (weather, daytime/nighttime, etc.); and other domain constraints."

(Federal Automated Vehicles Policy, September 2016, U.S. Department of Transportation)



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #2 - Rechtliche Rahmenbedingungen

Definition Verkehrsraum (DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung)



Rechtlich öffentlicher Verkehrsraum

liegt vor, wenn es die Verfügungsberechtigten wollen oder die **Benutzung für jede Person**, z. B. öffentliche Straßen, möglich ist.



Faktisch öffentlicher Verkehrsraum

liegt vor, wenn der Verkehrsraum gewollt oder stillschweigend geduldet öffentlich benutzt wird, d. h. **für jede Person zugänglich** ist, z. B. Parkplatz eines Kaufhauses.

Beispiel 1: Parkplatz eines Supermarktes

Beispiel 2: Betriebshof ohne Schlagbaum und Wachpersonal



Nicht öffentlicher Verkehrsraum

sind **Flächen mit Zugangskontrolle** (z.B. beschränktes und umzäuntes Privatgelände), von denen die Allgemeinheit nach dem Willen der Verfügungsberechtigten, tatsächlich ausgeschlossen ist. Auf nicht öffentlichen Verkehrsflächen gilt die StVZO grundsätzlich nicht.

Beispiel 1: beschränkter Betriebshof mit Mischverkehr und Fußgängern

Beispiel 2: abgesperrter Hafen ausschließlich mit FTS-Teilnehmern

Quelle: ZF

Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #2 - Rechtliche Rahmenbedingungen

Anwendungsfeld von
manuell betriebenen
Nutzfahrzeugen



Anwendung 1:
Hub-to-Hub Automatisierung von
Nutzfahrzeugen



Anwendung 2:
L4 Automatisierungsanwendungen
von Nutzfahrzeugen (automatisches
Ankuppeln, automatisches
Andocken,...)

Anwendungsfeld von
fahrerlosen
Transportsystemen
(FTS)



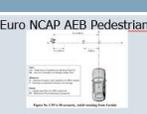
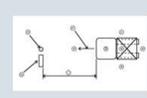
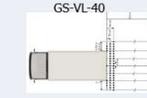
Quelle: ZF

Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #2 - Rechtliche Rahmenbedingungen

- Regulierung auf Betriebshöfen divergiert stark für FTS und Nutzfahrzeuge
- Es gibt keine Regulierung von automatisierten Nutzfahrzeugen im nicht öffentlichen Verkehrsraum hinsichtlich
 - funktionaler Sicherheit
 - Sicherheit der Sollfunktion
 - Personendetektionen
- Die bestehenden Regularien stehen der Automatisierung nicht im Weg, ermöglichen aber nur eingeschränkten Betrieb (Geschwindigkeit)
 - Da der Aufwand zur Vollautomatisierung hoch ist, müssen **neue sinnvolle Regeln** als zukünftige Standards für Teilautomatisierung abgeleitet werden

	Fahrerlose Transportsysteme im nicht öffentlichen Raum	Automatisierte Nutzfahrzeuge im nicht öffentlichen Raum	Automatisierte Nutzfahrzeuge im faktisch öffentlichen Raum	Manuelle Nutzfahrzeuge im öffentlichen Raum
Funktionale Sicherheit	IEC 61508	?	ISO 26262	ISO 26262
Sicherheit der Sollfunktion	Berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen nach IEC 61496, ergänzt durch IEC 62998		ISO/PAS 21448 (Sotif)	ISO/PAS 21448 (Sotif)
Zulassungsrecht	Maschinenrichtlinie 2006/42/EG, ...		SVZO, ... (UN ECE, ...)	SVZO, ... (UN ECE, ...)
Verhaltensvorschriften	BG Verkehr -BGI 5042 „Sicheres Arbeiten mit Fahrzeugen an Laderampen“ (?), DGUV-V 70, „BetrSichV, ...“	BG Verkehr -BGI 5042 „Sicheres Arbeiten mit Fahrzeugen an Laderampen“ (?), DGUV-V 70, „BetrSichV, ...“	SVG, SVO	SVG, SVO
Produktsicherheit	GPSGV			
Personendetektion rückseitig	DIN EN ISO 3691-4:2018 (DIN EN 1525:1997)	?		DIN 75031 (ISO/TR 12155) GS-VL-40 UNECE GRSG REV (in Arbeit)
Personendetektion vorwärts	DIN EN ISO 3691-4:2018 (DIN EN 1525:1997)			Euro NCAP AEB Pedestrian (freiwillig)

		Automatisierte Nutzfahrzeuge im faktisch- / und nicht-öffentlichen Raum	
Vorwärts	ISO 3691-4	?	Euro NCAP AEB Pedestrian 
Rückwärts			GS-VL-40 
Anwendung	FTS		NFZ



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #3 – Die Betriebsgeschwindigkeit

- Es gibt keine Studien, die Geschwindigkeitsanforderungen belegen. Eigene Erhebungen ergeben Anforderung von Betriebsgeschwindigkeit von ca. 20 km/h (je nach Bedingungen)
 - 15 - 30 km/h bei regelmäßigem Mischbetrieb auf verschiedenen Distributionszentren (Emons, Dachser, Amazon)
- Automatisierter Hofbetrieb ist heute bis 10 km/h erlaubt (Maschinenverordnung 2006/42/EU)
- Die Erhöhung der Betriebsgeschwindigkeit auf Basis eines redundanten Betriebssystems erfordert einen sehr hohen Aufwand



ISO 61508, beschreibt, wie sichere Bedingungen basierend auf mehreren nicht vollständig sicheren Systemen durch Kombination solcher Systeme geschaffen werden können (Decomposition)

Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #4 – Proof of Concept?

- Verschiedenste Machbarkeitsstudien
- Lösung von Teilfragen
- Keine Erfahrungen im Dauerbetrieb

Safe20



20

10/2020 - 03/2024

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

AutoTruck Finished



AutoTruck
Vollautomatischer Verteiler-Lkw für Automatisierungszonen

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

09/2016 - 03/2020

GAMA



GAMA: GEMISCHTER VERKEHR IM ABGESCHLOSSENEN HAFENBEREICH

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #5 – Industrialisierung

Was ist „der Hinterhof“?



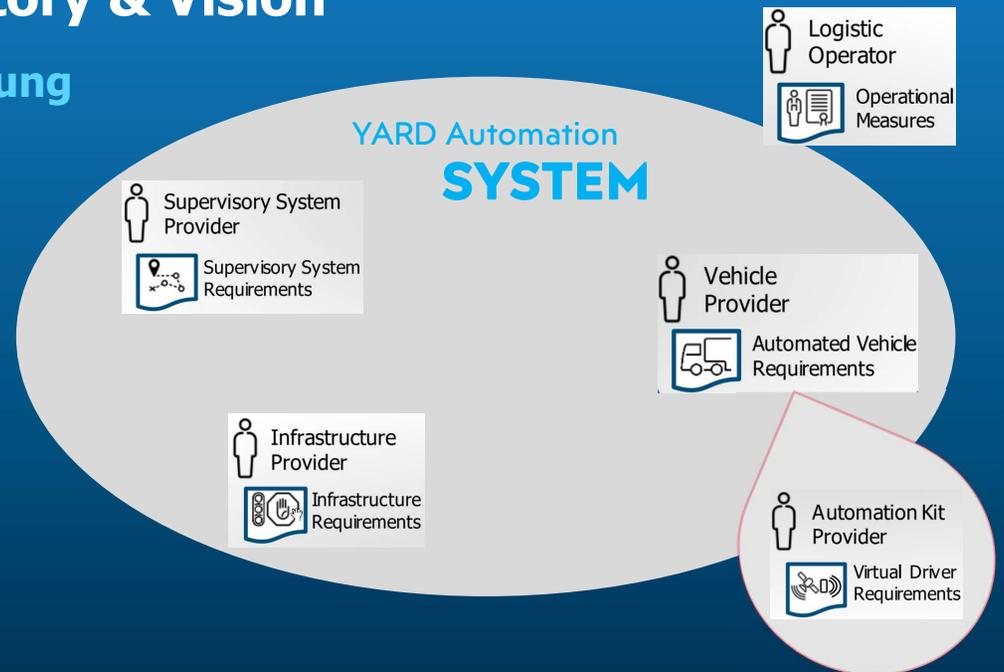
 Logistic Operator

 Operational Measures

Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #5 – Industrialisierung

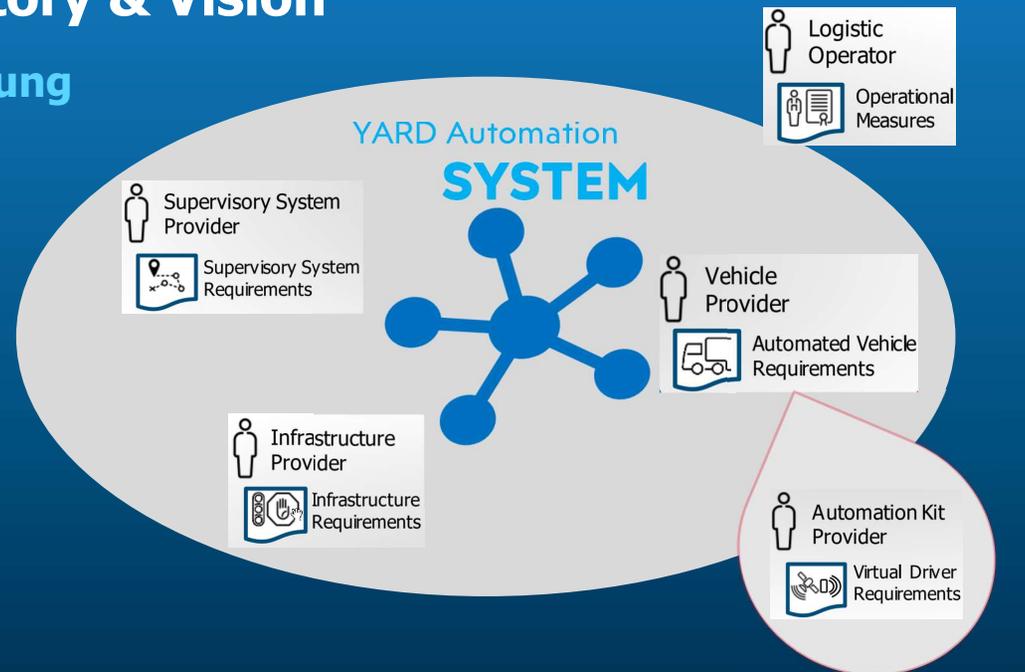
- Verschiedene Subsysteme müssen kombiniert und integriert werden
- Fahrzeugbasierte Systeme können nur Teilaufgaben übernehmen
- Gesetzlicher Rahmen und Standards für nicht-/halböffentlichen Mischbetrieb



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #5 – Industrialisierung

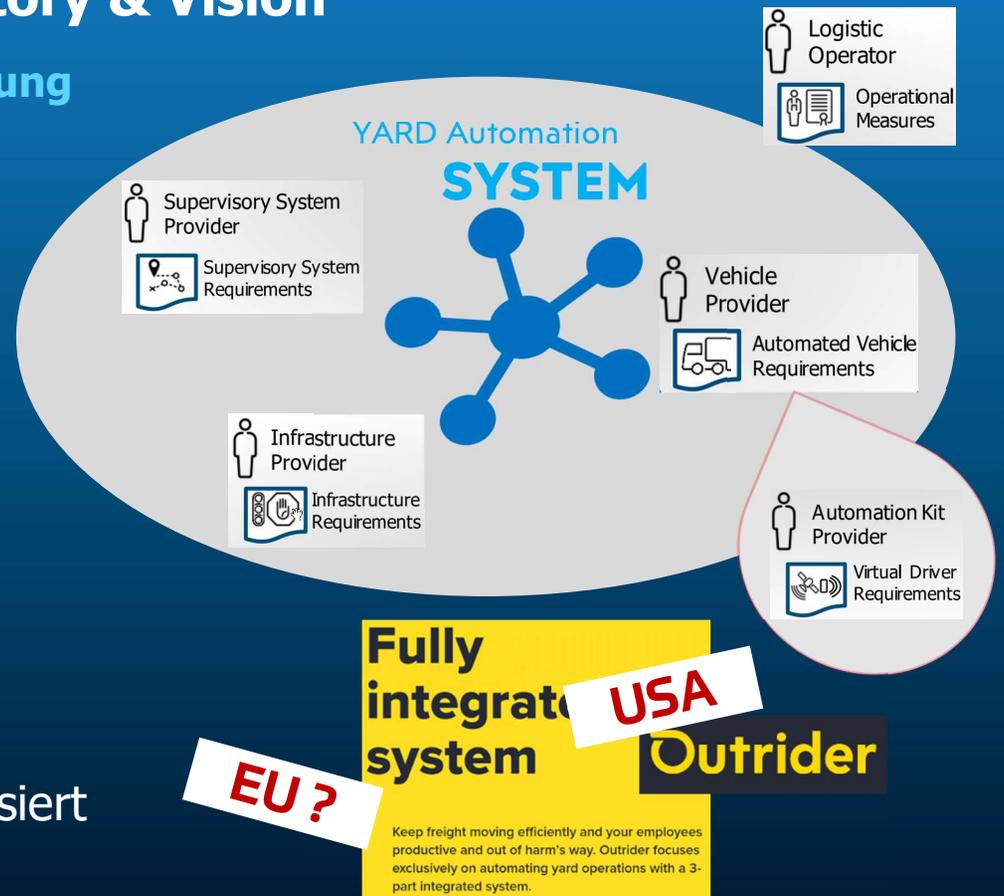
- Verschiedene Subsysteme müssen kombiniert und integriert werden
- Fahrzeugbasierte Systeme können nur Teilaufgaben übernehmen
- Gesetzlicher Rahmen und Standards für nicht-/halböffentlichen Mischbetrieb
 - **System-Baukasten** als erweiterbare Plattform (→ geringe Stückzahlen)
 - Sicherheit & Kostenreduzierung durch **Decomposition**
 - Erhöhte Betriebsgeschwindigkeit
 - Hofausrüstung innerhalb von 6 Monaten



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #5 – Industrialisierung

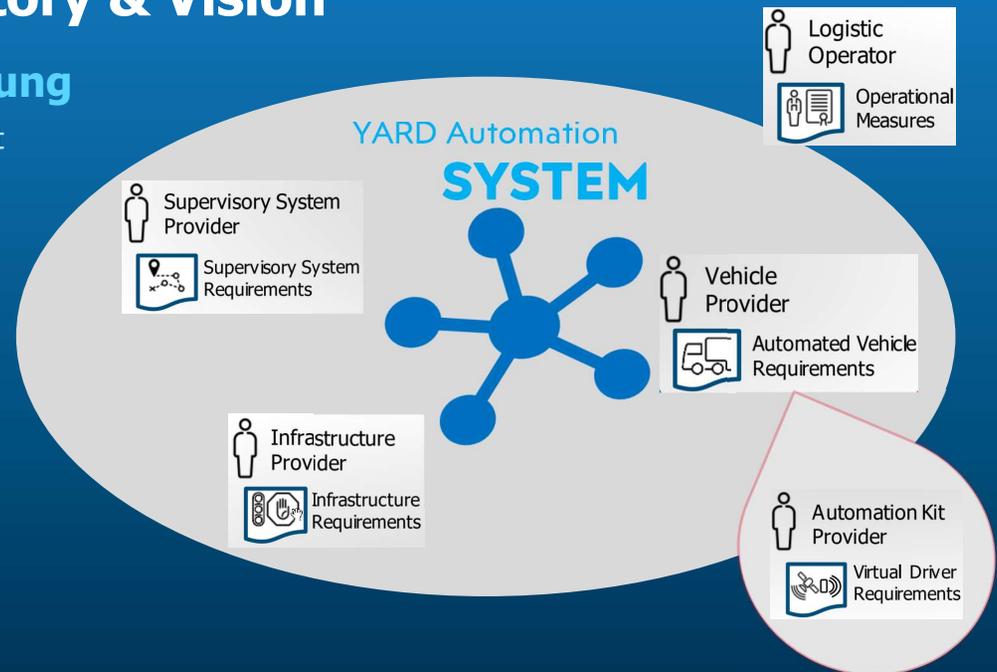
- Verschiedene Subsysteme müssen kombiniert und integriert werden
- Fahrzeugbasierte Systeme können nur Teilaufgaben übernehmen
- Gesetzlicher Rahmen und Standards für nicht-/halböffentlichen Mischbetrieb
 - **System-Baukasten** als erweiterbare Plattform (→ geringe Stückzahlen)
 - Sicherheit & Kostenreduzierung durch **Decomposition**
 - Erhöhte Betriebsgeschwindigkeit
 - Hofausrüstung innerhalb von 6 Monaten
- Integration und Anwendung organisiert entwickeln und bereitstellen



Yard Automation Systems – Story & Vision

Herausforderung #5 – Industrialisierung

- Verschiedene Subsysteme müssen kombiniert und integriert werden
- Fahrzeugbasierte Systeme können nur Teilaufgaben übernehmen
- Gesetzlicher Rahmen und Standards für nicht-/halböffentlichen Mischbetrieb
 - **System-Baukasten** als erweiterbare Plattform (→ geringe Stückzahlen)
 - Sicherheit & Kostenreduzierung durch **Decomposition**
 - Erhöhte Betriebsgeschwindigkeit
 - Hofausrüstung innerhalb von 6 Monaten



SAFE 20 Story & Vision

Effiziente und kommerziell nutzbare Hofautomatisierungslösungen erfordern einen **Werkzeugkasten** mit Komponenten, die **Fahrzeug-, Standort- und Logistikebene** auf voreingestellter Anwendungsebene **integrieren**, um einen sicheren Betrieb bei Geschwindigkeiten über 10 km/h zu gewährleisten.

Yard Automation Systems – Story & Vision

Ziel

Transparenz, Effizienz und Sicherheit des
Material- und Warenflusses steigern



Herausforderung

Schnelle Umsetzung erforderlich
Jeder Hof ist anders - Technische Gesamtintegration komplex
Rechtliche Rahmenbedingungen nicht geklärt

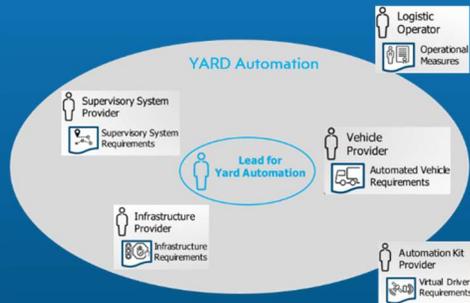
Yard Automation Systems – Story & Vision

Ziel

Transparenz, Effizienz und Sicherheit des
Material- und Warenflusses steigern



SAFE20



Quelle: KAMAG



KAMAG Wiesel for Full-Trailer



KAMAG Wiesel for Semi-Trailer

Quelle: ZF



AutoTruck Distributor



Project Facts

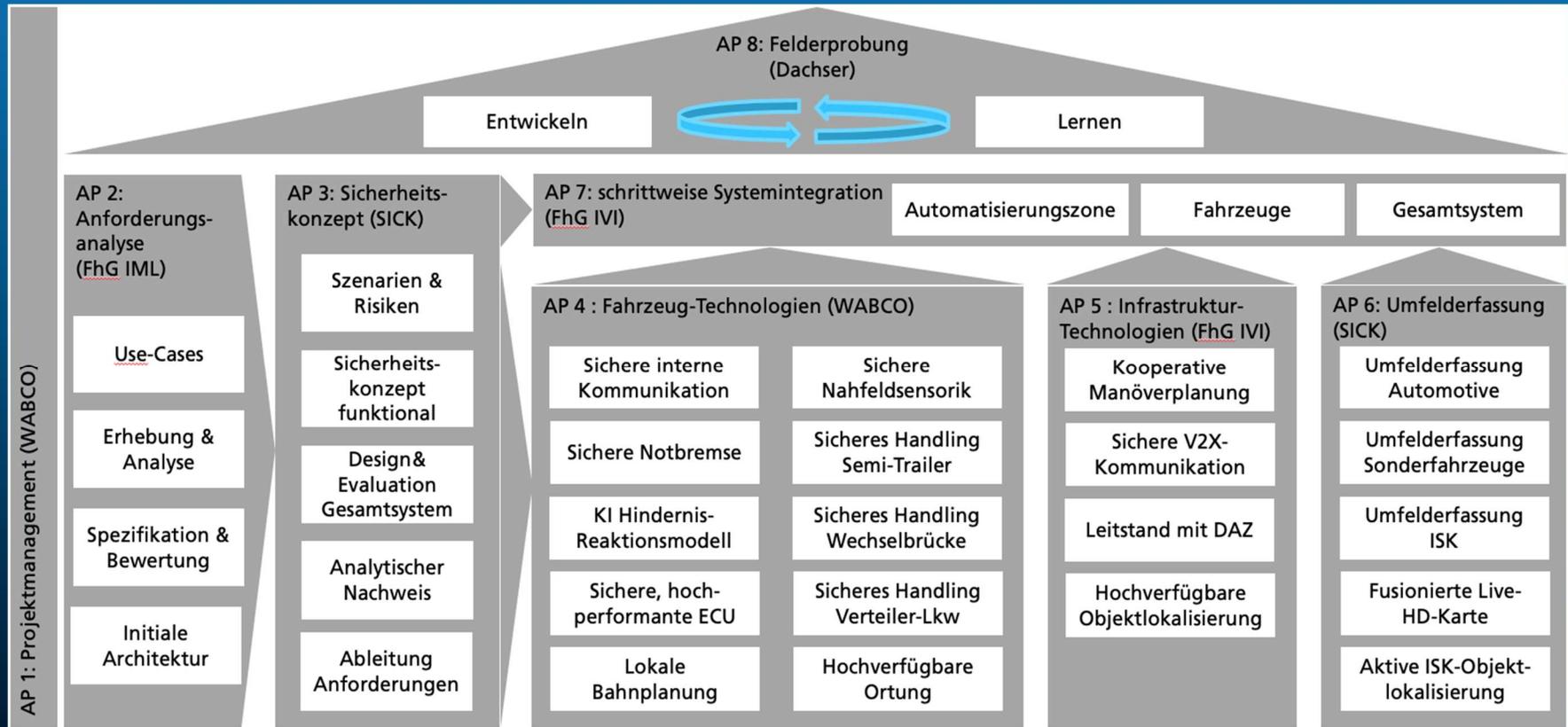
Duration: **Oct.2020 to Mar.2024**
11,2 M€ project volume
1,3 M€ WABCO project volume
44 % subsidies from BMWi
781 k€ Reimbursements

Betrieb von automatisierten Fahrzeugen in einem Verteilzentrum

- **Sicherheitskonzept** für automatisierten Hofbetrieb (bis 20km/h)
- Sichere Automatisierungszone durch **Decomposition**
- **Integrierte Subsysteme** für die Hofautomation
- **Zentrales automatisiertes Yard-Management**
- **Sicheres Notbremssystem** & automatisierte Aufsattelfunktion
- **Sichere Umgebungserkennung** (Nahfeldsensoren 15 -20m)
- **6 Monate Test-Betrieb** in einem Verteilzentrum



SAFE20 Arbeitspakete

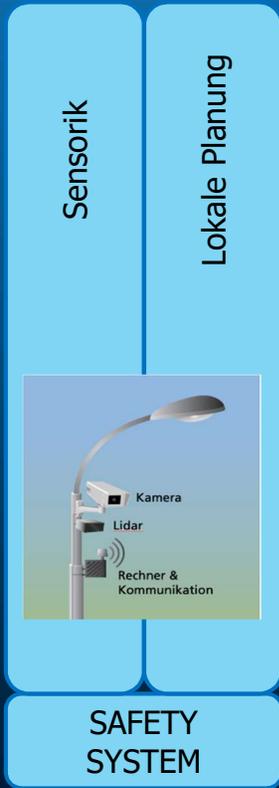


SAFE20 Decomposition

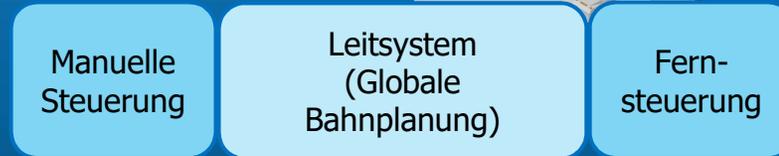


Quelle: ZF

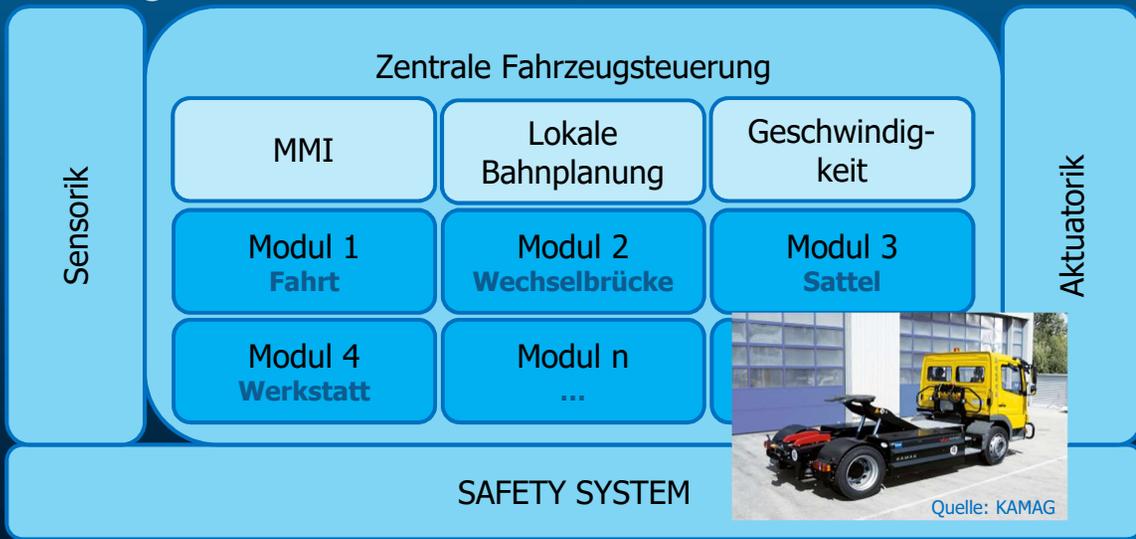
Infrastruktur



Supervisory System



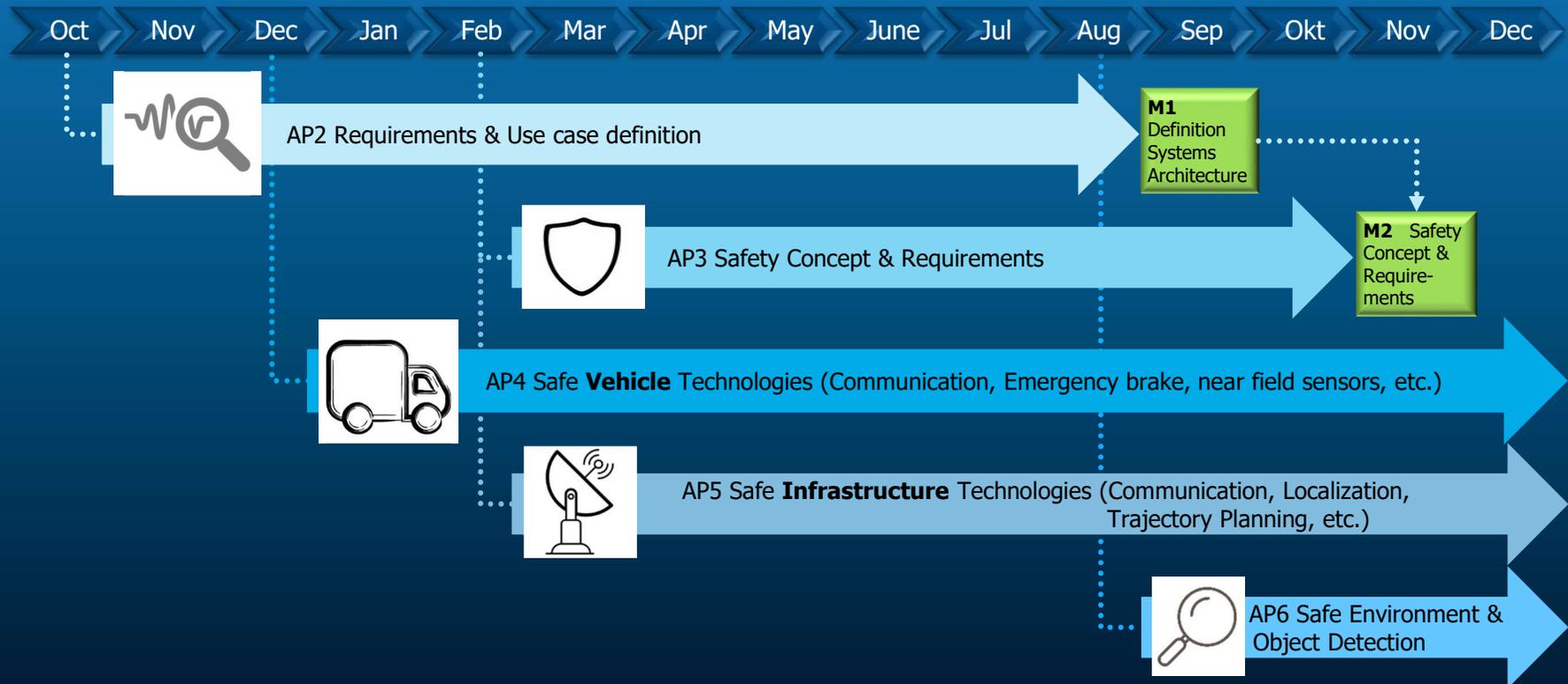
Fahrzeug



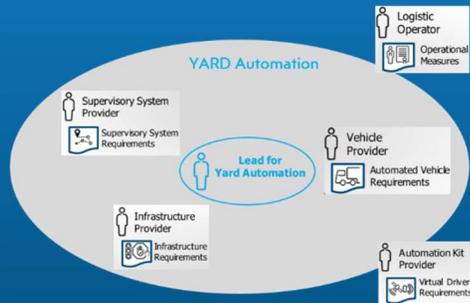
Timeplan

2020

2021



SAFE20



Quelle: KAMAG



KAMAG Wiesel for Full-Trailer



KAMAG Wiesel for Semi-Trailer

Quelle: ZF



AutoTruck Distributor



Project Facts

Duration: **Oct.2020 to Mar.2024**
11,2 M€ project volume
1,3 M€ WABCO project volume
44 % subsidies from BMWi
781 k€ Reimbursements

Betrieb von automatisierten Fahrzeugen in einem Verteilzentrum

Vorteile SAFE20

- Partner von Lieferanten bis Betreiber
- **Erweiterbarer Plattform - Baukasten** integrierter Sub-Systeme mit erprobten Schnittstellen für schnelle Adaption auf verschiedene Lokalitäten
- Real-Erfahrungen durch 6 Monate automatisiertem Betrieb in einem Verteilzentrum



https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/projektsteckbriefe-automatisiertes-fahren.pdf?__blob=publicationFile&v=6

© ZF Friedrichshafen AG



Thank you

Quelle: ZF

