



Die Straßenbahn lernt Sehen

Innovationen im Bereich
Straßen- und Stadtbahnen

42. Tagung „Moderne Schienenfahrzeuge“
Graz, 10. September 2014

Christoph LECHLEITNER
Bombardier Transportation
CEE LRV Product Management

Agenda

1

EINFÜHRUNG

2

FAHRERASSISTENZSYSTEME: MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

3

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: DAS KONZEPT

4

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: ERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

Agenda

1

EINFÜHRUNG

2

FAHRERASSISTENZSYSTEME: MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

3

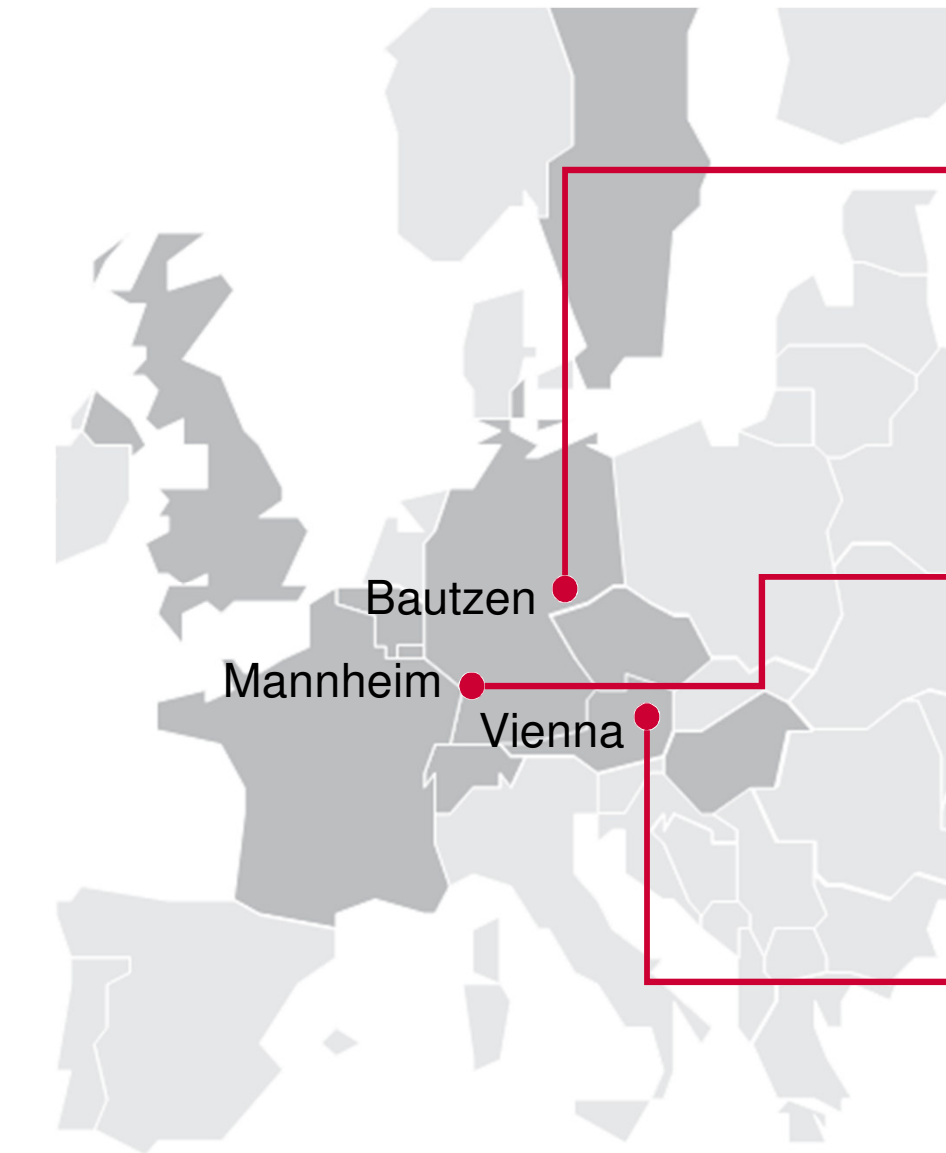
BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: DAS KONZEPT

4

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: ERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

Bombardier Transportation Light Rail Vehicles (LRV)

Der Weltmarktführer für Straßen- und Stadtbahnen



Engineering & Produktion
(Straßen- und Stadtbahnen)
Administration



Engineering & Produktion
(Fahrzeugsteuerung, Antrieb,
Fahrgastinformation)

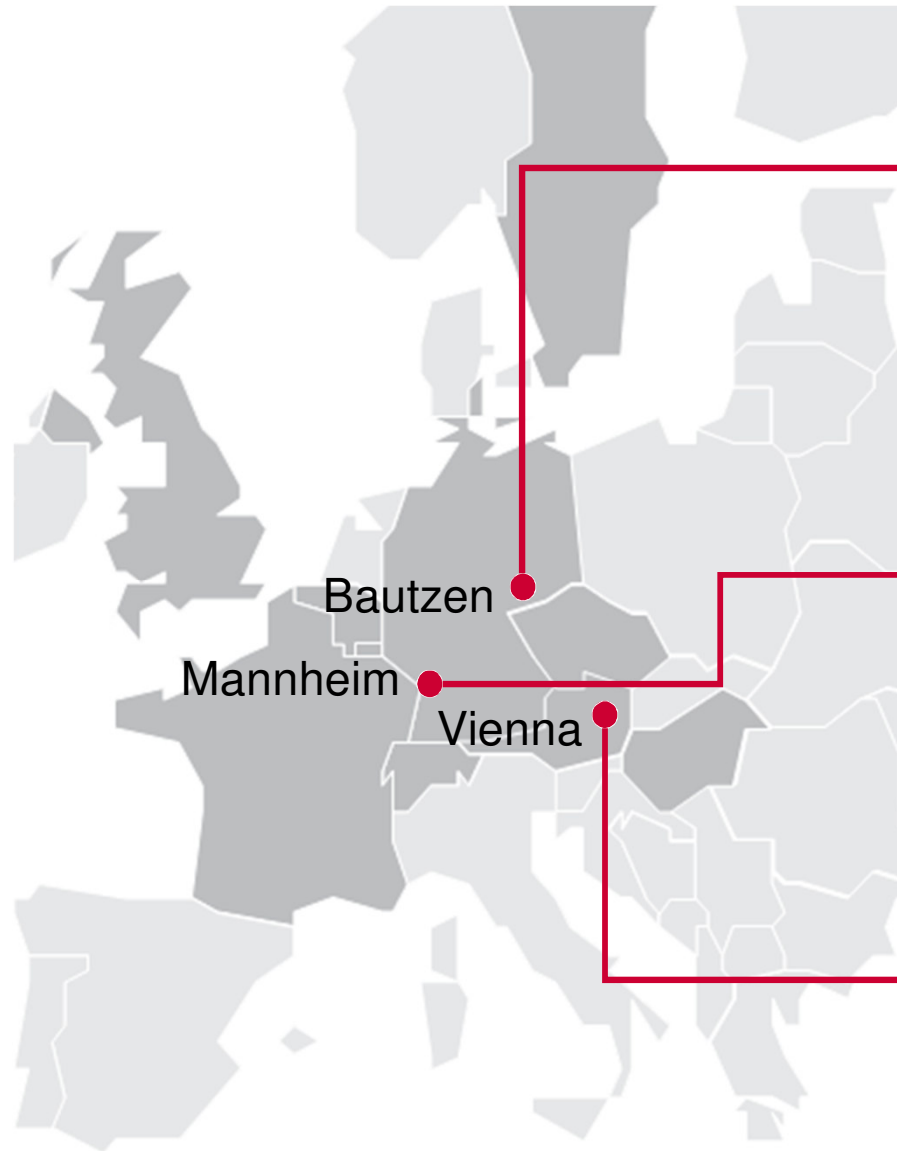


Engineering & Produktion
(Straßen- und Stadtbahnen)
Administration

PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

Bombardier Transportation Light Rail Vehicles (LRV)

Der Weltmarktführer für Straßen- und Stadtbahnen



Bombardier LRVs



Von Niederflurstraßenbahnen bis hin zu Hochflurstadtbahnen: Neueste Technologie für den öffentlichen Verkehr

Austrian Institute of Technology (AIT)

Österreichs größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung



Bundesministerium für Verkehr,
Innovation und Technologie 50,46%



Industriellenvereinigung
Österreich 49,54%

AIT Austrian Institute of Technology

Seibersdorf
Labor
GmbH

Nuclear
Engineering
Seibersdorf
GmbH

Energy

Mobility

Safety &
Security

Health &
Environment

Innovation
Systems

- ~1000 Mitarbeiter
- Budget: 120 Mio €
- Geschäftsmodell:
40:30:30

Agenda

1

EINFÜHRUNG

2

FAHRERASSISTENZSYSTEME: MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

3

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: DAS KONZEPT

4

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: ERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

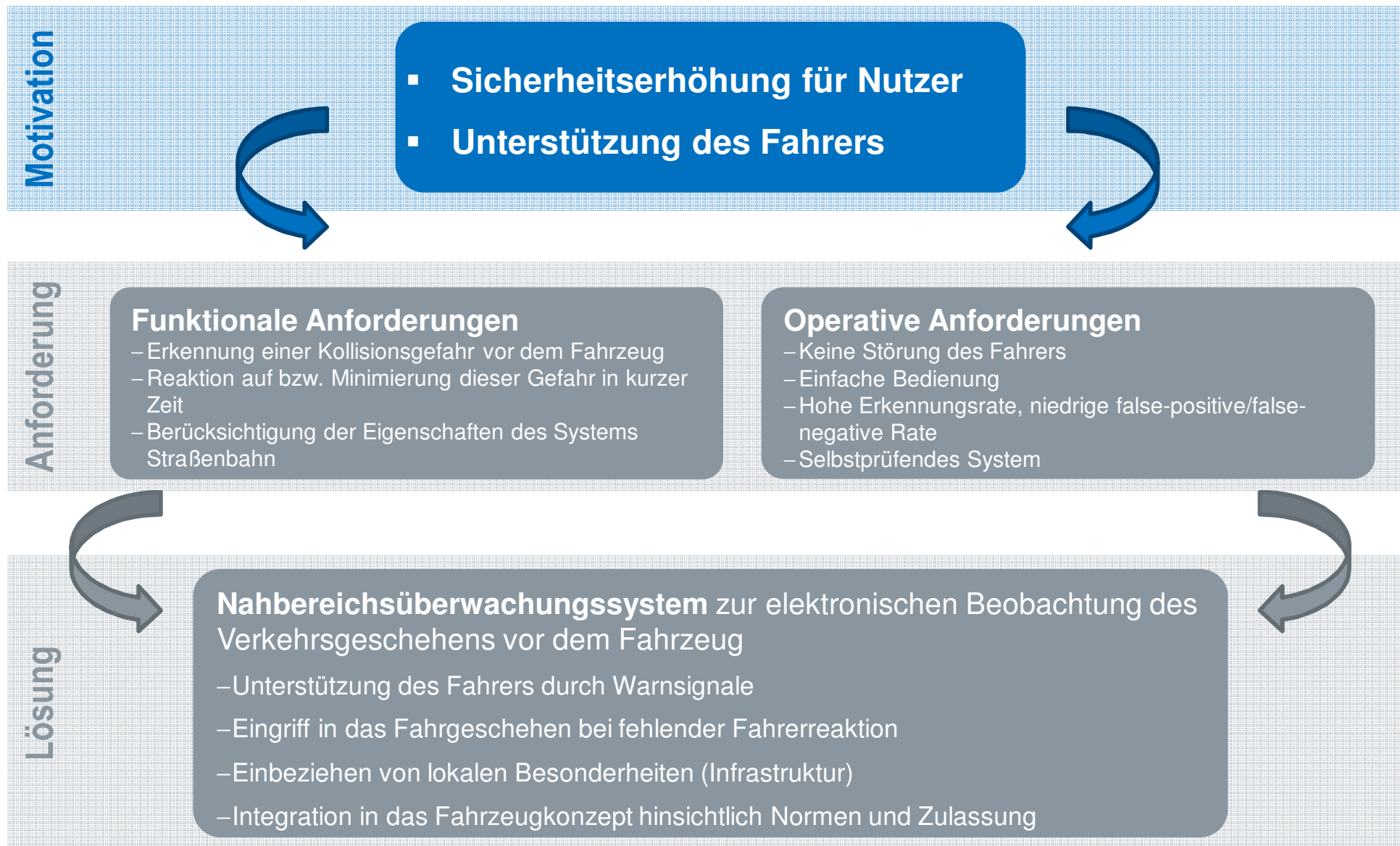
Die Motivation für Fahrerassistenzsysteme



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

Das Fahrerassistenzsystem

Ermittlung der Grundanforderungen



Agenda

1

EINFÜHRUNG

2

FAHRERASSISTENZSYSTEME: MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

3

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: DAS KONZEPT

4

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: ERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

AIT 3D Vision

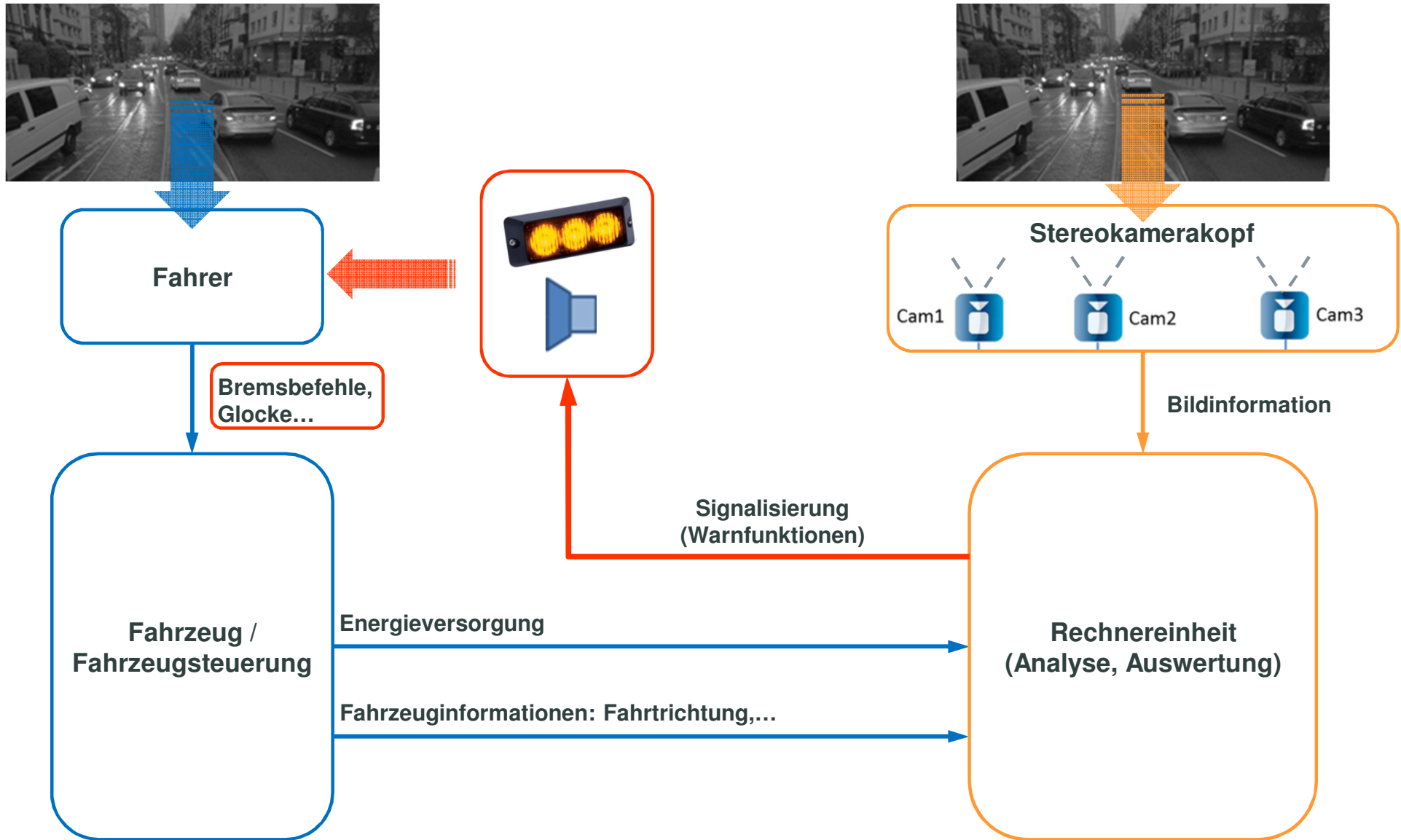
Die Basis des Bombardier Fahrerassistenzsystems



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

3D Stereovision für Schienenfahrzeuge

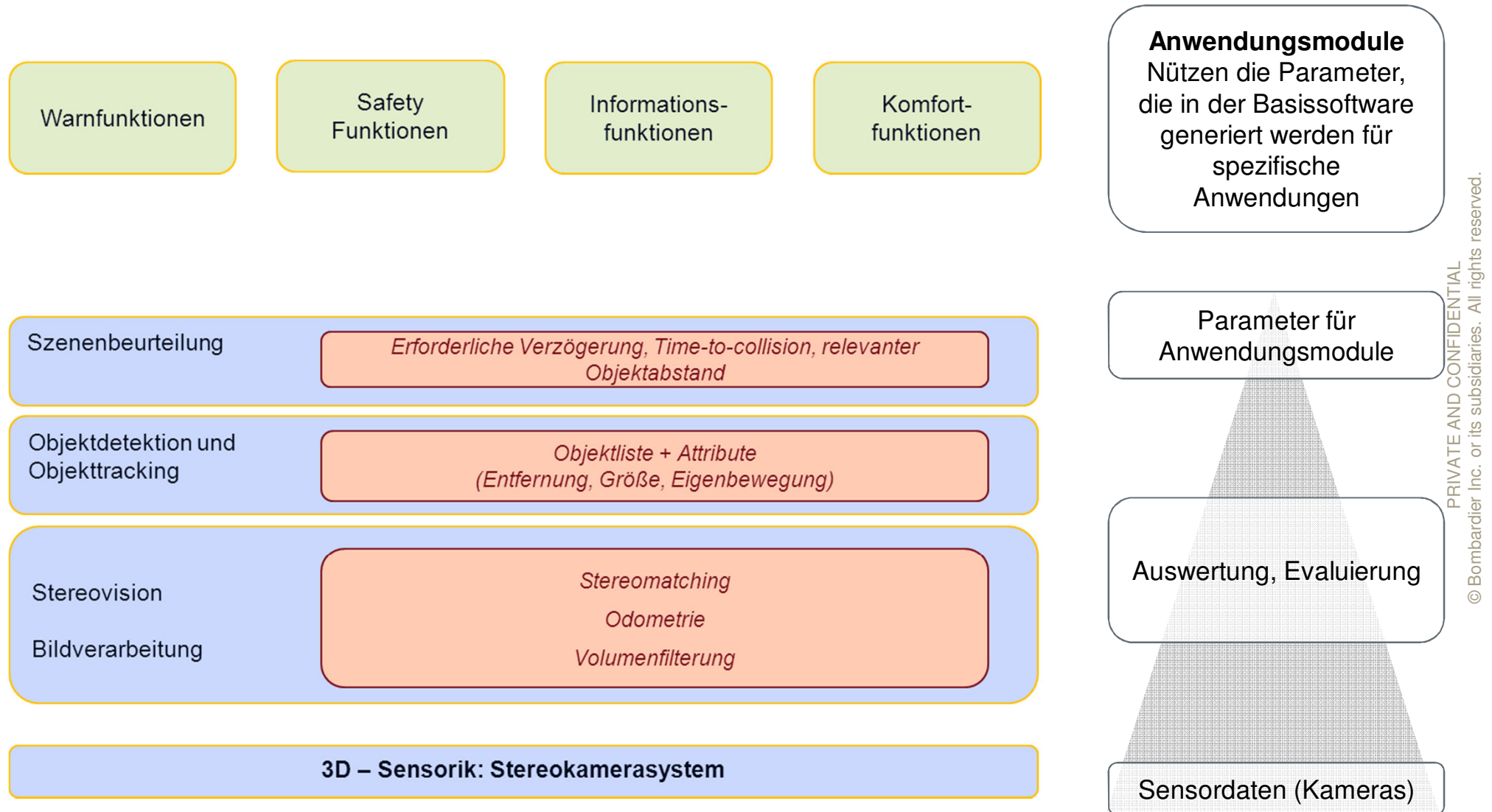
Systemaufbau



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

3D Stereovision für Schienenfahrzeuge

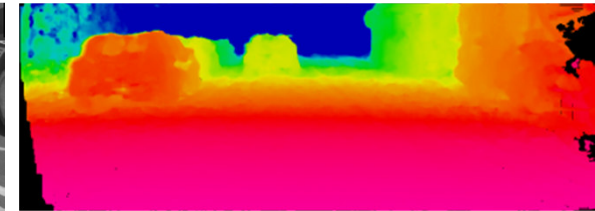
Basissoftware und anwendungsspezifische Module



Stereomatching mit S3E

Ein Kernelement der Basissoftware

- *Stereo-Vision*
 - 3D Information durch Analyse der Parallaxen räumlich versetzt aufgenommener Bilder
 - Entfernungsbestimmung mittels Triangulation
- *Stereo-Matching*
 - Ermitteln der Pixel-Korrespondenzen aus den synchron aufgenommenen Kamerabildern
 - Optimierte Algorithmen für hohe Frameraten bei hoher Bildauflösung
 - Ergebnis: „Tiefenbild“ und 3D Punktwolke



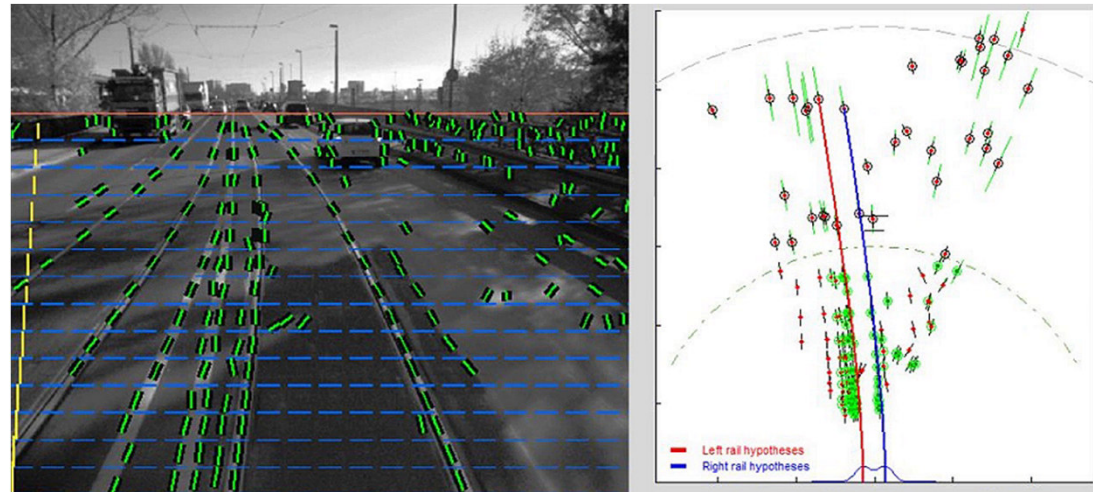
- Trinokulare Stereovision mit großer Stereobasis
 - Kombinierte Auswertung unterschiedlicher Stereobasisweiten für bessere Abdeckung von Nah- und Fernbereich
 - Nutzbare 3D Informationen vom Nahbereich bis Entfernungen > 80 m
 - Großes Field-of-View (80° horizontal)



Erkennung des Fahrwegverlaufs

Die Schlüsselfunktion für Schienenfahrzeuge

- Schienenfahrzeuge können nicht ausweichen
 - Es genügt nicht, „irgendeinen“ freien Pfad im Vorfeld des Fahrzeugs zu detektieren
 - Exakte Kenntnis der Lage des Hüllvolumens um das Lichtraumprofil ist erforderlich
 - Geringe Toleranzen erlaubt, da „erlaubte“ Objekte sich in geringer Entfernung zum Lichtraumprofil befinden
 - > Tram in Gegenrichtung
 - > Geländer, Leitschienen, Oberleitungsmasten
- Objekte müssen dahingehend bewertet werden, ob sie (potentiell) in das Lichtraumprofil geraten können, oder sich bereits darin befinden
- Ermittlung der 3D -Trajektorie des Fahrwegverlaufs im Vorfeld des Fahrzeugs
 - aus den Daten des eigenen Sensorsystems
 - Keine vorherige Vermessung der Strecke erforderlich
 - GPS Selbstlokalisierung wäre innerstädtisch nicht präzise genug



Agenda

1

EINFÜHRUNG

2

FAHRERASSISTENZSYSTEME: MOTIVATION UND ANFORDERUNGEN

3

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: DAS KONZEPT

4

BT LRV FAHRERASSISTENZSYSTEM: ERFAHRUNGEN UND AUSBLICK

PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

Erste Erfahrungen in Pilotprojekten

Gemeinsames Pilotprojekt mit den Verkehrsbetrieben Frankfurt (VGF)

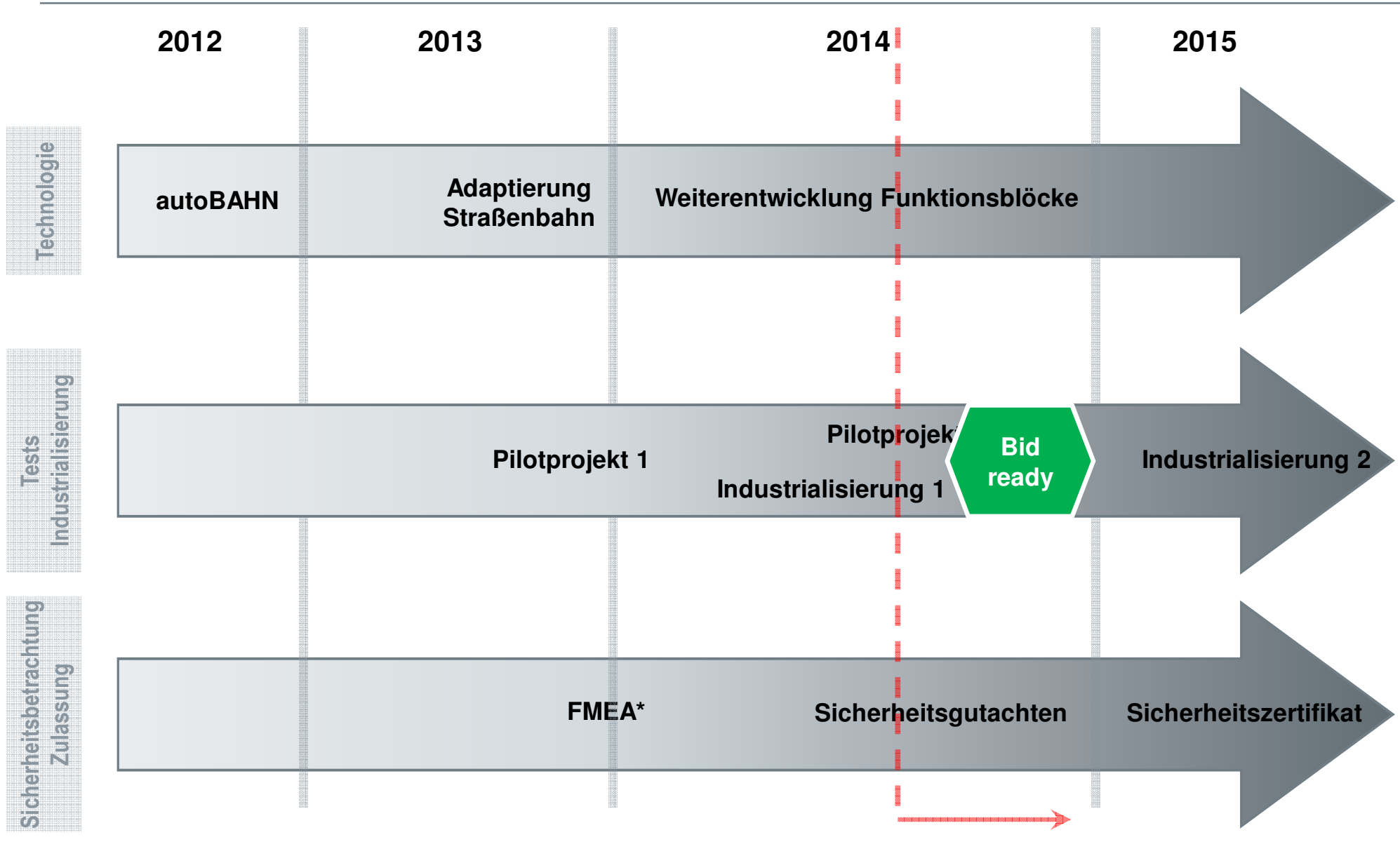
- Ausstattung eines *FLEXITY* Classic Fahrerstands mit Systemkomponenten im Herbst 2013
 - Sammlung von Sensorrohdaten
 - Offline Datenauswertung
 - Weiterentwicklung der Systemkomponenten und Auswertesoftware
- Erkenntnisse
 - System läuft stabil und liefert wertvolle Daten in guter Qualität
 - Charakteristische „Hindernisse“ werden zuverlässig erkannt
- Bei nächsten Pilotprojekten wird ein erweitertes System eingesetzt werden
 - Implementierung der Auswertesoftware, um schrittweise neue Funktionen testen zu können
 - Gezielte Datensammlung zur Evaluierung der Leistungsfähigkeit



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

Fahrerassistenzsystem

Zeitlicher Überblick und Ausblick der Entwicklung



PRIVATE AND CONFIDENTIAL
© Bombardier Inc. or its subsidiaries. All rights reserved.

BOMBARDIER

the evolution of mobility