

# AMISIA

Advanced Port Maintenance: Intelligent, Sustainable, Innovative and Automated Dredging

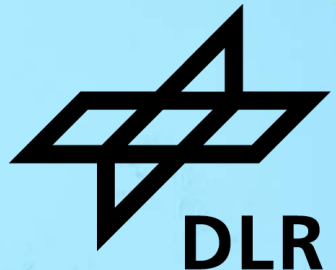
Dr.-Ing. Matthias Steidel; [matthias.steidel@dlr.de](mailto:matthias.steidel@dlr.de)



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

Niedersachsen  
 Ports

MAREVAL  
Hamburg



# Gewässerunterhaltung im Emdener Hafen



**Bj. 1981**



**Kontinuierliche  
Unterhaltung**



**Mangel an  
Fachkräften**



**Fremdvergabe**



**Hohe  
Emissionen**

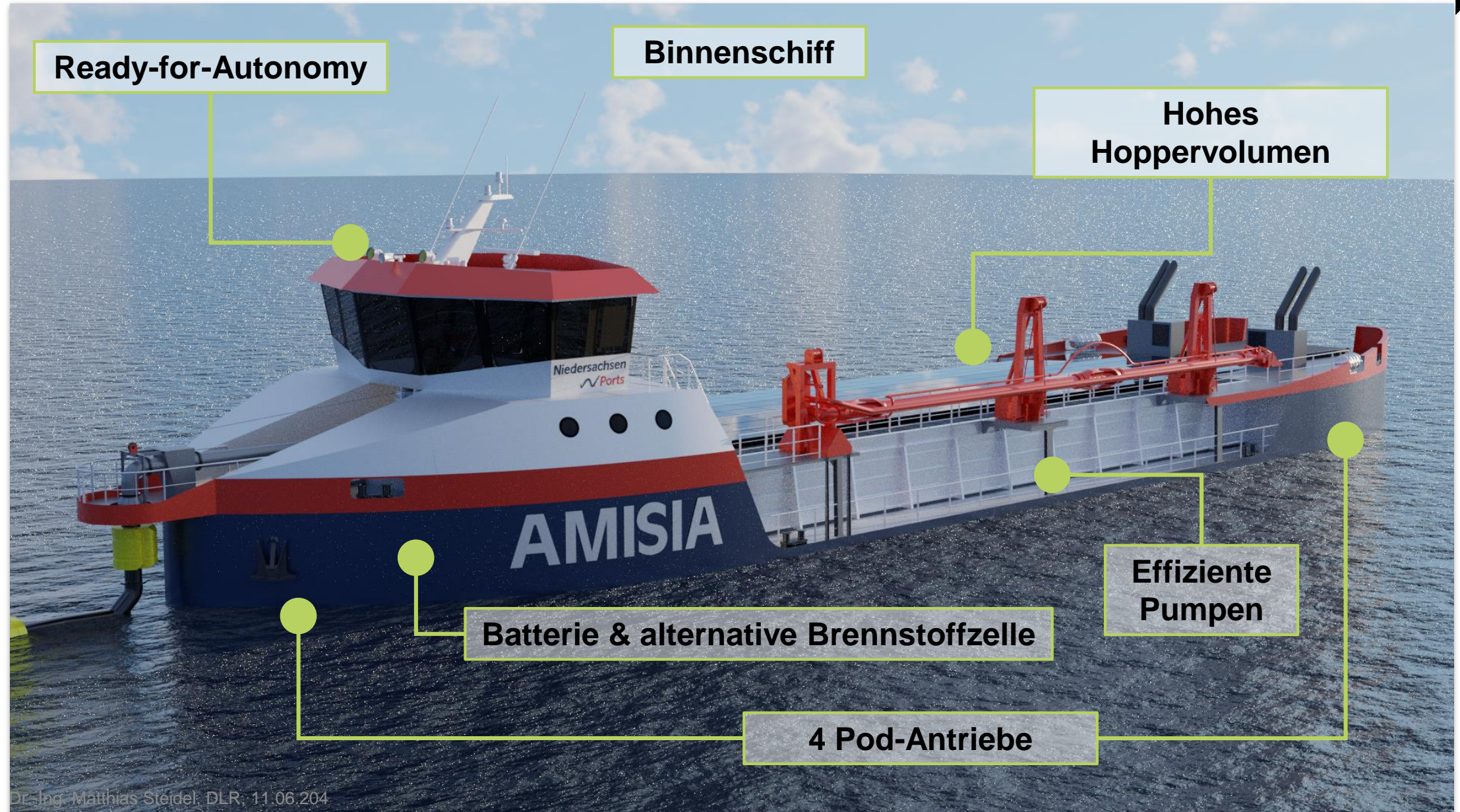


<https://www.schiffbilder.de/1200/hafenbagger-anna-emden-2692023--79806.jpg>





# Die „AMISIA“





# AMISIA – Ready-for-Autonomy

## Automatisierung in drei Stufen

Stufe 1: Entscheidungsunterstützung durch intelligente Systeme

Stufe 2: Nautische Besatzung ist auf der Brücke, Schiff wird ferngesteuert

Stufe 3: Besatzung ist an Bord, Schiff wird ferngesteuert

## Grundannahme

- Die notwendigen Technologien sind vorhanden und einsatzbereit

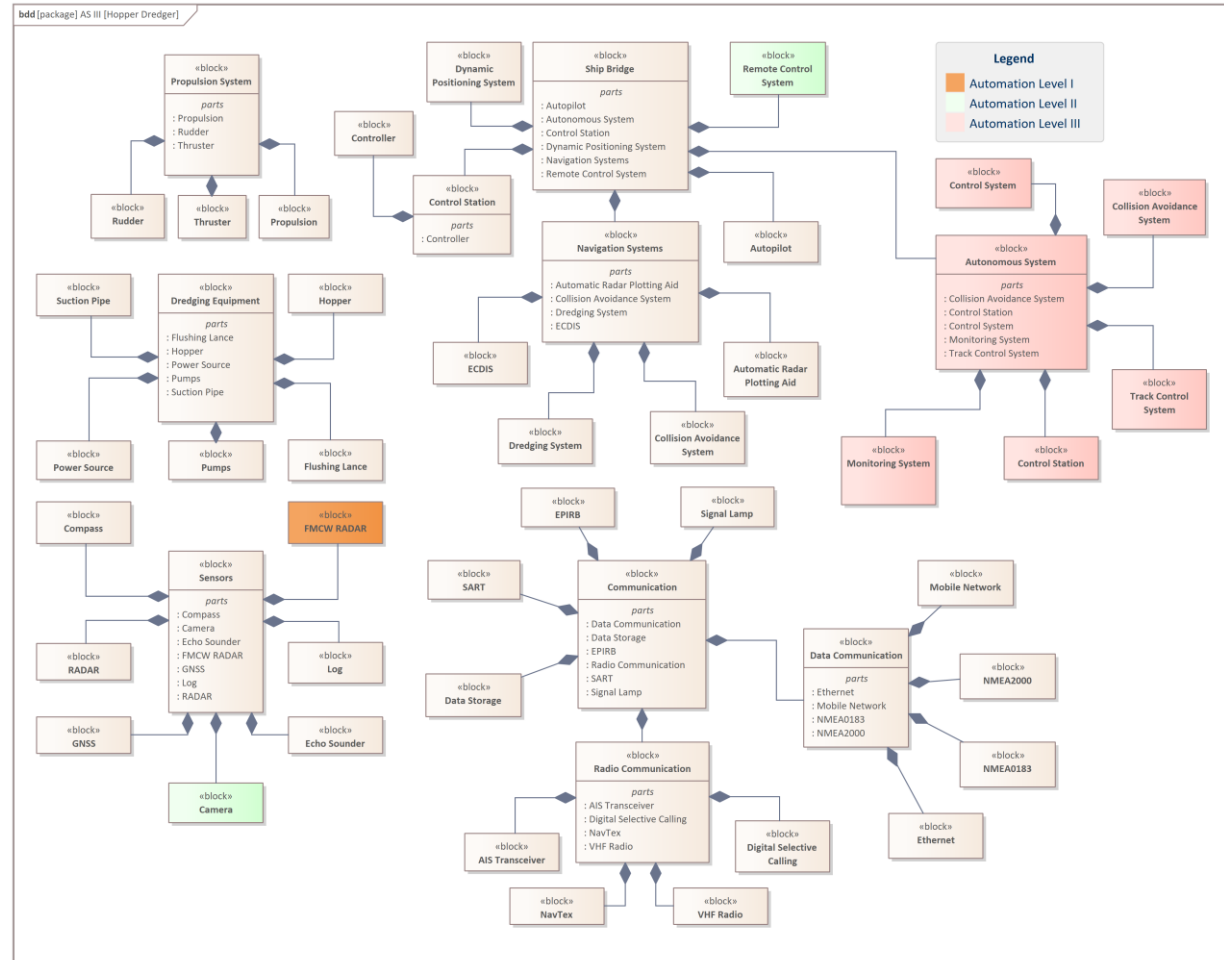


Bild: DLR

# Ein technisches Konzept



**Stufe 1**  
Kollisionsvermeidung & Bahnführung



**Stufe 2**  
Remote Control samt Kameras

**Stufe 3**  
Stufe I + Stufe II + Monitoring

# Testen hochautomatisierter Systeme: Grenzen bisheriger Ansätze

- Aber:
  - Wie testet man ein komplexes System-of-Systems?
  - Wie werden kritische Situationen identifiziert?
  - Wie können wir nachweisen, dass die Systeme damit umgehen können?
- ISO 26262 definiert grundsätzliches Vorgehen



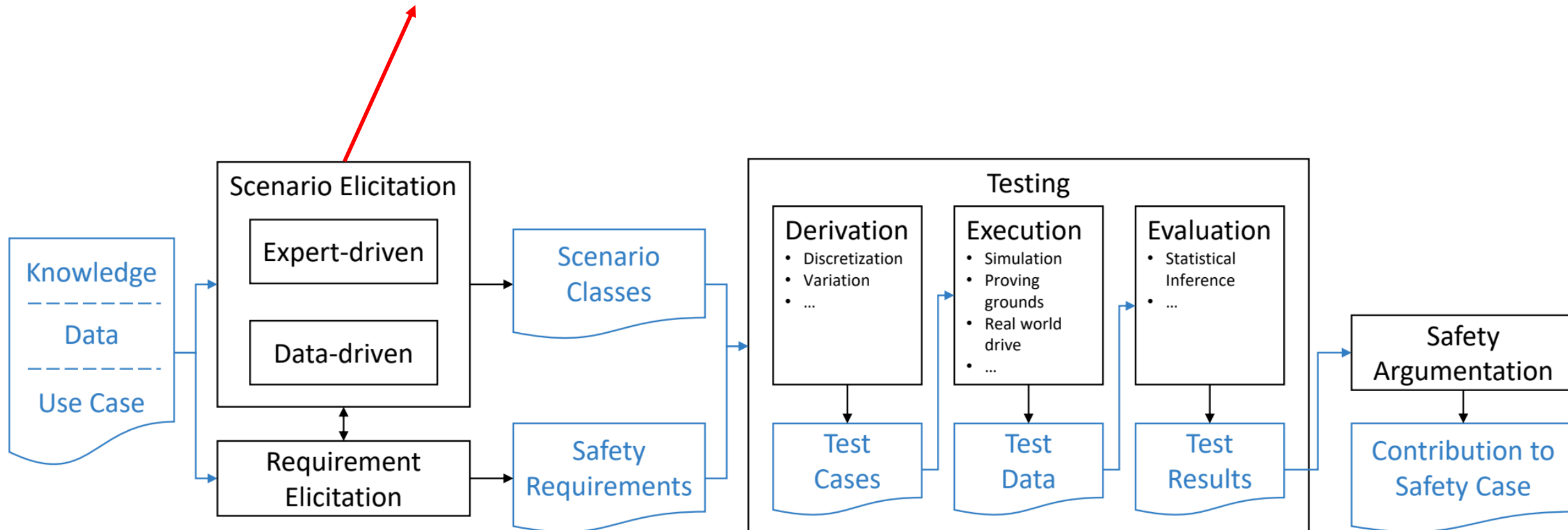
# Der Blick über den Tellerrand: Automotive (I)

- Aber:
  - Wie testet man ein komplexes System-of-Systems?
  - Wie werden kritische Situationen identifiziert?
  - Wie können wir nachweisen, dass die Systeme damit umgehen können?
- ISO 26262 definiert grundsätzliches Vorgehen
- Distanz-basierte Ansätze sind aus statistischer Sicht ungeeignet



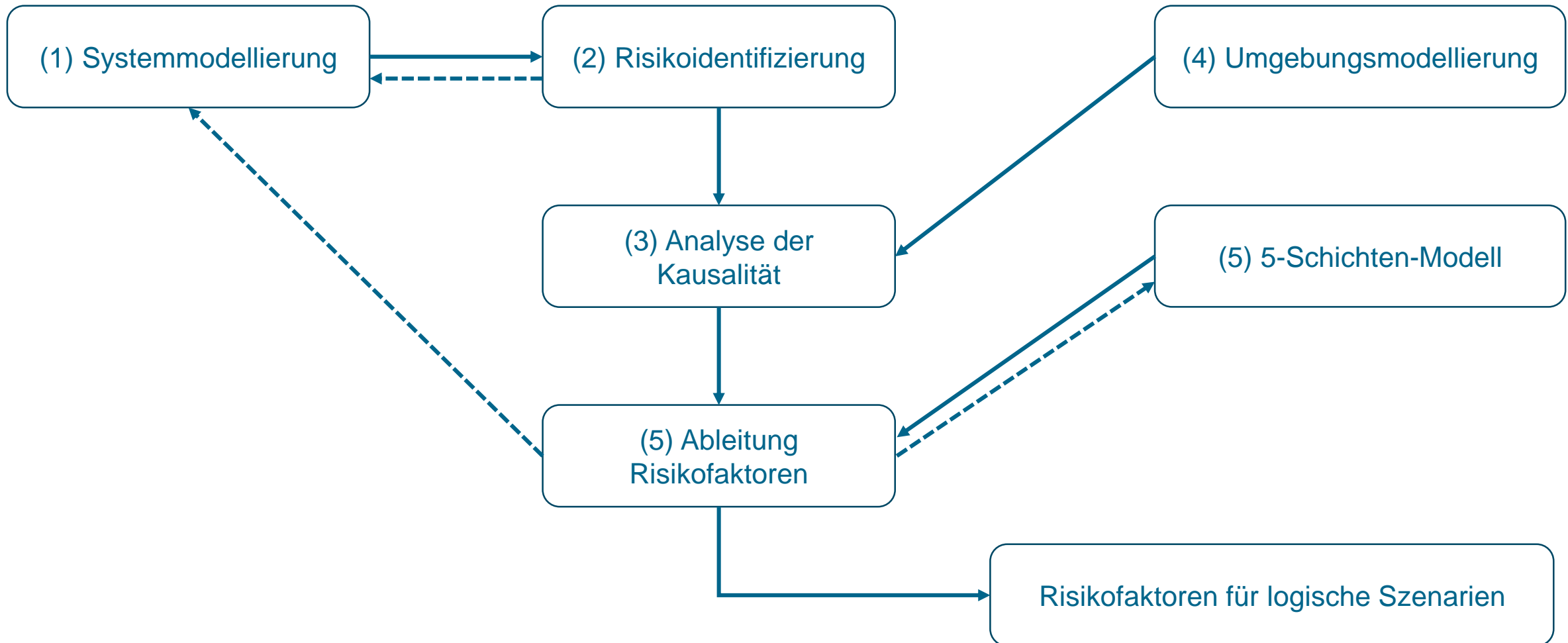
# Szenariobasiertes Testen als Grundlage

Szenarien bilden kritische Situationen für das System under Test (SuT) ab





# Identifizierung von Automationsrisiken



# Herleitung von Automationsrisiken



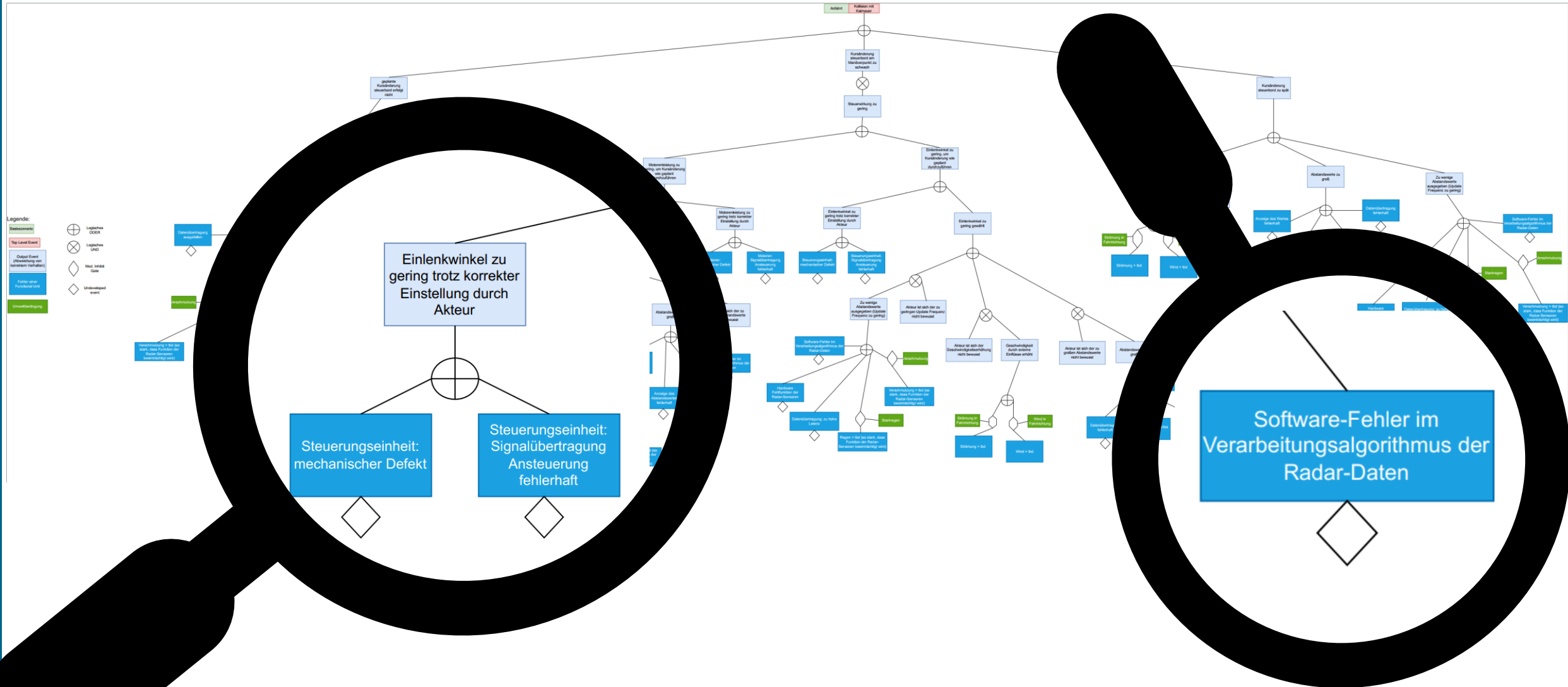
Von typischen Szenarien...

ID	Basic Scenario	Basic Action	Correct if (context)	Deviation	Vehicle Behavior	Observable Effect(s) in Scenario	Potential TLE	Additional Scenario Conditions Necessary for TLE
1.2.1.1	Anfahrt (Node 1)	Kursänderung	Kurs relativ zum Kai $\in [93, 87]^\circ$ , Abstand zum Kai $> 30$ m	no	Keine Kursänderung, obwohl Kurs relativ zum Kai nicht im Intervall $[87, 93]^\circ$	Schiff weicht von intendierter Bahn ab. Ein bestimmter Bereich wird nicht bebaggert.	Kollision mit anderem Objekt oder Schiff	Objekt oder Schiff im befahrenen Bereich
1.2.2.1	Anfahrt (Node 1)	Kursänderung	Kurs relativ zum Kai $\in [93, 87]^\circ$ , Abstand zum Kai $> 30$ m	less	Kursänderung zu schwach, um Kurs relativ zum Kai auf $[87, 93]^\circ$ zu korrigieren.	Schiff weicht von intendierter Bahn ab. Ein bestimmter Bereich wird nicht bebaggert.	Kollision mit anderem Objekt oder Schiff	Objekt oder Schiff im befahrenen Bereich
1.2.3.1	Anfahrt (Node 1)	Kursänderung	Kurs relativ zum Kai $\in [93, 87]^\circ$ , Abstand zum Kai $> 30$ m	more	Kursänderung zu stark, Überkorrektur des Kurses relativ zum Kai auf $[93, 87]^\circ$	Schiff weicht von intendierter Bahn ab. Ein bestimmter Bereich wird nicht bebaggert.	Kollision mit anderem Objekt oder Schiff	Objekt oder Schiff im befahrenen Bereich
2.2b.1.1	Anfahrt (Node 2)	Kursänderung Steuerbord	Kurs relativ zum Kai $\in [3, 93]^\circ$ , Abstand zum Kai $\in [2, 30]$ m	no	Keine Kursänderung steuerbord, obwohl Kurs nicht parallel zur Kaimauer (d.h. $[-3, 3]^\circ$ ) und Abstand zur Kaimauer $\leq 30$ m	Schiff fährt mit rel. Kurs $\in [3, 93]^\circ$ auf Kaimauer zu statt sich parallel dazu auszurichten (d.h. auf $[-3, 3]^\circ$ )	Kollision mit Kaimauer	
2.2b.2.1	Anfahrt (Node 2)	Kursänderung Steuerbord	Kurs relativ zum Kai $\in [3, 93]^\circ$ , Abstand zum Kai $\in [2, 30]$ m	less	Kursänderung steuerbord zu gering, um Schiff innerhalb des verbleibenden Abstands parallel zur Kaimauer auszurichten (d.h. auf $[-3, 3]^\circ$ )	Schiff fährt mit rel. Kurs $\in [3, 93]^\circ$ auf Kaimauer zu statt sich parallel dazu auszurichten (d.h. auf $[-3, 3]^\circ$ )	Kollision mit Kaimauer	

...zur Systemebene.

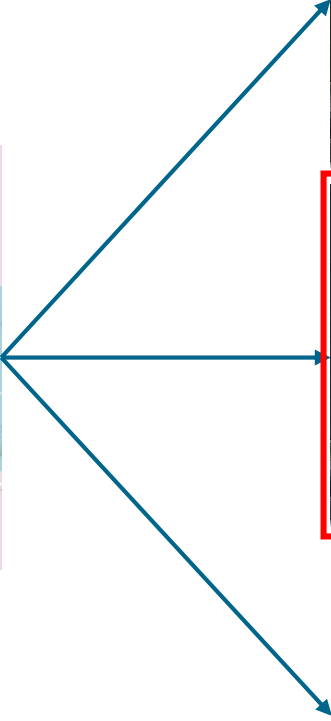
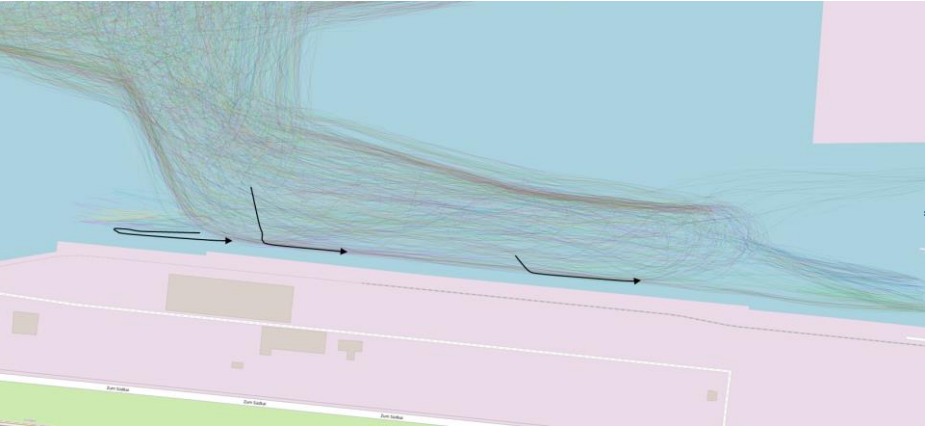
Functional Unit	Function			Keyword	Local Failure / Functional Insufficiency	Basic Scenario	System Effect(s) in Scenario	Incorrect vessel Behavior	ID(s) of incorrect vessel behavior	System Cause	Environmental Trigger
	Input	Computation	Output								
Sensoren > FMCW Radare > Signal Detektion	Radarsignal		Menge von Abstandswerten	no	es wird kein Radarsignal detektiert und keine Abstandswerte ausgegeben	Anfahrt (Node 2)	Abstand zur Kaimauer kann nicht präzise eingeschätzt werden	Kursänderung steuerbord wird zu spät, zu früh, zu stark, zu schwach oder gar nicht eingeleitet.	1.2b.-.-	Hardware Ausfall, Abnutzung; zu geringe Sensitivität bei Objekten, die schlecht reflektieren	Verschmutzung; Wetterbedingungen (Starkregen, Nebel)
Sensoren > FMCW Radare > Signal Detektion	Radarsignal		Menge von Abstandswerten	no	es wird kein Radarsignal detektiert und keine Abstandswerte ausgegeben	Entlangfahren (Node 3)	Abstand zur Kaimauer kann nicht präzise eingeschätzt werden	Keine, zu schwache oder zu starke Kursänderung, obwohl Abstand des Schiffs zur Kaimauer zu groß oder zu klein.	3.2a.-.-, 3.2b.-.-	Hardware Ausfall, Abnutzung; zu geringe Sensitivität bei Objekten, die schlecht reflektieren	Verschmutzung; Wetterbedingungen (Starkregen, Nebel)
Sensoren > FMCW Radare > Signal Detektion	Radarsignal		Menge von Abstandswerten	less	es werden zu wenige Abstandswerte ausgegeben	Anfahrt (Node 2)	große zeitliche Lücken in den Daten; Abstand zur Kaimauer kann nicht in Echtzeit eingeschätzt werden	Kursänderung wird zu spät, zu früh, zu stark, zu schwach eingeleitet.	1.2b.-.-	Hardware Ausfall, Abnutzung; zu geringe Sensitivität bei Objekten, die schlecht reflektieren	Verschmutzung; Wetterbedingungen (Starkregen, Nebel)
Sensoren > FMCW Radare > Signal Detektion	Radarsignal		Menge von Abstandswerten	less	es werden zu wenige Abstandswerte ausgegeben	Entlangfahren (Node 3)	große zeitliche Lücken in den Daten; Abstand zur Kaimauer kann nicht in Echtzeit eingeschätzt werden	Keine, zu schwache oder zu starke Kursänderung, obwohl Abstand des Schiffs zur Kaimauer zu groß oder zu klein.	3.2a.-.-, 3.2b.-.-	Hardware Ausfall, Abnutzung; zu geringe Sensitivität bei Objekten, die schlecht reflektieren	Verschmutzung; Wetterbedingungen (Starkregen, Nebel)

# Ableitung von Risikofaktoren



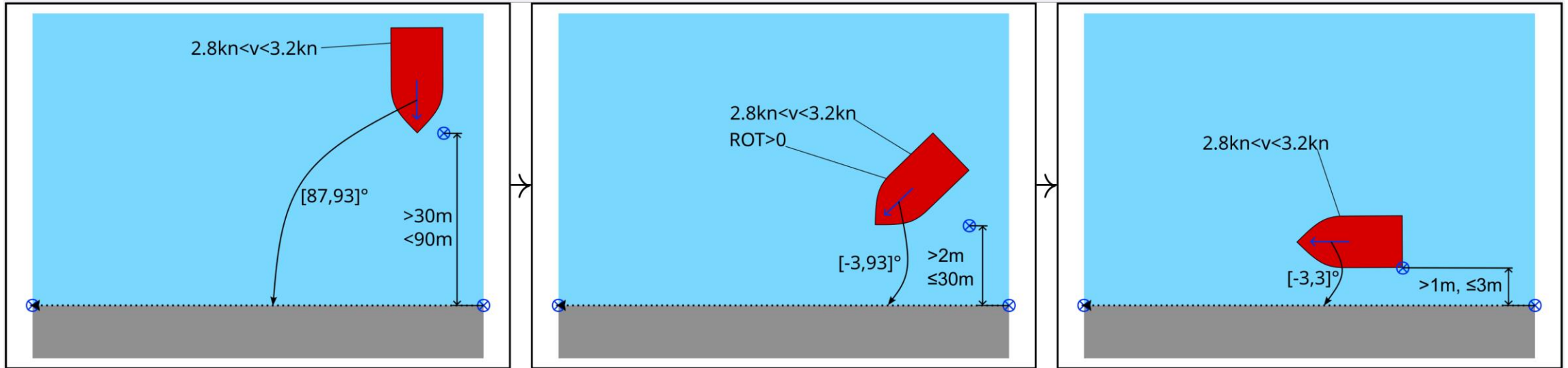


# Szenarien: Abgleich mit der Realität und Abstraktion



# Modellierung risikobehafteter Szenarien (2/2)

## Traffic Sequence Charts (TSC)



- Formalisierte Beschreibung der Szenarien
- Beschreibt intendiertes Szenario
- Bewertung der Experimente möglich über ein TSC-Monitoring





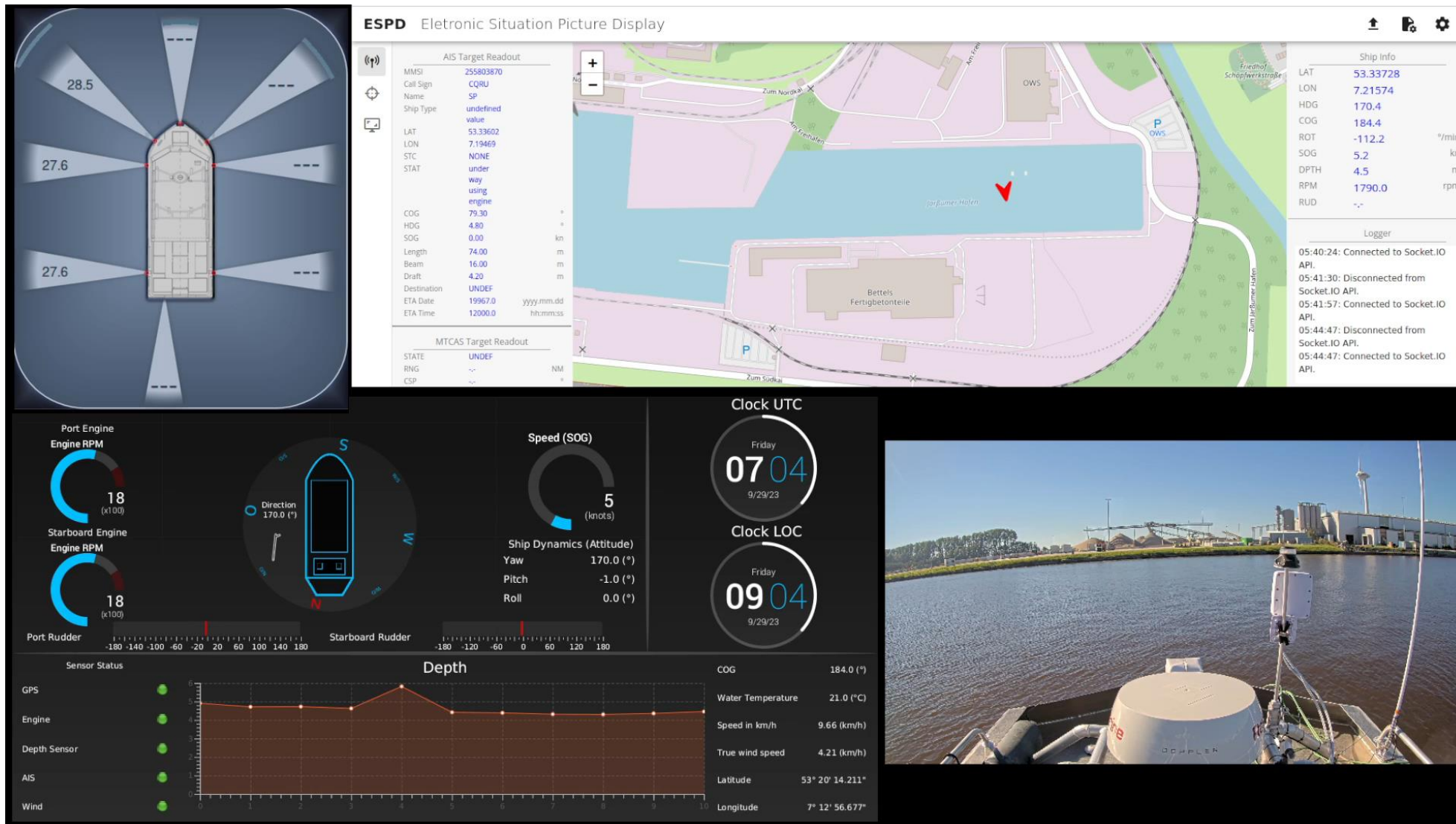
# ANWENDUNG IN DER PRAXIS



# Die Sally



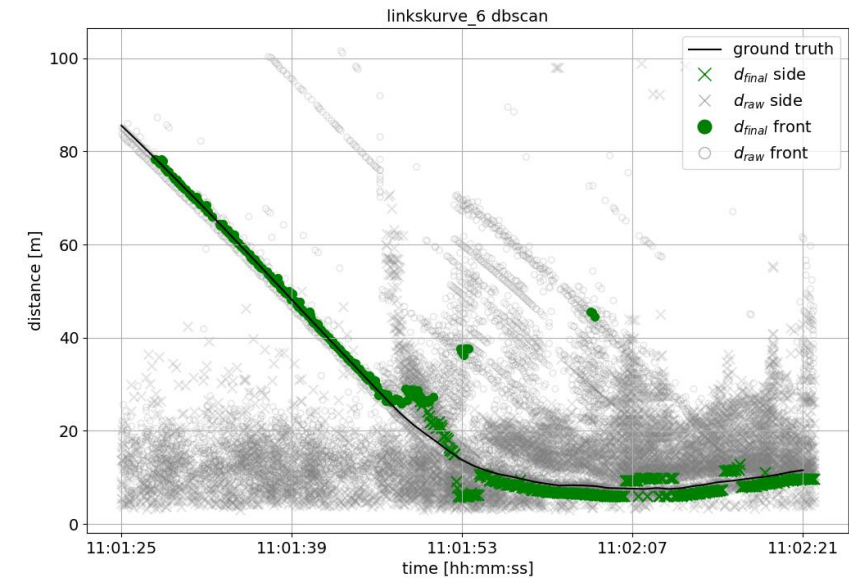
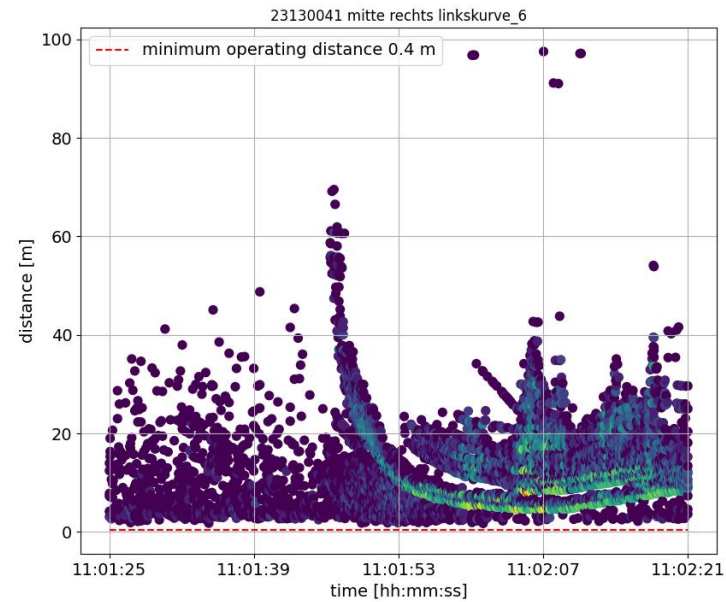
# Erprobung der Szenarien





# Risiko: Sensordatenverarbeitung

Software-Fehler im  
Verarbeitungsalgorithmus der  
Radar-Daten





- Technische Machbarkeit vs. Absicherung im Kontext der maritimen Hochautomation
- Ausweg: Szenariobasiertes Testen hochautomatisierter maritimer Systeme
- Risikoidentifizierung und formalisierte Modellierung der Szenarien
- Kann im Entwicklungsprozess eingesetzt werden

A photograph taken from the deck of a ship. In the foreground, a complex camera rig is mounted on a metal structure. The rig consists of a central vertical pole with several white, cylindrical camera lenses protruding horizontally in different directions. A weather vane is also attached to the pole. The rig is mounted on a metal frame that has the name 'Raj' visible on it. In the background, a large blue container ship is docked at a pier. The ship has 'BBC KHERSON' written on its side and 'BBC Chartering' on the hull. The sky is clear and blue, and the water is calm.

**VIELEN DANK**

Thema: **AMISIA**  
Advanced Port Maintenance: Intelligent, Sustainable, Innovative  
and Automated Dredging  
Datum: 2024-05-31 (JJJJ-MM-TT)

Autor: Dr.-Ing. Matthias Steidel

Institut: Systems Engineering für zukünftige Mobilität

Bildquellen: Alle Bilder „DLR (CC BY-NC-ND 3.0)“,  
sofern nicht anders angegeben