

Universität  
Rostock



Traditio et Innovatio

# Sicherheitsanalyse durch Entwicklung eines Rogue Device zur Echtzeitmanipulation maritimer Steuerungssysteme

Jakob Engelbert Tomahogh

Betreuer: *M.Sc. Marvin Davieds*

Zweitgutachter: *Prof. Dr. rer. nat. Clemens H. Cap*

14.02.2025

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick

- 1 Einführung
  - Motivation
  - Zielsetzung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick

# Motivation

- Sicherheit wurde in maritimen Systemen vernachlässigt
- Kommunikationssysteme sind anfällig für Angriffe
- Angriff auf Steuerungssysteme könnte katastrophale Folgen haben
- Physischer Zugriff bei Passagierschiffen möglich

# 1 Einführung

- Motivation
- Zielsetzung

## 2 Grundlagen

## 3 Konzept

## 4 derzeitiger Stand

## 5 Ausblick

# Zielsetzung

- Steuerung eines Schiffes durch ein Spielecontroller
- Rogue Device als Schnittstelle zwischen Controller und Schiff
- Unbemerkte Manipulation der Steuerung

# Zielsetzung

- Machbarkeit eines solchen Angriffs soll gezeigt werden
- Aufmerksamkeit auf Sicherheitslücken in maritimen Systemen lenken
- Sicherheitslücken sollen durch Steuerung mit Spielecontroller veranschaulicht werden
- Betrachtung möglicher Gegenmaßnahmen

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick



- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
  - Schiffstechnik
  - CAN-Bus
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick

# Schiffstechnik



Quelle: <https://www.inf.uni-rostock.de/mts/forschungsschiff/forschungsschiff-limanda-1/>

Fig. 1: Forschungsschiff Limanda

- Zweimotoriger Katamaran
- Länge: 15,73m
- Breite: 6,16m

# Schiffstechnik

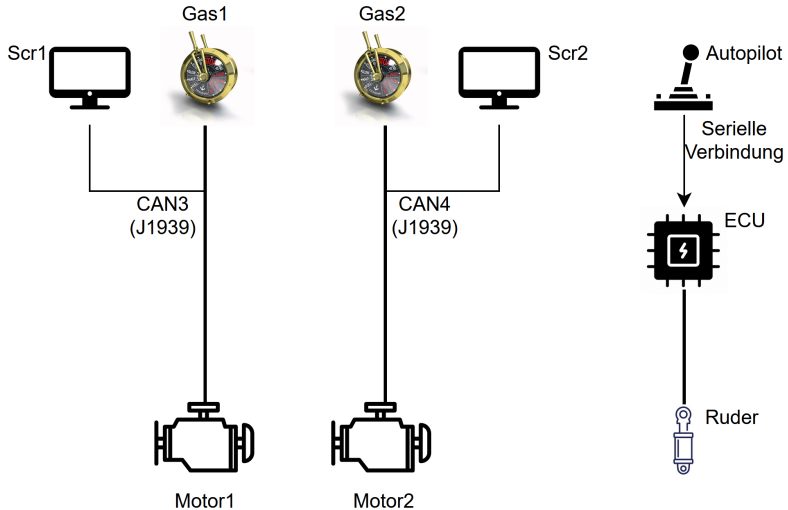


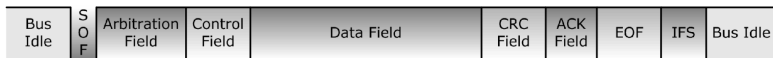
Fig. 2: Vereinfachter Aufbau der Systeme

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
  - Schiffstechnik
  - CAN-Bus
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick

# CAN-Bus

- Serielle Netzwerktechnologie, bei dem mehrere Geräte miteinander kommunizieren können
- Ermöglicht kabelarme Kommunikation zwischen Steuergeräten
- Alle Geräte sind gleichberechtigt
- Nachrichten werden nach Broadcast-Prinzip übertragen
- Kommunikation auf dem CAN-Bus ist unverschlüsselt

# CAN-Bus Nachricht



Quelle: A Comprehensive Guide to Controller Area Network (Wilfried Voss)

Fig. 3: Aufbau einer CAN-Bus Nachricht

- **SOF:** Start of Frame
- **Arbitration Field:** Nachrichten-ID und Remote Transmission Request
- **Control Field:** Datenlänge
- **Data Field:** Nutzdaten
- **CRC Field:** Prüfsumme
- **EOF:** End of Frame
- **IFS:** Interframe Space, Pause zwischen Nachrichten

# J1939

- Standard für die Kommunikation auf dem CAN-Bus
- Nutzt 29 Bit Extended CAN Identifier
- Ermöglicht Knotenadressierung

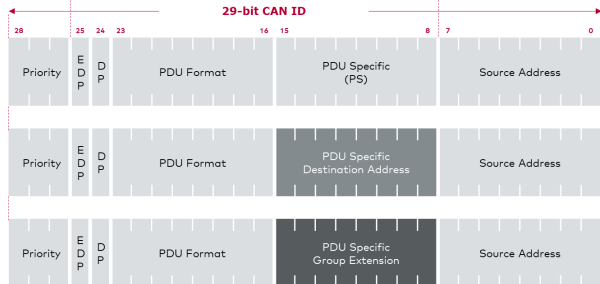
## J1939

## ► 18-bit Parameter Group Number (PGN)

	PF	GE
PDU1 (specific)	< 240	0
PDU2 (global)	>= 240	0 - 255



## ► 29-bit CAN Identifier



## &gt; PDU1: PS = Destination Address



## &gt; PDU2: PS = Group Extension



Quelle: <https://www.vector.com/de/de/know-how/protokolle/sae-j1939/>

Fig. 4: J1939 Nachrichten-ID



- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 Ausblick

# Konzept

- Xbox Controller als Eingabegerät
- Raspberry Pi 5 als Rogue Device
- Anbindung des Raspberry Pi an den CAN-Bus
- Übersetzung der Controllereingaben in CAN-Bus Nachrichten auf Rogue Device

# Konzept

- Unterbindung der originalen Steuerung
- Reaktion auf Nachrichten der Gashebel
- Rudersteuerung über Autopiloten

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand**
- 5 Ausblick

# derzeitiger Stand

- Raspberry Pi mit Raspberry Pi OS
- Programmierung in Python
- Bedienungskonzept des Xbox-Controllers

# derzeitiger Stand

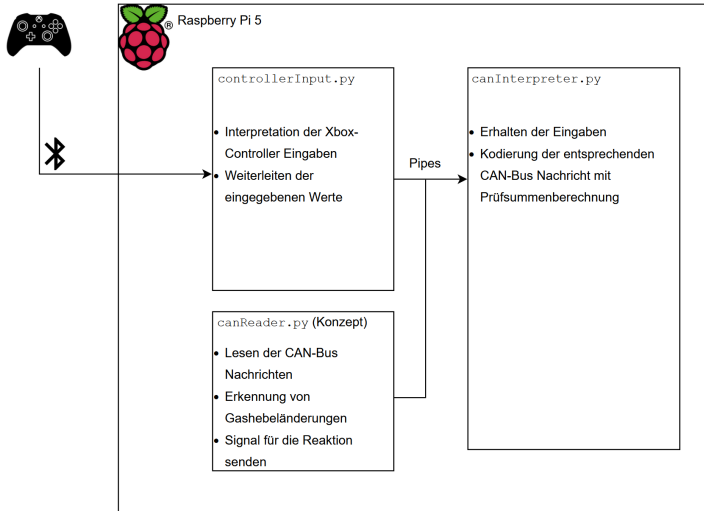
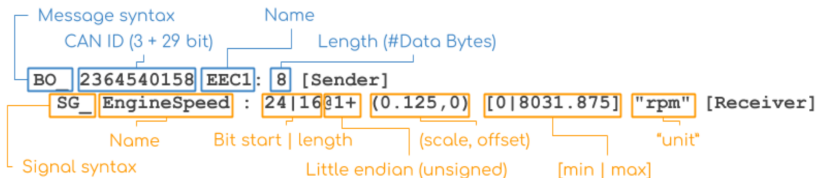


Fig. 5: Programmstruktur auf dem Raspberry Pi

# derzeitiger Stand

- Aufbau eines CAN-Bus Netzwerks mit UCAN (USB-zu-CAN Adapter)
- Kodieren der Eingaben in CAN-Bus Nachrichten
  - cantools
  - DBC-Datei

# DBC-Datei



Quelle: <https://www.csselectronics.com/pages/can-dbc-file-database-intro>

Fig. 6: Auszug einer Beispiel DBC-Datei



# derzeitiger Stand

- Anhand der DBC-Datei einzelne Signale mit validen Werten erstellt
- Nachrichten-ID einer aufgezeichneten Nachricht entnommen
- Prüfsumme mit Nachrichten-ID, ersten 7 Bytes und Nachrichtenzähler berechnet
- Daraus CAN-Bus Nachricht erstellt

- 1 Einführung
- 2 Grundlagen
- 3 Konzept
- 4 derzeitiger Stand
- 5 **Ausblick**

# Ausblick

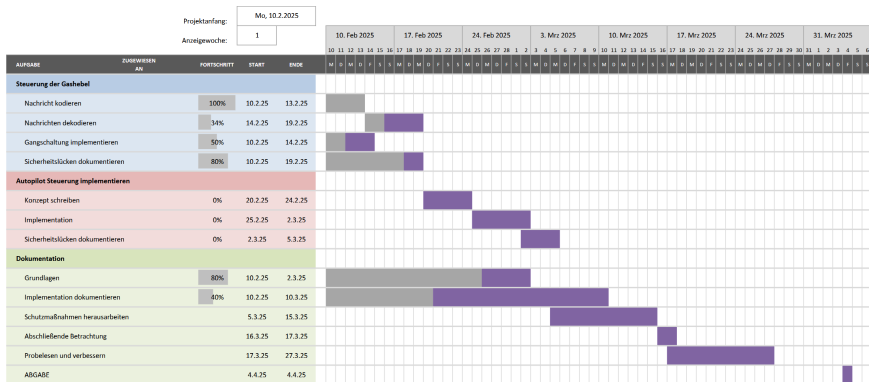


Fig. 7: Zeitplan

# Ausblick

Steuerung der Gashebel				
Nachricht kodieren	100%	10.2.25	13.2.25	
Nachrichten dekodieren	34%	14.2.25	19.2.25	
Gangschaltung implementieren	50%	10.2.25	14.2.25	
Sicherheitslücken dokumentieren	80%	10.2.25	19.2.25	

Fig. 8: Auszug aus dem Zeitplan

# Ausblick

Autopilot Steuerung implementieren				
Konzept schreiben	0%	20.2.25	24.2.25	
Implementation	0%	25.2.25	2.3.25	
Sicherheitslücken dokumentieren	0%	2.3.25	5.3.25	

Fig. 9: Auszug aus dem Zeitplan

# Ausblick

Dokumentation			
Grundlagen	80%	10.2.25	2.3.25
Implementation dokumentieren	40%	10.2.25	10.3.25
Schutzmaßnahmen herausarbeiten		5.3.25	15.3.25
Abschließende Betrachtung		16.3.25	17.3.25
Probelesen und verbessern		17.3.25	27.3.25
ABGABE		4.4.25	4.4.25

Fig. 10: Auszug aus dem Zeitplan