



# **Umbau und Inbetriebnahme eines Konzeptfahrzeugs zur Erprobung eines neuen Fährantriebs**

## **T3000 Hausarbeit**

Studiengang Elektrotechnik

Studienrichtung Fahrzeugelektronik

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg, Campus Friedrichshafen

von

Luka Tadic

Abgabedatum:	14.04.2025
Bearbeitungszeitraum:	19.01.2025 – 14.04.2025
Matrikelnummer:	5726700
Kurs:	TFE22-1
Dualer Partner:	Kramer Werke GmbH
Betreuerin / Betreuer:	Dipl. Ing. (FH) Christian Borgmann
Gutachterin / Gutachter:	Prof. Dr. Ing. Konrad Reif

## Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine T3000 Hausarbeit mit dem Thema:

*Umbau und Inbetriebnahme eines Konzeptfahrzeugs  
zur Erprobung eines neuen Fahrentriebs*

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Friedrichshafen, den 1. April 2025

---

Luka Tadic

---

## Kurzfassung

Im Rahmen dieses Projekts wird ein Proof of Concept (PoC)-Umbau an einem Kramer 415–38 Fahrzeug durchgeführt, um die Praxistauglichkeit eines neuen Fahrantriebskonzepts zu überprüfen. Ziel ist es, die Leistung, Dynamik und Reststeigfähigkeit des Fahrzeugs zu verbessern sowie Geräusch- und Kraftstoffverbrauch zu reduzieren.

Der Umbau umfasst die Integration neuer Komponenten, darunter der Danfoss Best Point Control (BPC)-Fahrantrieb, eine Servobremse mit Hill-Hold-Funktion, das Rafi Gen2 Display sowie der Einbau der neuen Keypads mit unterschiedlichen Fahrmodi Optionen. Die Umsetzung erfolgt in Zusammenarbeit mit Claus Vogt (mechanischer Umbau) und Daniel Sessler (Softwareintegration). Nach dem Einbau wird das Fahrzeug getestet, um zu evaluieren, ob die gewünschten Effekte erreicht wurden.

Das Projekt soll zeigen, ob sich das neue Fahrantriebskonzept erfolgreich in die T07/T08-Fahrzeugreihe integrieren lässt und somit die Wettbewerbsfähigkeit der Kramer Telelader steigert.

## Abstract

As part of this project, a Proof of Concept (PoC) conversion is being carried out on a Kramer 415–38 vehicle to evaluate the feasibility of a new drive system concept. The goal is to improve the vehicle's performance, dynamics, and gradeability while reducing noise and fuel consumption.

The conversion includes integrating new components such as the Danfoss BPC drive system, a servo brake with a hill-hold function, the Rafi Gen2 display, and the installation of new keypads with different drive mode options. The implementation is carried out in collaboration with Claus Vogt (mechanical conversion) and Daniel Sessler (software integration). After installation, the vehicle will be tested to assess whether the desired effects have been achieved.

The project aims to determine whether the new drive system concept can be successfully integrated into the T07/T08 vehicle series, thereby enhancing the competitiveness of Kramer telehandlers.

## Abkürzungsverzeichnis

**PoC** Proof of Concept

**BPC** Best Point Control

**SAP** Systemanalyse Programmentwicklung

**CAN** Controller Area Network

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Zielsetzung</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ablauf Umbau und Inbetriebnahme</b>	<b>3</b>
3.1	Planung und Vorbereitung . . . . .	3
3.2	Umbau des Fahrzeugs . . . . .	4
3.3	Installation der BPC-Software . . . . .	5
3.4	Inbetriebnahme . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Ausblick</b>	<b>6</b>

# 1 Einleitung und Motivation

Im Rahmen dieses Proof of Concept (PoC)-Umbaus wird untersucht, ob das geplante Fahrtriebskonzept für die T07/T08-Modelle der Kramer-Teelader die gewünschten Verbesserungen hinsichtlich Leistung, Dynamik und Reststeigfähigkeit erzielt. Ziel des Projekts ist es, die Wettbewerbsfähigkeit der Fahrzeuge weiter zu steigern, indem innovative Technologien und Optimierungsmaßnahmen implementiert werden.

Der Ausgangspunkt für diese Entwicklung waren die Ergebnisse des „Voice of Sales/Voice of Engineering“-Events im Juli 2021, bei dem spezifische Anforderungen an den Fahrtrieb definiert wurden. Wesentliche Optimierungen umfassen die Einführung des Danfoss Best Point Control (BPC)-Fahrtriebs, der trotz der erzielten Kostenreduzierung eine höhere Leistung sowie ein erhöhtes Drehmoment ermöglicht. Zudem werden Maßnahmen wie die stärkere Absenkung der Dieseldrehzahl auf 1800 U/min zur Reduzierung von Geräuschen und Kraftstoffverbrauch sowie die Implementierung unterschiedlicher Fahrmodi berücksichtigt.

Zur Risikominimierung kommt die Best Point Software zum Einsatz, während durch das neue Servo-Bremskonzept inklusive Hill-Hold-Funktion sowohl die Fahrsicherheit als auch der Bedienkomfort verbessert werden. Ergänzend trägt die Einführung von AMA-Keypads zur weiteren Kostenreduzierung, als auch der Verwendung verschiedener Fahrmodi bei.

Diese Arbeit analysiert die technischen Anpassungen und bewertet deren Auswirkungen auf die Gesamtperformance des Fahrtriebssystems.

---

## 2 Zielsetzung

Das Ziel dieses Projekts ist die Umsetzung eines PoC-Umbaus an einem vorgegebenen Fahrzeug des Typs 415–38. Dabei soll das neue Fahrtriebskonzept integriert und anschließend, sofern möglich, erfolgreich in Betrieb genommen werden.

Um den Projekterfolg sicherzustellen, sind zwei zentrale Bereiche zu berücksichtigen:

**1. Umbau des Fahrzeugs:** Das Hauptziel des Umbaus ist die fachgerechte Implementierung des Fahrtriebskonzepts im Fahrzeug. Dabei müssen folgende Aspekte beachtet werden:

- Schutz der Komponenten vor möglichen Schäden während des Umbaus
- Geeignete Positionierung und Integration der Bauteile
- Sicherstellung der elektrischen und mechanischen Kompatibilität
- Dokumentation der durchgeführten Änderungen

**2. Inbetriebnahme und Funktionsprüfung:** Nach dem erfolgreichen Umbau wird das Fahrzeug getestet, um die gewünschten Effekte des neuen Fahrtriebs zu validieren. Die Inbetriebnahme konzentriert sich auf folgende Fragestellungen:

- Wurde die angestrebte Dieseldrehzahlsenkung erreicht?
- Sind Geräuschreduzierung und Kraftstoffeinsparung messbar?



- Entspricht die Leistung, Dynamik und Reststeigfähigkeit den Erwartungen?
- Funktionieren die zusätzlichen Features wie die Keypad-Funktionen, das Rafi Gen2 Display und die Hill-Hold-Funktion?

Durch die systematische Umsetzung und Prüfung dieser Ziele soll sichergestellt werden, dass das Fahrtriebskonzept in der Praxis die angestrebten Verbesserungen erzielt.

### **3 Ablauf Umbau und Inbetriebnahme**

Der Umbau und die Inbetriebnahme des Fahrzeugs erfolgten in mehreren aufeinander abgestimmten Schritten. Dieses Kapitel beschreibt die wesentlichen Phasen des Umbaus sowie die durchgeführten Maßnahmen zur erfolgreichen Implementierung des neuen Fahrtriebskonzepts.

#### **3.1 Planung und Vorbereitung**

Ein zentraler Bestandteil des Projekts war die Dokumentation der relevanten Bauteile. Dazu gehörten die Erfassung von Datenblättern, Verkabelungsinformationen sowie die Identifikation weiterer erforderlicher Komponenten. In Abstimmung mit Kollegen wurde geprüft, welche Teile bereits vorhanden waren und welche noch beschafft werden mussten. Die fehlenden Bauteile wurden über das Systemanalyse Programmentwicklung (SAP)-System ausgebucht und organisiert.

### 3.2 Umbau des Fahrzeugs

Der eigentliche Umbau des Fahrzeugs erfolgte in Zusammenarbeit mit Claus Vogt (System Engineer Electrics). Dabei wurden verschiedene mechanische und elektrische Anpassungen vorgenommen, um die neuen Bauteile zu integrieren. Zu den durchgeführten Arbeiten gehörten:

- Modifikation der vorhandenen Hardwarekomponenten: Anpassung der Verkabelung des nötigen Steuergeräts, Anpassung der Steckverbinder (verschiedenes Pinning, Probleme mit Kodierung der Steckverbinder), Durchführung von Anpassungen am Fahrzeug, einschließlich der Verlegung der erforderlichen Kabel (Controller Area Network (CAN)-Bus, Versorgungsspannung) für eine optimale Integration der neuen Komponenten.
- Installation der neuen Bauteile gemäß den technischen Spezifikationen: Montage und elektrischer Anschluss neuer Komponenten unter Berücksichtigung der relevanten Vorgaben.
- Anpassung der Verkabelung und Integration in das bestehende System: Abmessung der benötigten Kabellängen für die Komponenten, Einfügen von Splice-Punkten an relevanten Stellen, um eine stabile Verbindung und korrekte Spannungsversorgung (zusätzliche Versorgungsspannungskabel, Ground-Kabel) zu gewährleisten.

Besonderes Augenmerk lag auf der korrekten Pin-Belegung (Pinning) sowie der Montage der Bauteile im Fahrzeug, die un-

ter Anleitung und in Abstimmung mit Claus Vogt umgesetzt wurden.

### **3.3 Installation der BPC-Software**

Nach dem mechanischen Umbau soll die BPC-Software auf dem entsprechenden Controller installiert werden. Dies erfordert sowohl hardwareseitige Anpassungen als auch softwaretechnische Konfigurationen, die in Zusammenarbeit mit Daniel Sessler (System Engineer Software & Electronics) durchgeführt werden sollen. Die korrekte Pin-Belegung (Pinning) wird mithilfe relevanter Dokumentation überprüft und dokumentiert.

### **3.4 Inbetriebnahme**

Nach der Installation und Validierung der neuen BPC-Software soll das Fahrzeug in Betrieb genommen und getestet werden. Dabei wird überprüft, ob die Erwartungen an den neuen Fahrtrieb im PoC-Fahrzeug erfüllt werden.

Im Rahmen der Tests sollen alle relevanten Parameter kontrolliert und die Funktionalität der neu integrierten Komponenten sichergestellt werden. Dazu gehören insbesondere:

- Die neu eingebauten Keypads
- Das Rafi Gen2 Display
- Die Hill-Hold-Funktion

Durch die Inbetriebnahme soll festgestellt werden, ob die geplanten Optimierungen erfolgreich umgesetzt wurden und das Fahrtriebskonzept die gewünschten Verbesserungen erzielt.

---

## 4 Ergebnisse und Ausblick

Im Verlauf des Projekts konnten wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden, die als Grundlage für zukünftige Weiterentwicklungen dienen. Die Umsetzung des Proof of Concept (PoC)-Umbaus hat gezeigt, welche Optimierungen am Fahrtriebskonzept erfolgreich waren und welche Aspekte weiter verbessert werden können.

Im Rahmen der Arbeiten wurden alle erforderlichen Kabel und Komponenten für den Umbau beschafft. Die Kabelsätze wurden vorbereitet, indem sie abgemessen, gepinnt und für den Einbau vorkonfektioniert wurden. Dadurch können diese Komponenten direkt installiert werden, sobald die neue Fahrpumpe, die Teil des neuen Fahrtriebs ist, in das Fahrzeug integriert ist. Zudem konnten bereits die Keypads sowie das Rafi Gen2 Display erfolgreich angeschlossen werden, sodass sie für zukünftige Anwendungen genutzt werden können.

Leider konnte innerhalb des verfügbaren Zeitraums nicht das gesamte Vorhaben abgeschlossen werden, da die Fahrpumpe noch nicht eingebaut werden konnte. Somit ist der Umbau nur teilweise fertiggestellt, und die abschließende Inbetriebnahme muss von dem Unternehmen übernommen werden.

Trotz dieser Einschränkungen konnten im Verlauf der Projektarbeit viele wertvolle Erkenntnisse gewonnen und bestehende Prozesse optimiert werden. Dazu gehören unter anderem die detaillierte Dokumentation der Ergebnisse, die Nutzung von Programmen wie Microsoft Visio zur Erstellung von Systemschaltbildern verschiedener Fahrzeuge sowie die korrekte Verkabelung der Fahrzeugkomponenten.

Nach Abschluss dieser Phase wird das Projekt mit dem Umbau des Hydraulik-PoC fortgesetzt. Anschließend folgt die Beschaffung und Vorbereitung für den ersten Prototypenbau des Konzeptfahrzeugs. Die gewonnenen Erfahrungen aus diesem PoC fließen direkt in die nächste Entwicklungsstufe ein, um die Praxistauglichkeit und Effizienz des neuen Fährantriebskonzepts weiter zu optimieren.

Langfristig dient dieses Projekt dazu, die Wettbewerbsfähigkeit der Kramer Telelader durch innovative Technologien weiter zu steigern und die Effizienz sowie die Leistungsfähigkeit der Fahrzeuge nachhaltig zu verbessern.

---

## Literatur

- [1] Andreas Breunig. *Lastenheft – PGP, Teleskopklader T07 / T08, Facelift-Projekt Typ 415/416-5x*. Techn. Ber. Version 05. Interne Dokumentation. Wacker Neuson Straße 1, 88630 Pfullendorf, Deutschland: Kramer-Werke GmbH, Juli 2023.
- [2] Andreas Breunig und Daniel Hirt. *Lastenheft / Pflichtenheft – PGP, Teleskopklader 415/416 Stufe V*. Techn. Ber. Version 03. Interne Dokumentation. Wacker Neuson Straße 1, 88630 Pfullendorf, Deutschland: Kramer-Werke GmbH, Okt. 2018.
- [3] Daniel Hirt und Projekt-Team. *Pflichtenheft T07 - Konzeptbeschreibungen, Teil 2*. Techn. Ber. Version 2.0. Interne Dokumentation. Wacker Neuson Straße 1, 88630 Pfullendorf, Deutschland: Kramer Werke GmbH, Jan. 2025.