



Abschlussprojekt Mecanum Car

(BA-MECH-22)

Elektronische Produktentwicklung

Bachelorstudiengang - Mechatronik Design & Innovation

5. Semester

Lektor: Matthias Gfall

Gruppe: BA-MECH-22

Autoren: Julian Fritzer, Patrick Monthaler, Simon Mariacher

9. Januar 2025

Inhaltsverzeichnis

1 Verwendete Ausrüstung	1
1.1 Schaltungsentwicklungssoftware	1
1.2 Software für die Programmierung	1
2 Aufgabenstellung der Projektarbeit	2
3 Mechanische Entwicklung	2
3.1 Grundplatte	2
3.2 Stoßfänger	3
3.3 Motorhalter	3
3.4 Seitenteil	3
3.5 Radaufhängung	4
4 Elektronische Entwicklung	5
4.1 Microcontroller	5
4.2 Externer Oszillator	5
4.3 Spannungsversorgung	5
4.4 Gyro-Sensor	6
4.5 Relais	6
4.6 Kommunikation	6
4.7 Versorgung Motoren	6
4.8 Antriebsmotoren	6
4.9 Reserve	6
4.10 Platinendesign	6
5 Ergebnis und Fazit	7
5.1 Umsetzung	7
5.2 Aktueller Status	7
6 Github	9
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	IV
Literaturverzeichnis	V

1 Verwendete Ausrüstung

1.1 SCHALTUNGSENTWICKLUNGSSOFTWARE

- Hersteller: Altium Limited
- Typ: Altium Designer

1.2 SOFTWARE FÜR DIE PROGRAMMIERUNG

- Hersteller: Microsoft
- Typ: Visual Studio Code

2 Aufgabenstellung der Projektarbeit

Ziel der Abschlussarbeit ist es, ein funktionsfähiges "Mecanum Car" zu entwickeln.

Folgende Anforderungen sind zu erfüllen:

- Mechanische Anforderungen
 - Ein schützendes Gehäuse zur Aufbewahrung aller elektronischen Komponenten.
 - Ein stabiles Design, das die gewünschten Kräfte des Motors auf die Fahrbahn überträgt.
 - Fortbewegung erfolgt über sogenannte "Mecanum Wheels"
- Elektrische Anforderungen
 - Zentraler Microcontroller, der die Steuerung und Regelung übernimmt
 - Spannungsversorgung der Motoren und aller Komponenten
 - Ansteuerung der Motor-Treiber
 - Ausreichende Reserve für zukünftige Erweiterungen
 - Gyro-Sensor zur Messung der Beschleunigungsdaten
 - Kommunikationsmodule für spätere Erweiterungen (Fernbedienung, Log, etc.)

3 Mechanische Entwicklung

Um die gewünschten Anforderungen zu erfüllen, wurde im Grunddesign eine Bauform gewählt, die alle benötigten Bauteile aufnehmen, sicher verstauen und gegen Stoßschäden schützen kann.

Auch sollte die Kraftübertragung von den Motoren auf die Räder und schließlich auf den Boden ermöglicht werden.

Um diesen wichtigen Punkt zu erfüllen, wurde ein Material gewählt, das leicht ist und gleichzeitig eine gewisse Materialsteifigkeit aufweist, nämlich Aluminium.

3.1 GRUNDPLATTE

Das Design der Grundplatte war der erste, aber auch zugleich einer der wichtigsten Schritte. Hierbei wurden die maximale Länge und Breite des Fahrzeugs festgelegt. Alle nachfolgenden Schritte des Projekts, sowohl in mechanischer als auch in elektronischer Hinsicht, beziehen sich auf dieses Design.

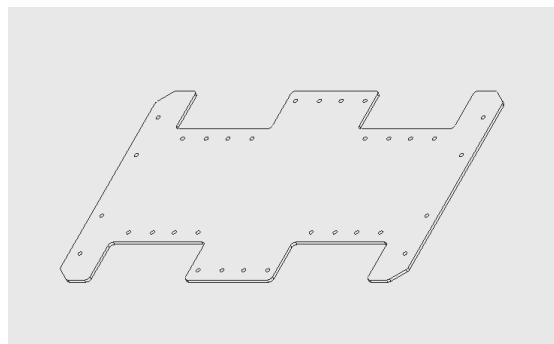


Abbildung 3.1: Design-Grundplatte

Wie in Abbildung 3.1 ersichtlich, wurden zwei Aussparungen an jeder Seite der Platte vorgenommen. Dies dient dazu, die Spurweite der Mecanum-Räder zu verringern und sie teilweise mit Hilfe der Stoßfänger vor unerwünschten Hindernissen zu schützen.

3.2 STOSSFÄNGER

Der Stoßfänger, wie in Abbildung 3.2 zu sehen, übernimmt in diesem Design eine sehr wichtige Rolle. Er soll das Gehäuse und die Bauteile des Projekts vor Frontalstößen sowie vor Stößen an der seitlichen vorderen Kante schützen.

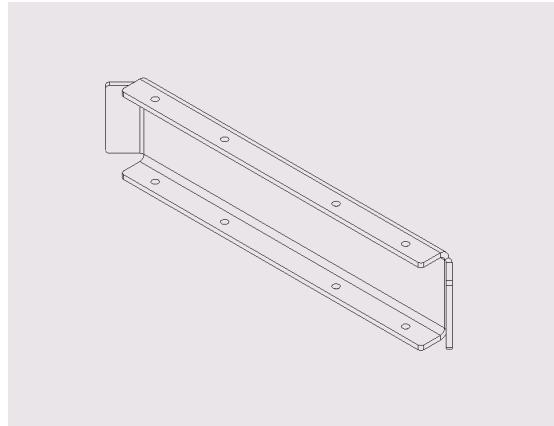


Abbildung 3.2: Design-Stoßfänger

3.3 MOTORHALTER

Der Motorhalter, wie in Abbildung 3.3 ersichtlich, hat die Aufgabe, den Motor in Position zu halten und Stöße von der Fahrbahn abzufedern. Da das Fahrzeug nur für Fahrten auf ebenen Flächen konstruiert wurde, kann durch die positiven Eigenschaften des Materials Aluminium eine ausreichende Dämpfung erreicht werden.

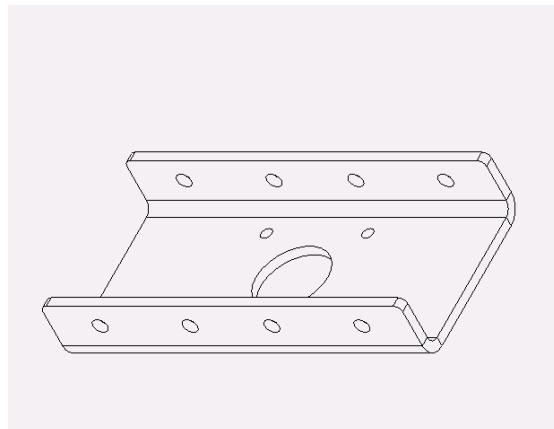


Abbildung 3.3: Design-Motorhalter

3.4 SEITENTEIL

Das Design des Seitenteils, wie in Abbildung 3.4 zu sehen, schützt die im Inneren befindlichen Bauteile und bietet Platz für mögliche Erweiterungen.

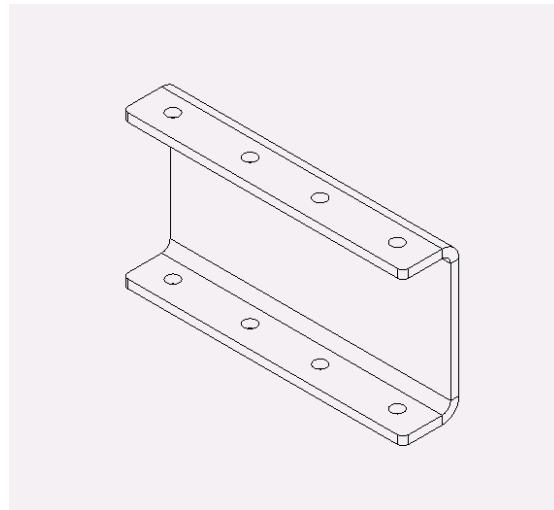


Abbildung 3.4: Design-Seitenteil

3.5 RADAUFHÄNGUNG

Das Design der Radaufhängung, wie in Abbildung 3.5 zu sehen ist, dient dazu, eine stabile Verbindung zwischen Motor und Rädern herzustellen. Für dieses Bauteil wurde Polylactid (PLA) als Material gewählt. Die Materialauswahl basierte hauptsächlich auf den Vorteilen von PLA: es besitzt gute Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften, ist einfach zu verarbeiten, verursacht geringere CO₂-Emissionen und wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt.

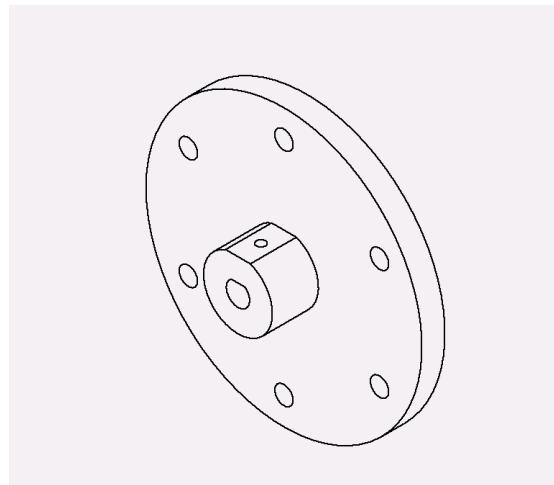


Abbildung 3.5: Design-Radaufhängung

4 Elektronische Entwicklung

Bei der elektronischen Entwicklung wurde darauf geachtet, dass verschiedene Bauteile zum Einsatz kommen, um den Lernfaktor des Projektes zu erhöhen, auch wenn diese in der ersten Phase nicht benötigt wären. Ein großer Teil der Entwicklungsarbeit bestand aus der Recherche, um die entsprechenden Komponenten so einzubinden, dass diese auch im Zusammenspiel mit dem Microcontroller funktionieren.

4.1 MICROCONTROLLER

Aufgrund der benötigten Flexibilität des Projektes (zukünftige Erweiterungen), wird ein STM32 "STM32F401VET6" verwendet. Dieser bietet mit seinen 100 Ausgangspins eine ausreichend hohe Reserve, um jegliche Erweiterungen umsetzen zu können.

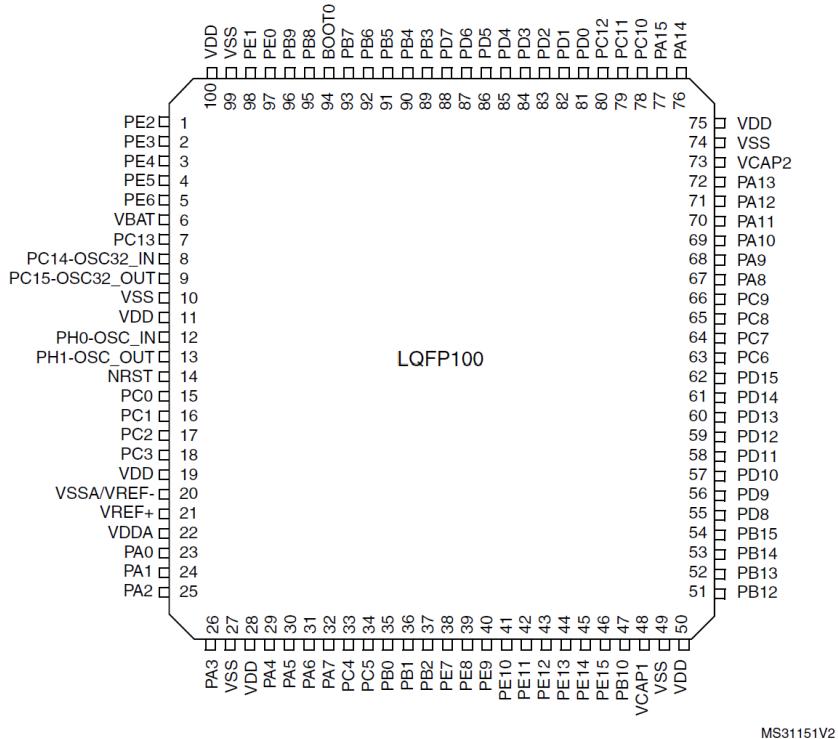


Abbildung 4.1: Microcontroller - STM32 F401VET6

4.2 EXTERNER OSZILLATOR

Um eine genauere Taktung des Microcontrollers zu erreichen, kommt ein externer Oszillatot zum Einsatz. Hierbei kommt der "TSX-3225" von Epson Timing zum Einsatz. Es wurde sich für einen externen Oszillatot entschieden, um zeitabhängige Funktionen noch genauer umsetzen zu können.

4.3 SPANNUNGSVERSORGUNG

Die Spannungsversorgung des Autos erfolgt über einen handelsüblichen Akkuschrauber Akku der Marke "Makita". Diese Spannung wird vom ersten DC-DC Wandler von 18V auf 12V transformiert.

Weiters übernimmt ebenfalls ein DC-DC Wandler die Konvertierung von 12V auf 5V. Dazu ist der "TSR 1-2450" von TracoPower verbaut.

Da der Microcontroller eine Spannungsversorgung von 3,3 Volt benötigt (sowie die Treiber für die Schrittmotoren) wird ebenfalls ein LDO verbaut. Dieser transformiert die Spannung von 5V auf 3,3V. Der Vorteil eines LDOs liegt im Preis. Allerdings ist er von der Eingangsspannung abhängig. Durch die präzise Versorgung mit 5V durch einen DC-DC Konverter ist dies allerdings kein Problem.

Für das einfachere Debugging wurde auch eine Spannungsversorgung per Micro-USB integriert. Dadurch kann die Platine ohne Motoren auch über ein USB-Kabel versorgt werden. Dies erleichtert die Programmierung.

4.4 GYRO-SENSOR

Für die Aufzeichnung der G-Kräfte während der Fahrt, kommt der "MPU6050" von TDK InvenSense zur Anwendung. Der Gyro-Sensor wurde integriert, um später die Beschleunigungswerte z.B auf einem Display darstellen zu können.

4.5 RELAIS

Für eine zukünftige Beleuchtung werden ebenfalls 2 Relais auf der Platine verbaut.

4.6 KOMMUNIKATION

Für die Kommunikation mit einem Bedienelement (z.B. Controller) wird ein "XB24CAPIT-001" von DIGI verbaut. Des Weiteren ist ebenfalls ein Infrarot-Receiver vorhanden. Diese Bauteile sind direkt mit dem Microcontroller verbunden.

4.7 VERSORGUNG MOTOREN

Für die Versorgung der Antriebsmotoren kommen "TMC2209" von BIGTREETECH zum Einsatz. Diese Stepper-Motoren-Treiber bieten eine ausreichende Versorgung für den Einsatz der nachfolgenden Motoren.

4.8 ANTRIEBSMOTOREN

Die Vorwärtsbewegung des Autos übernehmen 4 Stepper-Motoren. Diese könnten optional im Nachhinein noch mit einem Planetenradgetriebe ausgestattet werden, um so die Antriebskraft zu erhöhen.

4.9 RESERVE

Alle nicht benötigten Anschlüsse des Microcontrollers werden auf PINS gelegt, um eine nachträgliche Veränderung bzw. Verbesserung zu vereinfachen.

4.10 PLATINENDESIGN

Beim Platinendesign kommt die Software "Altium Designer" zum Einsatz. Die schematische Darstellung der Platine befindet sich im Anhang des Berichtes. Des Weiteren befinden sich alle Dateien auch auf Github, um eine Weiterentwicklung zu ermöglichen.

5 Ergebnis und Fazit

5.1 UMSETZUNG

Die Umsetzung des Projektes innerhalb von einem Semester bedarf eine ausgefeilte organisatorische Planung und Aufteilung der einzelnen Aufgaben unter den Teammitgliedern.

Umgesetzt wurde:

- Design des kompletten Gehäuses inklusive Zusammenbau
- Design der Platine, sowie die Umsetzung
- softwarebezogene Grundfunktionen

Im Rückblick auf das Projekt würden wir andere Stepper-Motoren auswählen, um die Leistung und die Flexibilität des Fahrzeugs zu erhöhen. Zur Erfüllung der Grundfunktionen wäre ein kleinerer Microcontroller vorteilhafter gewesen und hätte das Platinendesign erleichtert, allerdings ist durch die Wahl des gegenständlichen Microcontrollers ein Ausbau des Projektes zu einem späteren Zeitpunkt leichter ermöglicht worden.

5.2 AKTUELLER STATUS

- Das Gehäuse wurde vollständig umgesetzt und funktioniert einwandfrei
- Die Platine wurde vollständig umgesetzt und funktioniert einwandfrei
- Die Programmierung ist aktuell in Arbeit, die Bewegung des Fahrzeuges ist jedoch bereits möglich

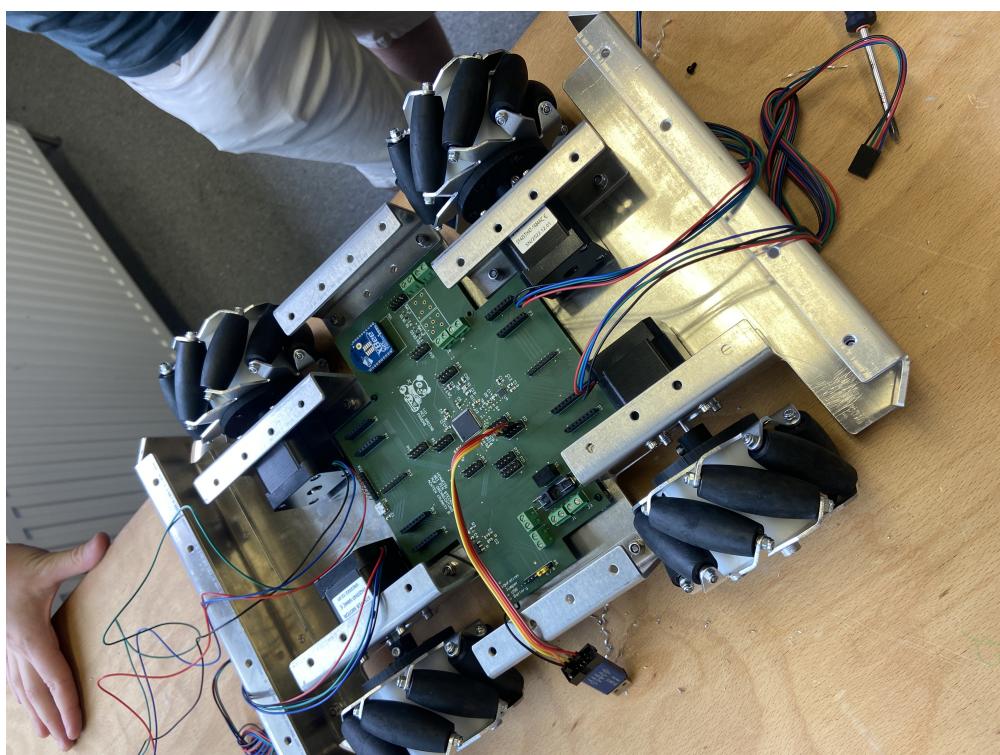


Abbildung 5.1: Gesamtkonstruktion

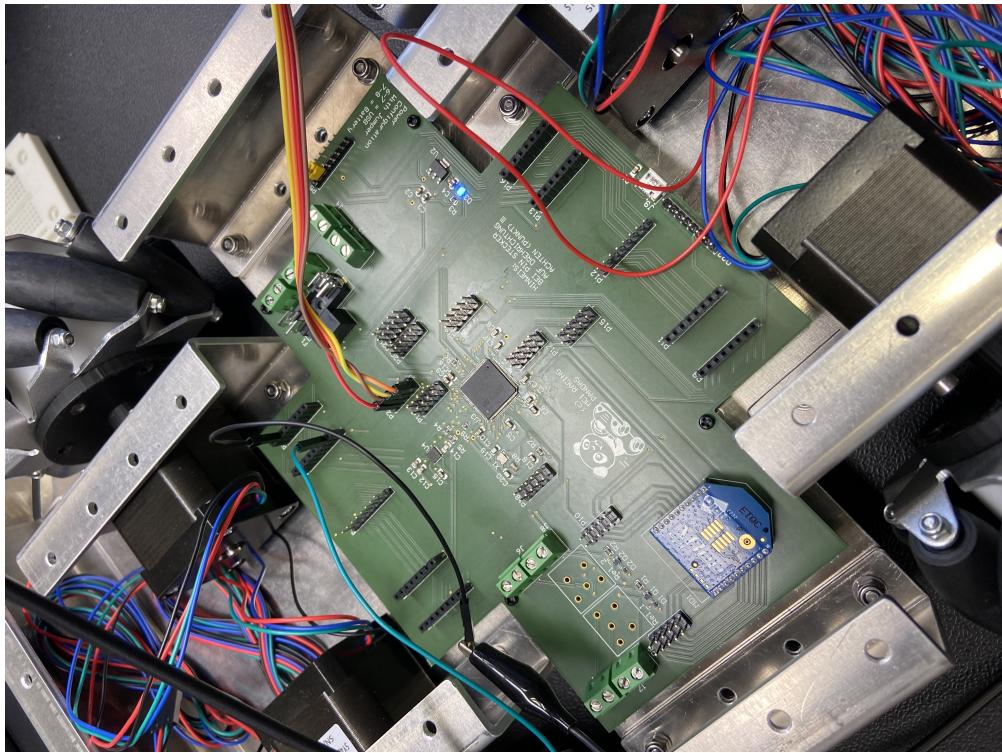


Abbildung 5.2: Detailansicht 1

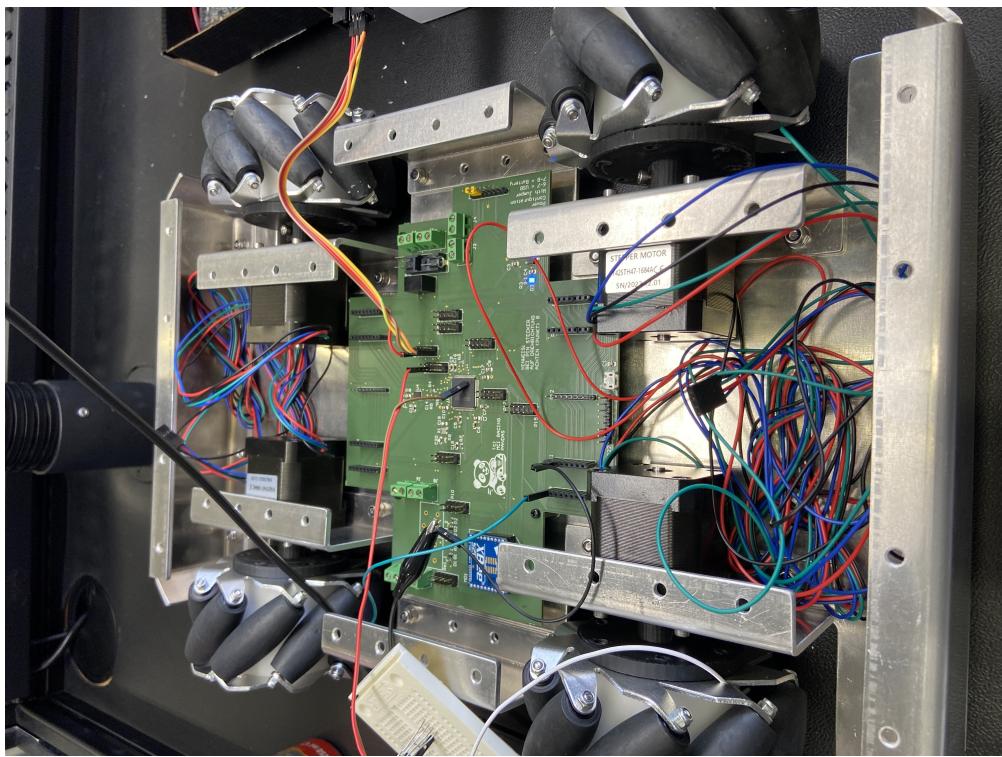


Abbildung 5.3: Detailansicht 2

6 Github

Die Konstruktionsdateien sowie die Programmierung und die Bestelllisten werden laufend aktualisiert.
Diese sind unter folgendem GITHUB-Link für die Öffentlichkeit verfügbar:

https://github.com/smariacher/mecanum_car

Abbildungsverzeichnis

3.1	Design-Grundplatte	2
3.2	Design-Stoßfänger	3
3.3	Design-Motorhalter	3
3.4	Design-Seitenteil	4
3.5	Design-Radaufhängung	4
4.1	Microcontroller - STM32 F401VET6	5
5.1	Gesamtkonstruktion	7
5.2	Detailansicht 1	8
5.3	Detailansicht 2	8

Tabellenverzeichnis

Literaturverzeichnis