
«Project SAFRO»

«Search and Find Robot»

Meilenstein 2

Produktentwicklung 1 – Gruppe 32 – HS12

Chiara Mauro | Murer Silvan | Rohrer Felix | Schaller David
Vonarburg Matthias | Yunes Sherwan | Zimmermann Daniel

Inhalt

1	Morphologischer Kasten.....	1
2	Evaluation der Lösungsprinzipien.....	2
2.1	Zusammenfassung der Technologieauswahl.....	2
2.2	Fachbereich Maschinenbau.....	2
2.3	Fachbereich Elektronik.....	4
2.4	Fachbereich Informatik.....	5
3	Alternatives Lösungskonzept.....	6
4	Risikoanalyse.....	7
4.1	Bereich Projekt.....	7
4.2	Fachbereich Maschinentchnik.....	8
4.3	Fachbereich Elektrotechnik.....	9
4.4	Fachbereich Informatik.....	10

Version	Datum	Änderung	Verantwortlich
1.0	02.11.2012	Ersterstellung	Felix Rohrer
1.1	08.11.2012	Inhaltliche und orthographische Korrektur	Matthias Vonarburg
1.2	09.11.2012	Hinzufügen von Bilder Bereich Maschinenbau	David Schaller
1.3	09.11.2012	Hinzufügen von Bildern Bereich Elektrotechnik	Silvan Murer
1.4	11.11.2012	Layout für die Vor-Abgabe fertigstellen, letzte kleine Korrekturen	Felix Rohrer
1.5	15.11.2012	QR-Code und Datenverarbeitung überarbeitet	Felix Rohrer
1.6	15.11.2012	Fachbereich Elektronik überarbeitet	Silvan Murer
1.7	16.11.2012	Fachbereich Maschinenbau überarbeitet	David Schaller
1.8	16.11.2012	Morphologischer Kasten	Sherwan Yunes
1.9	16.11.2012	Risikoanalyse der einzelnen Fachbereiche zusammenstellen	Matthias Vonarburg
1.10	16.11.2012	Alternatives Lösungskonzept	Mauro Chiara
2.0	16.11.2012	Dokument zusammenstellen, Bilder / Layout Korrekturen	Felix Rohrer

1 Morphologischer Kasten

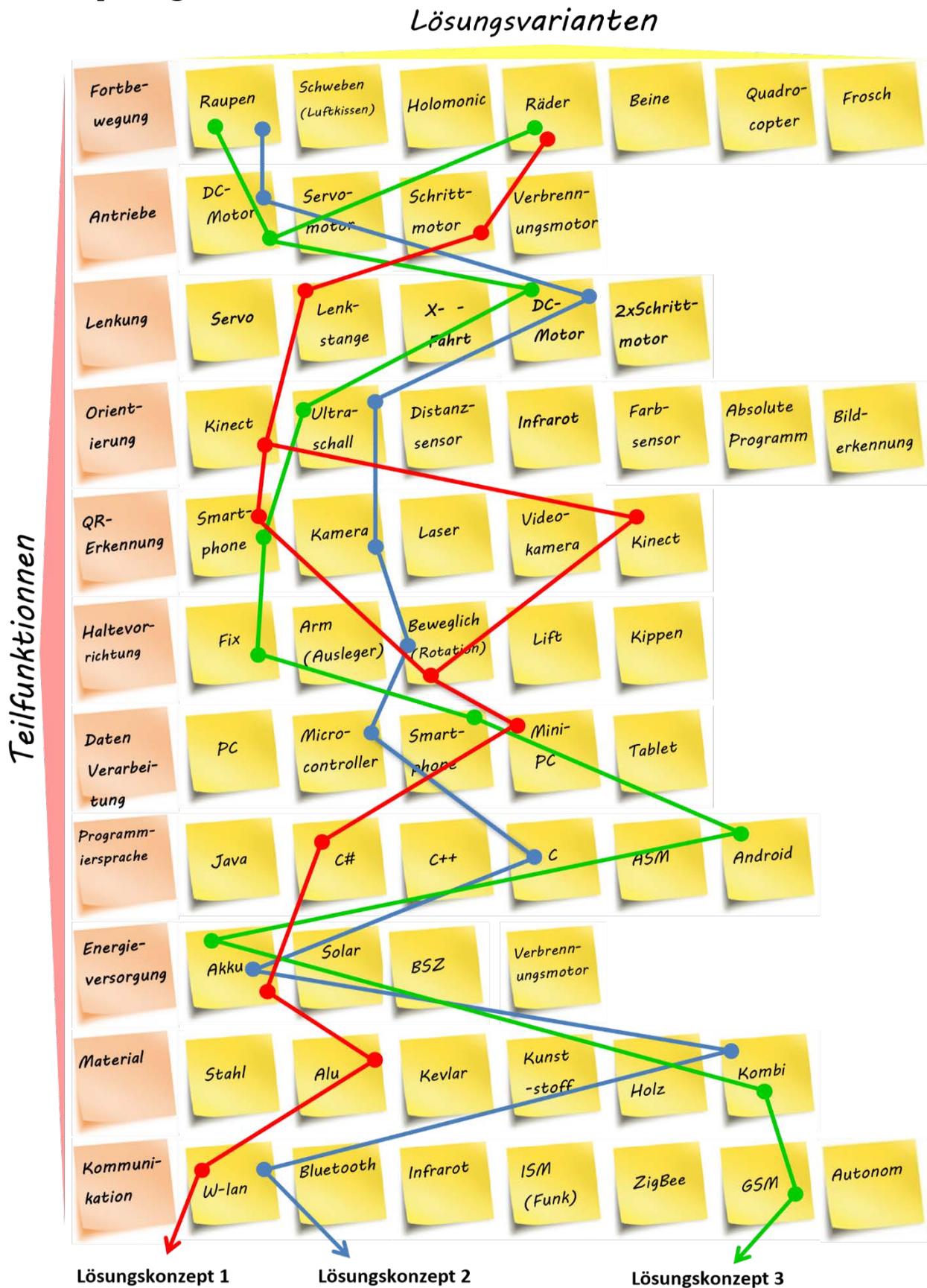


Abbildung 1: Morphologischer Kasten

Das Lösungskonzept 2 wird primär umgesetzt. Das Lösungskonzept 3 wird als Alternativkonzept weiterhin berücksichtigt.

2 Evaluation der Lösungsprinzipien

2.1 Zusammenfassung der Technologieauswahl

Aufgrund der Technologierecherchen und dem daraus entstandenen morphologischen Kasten, wurde folgendes Lösungskonzept erarbeitet und festgelegt:

Für die Fortbewegung werden aufgrund des Einsatzgebietes und der genauen Ansteuerung **Raupen** verbaut, die durch **DC-Motoren** angetrieben werden. Da die Raupen mit **Panzersteuerung**¹ manövriert werden, übernehmen die DC-Motoren gleichzeitig auch die Lenkung. Die Orientierung erfolgt über **Ultraschallsensoren**, während eine **Kamera** die QR-Code Erkennung übernimmt. Die Kamera wird dafür auf einer **drehbaren Plattform** montiert. Die Datenverarbeitung übernimmt ein **Mikrokontroller** welcher über **W-LAN** mit dem Internet kommunizieren kann. Als Programmiersprache wird C/C++ verwendet. Sobald der QR-Code erkannt und die Internetseite abgerufen und ausgewertet wurde, wird die **Parkplatznummer** auf einem **Display** angezeigt. Die gesamte Energieversorgung wird von einem **Akku** sichergestellt.

Nachfolgend werden die einzelnen Baugruppen detailliert beschrieben.

2.2 Fachbereich Maschinenbau

2.2.1 Antrieb

Bei der Untersuchung der Aufgabenstellung wurden zuerst verschiedene Fortbewegungsmöglichkeiten diskutiert. Fliegen oder Schweben sind zwar interessante Varianten, aber auf Grund der unpräzisen Positionierung im Arbeitsraum eher auszuschliessen. Weniger komplex hingegen ist die Fortbewegung zu Land, welche gleichzeitig am besten für die Aufgabenstellung geeignet ist. In die engere Auswahl kamen der Antrieb mit Rädern sowie ein Raupenantrieb. Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Ausführung liegen primär in

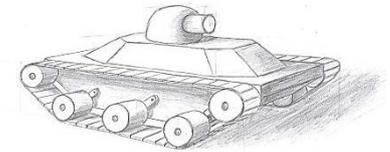


Abbildung 2: Skizze Panzer

der Art und Weise wie das Fahrzeug gesteuert werden soll. Während ein **Raupenfahrzeug** nur durch Panzerlenkung manövriert wird, ist bei **Rädern** auch eine Trapezlenkung möglich. Der Unterschied zwischen diesen Varianten liegt in erster Linie darin, dass bei der Panzerlenkung die Räder zum Fahrwerk immer parallel laufen, während die Richtungsänderung bei der Trapezlenkung durch eine Verstellung des Winkels zwischen Rad und Fahrzeug erfolgt. Das entscheidende Argument für die Panzersteuerung ist neben der einfacheren Bauweise der Vorteil, dass sich das Fahrzeug auf der Stelle drehen kann. So können Korrekturen der Fahrspur leichter vorgenommen werden.

2.2.2 Fahrwerk

Der Entscheid zwischen **Rädern** und **Raupen** ist vom angestrebten Marktsegment abhängig. Räder haben weniger Eigenreibung und brauchen deshalb weniger Motorenleistung. Die Raupen haben eine vergleichsweise bessere Traktion, eine grössere Anpressfläche zum Untergrund und überwinden leichter Hindernisse. Um eine Panzerlenkung mit Rädern zu realisieren, müsste zusätzlich ein aufwändiges Getriebe für 4x4 Antrieb gebaut werden, was beim Raupenantrieb wegfällt. Für eine Anwendung des Fahrzeuges im Schnee überwiegen die Vorteile der Raupen. Der Grund dafür liegt im kleineren Flächendruck, bedingt durch die grössere Auflagefläche der Raupen.

2.2.3 Raupenauswahl

Für die Auswahl der Raupen stehen diverse Materialien zur Verfügung. Kommerziell erhältlich sind meist Metall-, Kunststoff- und Gummiraupen. Für die Aufgabenstellung am besten geeignet sind Gummiraupen. Gründe dafür sind die gute Haftreibung auf Holz, der niedrige Preis, sowie die hohe Verfügbarkeit. Die Dimensionen werden auf die Grösse des Fahrzeuges angepasst. Als Lösungsvariante sind anstelle von Modellbauraupen auch Zahnriemen mit kleinem Modul vorstellbar. Die Länge der Raupen ist auf den Abstand der Hindernisse abzustimmen, um ein aufbocken des Fahrzeuges zu verhindern.



Abbildung 3: Kunststoffketten
Quelle: rctank.de

¹ Als Panzersteuerung ist die Lenkung des Fahrzeuges über einzeln angetriebene Raupen gemeint. Die Richtungsänderung wird mit Vorwärts- und Rückwärtsbewegung der Raupen erreicht.

2.2.4 Chassis

Das Design der Wanne soll sich am Aufbau von Schützenpanzern orientieren. Für die Wanne sprechen der grosse Stauraum, sowie die Möglichkeit die gesamte Elektronik und die mechanischen Komponenten platzsparend unterzubringen, ohne dass ein Karosserieaufbau zum Sicht- und Spritzschutz nötig wird. Die Seitenwände können direkt zur Aufnahme der Antriebswellen genutzt werden. Allfällige Sensoren können ebenfalls direkt in die Seitenwände integriert werden. Nachteile hat die Wanne beim Einsatz von Rädern, da die Lenkstangen durch die Seitenwände hindurchgeführt werden müssen. Die Kombination von Raupen, Panzerlenkung und wannenartigem Chassis ergänzen sich jedoch optimal.

2.2.5 Aufbau Chassis

Der Aufbau der Wanne kann entweder als **Blech** oder als **Plattensystem** realisiert werden. Die favorisierte Lösung ist eine Kombination von Biege- und Frästeilen aus Aluminium(-blech). Vorteile liegen dabei in der geringen Anzahl Einzelkomponenten, sowie dem simplen Aufbau. Ein Problem stellt der Biegeprozess dar, da die Seitenwände im Verhältnis zur Höhe zu nahe beieinander liegen. Aus diesem Grund kann nicht die komplette Konstruktion durch Biegen hergestellt werden. Je nach Wandstärke müssen für die Montage des Raupenfahrwerks Versteifungen verbaut werden, um ein einknicken der Blechwände zu verhindern. Als zweite Variante steht die Konstruktion aus gefrästen Einzelteilen zur Auswahl. Sie zeichnet sich durch eine flexiblere Formgebung aus. Nachteile sind der grosse Zeitaufwand für das Zusammenfügen der einzelnen Komponenten und die kompliziertere Fertigung. Als zusätzlicher negativer Punkt sind die undichten Verbindungen zwischen den Einzelteilen zu erwähnen. Deshalb werden bei möglicher Ausführbarkeit Biegeteile bevorzugt.

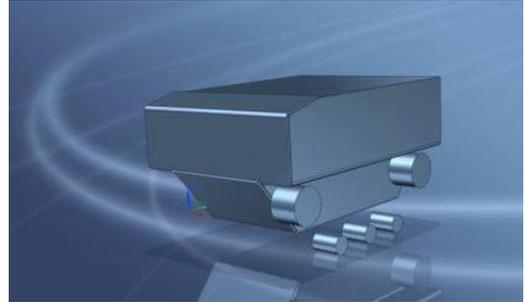


Abbildung 4: CAD Zeichnung

2.2.6 Kameraaufnahme

Die Kamerahalterung soll beweglich sein, um so ein grösseres Einsatzspektrum für den Roboter zu ermöglichen. Die Kamera wird mit einer Drei-Arm-Konstruktion auf einer **drehbaren Platte** angebracht. Der verstellbare Arm lässt die Einstellung der Neigung zu, während die Platte eine Drehung der Kamera um 360° ermöglicht. Die Platte wird über einen Servomotor angesteuert. Servomotoren zeichnen sich durch ihre geringen Anschaffungskosten und die kompakte Bauform aus. Da viele Servomotoren nur um 180° Grad geschwenkt werden können, muss die Halterung um ein Zahnradgetriebe ergänzt werden um eine volle Drehung zu ermöglichen.

2.3 Fachbereich Elektronik

2.3.1 Antrieb

Als mögliche Antriebsquelle gibt es den Verbrennungsmotor oder Elektromotoren. Die Elektromotoren werden in die Typen DC-Motor, Schrittmotor und Servomotor aufgeteilt, wobei der Servomotor nicht als Antriebsmotor geeignet ist. Für einen kleinen Roboter ist ein Antrieb mit einem Verbrennungsmotor aufwendig. Zusätzlich werden für die Regulierung und Lenkung noch Elektromotoren benötigt. Mit einem Elektroantrieb wird dies vereinfacht und die Anzahl Komponenten reduziert. Ein weiterer Vorteil von Elektromotoren ist, dass diese sich mit gegebenen Schaltungen und ICs (Integrated Circuit) einfach ansteuern und regulieren lassen. Der **Schrittmotor** benötigt zur Ansteuerung einige Komponenten mehr, ist dafür sehr exakt. Da auf der Fahrbahn Hindernisse zu überwinden sind, welche beim Überfahren zu Wegverlusten im Antrieb führen können, verliert ein Schrittmotor seinen Vorteil. Aufgrund der einfacheren Ansteuerung und der höheren Drehzahl fällt die Entscheidung auf DC-Motoren. Mit zwei **DC-Motoren** ist eine Lenkung mittels unterschiedlicher Geschwindigkeiten der Motoren möglich. Ein aufwändiger Aufbau einer Lenkstange und deren Ansteuerung mit einem Servomotor fallen dadurch weg.

2.3.2 Orientierung

Für die Orientierung werden Sensoren benötigt. Um eine Distanzerkennung beziehungsweise eine exakte Orientierung des Roboters in einem System zu erhalten sind Bild- oder Distanzsensoren notwendig. Auf dem Markt existieren Ultraschall-, Infrarot- oder Lasersensoren um Distanzen zu messen.

Alternativ zu elektronischen Bauteilen können mechanische Sensoren eingesetzt werden. Diese werden in Plan B weiter verfolgt und beschrieben.

Mit Hilfe einer **Kinect** Kamera kann ein dreidimensionales Bild der Umgebung erstellt und so Hindernisse sowie Distanzen erkannt werden. Dies ist allerdings mit einem grösseren Berechnungsaufwand verbunden.

Der **Infrarotsensor** misst die Distanz mithilfe von Reflexion. Er sendet ein Lichtsignal aus, und empfängt dieses wieder. Anhand der benötigten Zeit wird die Entfernung berechnet. Diese Sensoren haben eine Messweite von ca. 80cm. Für eine parallele Ausrichtung zur Aussenwand wäre dies hilfreich. Eine Garagenwand welche aus Plexiglas besteht, ist allerdings nicht zu erkennen.

Der **Ultraschallsensor** funktioniert ähnlich wie ein Infrarotsensor und berechnet mithilfe der benötigten Zeit zwischen Senden und Empfangen eines Ultraschallsignales die Entfernung zu einem Objekt. Da auch Plexiglas den Schallwellen reflektiert, ist die Erkennung einer Garagenwand möglich. Aus diesem Grund wird der abgebildete **Ultraschallsensor** für den Parcours eingesetzt.

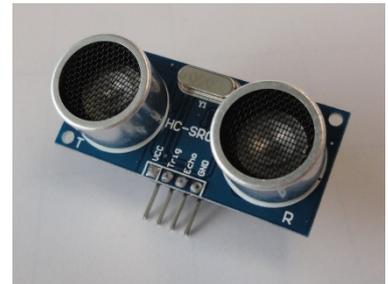


Abbildung 5: Ultraschallsensor HC-SR04

2.3.3 Energieversorgung



Abbildung 6:
Step-Down Wandler
L78S05CV

Da der Antrieb sowie die verbauten Teile für Messung und Berechnung elektrische Energie benötigen, ist das Mitführen einer Energiequelle unumgänglich. Für die Erzeugung dieser Spannung gibt es heute zahlreiche Möglichkeiten. Für einen Roboter welcher verschiedenen Lichtquellen ausgesetzt ist, kommt ein **Solarpanel** nicht in Frage. Zudem müsste die Spannung mit Hilfe von Akkus stabilisiert werden, was den Aufwand erheblich steigert.

Eine **Brennstoffzelle** wäre sehr zukunftsorientiert. Der Preise von rund 50 Franken für ein 1W Modul ist für das Projekt SAFRO zu hoch. Die Versorgung mittels **Akkumulator** ist für einen Roboter dieser Grösse ideal. Die Handhabung und Steuerung der Spannung ist mit wenigen Komponenten realisierbar. Um die Speisung für Sensoren und Controller zu bewerkstelligen, reicht ein einfacher Step-Down Wandler welcher aus einer nahezu beliebigen Eingangsspannung eine konstante Ausgangsspannung von 5V liefert. Zu beachten ist, dass ein Step-Down Wandler hohe Abwärme produzieren kann, welche mit einem Kühlelement abgeführt werden muss.

2.4 Fachbereich Informatik

2.4.1 QR-Code Erkennung und Auswertung

Für die Erkennung des QR-Codes können unterschiedliche Sensoren verwendet werden. Laser-Sensoren sind im High-End Bereich und in einem zu hohen Preissegment. Kinect ist ebenfalls eine Alternative, jedoch werden für die 3D-Auswertung der Bild-Daten umfangreiche Berechnungen notwendig. Die Webcam hat die Vorteile, dass weniger Berechnungen notwendig sind und diese mehrere Bilder pro Sekunde liefert. Die Ansteuerung der Webcam ist ohne grossen zusätzlichen Aufwand möglich. Durch den kontinuierlichen Foto-Stream ist es möglich den QR-Code auf der Wand zu erkennen, ohne dass der Roboter stillstehen muss.

2.4.2 Datenverarbeitung

Eine Möglichkeit für die Datenverarbeitung ist die Berechnung auf einem stationären Notebook. Dies würde eine aktive Verbindung zwischen Roboter und Notebook voraussetzen. Eine weitere Option ist die Verarbeitung mit einem Mikrocontroller, welcher sich direkt auf dem Roboter befindet. Die zweite Variante ermöglicht ein autonomes Arbeiten des Fahrzeuges, ohne dass die Daten auf einem externen Gerät ausgewertet und verarbeitet werden müssen. Deshalb kommt ein Mikrocontroller zum Einsatz.



Abbildung 7: Arduino UNO

Die Datenverarbeitung wird in zwei Bereiche aufgeteilt: Fortbewegung und QR-Code. Dies hat zur Folge, dass die jeweiligen Bereiche unabhängig voneinander agieren können. In beiden Bereichen können zusätzlich Berechnungen für die Orientierung durchgeführt werden. Im Bereich Fortbewegung werden die Daten von den Distanzsensoren ausgewertet und entsprechend die Motoren angesteuert. Im Bereich **QR-Code** können mithilfe der Kamera zusätzliche Berechnungen durchgeführt werden um die Position zu bestimmen. Diese Informationen werden dann vom zweiten Prozessor zur Unterstützung bei der Fortbewegung verwendet.

Im Bereich **Fortbewegung** wird ein Mikrocontroller eingesetzt, welcher die Steuerung der Motoren sowie der Distanzsensoren kontrolliert. Für die QR-Code Erkennung, Verarbeitung und Internetverbindung via W-Lan wird ein Mikroprozessor eingesetzt. Dieser erlaubt Multi-Threading sowie die Benutzung einer Hochsprache für die Programmierung. Für die Auswertung des Bildes wird dieses in der Qualität und Farbtiefe reduziert. Dadurch kann die benötigte Rechnerleistung vermindert und die Auswertung beschleunigt werden. Die Kommunikation zwischen den zwei Prozessoren erfolgt via seriellem Interface.

2.4.1 Garagen-Erkennung

Zur Erkennung der Garagen wurden drei Möglichkeiten näher überprüft: Objekterkennung, Distanzberechnungen und Mechanische Sensoren. Die Unterstände können mittels **Objekterkennung** ermittelt werden. Auf den Bildern werden die blauen Kanten der Garagen mit einem Farbfilter visualisiert. Da die Garage nach hinten nicht geschlossen ist, wird auch der Hintergrund erfasst. Blaue Gegenstände wie zum Beispiel Jeans könnten das Bild verfälschen und zu Fehlentscheidungen führen. Ausserdem wird für diesen Prozess eine grosse Rechenleistung benötigt. Das Problem kann auch mechanisch gelöst werden. Ein **Fühler** registriert und zählt die Garagenwände, wodurch die korrekte Parkposition ermittelt wird. Bei dieser Variante muss das Fahrzeug den richtigen Abstand von der Garage haben. Ansonsten besteht die Gefahr, dass der Fühler an der Garage anhängt oder bei zu grosser Distanz nicht mehr anspricht. Eine weitere Option ist, die Garagen durch **Distanzmessung** und Berechnung des Abstandes von der Seitendwand zu ermitteln. Nach einer 90° Drehung ist das Fahrzeug vor der Garage positioniert und kann nur noch geradeaus einfahren. Falls eine Korrektur notwendig ist, erkennen Drucksensoren in Form einer Stosstange die Garagenwand und können die Fahrspur ändern. Da dies die sicherste und günstigste Option ist, wurde die dritte Variante gewählt.

2.4.2 Kommunikation

Für die Kommunikation wird der **IEEE 802.11** Standard (W-Lan) verwendet. Dieser ermöglicht eine hohe Bandbreite sowie grosse Reichweite. Weiterer Vorteil ist, dass nicht extra eine „Basis-Station“ gebaut werden muss. Es genügt ein handelsüblicher W-Lan Access-Point welcher die Verbindung mit dem Internet ermöglicht.

3 Alternatives Lösungskonzept

Für die fehleranfälligen Teilfunktionen wurde je ein alternatives Konzept ausgearbeitet auf welches bei einem Ausfall der ersten Variante zurückgegriffen werden kann.

Diese ermöglicht die korrekte Durchführung des Projektes, und soll die Anforderungsliste genauso abdecken wie die Hauptvariante. Aufgrund der Technologierecherchen, der Risikoanalyse und dem morphologischen Kasten wurde folgendes Ausweichkonzept erarbeitet und festgelegt.

Fortbewegung und Antrieb

Als Alternativvariante für die Raupen, welche ein erhöhtes Risiko bei der Beschaffung und der Kraftübertragung zwischen Antrieb und dem Untergrund darstellen, wurde eine Konstruktion mit Rädern gewählt. Gelenkt wird das Fahrzeug wie bei der Hauptvariante mit zwei DC-Motoren, welche die rechte und linke Seite unabhängig bewegen können. Dadurch wird der restliche Aufbau nicht beeinflusst, jedoch kann auf die komplexe Lagerung der Raupen verzichtet werden.

Der Antrieb wird über dickwandige Reifen mit möglichst grossem Aussendurchmesser ($D \geq 45\text{mm}$) sichergestellt, da mit grösserem Radius die Hindernisse ein kleineres Risiko darstellen.

Aufbau

Sollte sich der Aufbau mit Blechbiegeteilen als suboptimal erweisen, wird eine Plattenkonstruktion entwickelt. Diese soll in der Form und Design an das bestehende Konzept angelehnt sein. Die Platten werden aus Aluminium Flachprofilen (Dicke etwa 6mm) gefräst und anschliessend verschraubt.

Orientierung

Als Alternativvariante wird die Garagenerkennung mit mechanischen Sensoren realisiert. Dadurch müssen mit den Distanzsensoren keine grösseren Distanzen gemessen werden. Somit eignen sich auch Infrarot Sensoren für die Erkennung der Aussenwand. Der Roboter fährt so mit einem konstanten Abstand von bis zu 80cm an der Aussenwand entlang.

Kameraaufnahme

Die Kameraaufnahme kann alternativ auch starr konstruiert werden. Die Kamera wird über einen Stativ direkt auf die Oberseite des Chassis angeschraubt.

Garagenerkennung

Sollte eine Garagenerkennung mit Ultraschallsensoren nicht möglich sein, wird ein mechanischer Taster an einer Teleskopstange fixiert. Diese kann in 90° zur Fahrtrichtung mit einem Servomotor ausgefahren werden. Die Stange sollte in Längsrichtung des Fahrzeuges mittig montiert sein. Berührt der Taster die erste Garagenwand, schliesst er über eine Hebelkonstruktion ein Relais, welches an einen Zählautomaten angeschlossen ist. Dieser vergleicht die Anzahl der eingegangenen Zählimpulse mit dem Sollwert, welcher über den QR-Code eruiert wird. Stimmen die Werte überein, kann sich das Fahrzeug mit einer 90° Drehung in Richtung der Garageneinfahrt positionieren und einparken.

QR-Code Erkennung / Datenverarbeitung

Als Alternative zum RaspberryPi wird auf Android gesetzt. Um zwischen Mikrocontrollern und Android zu kommunizieren existiert das IOIO-Board. Mit einem Android-Smartphone ist es einfach, den QR-Code zu erkennen. Über die integrierte 3G Interface können die Parkinformationen direkt von der Website abgerufen werden. Bei Problemen mit dem Arduino-Board kann auf ein Teensy Development Board ausgewichen werden.

4 Risikoanalyse

Das Risikomanagement umfasst sämtliche Maßnahmen zur systematischen Erkennung, Analyse, Bewertung, Überwachung und Kontrolle von Risiken (Wikipedia, 2012). Mit einer Risikomatrix werden die einzelnen Risiken grafisch zusammengetragen und in verschiedene Gefahrenstufen gegliedert.

EW=Eintrittswahrscheinlichkeit

SH=Schadenshöhe

4.1 Bereich Projekt

Nr.	Risiko	EW	SH	Massnahmen
1.	Starke Fokussierung auf ein Produkt während der Lösungssuche	3	2	Bei Lösungsbewertung möglichst unvoreingenommen alles prüfen Projektleiter überwacht
2.	Nichteinhalten von Terminen	3	3	Reservezeit einplanen, Terminüberwachung
3.	Anforderungen nicht erfüllen	1	4	Zwei Personen kontrollieren Projektstand/ Projektanforderungen
4.	Kommunikationsstörungen	4	2	Regelmässige Sitzung im Team
5.	Budget Überschreitung	1	4	Budgetplan möglichst genau planen
6.	Mitgliederausfall	2	1	Teamspirit fördern und Aufgabenteilung

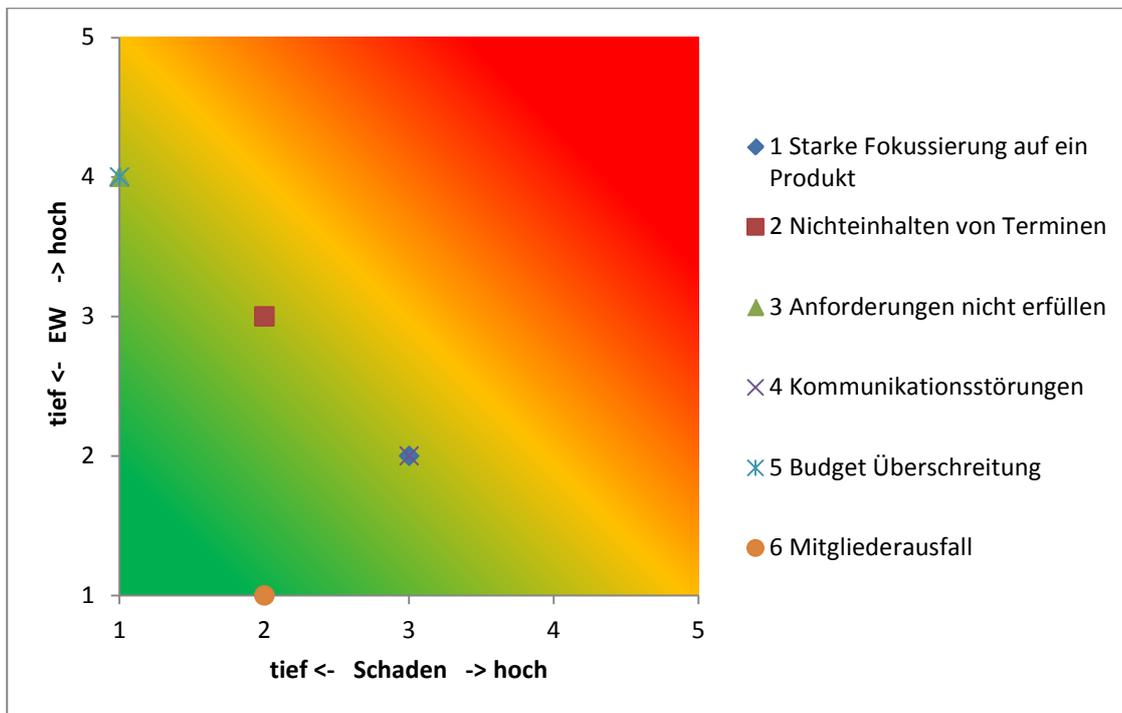


Abbildung 8: Risikoanalyse Projekt

4.2 Fachbereich Maschinentechnik

Nr.	Risiko	EW	SH	Massnahmen
1.	Schlupf Raupen auf der Bahn	2	4	andere Gummimischung, mehr Gewicht
2.	Schlupf zwischen Antrieb- und Raupen	3	3	mehr Vorspannung, Formschlüssige Kraftübertragung
3.	Versagen bewegliche Kamerahalterung	1	3	Praxistest
4.	Fertigungsschwierigkeiten Blechbiegen	3	2	andere Fertigungsvariante wählen
5.	Kritisches Kippmoment	2	2	Praxistest, Berechnungen

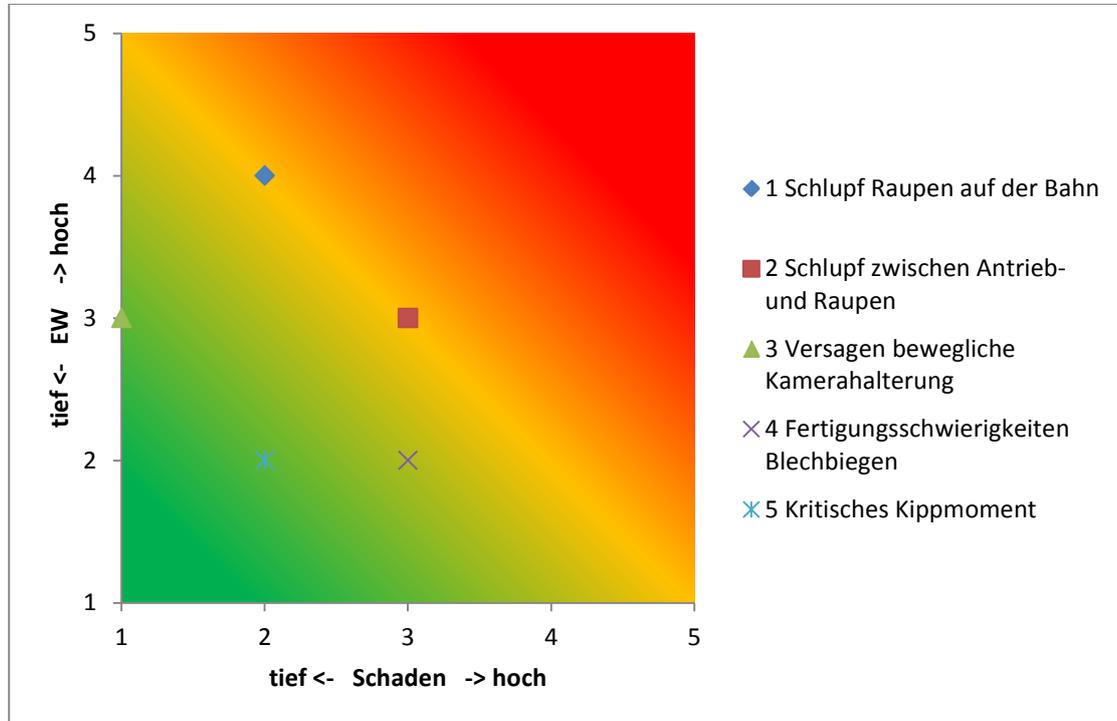


Abbildung 9: Risikoanalyse Fachbereich Maschinentechnik

4.3 Fachbereich Elektrotechnik

Nr.	Risiko	EW	SH	Massnahmen
1.	Zu schwache Motoren	2	3	Motoren austauschen => Reserve bei Motorentreiber einplanen
2.	Motorenregulierung zu ungenau	3	3	Frühzeitige Tests im Labor
3.	Lenkung ungenau / schiefe Fahrt gegenüber der Aussenwand	3	2	Distanzsensoren auslesen und Abweichungen anpassen
4.	Orientierung verlieren	2	4	Gute Sensoren evaluieren, testen
5.	Distanzsensor nicht Auswertbar	2	3	Versuche und Tests im Labor durchführen
6.	Akku Leistung reicht nicht	1	2	Anhand der gerechneten und gemessenen Leistung/Stromes die entsprechende Akku Wahl treffen
7.	Ausgabe der Parkplatznummer fehlerhaft	1	1	Ansteuerung und Ausgabe der Anzeige im Labor testen und Fehler an Fälligkeiten minimieren

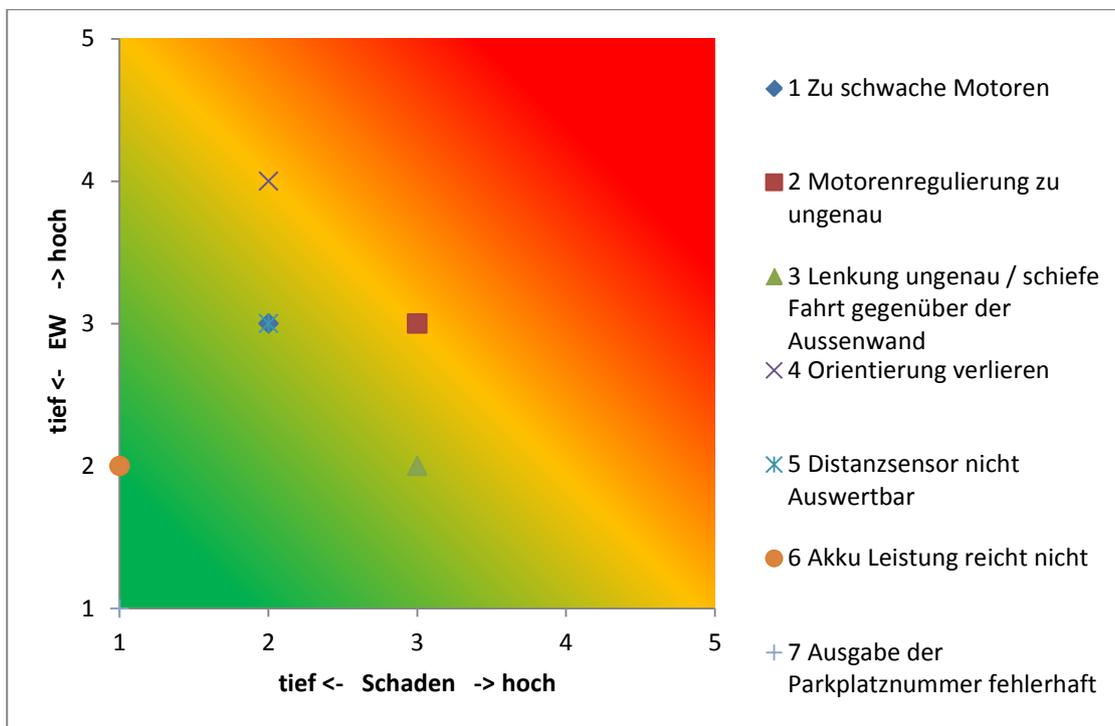


Abbildung 10: Risikoanalyse Fachbereich Elektrotechnik

4.4 Fachbereich Informatik

Nr.	Risiko	EW	SH	Massnahmen
1.	QR-Code wird auf der Wand nicht „gefunden“	3	3	Zweites Foto Erstellen von ein einer anderen Position aus.
2.	QR-Code kann nicht ausgelesen werden	2	3	Neues Foto, ggf. näher an der Wand
3.	Webseite kann nicht abgerufen werden / Parkplatz Nummer kann nicht ausgelesen werden	1	4	Neuer Versuch
4.	Kommunikationsprobleme mit WLAN / Netzwerk	1	3	Signalstärke Testen, mögliche „Störsender“ entfernen
5.	Fehlendes KnowHow	3	2	KnowHow Aufbau in MC und Selbststudium
6.	Schnittstellen Hardware / Software	3	2	Prototypen und regelmässige Tests

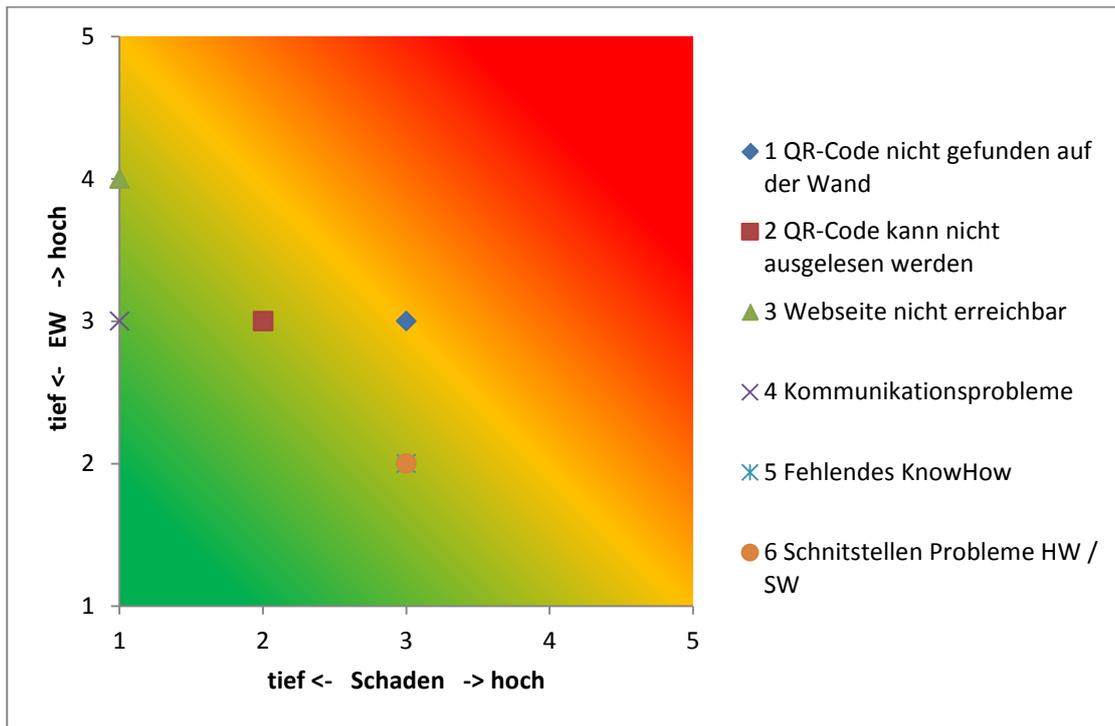


Abbildung 11: Risikoanalyse Fachbereich Informatik

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Morphologischer Kasten	1
Abbildung 2: Skizze Panzer	2
Abbildung 3: Kunststoffketten Quelle: rctank.de	2
Abbildung 4: CAD Zeichnung	3
Abbildung 5: Ultraschallsensor HC-SR04	4
Abbildung 6: Step-Down Wandler L78S05CV	4
Abbildung 7: Arduino UNO	5
Abbildung 8: Risikoanalyse Projekt.....	7
Abbildung 9: Risikoanalyse Fachbereich Maschinentechnik	8
Abbildung 10: Risikoanalyse Fachbereich Elektrotechnik.....	9
Abbildung 11: Risikoanalyse Fachbereich Informatik.....	10

Quellen

Wikipedia-Die freie Enzyklopädie. (2011). Risikomanagement. Verfügbar unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Risikomanagement> (08.10.2012).