

Nr.	F W M	Bezeichnung	Daten Werte Erläuterung	Erfüllt	Nachweis
<b>Allgemeine Anforderungen</b>					
1.1	W	Wettbewerb	Team 10 wird im Wettbewerb einen Podestplatz erreichen.		Offen
1.2	F	Wettbewerbsort	Vorraussichtlich wird der Wettbewerb im Foyer der Mensa durchgeführt.		Ist gegeben
1.3	F	Projektabgabe PREN 2	Der PREN 2 Schlussbericht ist bis zum 06. Juni 2025 abzugeben.		
1.4	F	Eigenkonstruktion	Einzelne Systemkomponenten wie z.B. Räder, Servos, Motoren, Mikrocontroller, Kamera, etc. dürfen zugekauft und eingesetzt werden. Das zu realisierende Fahrzeug als Grosses und Ganzes muss jedoch zwingend eine Eigenkonstruktion sein.		Wurde befolgt.
1.5	F	Software	Es dürfen Software-Komponenten und Software-Services von Fremd-Herstellern verwendet werden.		Wurde befolgt.
1.6	F	Eingriffe	Ein Eingreifen auf das Fahrzeug ist nach dem Start nicht mehr erlaubt.		Ist autonom unterwegs
1.7	F	Sicherheit	Das Team ist während sämtlichen Betriebs- und Test-Phasen verantwortlich für die Sicherheit des Fahrzeuges und den Schutz der Personen.		- Fahrzeug reagiert auf Notaus - Wird von Liniensensor kein plausibler Wert gemessen wird UV direkt abgeschaltet um Augen zu schützen
1.8	W	Nachhaltigkeit	Bei Projektentscheiden soll Nachhaltigkeit berücksichtigt und und auch entsprechend dokumentiert werden.		Wurde befolgt.
1.9	W	Materialien Mechanik	Mechanikkonstruktionen vorzüglich aus wiederverwendbaren Materialien.		Wurde befolgt.
1.10	W	Lieferwege	Wenn möglich Materialien und Kaufteile aus Europäischen Lagern beziehen.		schwierig aufgrund des Budgets aus Europäischen Lagern zu beziehen, aber dafür möglichst wenig Sammelbestellungen über HSLU getätigt
<b>Gerät</b>					
2.1	F	Autonomie	Das Fahrzeug muss den vorgegebenen Parcours von Start bis Ziel ohne Zugriff von aussen absolvieren können.		Wurde befolgt.
2.2	F	Hardwarekomponenten	Alle zum Betrieb benötigten Hardware-Komponenten wie z.B. Sensoren, Aktoren, Steuergeräte, Kamera, etc. müssen sich im oder auf dem Fahrzeug befinden.		Alle Hardware-Komponenten sind am Fahrzeug (siehe Mechanik Kap 3.)
2.3	F	Softwarekomponenten	Alle Berechnungen und Software muss auf dem Roboter betrieben werden.		Wurde befolgt.
2.4	M	Betriebsbereitschaft	Das Fahrzeug muss innerhalb von maximal einer Minute im Startbereich platziert, aufgebaut und betriebsbereit sein können.		Startablauf: einschalten der Spannungsversorgung, Kalibrieren des Liniensensors -> startklar Das dauert in Summe weniger als eine Minute.
2.5	F	Gesperrte Wegpunkte	Die gesperrten Wegpunkte müssen vom Fahrzeug erkannt werden.		Das Konzept basiert darauf nur Linien zu befahren, die über die Kamera ersichtlich sind.
2.6	F	Hindernis auf Strecke	Mögliche Hindernisse müssen vom Fahrzeug erkannt Strecke werden.		Werden erkannt über Ultraschallsensor - siehe Versuch/Nachweis 2,5
2.7	F	Hindernisbewältigung	Befährt das Fahrzeug eine Strecke mit einem Hindernis, so muss dieses erkannt und aktiv von der Strecke aufgenommen werden. Sobald das Fahrzeug die besagte Stelle passiert hat, muss das Hindernis wieder an die Ursprungsposition zurückgestellt werden. Die Toleranzzone beim zurückstellen des Hindernis beträgt 20 mm (umlaufend).		Positioniergenauigkeit des Hindernisses Gemäss FAQ auf +- 15° und 20mm. Erproben in Test mit 10 Abläufen hintereinander. HAT das geklappt: bestanden
2.8	F	Auswahl Zielposition	Die Zielposition (1, 2 oder 3) muss am Fahrzeug mittels einem Wahlschalter ausgewählt werden können.		Ist vorhanden. Signal wird Raspberry Hat übermittelt
2.9	F	Startbefehl	Der Startbefehl wird mittels einem Schalter oder Taster am Fahrzeug erteilt. (Gleichzeitig wird die Sicht auf die Strecke freigegeben und die Zeitmessung gestartet)		Ist vorhanden. Signal wird Raspberry Hat übermittelt
2.10	F	Leitlinien	Das Fahrzeug muss sich während dem gesamten Parcours auf den vorgegebenen Leitlinien bewegen		Konzept basiert darauf - ist umgesetzt. Siehe Anhang Regelung
2.11	F	Not-Aus	Das Fahrzeug muss über einen leicht zugänglichen Not-Aus-Knopf oder -Schalter verfügen, der alle mechanisch-dynamische Prozesse sofort unterbricht.		Ist vorhanden. Umsetzung der Verhaltensziele über Software
2.12	M	Gewicht	Das Fahrzeug darf das Maximalgewicht von 2kg nicht überschreiten.		Das Fahrzeug ist 1.84kg schwer.
2.13	W	Schutzklasse	Mindestens IP-10 sollte gewährleistet sein.		Nicht erfüllt.
2.14	M	Dimension	Das Fahrzeug darf die Dimensionen des Startbereichs (30 x 30 cm) nicht überschreiten. Zudem ist die Höhe des Fahrzeugs (oder allfälliger Anbauteile) auf maximal 80 cm beschränkt.		Die Dimension des Fahrzeugs beträgt: 295 x 255 x 215 mm
2.15	F	Zielposition	Das Erreichen der Zielposition muss vom Fahrzeug in einer passenden Form visuell oder akustisch angezeigt werden. Zudem muss das Fahrzeug innerhalb eines Kreises von 30 cm Durchmesser um den Zielpunkt zum Stehen kommen.		Ein Piezo-Summer gibt bei Ankunft einen akustischen Ton ab
2.16	W	Energieversorgung	Die Energieversorgung soll mit einem Akku realisiert werden, der über eine physische, steckbare Schnittstelle innerhalb von 6h wieder aufgeladen werden kann.		Akku leicht demontierbar, kann mit eigenem Stecker an externes Ladegerät angeschlossen werden
2.17	W	Akkulaufzeit	Im aktiven Betrieb des Fahrzeugs soll eine Akkulaufzeit von mindestens 25 Minuten gewährleistet sein		Bei weitem Vorhanden - Akku hält mindestens 3h
2.18	W	Debug-Schnittstelle	Die Elektronik des Fahrzeugs soll über eine Debug-Schnittstelle verfügen, die es ermöglicht aktuelle Zustände und Signale auszulesen.		Ist vorhanden. Über einfaches GUI können Via TCP-Socket Signale an den MotionController gesendet werden um händisch Kommandos auszuführen

2.19	W	Controlling-Schnittstelle	Die Elektronik des Fahrzeugs soll über eine Schnittstelle verfügen, über welche die Aktoren aktiv angesteuert werden können.		Umgesetzt über GUI
2.20	W	Zeitmessung	Das Roboter bietet die Möglichkeit die verstrichene Zeit seit Start anzuzeigen. Diese Zeitmessung wird optisch oder über eine Programmschnittstelle an das Team weitergegeben		Wird im Debug Logs geschrieben
<b>Parcour</b>					
3.1	F	Wege-Netzwerk	Das Wege-Netzwerk und der Startpunkt sind bekannt. (Figure 1)		Vorgabe
3.2	F	Zielpunkte	Die möglichen Zielpunkte sind bekannt, doch der definitive Zielpunkt wird erst unmittelbar vor dem Start des Parcours bekannt gegeben. (Figure 1)		Vorgabe
3.3	F	Wegpunkte	Insgesamt gibt es acht Wegpunkte. Die Wegpunkte sind aufgeklebte Vollkreise (weiss) mit einem Durchmesser von 7 bis 12 cm. (Figure 2)		Vorgabe
3.4	F	Untergrund	Der Untergrund entspricht dem Bodenbelag des Foyers der Mensa auf dem Campus der Hochschule Luzern für Technik und Architektur in Horw. (Figure 3)		Vorgabe
3.5	F	Leitlinien	Die Wegpunkte sind mit hellen Leitlinien (aufgeklebtes Klebeband) verbunden. Die Breite der Leitlinien beträgt ca. 20 mm.		Vorgabe
3.6	F	Abmessungen	Der Abstand der Wegpunkte ist variabel zwischen 0.5 bis 2.0 m. Die Gesamtfläche des Wege-Netzwerkes beträgt ca. 4.5 x 4.5 m.		Vorgabe
3.7	F	Gesperrte Wegpunkte	Die gesperrten Wegpunkte dürfen nicht befahren werden. Sie sind bis zum Start unbekannt und mittels einem Leitkegel gekennzeichnet.		Lidar Sensor für Erkennung
3.8	F	Hindernis auf Strecke	Die Strecke darf befahren werden, doch das Hindernis muss aktiv von der Strecke aufgenommen und am gleichen Ort wieder zurückgestellt werden.		Greifer und Ultraschallsensor
3.9	F	Nicht vorhandene Teilstrecke	Leitlinien können aus dem Wege-Netzwerk entfernt werden. Die entsprechenden Verbindungen können nicht befahren werden.		Vorgabe
3.10	F	Streckenbedingungen	Die Streckenbedingungen (Sperrung, Hindernisse, nicht vorhandene Teilstrecke) sind bis zum Start unbekannt.		Vorgabe
3.11	F	Startbereich	Die Grösse des Startbereichs beträgt 30 x 30 cm. Das Fahrzeug darf diese Dimensionen nicht überschreiten.		siehe Nr. 2.12
3.12	F	Start	Sobald die Sicht auf die Strecke freigegeben wird, beginnt ebenfalls die Zeitmessung.		Vorgabe
3.13	M	Parcour-Laufzeit	Die Laufzeit von Start bis Ziel darf maximal vier Minuten betragen. Wird das Ziel innert vier Minuten nicht erreicht, ist der Lauf ungültig.		Vorgabe
<b>Simulation</b>					
4.1	W	Betriebssystem	Die Simulation soll auf Linux und auch Windows ausführbar sein.		Python-Scripts sind auf allen Betriebssystemen mit lauffähig, sofern Python installiert ist (Mac, Linux, Windows)
4.2	W	Benutzeroberfläche	Die Benutzeroberfläche soll beliebig editierbar sein. Die gesamte Simulation wird jedoch nur 2-dimensional realisiert.		Simulator Dashboard PREN1
4.3	W	Pfadfindungsalgorithmen	In der Simulation sollen verschiedene Pfadfindungsalgorithmen (z.B. Dijkstra, A*-Algorithmus, etc.) implementiert werden für eine direkte Gegenüberstellung.		Nicht erfüllt. Eigener Algorithmus entwickelt, ähnlich zu PREN1, jedoch optimiert/angepasst.
4.4	W	Zeitauswertung	In der Simulation soll eine approximierende Zeitauswertung, basierend auf heuristischen Abschätzungen, möglich sein.		PREN1 erfüllt
4.5	W	Echtzeit-Visualisierung des Pfades	Der simulierte Pfad soll in Echtzeit visualisiert werden, um das Verhalten des Fahrzeugs besser nachvollziehen zu können.		PREN1 erfüllt
4.6	W	Hindernistypen	Verschiedene Arten von Hindernissen (beweglich und stationär) sollen simuliert werden können.		PREN1 erfüllt
4.7	W	Fahrzeugparameter	Fahrzeugparameter (Geschwindigkeit, Wendekreis, Sensorreichweite, etc.) sollen editierbar sein.		PREN1 nicht erfüllt
4.8	W	Datenexport	Die Daten, welche während der Simulation generiert werden, sollen exportierbar sein. (z.B. Log-File)		PREN1 erfüllt
4.9	W	Error-Handling	Der Simulator muss robust auf Fehler reagieren und darf keinesfalls abstürzen. Zudem sollen Fehlerzustände abgefangen und klar dokumentiert werden.		PREN1 erfüllt
<b>Herstellungsressourcen</b>					
5.1	W	Materialbeschaffung	Materialien und Komponenten sollen vorzugsweise von folgenden Lieferanten bestellt werden: - Conrad Electronic - Distrelec - Mädlar - Farnell		Wurde befolgt.
5.2	F	Budget	Für die Realisierung des Projekts stehen dem Team insgesamt 500 CHF zur Verfügung. Davon dürfen maximal 200 CHF in PREN 1 ausgegeben werden.		Im PREN1 wurde 152 CHF ausgegeben und im PREN2 335 CHF.
5.3	F	Normteile ab HSLU Lagerbestand	Normteile (Schrauben, Lager, Rohmaterial, Widerstände, Kondensatoren, etc.) aus dem HSLU Lagerbestand dürfen kostenlos verwendet werden.		Wurde befolgt.

5.4	F	Persönlicher 3D-Drucker	Wird für das Projekt ein persönlicher 3D-Drucker verwendet, so muss die verarbeitete Menge ausgewiesen werden.		Wurde befolgt.
5.5	F	Herstellungsressourcen der HSLU	<p>Dem Team stehen für die Umsetzung des Projekts (PREN 1 und PREN 2) die folgenden Ressourcen der HSLU zur Verfügung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- maximal 25 h Maschinenlaufzeit der 3D-Drucker</li> <li>- maximal 1 h Maschinenlaufzeit des Lasergeräts</li> <li>- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Elektrotechnik</li> <li>- maximal 10 Arbeitsstunden des Werkstattpersonals Maschinentechnik</li> </ul>		Wurde befolgt.