

Regelwerk für

Future Engineers 2026



Version: 15. Januar 2026



Offizieller Organisator der
World Robot Olympiad in Deutschland

Inhaltsverzeichnis

Veränderungen & Anpassungen im Regelwerk 2026	2
1. Allgemeine Informationen	3
2. Team- und Altersklassendefinition	4
3. Verantwortlichkeiten und eigene Arbeit des Teams	4
4. Regeln, Aufgaben und FAQ	4
5. Aufgaben bei Future Engineers	5
6. Roboterauto: Material & Vorschriften	6
7. Parcours & Parcourselemente	9
8. Dokumentation	15
9. Der Wettbewerb	18
10. Bewertung Renndurchläufe / Dokumentation + Rangfolge	22
11. Minimaler Umfang an elektromechanischen Komponenten	24
Anhang A: Dokumentation - Checkliste Teams	25

Fragen zu den Regeln? Nutze unseren **Online-FAQ-Bereich** und schaue, ob bereits jemand die gleiche Frage hatte oder stelle uns eine Frage bequem über unser Online-Formular: <https://www.worldrobotolympiad.de/faq>

Veränderungen & Anpassungen im Regelwerk 2026

Nach der Saison 2025 haben wir nur wenige Änderungen am Regelwerk 2026 vorgenommen. Dennoch sollte dieses Dokument vollständig gelesen werden. Besonders hervorzuheben sind Änderungen und Ergänzungen zu folgenden Themen:

- **Roboterauto**, weiterführende Erläuterungen (s. Kapitel 6, ab S. 6)
- **Hindernisse**, die Farbnummer wurden angepasst (s. Kapitel 7, auf S. 11)
- **Park-Challenge**, Erläuterungen zum Stoppen der Zeit, dem Ein- und Ausparken (Kapitel 7, S. 12-14)
- **Dokumentation**, die Bewertung und der Aufbau der Dokumentationsmappe wurden komplett überarbeitet (s. Kapitel 8, ab S. 15)
- **Anhang A, Dokumentation - Checkliste Teams** (S. 25)

1. Allgemeine Informationen

Einführung

In der Kategorie "Future Engineers" steht der gesamte Entwicklungsprozess eines autonom fahrenden Roboterautos im Mittelpunkt. Die besondere Herausforderung besteht darin, dass ein Roboterauto am Wettbewerbstag einen zufällig zusammengestellten Parcours fehlerfrei absolviert. Die Teams müssen den gesamten Prozessablauf betrachten und dokumentieren. In der Kategorie "WRO Future Engineers" werden bei der Bewertung Punkte für die Renndurchläufe und die Dokumentation des Entwicklungsprozesses verteilt.

Schwerpunkte der Kategorie

Jede WRO-Kategorie hat einen speziellen Fokus auf das Lernen mit Robotern. Durch die Teilnahme an der WRO-Kategorie "Future Engineers" entwickeln Teams ihr Wissen und ihre Fähigkeiten in den folgenden Bereichen:

- Einsatz von Computer Vision in einem Roboterauto
- die Kombination verschiedener Sensoren zur Bestimmung des Parcours und der zu umfahrende Objekte
- Entwicklung eines funktionsfähigen Roboterautos mit Open-Source-Hardware und den dazugehörigen elektromechanischen Komponenten und Controllern
- Komplexere Steuerung von Robotern mit einem Lenkantrieb
- Entwicklung einer Strategie zur Lösung der Aufgabe sowie deren Reproduzierbarkeit
- Soft Skills: Teamarbeit und Kommunikation, Problemlösung im Team, Projektmanagement und das alles unter Einbeziehung der Kreativität.

Lernen ist am wichtigsten

Die Organisatoren der WRO möchten die Teilnehmenden auf der ganzen Welt für MINT-Fächer begeistern und möchten, dass diese ihre Fähigkeiten durch spielerisches Lernen im WRO-Wettbewerb entwickeln. Aus diesem Grund sind die folgenden Aspekte für alle Wettbewerbsangebote von zentraler Bedeutung:

- Lehrkräfte, Eltern oder andere Erwachsene können dem Team helfen, es anleiten und inspirieren, aber sie dürfen den Roboter oder das Robotermodell nicht bauen oder programmieren.
- Teams, Betreuende und Jurymitglieder akzeptieren unsere WRO-Leitprinzipien und den WRO-Ethikkodex, die alle dazu ermutigen sollen, sich für eine faire und sinnvolle Lernerfahrung einzusetzen.
- Am Wettbewerbstag respektieren die Teams und Coaches die endgültige Entscheidung der Jury und arbeiten mit anderen Teams und der Jury zusammen, um einen fairen Wettbewerb zu gewährleisten.
- Mitmachen und Erfahrung sammeln ist wichtiger als gewinnen. Es zählt, wie viel man lernt!

Mit der Teilnahme an der WRO bestätigen das Team und der Coach, dass sie sich im Sinne eines fairen Wettbewerbs nach dem WRO-Ethikkodex verhalten.

Eine ausführliche Erläuterung des WRO-Ethikkodex befindet sich auf unserer Website: <https://worldrobotolympiad.de/wro-leitprinzipien>

2. Team- und Altersklassendefinition

- 2.1. Ein Team besteht aus 2 oder 3 Teammitgliedern und einem Coach (Mindestalter 18 Jahre). Ein Team mit weniger als 2 Mitgliedern oder fehlender betreuender Person gilt nicht als Team und kann nicht teilnehmen.
- 2.2. Ein Team kann innerhalb einer WRO-Saison nur in einer WRO-Kategorie und ein Teammitglied nur in einem Team teilnehmen.
- 2.3. Ein Coach kann mit mehr als einem Team zusammenarbeiten und mehrere Teams innerhalb einer WRO-Saison betreuen.
- 2.4. In der Kategorie „Future Engineers“ sind Teilnehmende im Alter von 14-22 Jahren (in der Saison 2026: Jahrgänge 2004-2012) zugelassen.
 - 2.4.1. Seit der 2025 werden Teilnehmende bis zum Alter von 22 Jahren weltweit zugelassen. Somit können sich alle teilnehmenden Teams in der Kategorie Future Engineers für internationale Wettbewerbe qualifizieren.
- 2.5. Das angegebene Höchstalter entspricht dem Alter, das die Teilnehmenden im Kalenderjahr des Wettbewerbs erreichen, nicht dem Alter am Tag des Wettbewerbs.

3. Verantwortlichkeiten und eigene Arbeit des Teams

- 3.1. Die Konstruktion und Programmierung des Roboters dürfen nur vom Team selbst vorgenommen werden. Die Aufgabe des Coaches ist es, das Team zu begleiten, ihm bei organisatorischen und logistischen Angelegenheiten zu helfen und es bei Fragen und Problemen zu unterstützen. Der Coach darf nicht in den Bau und die Programmierung des Roboters involviert sein. Dies gilt sowohl für den Tag des Wettbewerbs als auch für die Vorbereitung.
- 3.2. Wenn eine der in diesem Dokument genannten Regeln gebrochen oder verletzt wird, können die Juroren eine oder mehrere der folgenden Konsequenzen beschließen. Bevor eine Entscheidung getroffen wird, können ein Team oder einzelne Teammitglieder befragt werden, um mehr über den möglichen Regelverstoß herauszufinden. Die Befragung kann auch Fragen zum Roboter oder zum Programm beinhalten.
 - 3.2.1. Ein Team kann für eine oder mehrere Bewertungsrunden eine um bis zu 50% reduzierte Punktzahl erhalten.
 - 3.2.2. Ein Team kann sich nicht für das nationale / internationale Finale qualifizieren.
 - 3.2.3. Ein Team kann mit sofortiger Wirkung vollständig vom Wettbewerb ausgeschlossen werden.

4. Regeln, Aufgaben und FAQ

- 4.1. Für die Teilnahme auf **nationaler** Ebene (deutsche Regionalwettbewerbe, Deutschlandfinale) ist die übersetzte Fassung des Regelwerks die Grundlage.

Aufgrund nationaler Anpassungen können einzelne Regelungen, Bewertungsbögen oder FAQ leicht abweichen. Für alle internationalen WRO-Veranstaltungen (z.B. Weltfinale) sind nur die von der internationalen Organisation veröffentlichten Informationen relevant.

- 4.2. Während einer Saison kann die WRO zusätzliche Fragen und Antworten (FAQ) veröffentlichen, die Regeln erklären, erweitern oder neu definieren. Die Teams sollten daher einen regelmäßigen Blick in den FAQ-Bereich auf unserer Homepage werfen. Sollten uns Fragen von einzelnen Teams erreichen, die für alle Teams relevant sind, werden wir diese im FAQ-Bereich veröffentlichen. ***Hinweis: Für internationale Events kann kurzfristig eine Überraschungsregel veröffentlicht werden, die Regeln ergänzt oder ändert.***
- 4.3. Am Wettbewerbstag gilt die folgende Regelhierarchie:
 - 4.3.1. Das allgemeine Regeldokument bildet die Grundlage für die Regeln in dieser Kategorie.
 - 4.3.2. Fragen & Antworten (FAQ) können die Regeln im allgemeinen Regelwerk außer Kraft setzen oder erweitern.
 - 4.3.3. Die Juroren haben am Wettbewerbstag das letzte Wort bei jeder Entscheidung.

5. Aufgaben bei Future Engineers

In der Kategorie Future Engineers steht der gesamte Entwicklungsprozess eines autonom fahrenden Roboterautos im Mittelpunkt. Die Aufgabe der Future Engineers Teams gliedert sich in zwei Teilaufgaben.

Roboterauto bauen und programmieren

Es muss ein Roboterauto gebaut werden, welches den Regelungen in Kapitel 6 entspricht. Das Roboterauto wird so gebaut und programmiert, dass es am Wettbewerbstag einen zufällig zusammengestellten 9 qm großen Parcours befahren kann. ***Das Roboterauto orientiert sich mit Hilfe von Sensoren und/oder einer Kamera.*** Es gilt, auf dem Parcours fehlerfrei 3 Runden in einer Rennzeit von max. 3 Minuten autonom zu absolvieren.

Am Wettbewerbstag wird mit einem **Probedurchlauf** gestartet. Danach folgen **2 Eröffnungsrennen und 2 Hindernisrennen** (Erläuterungen zu den Rennmodi in Kapitel 7). Vor jedem der Renndurchläufe, bei/nach dem Robot-Check, wird der **Parcours von der Jury zufällig zusammengestellt** (Erläuterungen in Kapitel 7). Die Renndurchläufe werden von der Jury bewertet (Erläuterungen in Kapitel 10).

Dokumentation erstellen

Die Teams verfassen eine schriftliche Dokumentation. Dort legen sie ihre Überlegungen zum Bau und zur Entwicklung des Roboters, Informationen zur Motorisierung, zur Energieversorgung & Sensorik, zur Strategie der Hinderniserkennung sowie dem Design des Autos dar. Außerdem fertigen sie 2 kurze Videos von ihrem fahrenden Roboter an (Erläuterungen in Kapitel 8 und 10).

Am Wettbewerbstag findet die Bewertung der Dokumentation statt (Kapitel 10).

6. Roboterauto: Material & Vorschriften

Allgemein

- 6.1.** Die Abmessung des Roboterautos darf max. **30 x 20 x 30 cm** (L x B x H) betragen. Es gilt, dass die Außenmaße des Roboterautos vom Start bis zum Ende eines Renndurchlaufes unverändert bleiben. Es ist nicht erlaubt, den Roboter während des Laufes durch motorisch oder mechanisch ein- oder ausklappbare bzw. ausfahrbare Bauteile zu verkleinern oder zu vergrößern. Bewegungen, die für den normalen Fahrbetrieb erforderlich sind (z.B. Lenkeinschlag der Räder), gelten nicht als Veränderung der Roboterabmessung. Für die Berechnung des Parkabstands wird ausschließlich die Roboterlänge gemäß 7.11.2 herangezogen. Dabei zählt der Teil des Roboterautos, unterhalb der Höhe der magentafarbenen Wand (10 cm). Oberhalb dieser Höhe wird bei der Parkabstandsmessung nicht berücksichtigt.
- 6.2.** Das Gewicht des Roboterautos darf **1,5 kg** nicht überschreiten.
- 6.3.** Das Roboterauto fährt auf **vier normalen Rädern** (vergleichbar mit Autoreifen). Eine andere Anzahl an Rädern oder Spezialräder (z.B. Omnidräder, Kugelräder) sind nicht erlaubt.
- 6.4.** Der Roboter besitzt 2 Achsen.

Antriebe, Achsen und Lenkung

Die nachfolgende Einschränkung der Motorenzahl bezieht sich ausschließlich auf den Antrieb und die Lenkung. Weitere Motoren/Servos sind für andere Funktionen (z.B. Drehung der Kamera) unter Berücksichtigung von 6.1. und 6.16. erlaubt.

- 6.5.** Es dürfen **maximal 2** Motoren für den **Antrieb** verwendet werden, d.h. um den Roboter vorwärts oder rückwärts zu bewegen. Bei dem Einsatz von 2 Motoren, müssen diese 2 Motoren mechanisch miteinander verbunden sein. Der Antriebsmotor bzw. die Antriebsmotoren müssen direkt mit der Achse verbunden sein. Es dürfen keine einzelnen Räder angetrieben werden, da es sich sonst um einen Differentialantrieb ohne echte Lenkachse handelt.
- 6.6.** Für das **Lenken** des Roboters sind 1 oder 2 Lenkachsen erlaubt. Es darf nur **1 Motor** für das Lenken werden. Die Räder einer Lenkachse müssen nur dann über eine durchgehende Achse miteinander verbunden sein, wenn sie Teil des Antriebs sind. Räder einer Lenkachse, die frei drehen und nicht zum Antrieb gehören, dürfen ohne durchgehende Achse montiert werden.
- 6.7.** **Erlaubte Antriebsarten** sind: Vorderradantrieb, Hinterradantrieb und Allradantrieb. Bei einem Allradantrieb dürfen die Achsen nicht getrennt angesteuert werden.
- 6.8.** **Erlaubt ist der Einbau eines Differentialgetriebes**, bei dem die Achsen untereinander indirekt verbunden sind. Es ist eine mechanische Lösung, um das Rollen der Räder positiv zu beeinflussen. Ein **Differentialantrieb**, bei dem einzelne Räder angesteuert werden, um eine Richtungsänderung zu erreichen, **ist nicht erlaubt**.

Nähere Erläuterungen mit Beispielen zu erlaubten und nicht erlaubten Bauformen sind zu finden unter: <https://www.worldrobotolympiad.de/website/docs/wro2026/WRO2026-FE-Regelwerk-Motoren-Achsen.pdf>

Controller und Software

- 6.9.** Das für das Roboterauto verwendete Steuergerät kann entweder ein Einplatinencomputer (SBC) oder ein Einplatinen-Mikrocontroller (SBM) sein, wobei es keine Beschränkung hinsichtlich der Marke oder Anzahl gibt.
- 6.10.** Die Steuerungssoftware kann in jeder beliebigen Programmiersprache geschrieben werden - es gibt keine Einschränkungen bezüglich einer bestimmten Sprache.
- 6.11.** Es ist **nicht** erlaubt, einen Programmcode zu verwenden, der:
- gleich oder zu ähnlich zu Lösungen ist, die online verkauft werden
 - gleich oder zu ähnlich zu einer anderen Lösung beim Wettbewerb ist und eindeutig nicht die eigene Arbeit des Teams ist
 - von einem Team aus der eigenen Institution stammt

In den genannten Fällen werden Teams vom Wettbewerb disqualifiziert.

Einschalt- und Start-Komponenten

- 6.12. Einschalten per Taste/Schalter:** Zum Einschalten des Roboters ist nur eine Interaktion mit dem Roboter, also z.B. ein Tastendruck erlaubt. Diese Interaktion darf keine andere Funktion als das Einschalten des Roboters haben. Der Roboter befindet sich nach dem Betätigen in einem Wartezustand. **In diesem Wartezustand dürfen keine Messungen, Berechnungen oder andere Aktionen des Roboters stattfinden. Das Einschalten darf dem Roboter keine zusätzlichen Informationen übermitteln. Der Bootvorgang darf maximal 90 Sekunden dauern.**

- 6.13. Starten per Taste / Schalter:** Zum Starten des Roboters ist nur eine Interaktion mit dem Roboter, z.B. ein Tastendruck erlaubt. Die Starttaste kann sich auf der Haupt-SBC/SBM oder auf einer separat installierten Drucktaste befinden. Der Roboter fährt nach dem Betätigen los.

- 6.13.1. Ausnahme für VEX-Roboter:** Bei VEX-Robotern kann die im Regelwerk geforderte Ein-/Startprozedur technisch nicht mit nur einem Tastendruck umgesetzt werden. Daher ist in diesem Fall folgende Prozedur zulässig:
1. Roboter einschalten (1x Knopfdruck)
 2. in die Rubrik „Programs“ wechseln und das Programm auswählen (2x Knopfdruck)
 3. Programm 1 starten (1x Knopfdruck)

- 6.14. Touch-Screen:** Alternativ zu physikalischen Tasten oder Schaltern kann auch ein Touch-Screen verwendet werden. Auch hier gilt, dass jeweils nur eine Interaktion mit dem Touch-Screen erlaubt ist.

Insgesamt sind für das Einschalten und Starten des Roboters maximal zwei Tasten oder Schalter zulässig. Weitere Schalter oder Tasten zur Interaktion mit dem Roboter sind nicht erlaubt.

Komponenten

- 6.15. Sensoren:** Es gibt keine Beschränkungen in Bezug auf Marke, Funktion oder Anzahl der verwendeten Sensoren. Kameras gelten als Sensoren.

- 6.16. Motoren:** Es können alle Gleichstrom- und/oder Servomotoren verbaut werden. Es gibt keine Einschränkung bezüglich der Marke.
- 6.17. Elektronische Komponenten:** Es gibt keine Einschränkungen bezüglich des Typs, der Marke, der Anzahl oder des Zwecks.
- 6.18. Hydraulische und magnetische Komponenten:** hydraulischer Druck oder Magnete sind erlaubt.
- 6.19. Batterien:** Es gibt keine Beschränkungen hinsichtlich der Marke, der Funktion oder der Anzahl der verwendeten Batterien.
- 6.20. Baumaterialien:** Es sind alle Arten von Materialien (z.B. Kunststoff, Holz, Metall), Klebe- & Verbindungs materialien (z.B. Sekundenkleber, Isolierbänder, Kabelbinder) sowie 3D-gedruckten Elementen erlaubt. Anzahl oder Verwendung werden nicht vorgeschrieben.
- 6.21.** Jegliches **Hardware-Kit** darf verbaut werden. Es gibt keine Beschränkung auf einen bestimmten Typ oder ein bestimmtes Bausystem.
- 6.22.** Während der Renndurchläufe muss das Roboter auto vollständig autonom fahren und stoppen. **Jede Form der Fernsteuerung** oder externen Steuerung ist verboten, unabhängig davon, ob sie drahtlos oder kabelgebunden erfolgt.
- 6.23.** Für die interne Kommunikation zwischen den **elektronischen- bzw. elektromechanischen Komponenten** des Roboter autos sind ausschließlich **Drahtverbindungen** zulässig. Jegliche drahtlose Kommunikation ist untersagt. Dazu zählen insbesondere **RF, Bluetooth, Wi-Fi oder vergleichbare Kommunikationskomponenten**. Entsprechende Funkmodule dürfen während der Wettbewerbsdurchläufe nicht genutzt werden. Sind sie in einem Steuergerät integriert, müssen sie deaktiviert sein. Für die Jury muss eindeutig erkennbar sein, dass diese Funkkomponenten deaktiviert sind. Die Teams sind verpflichtet, die Deaktivierung auf Nachfrage zu zeigen und die Jury vor Beginn der Renndurchläufe darauf hinzuweisen.
- 6.24.** **Smartphones** können als Kameras und zur Verarbeitung von Bilddaten verwendet werden. Alle drahtlosen Schnittstellen (Mobilfunk, Wi-Fi, Bluetooth, Hotspot, NFC) müssen während der Wettbewerbsdurchläufe nach 6.23. deaktiviert sein.

Am Wettbewerbstag ...

- 6.25.** ... darf das aufgebaute Roboter auto mitgebracht werden.
- 6.26.** ... darf jedes Team **nur mit einem Roboter auto** teilnehmen.
- 6.27.** ... müssen die Teams alle Geräte, Software und tragbaren Computer, die sie während des Wettbewerbs benötigen, vorbereitet haben und mitbringen.
- 6.28.** ... sollten die Teams genügend Ersatzteile mitbringen. Im Falle eines Unfalls oder einer Fehlfunktion der Ausrüstung werden keine Ersatzteile vor Ort gestellt.
- 6.29.** ... ist **das unbefugte Berühren** oder in jeglicher Form unterstützen (z.B. Stoppen) des Roboters **während der Renndurchläufe verboten**. Dies schließt die Eingabe von Daten in ein Programm durch visuelle, akustische oder andere Signale an das Roboter auto während des Rennens ein.

7. Parcours & Parcourselemente

Spielfeldmatte

Die Größe der Spielfeldmatte beträgt 3,1 x 3,1 m. Der Parcours ist quadratisch und misst innerhalb der äußeren Begrenzung 3 x 3 m.

7.1. Parcoursabschnitte

Der Parcours ist in acht Abschnitte unterteilt: vier Kurvenabschnitte und vier gerade Abschnitte. Die blau gestrichelten Linien markieren die geraden Abschnitte. Die rot gestrichelten Abschnitte sind die Kurvenabschnitte. Die blauen und orangenen Linien in den Kurvenabschnitten können dem Roboterauto zur Orientierung dienen.

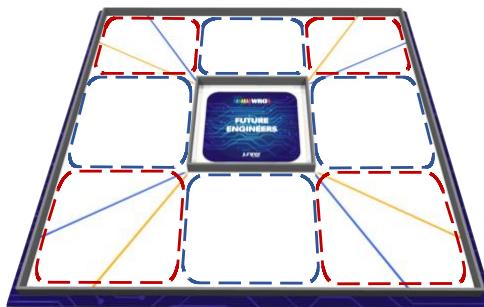


Bild 1: Gerade Abschnitte und Kurvenabschnitte auf dem Parcours

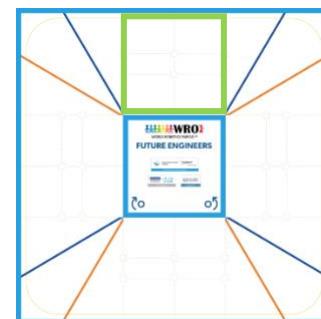


Bild 2: Spielfeldmatte mit dem Start-Ziel-Abschnitt

Start-Ziel-Abschnitt und Startzone

Bei allen Renndurchläufen wird aus demselben geraden Abschnitt gestartet. Es ist der Abschnitt, der sich oberhalb des Logos befindet (grün umrandet in Bild 2). Dieser Startabschnitt ist am Ende der drei gefahrenen Runden ebenfalls der Zielabschnitt, daher wird er Start-Ziel-Abschnitt genannt.

In der Mitte der geraden Abschnitte befinden sich die beiden, jeweils möglichen Startzonen. Der Roboter kann innerhalb der Startzone frei positioniert werden, solange sich dessen Grundriss innerhalb der gestrichelten Linie befindet. Im Rahmen der Zufallsverteilung wird eine der beiden Zonen festgelegt.

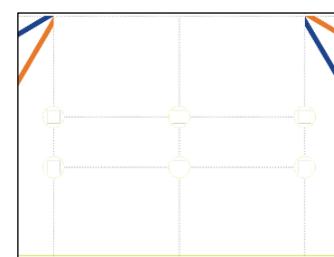


Bild 3: Gerader Abschnitt mit den schmalen Startzonen in der Mitte

Begrenzung

Die Höhe der Begrenzung beträgt 10 cm (s. Bild 5). Die zum Parcours zeigenden Flächen der Begrenzungen sind schwarz. Zu dem Material und der Materialstärke gibt es keine Vorgaben. Hinweise zum Aufbau und eine Empfehlung zum Material sind zu finden unter: <https://www.worldrobotolympiad.de/website/docs/wro2026/WRO2026-FE-Parcours-Aufbauanleitung.pdf>

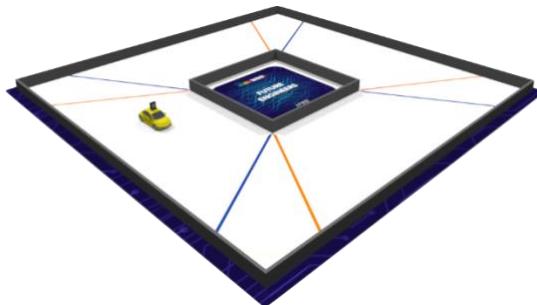


Bild 4: Spielfeldmatte mit innerer und äußerer Begrenzung

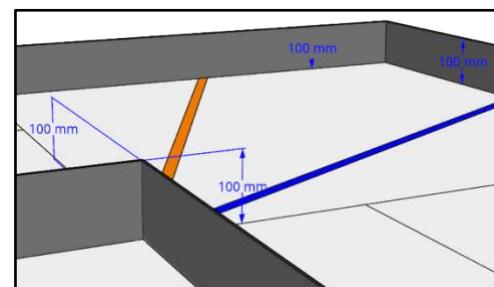


Bild 5: Die Höhe aller Begrenzungen beträgt 10 cm bzw. 100 mm

- 7.2.** Das **Berühren der Begrenzung ist erlaubt** und kein Grund, das Rennen abzubrechen.
- 7.3.** Der **Grundriss der äußeren Begrenzung** (3×3 m) wird während der Renndurchläufe nicht verändert.
- 7.4.** Der Grundriss der **inneren Begrenzung** wird im **Eröffnungsrennen** variiert. Der maximale **Abstand** zwischen innerer und äußerer Begrenzung beträgt 100 cm, der minimale Abstand beträgt 60 cm. Beispiele für die unterschiedlichen Grundrisse der inneren Begrenzung sind hier zu sehen:

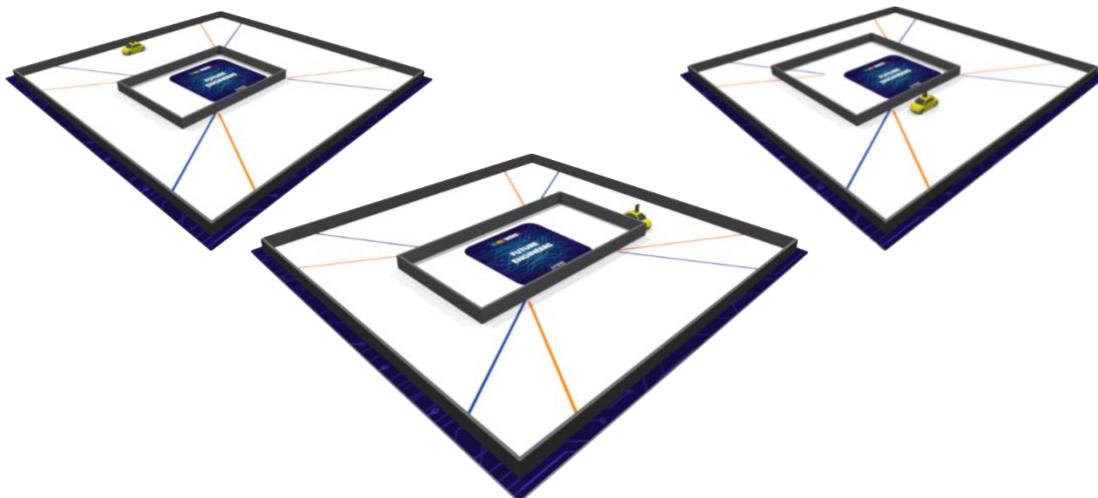


Bild 6: Mögliche Grundrisse der inneren Begrenzung beim Eröffnungsrennen

- 7.5.** Im **Hindernisrennen** wird der Grundriss der inneren und äußeren Begrenzung nicht verändert. Der Abstand zwischen den Begrenzungen beträgt konstant 100 cm.

Hindernisse

Jedes der Hindernisse ist **ein Quader** mit den Maßen 45x45x100 mm (BxTxH). Die Farbe der **roten Hindernisse** ist **Verkehrsrot RAL 3020** bzw. sollte diesem Rotton ähnlich sein. Die Farbe der grünen Hindernisse ist **Reingrün RAL 6037** bzw. sollte diesem Grünton ähnlich sein.

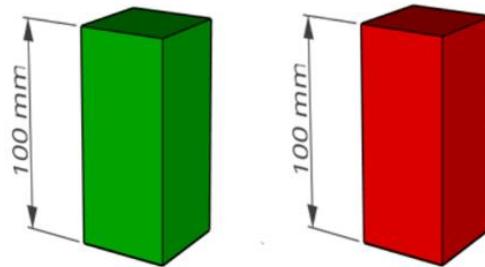


Bild 7: Hindernisse sind 10 cm bzw. 100 mm hoch

7.6. Positionen der Hindernisse

Die Hindernisse werden in die geraden Abschnitte gestellt. Hier gibt es jeweils sechs mögliche Positionen. Die Kreismarkierungen rahmen die hellgrauen Quadrate, die Position der Hindernisse, ein.

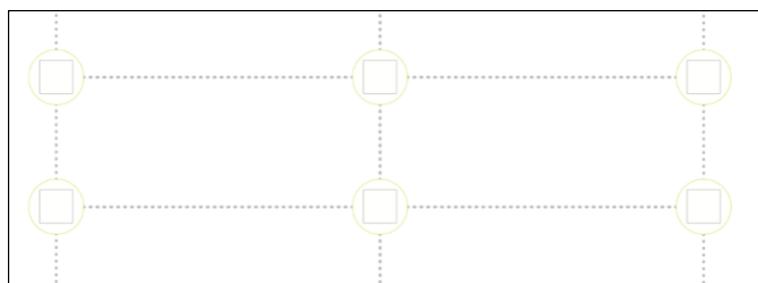


Bild 8: Gerader Abschnitt mit den sechs Hindernismarkierungen

7.7. Verteilung der Hindernisse

Die Hindernisse stehen ausschließlich auf den geraden Abschnitten. Dort steht pro Abschnitt ein Hindernis. Die Wahl der Farben der Hindernisse erfolgt in allen Abschnitten zufällig. Die Anordnung der Hindernisse in den drei geraden Abschnitten, die nicht der Start-Ziel-Abschnitt sind, erfolgt zufällig.

Im Start-Ziel-Abschnitt (dem Abschnitt mit dem Parkhindernis) steht das Hindernis auf einer der drei Markierungen nahe der inneren Begrenzung. Es kommt daher nicht vor, dass in dem Parkabschnitt ein Hindernis auf einer der drei Markierungen nahe der äußeren Begrenzung platziert ist. Die Wahl der Farbe des Hindernisses erfolgt zufällig.

7.8. Regeln zum Umfahren der Hindernisse

Die roten Hindernisse müssen vollständig auf der rechten Seite passiert werden. Die grünen Hindernisse müssen vollständig auf der linken Seite passiert werden.



Bild 9 & 10: Regelung zum korrekten Passieren der unterschiedlich, farbigen Hindernisse

7.9. Hindernisse im Start-Ziel-Abschnitt

Im Start-Ziel-Abschnitt wir das Hindernis so platziert, dass es nicht direkt in Fahrtrichtung **vor** dem Roboter steht. Jedoch kann ein Hindernis direkt hinter einem Roboter aufgebaut werden.

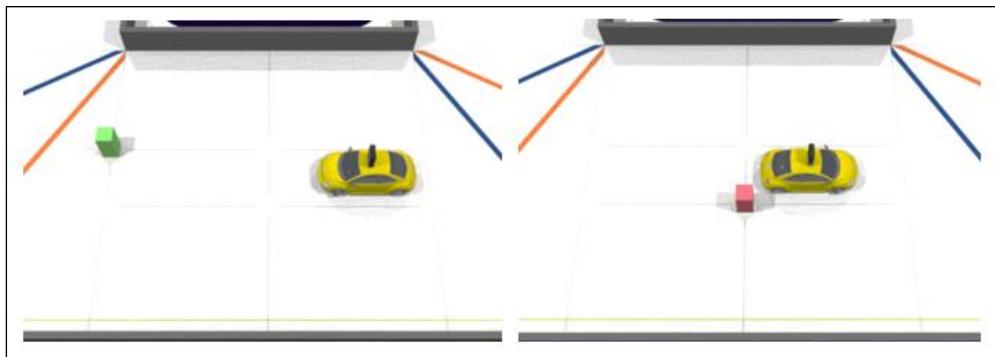


Bild 11: Hindernisse stehen nie direkt vor dem Roboter; direkt dahinter ist jedoch möglich

Zusammenstellung des Parcours

Vor jedem Renndurchlauf wird der Parcours von der Jury umgebaut und zufällig zusammengestellt. Unabhängig vom Rennmodus werden die **folgenden Parameter** zufällig zusammengestellt: Start-Ziel-Abschnitt, Startzone und Fahrtrichtung.

Beim **Eröffnungsrennen** wird der Grundriss der inneren Begrenzung immer wieder neu zusammengestellt.

Beim **Hindernisrennen** werden die Farben und Standorte der Hindernisse mit Farbe neu zusammengestellt.

Alle Teams befahren nacheinander denselben Parcours. Für den nächsten, neuen Renndurchlauf wird der Parcours wieder neu zusammengestellt.

Eröffnungsrennen und Hindernisrennen

Am Wettbewerbstag werden 4 Renndurchläufe gefahren und bewerte: 2 Eröffnungsrennen und 2 Hindernisrennen.

Das **Eröffnungsrennen**: Die Besonderheit bei diesem Rennmodus liegt im Grundriss der inneren Begrenzung. Dieser Grundriss variiert von Eröffnungsrennen zu Eröffnungsrennen. Beispiele für unterschiedliche innere Grundrisse sind in Kapitel 7.3 zu sehen.

Das **Hindernisrennen**: In den Renndurchläufen des Hindernisrennens wird der Grundriss der inneren Begrenzung nicht verändert. Er bildet ein 1 x 1 m großes Quadrat wie auf Bild 4 zu erkennen. Es befinden sich jedoch Hindernisse auf dem Parcours. In jedem der vier geraden Abschnitte befindet sich 1 Hindernis.

Optionale Zusatzaufgabe: die Park-Challenge

Beim **Hindernisrennen** gibt es in dieser Saison eine optionale Zusatzaufgabe. Sie umfasst das **ggf. Starten aus und das Einparken des Roboters zwischen zwei magentafarbenen Wänden**. Das Einparken erfolgt **nach drei gefahrenen Runden** im Start-Ziel-Abschnitts.

Die Teams können in beiden Hindernisrennen zwischen drei Optionen wählen:

1. Sie entscheiden sich gegen die Park-Challenge und die magentafarbenen Wände werden nicht in den Parcours gestellt.
2. Das Team entscheidet sich **für die Park-Challenge**. Die Wände werden vor dem Renndurchlauf des jeweiligen Teams gemäß den Regeln 7.10. und 7.11. positioniert. **Das Team positioniert und startet den Roboter in der Startzone oberhalb der magentafarbenen Wände.**
3. Das Team entscheidet sich **für die Park-Challenge**. Die Wände werden vor dem Renndurchlauf des jeweiligen Teams gemäß den Regeln 7.10. und 7.11. positioniert. **Das Team positioniert und startet den Roboter zwischen den magentafarbenen Wänden.** Dafür kann das Team bei der Bewertung Zusatzpunkte (s. S. Kapitel 10) erhalten. **Für das Erhalten der Punkte muss der Roboter komplett ausparken und darf dabei nicht die magentafarbenen Wände berühren. Die Zusatzpunkte werden nur vergeben, wenn mindestens eine volle Runde abgeschlossen wurde.**

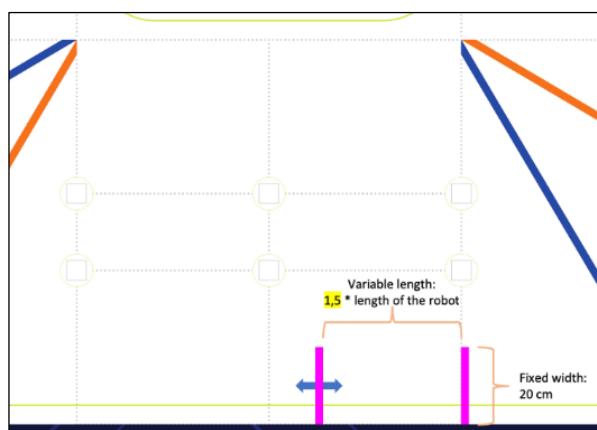


Bild 12: Position der magentafarbenen Wände bei der optionalen Zusatzaufgabe

7.10. Parkplatz

Der Parkplatz befindet sich immer im **Start-Ziel-Abschnitt** und wird von zwei magentafarbenen Wänden begrenzt.

7.11. Magentafarbene Wände

- 7.11.1. Die Wände haben **die Maße** 200 x 100 mm (Breite x Höhe). Sie sind 19 mm (+- 1mm) stark. **Die Farbe der Wände ist RAL 4010 Telemagenta bzw. sollte diesem Farnton ähnlich sein.**
- 7.11.2. **Die Position der rechten Wand** ist rechts neben der gestrichelten Außenlinie des geraden Abschnittes (s. Bild 12). Der **Abstand zwischen den Wänden** wird individuell, entsprechend der Länge des Roboters berechnet: $1,5 \times \text{Roboterlänge} = \text{Abstand der Wände}$. **Für diese Berechnung ist die Roboterlänge im Bereich unterhalb 10 cm Höhe (magentafarbene Wand) maßgeblich.**
- 7.11.3. Die magentafarbenen Wände dürfen vom Roboterauto **NICHT berührt** werden; weder bei der Rundenfahrt noch beim **Aus- oder Einparken**.

7.12. Das Stoppen der Rennzeit

Wählt ein Team die Zusatzaufgabe, so läuft die Rennzeit weiter, auch wenn der Roboter nach drei gefahrenen Runden im Start-Ziel-Abschnitt kurz stoppt, um dann einzuparken. In diesem Moment wird die Rennzeit notiert. Die Zeit läuft weiter, bis die

3 Minuten abgelaufen sind, der Roboter eingeparkt hat oder ein Regelverstoß erfolgt. Für die Rangfolge wird die notierte Zeit nach drei vollständig gefahrenen Runden herangezogen; das Einparken muss innerhalb der maximalen Rennzeit von 3 Minuten erfolgen.

7.13. Der Einparkvorgang

Der Roboter darf während des Parkversuches das Hindernis im Start-Ziel-Abschnitt auf einer beliebigen Seite passieren. Es darf jedoch weiterhin das Hindernis nicht vollständig aus seiner Markierung (s. 9.5.4.) herausgeschoben werden, da sonst der Renndurchlauf sofort gestoppt wird. Für die Bewertung von Punkt 1.6 und 1.7 (Tabelle – Seite 22) wird die „Situation der Hindernisse“ nach den 3 gefahrenen Runden plus 3 Sekunden Stopp zu Grunde gelegt.

7.14. „komplett eingeparkt“ ...

... hat der Roboter, wenn er nach 3 Runden den Start-Ziel-Abschnitt durchfährt und so zwischen den Wänden einparkt, dass sich sein Grundriss bei der Draufsicht komplett innerhalb des Parkplatzes (s. Bild 13 graues Viereck) befindet. Das Team erhält 15 Punkte zusätzlich.

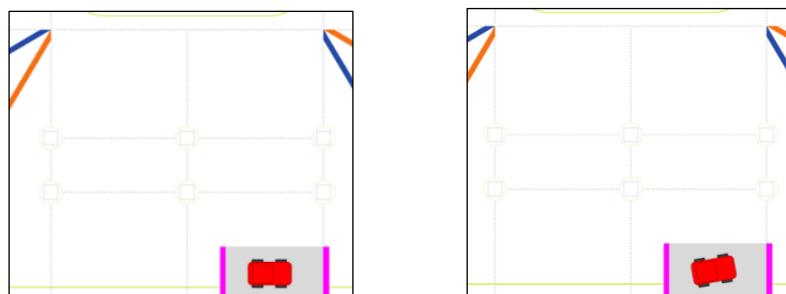


Bild 13: das Roboterauto hat komplett eingeparkt

7.15. „teilweise eingeparkt“ ...

... hat der Roboter, wenn er nach 3 Runden den Start-Ziel-Abschnitt durchfährt und so zwischen den Wänden einparkt, dass sich sein Grundriss bei der Draufsicht teilweise innerhalb des Parkplatzes (graues Viereck) befindet. Das Team erhält 7 Punkte zusätzlich.

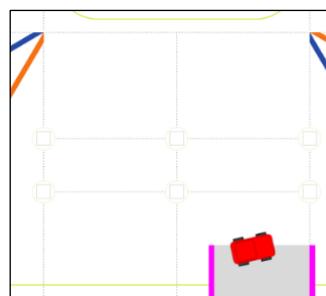


Bild 14: das Roboterauto hat teilweise eingeparkt

Die Park-Challenge kann von den Teams **zusätzlich ausgewählt** werden. Vor dem Einsetzen des Roboters in den Hindernisparcours, informiert das Team die Jury. Die Jury stellt die Wände für den Parkplatz auf den Parcours. Bevor das nächste Team den Parcours befährt, werden

die Wände wieder entfernt. Weitere Erläuterungen zur Bewertung in Kapitel 10.

8. Dokumentation

Die Bewertung der Dokumentation wurde im internationalen Future Engineers Regelwerk für die Saison 2026 komplett überarbeitet. Das Kapitel ist neu und sollte daher genau gelesen werden.

Zweck der Dokumentation

Die Dokumentation zeigt die technische Arbeit der Teams und hat vier Ziele:

1. Sie beschreibt den Entwicklungsprozess des Roboters. Dabei ist der Prozess genauso wichtig wie der fertige Roboter.
2. Sie hilft der Jury zu verstehen, warum ihr bestimmte Bauteile genutzt habt und wie sie miteinander funktionieren.
3. Sie enthält genug Informationen, damit ein anderes Team den Roboter so oder so ähnlich nachbauen könnte.
4. Sie macht Unterschiede zwischen Teams erkennbar, auch wenn die Roboter ähnlich gut fahren.

Eine sehr gute Dokumentation:

- ist klar strukturiert und gemäß den Vorgaben aufgebaut
- erklärt verständlich und nachvollziehbar die technischen Entscheidungen
- enthält Diagrammen, Abbildungen, Videos und andere hilfreiche Visualisierungen
- zeigt/erläutert durchgeführte Tests und die daraus resultierenden Verbesserungen
- fast alle relevanten Daten sinnvolle zusammen

Dokumentation am Wettbewerbstag

Die Dokumentation ist für alle Teams in allen Wettbewerben verpflichtend. Am Wettbewerbstag muss jedes Team 2 ausgedruckte Dokumentationen in deutscher Sprache mitbringen und diese der Jury übergeben.

Bewertet werden Dokumentationen, die zu Beginn des Wettbewerbstags vor dem Start der ersten Bauphase von den Teams vorgelegt werden. Spätere Änderungen/Abgaben werden nicht berücksichtigt. Die maximal zu errichtende Punktzahl für die Dokumentation sind **30 Punkte**.

Aufbau der Dokumentationsmappe

Eine Dokumentationsmappe ist folgendermaßen aufgebaut:

Maximale Seitenanzahl:	insg. max. 20 Seiten einseitig <u>oder</u> insg. max. 10 Seiten beidseitig bedruckt Die angegebene Seitenzahl muss nicht vollständig ausgeschöpft werden. Eine prägnante, kürzere Dokumentation kann ebenfalls zur vollen Punktzahl führen. Dokumentationen mit über 20 Seiten werden nicht bewertet und führen zu einer Punktzahl von Null.
------------------------	---

Inhaltliche Gliederung:	<ul style="list-style-type: none"> - Deckblatt (Teamfoto/Namen/Institution) – max. 1 Seite - Mobilität und Mechanik – max. 4 Seiten - Energie & Sensoren – max. 4 Seiten - Entwicklung des Codes – max. 4 Seiten - Gesamtsystem Roboter und technische Entscheidungen – max. 4 Seiten inkl. 6 Fotos vom Roboter (aus jeder Blickrichtung) - Optional: Quellenverzeichnis, Anhänge o.ä. – max. 3 Seiten <p>Insgesamt: max. 20 Seiten</p>
Videos:	<ul style="list-style-type: none"> - 2 Videos mit je ca. 30 Sekunden Länge - Video 1: der fahrende Roboter beim Eröffnungsrennen für ca. 30 Sek - Video 2: der fahrende Roboter beim Hindernisrennen für ca. 30 Sek - Bewertung erfolgt mit dem Bewertungskriterium „Entwicklung des Codes“ - die Videos werden auf einer öffentlichen Videoplattform hochgeladen; die Links zu den Videos werden in unserem Onlinesystem hinterlegt

Bewertung der Dokumentation

Für die Bewertung der Dokumentation erfolgt nach 5 Kriterien:

1. Mobilität und Mechanik
2. Energie und Sensoren
3. Entwicklung des Codes
4. Gesamtsystem Roboter und technische Entscheidungen
5. Qualität der Dokumentation

Für jedes der Kriterien gibt es 0, 2, 4 oder 6 Punkte:

- | | |
|----------|---|
| 0 Punkte | Es gibt keine Informationen dazu. |
| 2 Punkte | Es gibt nur wenige oder unklare / unvollständige Informationen. |
| 4 Punkte | Es gibt gut strukturierte Informationen und gute Erläuterungen der technischen Entscheidungen. |
| 6 Punkte | Der Entwicklungsprozess ist klar nachvollziehbar und detailliert dokumentiert mit u.a. Tests, Erläuterungen zu Lösungswegen und Weiterentwicklungen. Die Informationen sind technisch und inhaltlich klar strukturiert und übersichtlich präsentiert mit u.a. Texten, Abbildungen, Fotos, Schaltplänen. |

Beschreibung der Kriterien und Punktevergabe

Kriterium 1: Mobilität und Mechanik

Was wird bewertet: Entscheidungen zum Fahrwerkdesign und Lenk- und Antriebsmechanismus und deren Auswirkungen; Informationen zu Drehmoment, Geschwindigkeit und mechanischer Stabilität; Dokumentation von Tests und Weiterentwicklung; Erläuternde Diagramme, Abbildungen;

Punkte

- | | |
|---|---|
| 6 | Einsatz von Bauteilen erläutern und begründen; Versuche, Weiterentwicklung und die Auswirkungen auf die mechanischen Komponenten / Drehmoment / Geschwindigkeit erläutern |
| 4 | Chassis, Antrieb und Lenkung klar erklärt; Diagramme enthalten; Roboter wäre so oder |

- so ähnlich nachbaubar
- 2** nur Beschreibung der Optik, ohne weitere Informationen; Erläuterung des Vorgehens oder Diagramme
- 0** keine oder irrelevante Informationen zu Mobilität und Design

Kriterium 2: Stromversorgung und Sensoren

Was wird bewertet: Erläuterungen zum Aufbau der Stromversorgung; Informationen zum Stromverbrauch, der Sensorwahl und -platzierung und der Kalibrierung der Sensoren; Erläuternde Diagramme, Schaltpläne; Dokumentation von Tests und Weiterentwicklung;

Punkte

- 6** Erläuterung des Energieverbrauchs; Erklärung Sensorwahl und -platzierung, Kalibrierung der Sensoren; Schilderung von Versuchen und Weiterentwicklung
- 4** Schaltplan vorhanden, Sensorplatzierung und Auswahl erklärt; Roboter wäre so oder so ähnlich nachbaubar
- 2** Batterien / Sensoren nur aufgelistet; kaum Erläuterungen, keine Diagramme
- 0** keine oder irrelevante Informationen zu Stromversorgung und Sensoren

Kriterium 3: Entwicklung des Codes

Was wird bewertet: gut strukturierter Code (modularer Aufbau); Erläuterungen / Benennung der einzelnen Abschnitte, d.h. welcher Teil des Codes erzeugt die Fahrt, das Spurhalten, das Erkennen und Umrunden der Hindernisse usw.; Dokumentation wie der Code sich entwickelt hat bis hin zum finalen Code; Erläuternde Diagramme, Abbildungen; 2 Videos des fahrenden Roboters (s. Tabelle, S. 16);

Punkte

- 6** Erklärung wie der Code den Roboter bei seiner Fahrt unterstützt (genannt Zustandsmaschine) und Begründung (Algorithmus Wahl) auch anhand von Diagrammen und Abbildung des Codes; Schilderung von Versuchen und Weiterentwicklung sowie Messwerten zur Leistungsbewertung; 2 Videos des fahrenden Roboters
- 4** Ablaufdiagramm vorhanden; Codestruktur erkennbar strukturiert und benannt; Code für Hindernislogik beschrieben; Roboter wäre so oder so ähnlich nachbaubar
- 2** Grundbeschreibung; Strategie nur grob; unklare Struktur
- 0** Code ohne Erklärung

Kriterium 4: Gesamtsystem Roboter und technische Entscheidungen

Was wird bewertet: Der Roboter wird als System betrachtet, d.h. Veranschaulichung des Zusammenspiels der einzelnen Bauteile; Begründungen für technische Entscheidungen (z.B. Gewicht, Energieverbrauch, Prozesszeiten) aufgrund von Testläufen / Kompromissen im Design / Verbesserungsmaßnahmen; Erläuternde Diagramme, 6 Fotos vom Roboter, Abbildungen;

Punkte

- 6** Erläuterung von Einschränkungen und Kompromissen; Tests und Verbesserungen aufgezeigt; Entscheidungen begründet auf Grundlage von Daten / Testläufen
- 4** alle Teile und ihre Abhängigkeit voneinander werden erklärt; Einschränkungen werden aufgezählt und kurz erläutert

- 2 einige Begründungen oder Beschreibungen von Entscheidungen; diese jedoch unvollständig oder oberflächlich
- 0 kein Entscheidungsprozess erkennbar; es wird nur das „Was wurde getan“ beschrieben und nicht das „Warum wurde etwas getan“

Kriterium 5: Qualität der Dokumentation

Was wird bewertet: klare Struktur und Vollständigkeit der Dokumentation; Nachvollziehbarkeit & Dokumentation des Entwicklungsprozesses (z.B. mit Meilensteinen); technische Daten sowie Abbildungen, Diagramme, Schaltpläne vervollständigen die Dokumentation; Tests und Veränderungen sind dokumentiert;

Punkte

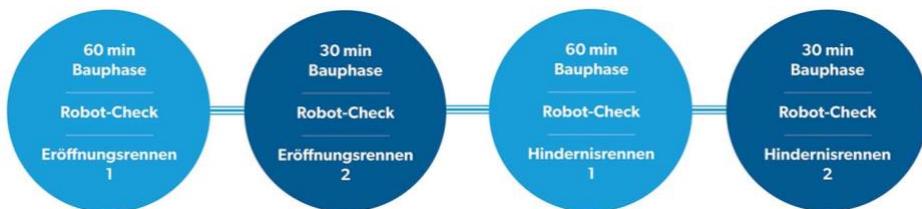
- 6 gut strukturierter Aufbau der Dokumentation; der Entwicklungsprozess des Roboters und seine verschiedenen Versionen sind erkennbar; Tests und Veränderungen sind dokumentiert;
- 4 Dokumentation mit ausreichender Detailtiefe; Abbildungen / Diagramme / Schaltpläne vorhanden; Roboter wäre so oder so ähnlich nachbaubar
- 2 Dokumentation wurde vorgelegt, ist jedoch schlecht strukturiert; technische Daten, Diagramme und Informationen sind unklar oder lückenhaft; Roboter wäre nur sehr eingeschränkt nachbaubar
- 0 Dokumentation ist nicht vorhanden oder nicht bewertbar; der Roboter wäre nicht nachbaubar

Hinweis: Auf internationalen Wettbewerben wird u.a. die Verwendung eines GitHub Repository herangezogen, um die Dokumentation und den Entwicklungsprozess zu bewerten. Auf regionaler und nationaler Ebene ist die Verwendung von GitHub nicht notwendig.

9. Der Wettbewerb

Bei allen Regionalwettbewerben wird ein identischer Tagesablauf eingehalten. Nach einem Probedurchlauf werden über den Tag verteilt vier Wertungsrennen gefahren davon zwei sogenannte Eröffnungsrennen und zwei Hindernisrennen. Wie in der Abbildung unten zu sehen, gehört zu jedem dieser Renndurchläufe eine Bauphase, ein Robot-Check sowie der Parcoursumbau. **Bei mehrtägigen Wettbewerben müssen Roboter über Nacht am Veranstaltungsort bleiben.**

Hinweis: Bei unseren Wettbewerben herrschen unterschiedliche Lichtverhältnisse. Den Einsatz von Infrarotlicht an Kameras oder Blitzlicht durch Besucher können wir nicht ausschließen. Diese Arten der Beeinträchtigung sind kein Grund für eine Wiederholung des Renndurchlaufes.



Bauphasen

Jedem der vier Rennblöcke geht zu Beginn eine Bauphase voraus. In diesen Bauphasen – und nur in diesen – dürfen die Teams an ihren Robotern arbeiten, sie umbauen, programmieren, auf dem Parcours Testfahrten absolvieren und Messungen vornehmen. Am Ende der Bauzeit werden die Roboter auf den sogenannten **Roboterparkplatz** gestellt. Der Roboter **muss ausgeschaltet sein**. Dort verbleiben alle Roboter und dürfen **nicht berührt** werden. Sie werden nur zum Robot-Check und dem kommenden Rennen vom Roboterparkplatz genommen.

Robot-Check

Vor der Teilnahme am Renndurchlauf überprüft die Jury, ob die Roboter regelgerecht gebaut wurden. Das Gewicht darf max. 1,5 kg und die Größe max. 30 x 20 x 30 cm (L x B x H) betragen. Ein **nicht regelgerecht gebauter** Roboter darf innerhalb von 3 Minuten repariert werden. Die Möglichkeit zur Reparatur gibt es nur ein Mal pro Renndurchlauf. Ist die Reparatur nicht erfolgreich, wird das Team für diesen Renndurchlauf ausgeschlossen. Das bedeutet 0 Punkte und eine Rennzeit von 3 Minuten.

Parcourumbau:

Parallel zum Robot-Check wird der Parcours von der Jury umgebaut. Der Umbau erfolgt gemäß dem **Platzierungsdokument, das einen zufällig zusammengestellte Parcours** abbildet.

Renndurchlauf:

Die Jury holt die Teams zusammen und erklärt laut und verständlich, wie der Parcours aussieht, welches der Start-Ziel-Abschnitt, die Startzone und die Fahrtrichtung sind. Offene Fragen werden geklärt. Der Parcours bleibt für alle Teams, die an der kommenden Wertungsrunde teilnehmen, gleich.

9.1. Platzierung des Roboters

Der Roboter wird von einem Teammitglied mit gerade ausgerichteten Achsen innerhalb der Startzone abgestellt. Bei der Draufsicht befindet sich der Umriss des Roboters innerhalb der Begrenzung der Startzone.

9.1.1. Zu Beginn eines Rennens wird das Roboterauto vollständig im Start-Ziel-Abschnitt innerhalb der vorgegebenen Startzone platziert. Der Grundriss des Roboters muss innerhalb dieses Abschnitts stehen. Der Roboter steht dabei parallel zur Fahrtrichtung des Parcours und berührt weder die äußere Begrenzung noch ein Hindernis.

9.1.2. Wiedereinsetzen nach einer Reparatur bei Berührung der Begrenzung. Hat der Roboter vor der Unterbrechung des Renndurchlaufes, also bei der Entnahme, die Begrenzung berührt, wird er nach der Reparatur auf demselben Abschnitt, nahe derselben Begrenzung, wieder eingesetzt. Zwischen Roboter und Begrenzung muss ein Abstand von ca. 10 cm bestehen. Die Räder müssen parallel zur Begrenzung und die Vorderachse in Fahrtrichtung des Renndurchlaufes ausgerichtet sein.

9.1.3. Wiedereinsetzen nach einer Reparatur ohne Berührung der Begrenzung. Hat der Roboter vor der Unterbrechung des Renndurchlaufes keine Begrenzung berührt,

wird er nach der Reparatur an genau der Stelle des Parcours wieder eingesetzt, an der er sich beim Abbruch befand. Die Räder müssen parallel zur Begrenzung und die Vorderachse in Fahrtrichtung des Renndurchlaufes ausgerichtet sein.

9.1.4. Platzierung des Roboters im Hindernisrennen kombiniert mit der Park-Challenge.
Die Regeln aus 9.1.1 bis 9.1.3 gelten auch, wenn ein Team beim Hindernisrennen die Zusatzaufgabe „Park-Challenge“ gewählt hat.

9.2. Einschalten und Start des Roboters

Der Roboter wird mit einer Interaktion eingeschaltet (s. Erläuterung, Kapitel 6 Einschalt- und Start-Komponenten). Die Jury sagt „3-2-1-Los“. Auf das letzte Kommando „Los“ wird dann der Roboter gestartet. Dies erfolgt ebenfalls mit nur einer Interaktion mit dem Roboter (s. Erläuterung, Kapitel 6 Einschalt- und Start-Komponenten).

9.3. Bewertung

Die Jury wertet das Rennen hinsichtlich erreichter Punkte und benötigter Zeit. Sie bespricht die Ergebnisse mit dem Team. Das Team unterschreibt den Bewertungsbogen. Nun folgen die Wertungsläufe der anderen Teams.

9.4. Reparatur

Während der ersten und zweiten Runde eines Renndurchlaufes kann das Team im Fall, dass der Roboter stoppt, einmalig die Möglichkeit für eine sogenannte Reparatur wahrnehmen. Nach Freigabe durch die Jury entnimmt das Team den Roboter, um Probleme mit mechanischen oder elektronischen Bauteilen zu beheben. Eine Dateneingabe ist nicht erlaubt. Der Roboter wird danach in denselben Abschnitt gestellt und gestartet. Die Rennzeit läuft während der gesamten Reparatur weiter. Als Strafe werden bei der Bewertung des Renndurchlaufs die Punkte halbiert.

Regelungen: das Beenden eines Rennens & dessen Bewertung

Das Roboterauto hat pro Renndurchlauf **drei Minuten Zeit**, um den Parcours **drei Runden** fehlerfrei zu befahren. Verstößt das Auto während der Fahrt gegen die unten aufgeführten Fahrregeln, wird das Rennen abgebrochen. Dann wird die gefahrene Zeit notiert. Die gefahrenen Abschnitte und Runden werden gezählt und ergeben die Grundlage für die Punktebewertung. Für das Stoppen im Star-Ziel-Abschnitt sowie das fehlerfreie Passieren von Hindernissen gibt es ebenfalls Punkte.

Die Regeln lauten wie folgt:

- 9.5. Die Zeit wird gestoppt, der Renndurchlauf ist beendet und die vollständig passierten Abschnitte gezählt, wenn:**
- 9.5.1. das Roboterauto stoppt bzw. nicht weiterfährt**
 - 9.5.2. die 3 Minuten Rennzeit abgelaufen sind**
 - 9.5.3. ein Hindernis vollständig auf der falschen Seite passiert wurde (s. Bild 15)**

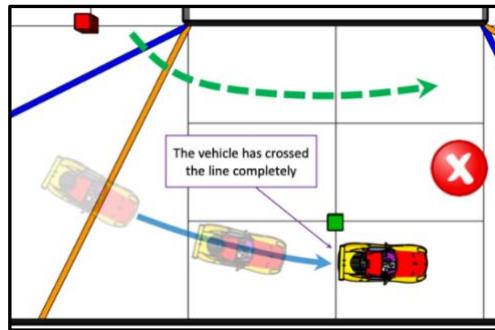


Bild 15: Hindernis wurde auf der falschen Seite vollständig passiert

- 9.5.4.** ein **Hindernis** vollständig **aus seiner Kreismarkierung** herausgeschoben wurde (s. Bild 17)

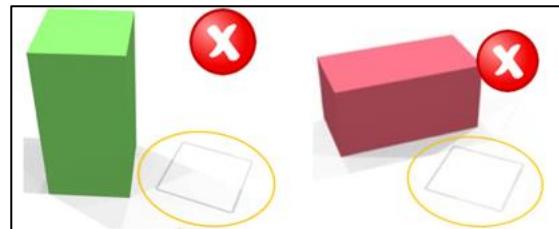
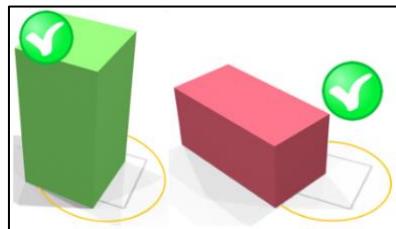


Bild 16: Hindernis **NICHT** vollständig aus der Markierung herausgeschoben

Bild 17: Hindernis **vollständig** aus der Markierung herausgeschoben

- 9.5.5.** das Roboterauto über mehr als zwei Abschnitte **entgegen der Fahrtrichtung** gefahren ist (s. Bild 19). **Diese Regel gilt ebenfalls für die Park-Challenge und das Einparken nach 3 gefahrenen Runden.**

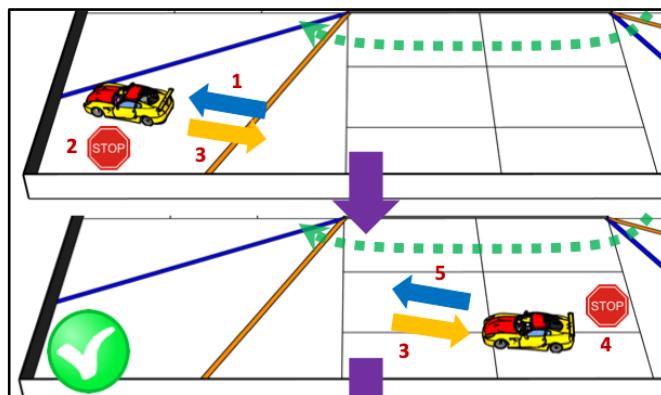


Bild 18: Roboter fährt 2 Abschnitte entgegen der Fahrtrichtung (erlaubt)

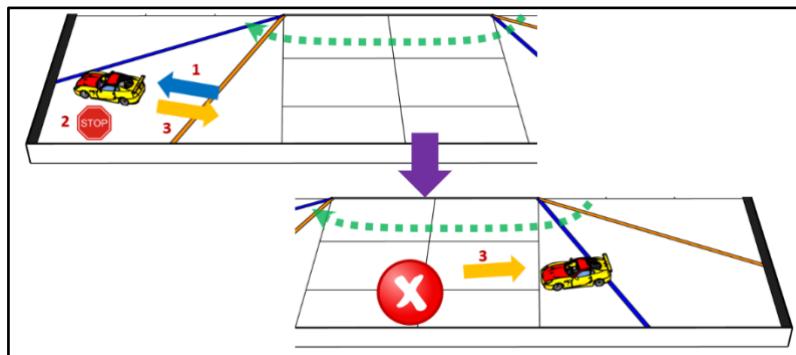


Bild 19: Roboter fährt mehr als 2 Abschnitte entgegen der Fahrtrichtung

9.5.6. das Roboterauto **nach drei Runden** im Start-Ziel-Abschnitt stoppt oder aus diesem komplett herausfährt (gilt beim Eröffnungsrennen und Hindernisrennen ohne Park-Challenge).

9.5.7. der Roboter **eine magentafarbene Wand** während des Renndurchlaufes oder beim Aus- oder Einparken **berührt**.

9.6. Ausnahme Park-Challenge: Die **Zeit wird gestoppt** und **das Rennen läuft weiter**, wenn das Roboterauto nach drei vollständig gefahrenen Runden im Start-Ziel-Abschnitt im Rahmen des Parkvorgangs kurz stoppt (3 Sekunden), um anschließend in den Parkplatz einzufahren (7.12.). In diesem Moment wird die bis dahin erreichte Rennzeit als offizielle Rennzeit notiert. Danach läuft die Rennzeit weiter. Innerhalb der max. Rennzeit von 3 Minuten (9.5.2.) muss der Roboter eingeparkt haben.

9.7. Folgende Situationen werden hingegen mit **null Punkten** und einer **Rennzeit von 3 Minuten** (180 Sekunden) gewertet:

9.7.1. Das Roboterauto fährt nach dem Startsignal **gar nicht erst los**.

9.7.2. Das Team wird **disqualifiziert**:

- Nach unerlaubtem Berühren oder Entfernen des (fahrenden) Roboterautos vom Parcours
- Nach der mutwilligen Beschädigung des Parcours oder eines anderen Roboterautos
- Wenn das Roboterauto den Robot-Check nicht bestanden hat
- Das Team den Roboter zu spät zum Roboterparkplatz gebracht hat

10. Bewertung Renndurchläufe / Dokumentation + Rangfolge

Nach **jedem Renndurchlauf** werden die erfahrenen Punkte addiert und die Rundenzeit notiert. Die Jury lässt sich die Bewertung von einem Teammitglied gegenzeichnen.

Bewertungstabelle und Punktevergabe für die Renndurchläufe

	Renndurchläufe: Gesamtübersicht der Punkte	Punkte	max. Punkte
	... für Eröffnungs- und Hindernisrennen:		

1.1	<u>Anzahl der Abschnitte</u> : jeder Abschnitt, aus dem der Roboter vollständig herausfährt, wird mit 1 Punkt gezählt. Ausgenommen ist nach 3 gefahrenen Runden der Start- & Zielabschnitt.	1	24
1.2	<u>Anzahl der Runden</u> : 1 Runde besteht aus 8 Abschnitten. Zählweise: 7 Abschnitte = 0 Runden; 8 Abschnitte = 1 Runde; 15 Abschnitte = 1 Runde; 16 Abschnitte = 2 Runden	1	3
1.3	<u>Stopp im Start-Ziel-Abschnitt</u> : der Roboter stoppt nach 3 Runden im Start-Ziel-Abschnitt für mind. 3 Sekunden (d.h. der komplette Roboterumriss befindet sich innerhalb des Start-Ziel-Abschnittes)	3	3
... nur für Hindernisrennen:			
... > 1 Runde und < 3 Runden wurden gefahren			
1.4.	1 oder mehrere Hindernisse wurden berührt, aber nicht außerhalb der Markierung verschoben (s. Kapitel 9.5.4)	2	2
1.5.	Keine Hindernisse wurden berührt.	4	4
... 3 Runden wurden gefahren			
1.6.	1 oder mehrere Hindernisse wurden berührt, aber nicht außerhalb der Markierung verschoben (s. Kapitel 9.5.4)	8	8
1.7.	Keine Hindernisse wurden berührt.	10	10
1.8.1	Starten aus dem Parkplatz (s. Kapitel 7); nur wenn mind. 1 Runde gefahren wurde	7	7
1.8.2	Park-Challenge: komplett eingeparkt (s. Kapitel 7)	15	15
1.8.3	Park-Challenge: teilweise eingeparkt (s. Kapitel 7)	7	7
... für Eröffnungs- und Hindernisrennen:			
2	<u>Reparatur</u> : das Team führt Reparaturarbeiten durch. Es ist unerheblich, ob diese erfolgreich waren oder nicht.	Gesamtpunktzahl des Rennens wird halbiert	
... für die Dokumentation:			
3	Dokumentationsmappe : weitere Informationen in Kapitel 8	30	

Im **Eröffnungsrennen** können maximal **30 Punkte** gesammelt werden (1.1 + 1.2 + 1.3).

Im **Hindernisrennen** können maximal **62 Punkte** gesammelt werden (1.1 + 1.2 + 1.3 + 1.7. + 1.8.1 – 1.8.3).

Für die **Dokumentationsmappe** gibt es maximal **30 Punkte**.

Am Wettbewerbstag bringen die Teams mindestens 2 ausgedruckte Dokumentationen mit. Diese werden von der Jury gesichtet und bewertet. Die Jury darf neben der Sichtung der Dokumentationsmappe den Teams auch Fragen zu ihrer Ausarbeitung stellen.

Bewertung der Rangfolge

Die höchstmögliche **Gesamtpunktzahl** beträgt **122 Punkte**. Sie setzen sich zusammen aus:

- max. 30 Punkten für eines der Eröffnungsrennen
- max. 62 Punkte für eines der Hindernisrennen
- max. 30 Punkte für die Dokumentation

Bei der Erstellung der Rangfolge kann es zu einem Punktegleichstand zwischen Teams kommen. Um die Rangfolge zwischen diesen Teams zu berechnen, werden sie wie folgt bewertet:

Priorität	
1	Punkte bestes Eröffnungsrennen (max. 30 Punkte) + Punkte bestes Hindernisrennen (max. 62 Punkte) + Punkte für die Dokumentation (max. 30 Punkte)
2	Zeit bestes Eröffnungsrennen + Zeit bestes Hindernisrennen
3	höchste Punktzahl des besten Hindernisrennens
4	Zeit des besten Hindernisrennens

11. Minimaler Umfang an elektromechanischen Komponenten

Die nachstehende Liste enthält Ausrüstungsgegenstände, die für elektromechanische Teile des Roboterautos verwendet werden können. Sie dient als Orientierung:

- Einplatinencomputer: er wird für die Videoverarbeitung in Echtzeit, die Analyse von Sensordaten und das Senden/Verwalten von Signalen an die Motorsteuerung verwendet
- ein Einplatinen-Mikrocontroller + ein Motorschild: Diese Gerätekombination empfängt Steuersignale vom Haupt-SBC und steuert die Motoren entsprechend.
- eine Weitwinkelkamera
- zwei Abstandssensoren + zwei Lichtsensoren
- Servomotor: er steuert die Lenkung
- DC-Motor mit Getriebe: er steuert die Geschwindigkeit des Roboterautos
- mindestens ein Encoder: er ermöglicht es dem Roboterauto, die Winkelgeschwindigkeit eines Gleichstrommotors zu messen
- IMU (Inertial Measurement Unit, Trägheitsmesseinheit) - in der Regel eine Kombination aus Gyroskop und Beschleunigungsmesser: Sie kann zur Verbesserung der Roboterautonavigation eingesetzt werden
- Batterien: eine für SBC und SBM, weitere für die Motoren
- ein Spannungsstabilisator: er wird benötigt, um eine angemessene Stromversorgung für die SBC/SBM zu gewährleisten
- max. 2 Schalter: 1 Hauptschalter zum Ein- und Ausschalten der Stromversorgung und 1 Starttaste oder eine entsprechende Startfunktion auf einem Touch-Screen

Ein Beispiel für eine Roboterautokonfiguration könnte sein:

- Fahrgestell eines ferngesteuerten Autos (RC)
- Hauptcontroller -- Raspberry Pi 3 und eine MicroSD-Karte, um ein Betriebssystem und Programme zu speichern
- Kameramodul (<https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>) mit extra Weitwinkelobjektiv
- Motor- und Sensorsteuerung -- Arduino UNO (<https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>) mit einem Prototyping Shield (<https://store.arduino.cc/proto-shield-rev3-uno-size>)
- DC-Motorsteuerung (<https://www.robotshop.com/en/cytron-13a-5-30v-single-dc-motor-controller.html>)
- Gleichstrommotor zum Antrieb des Roboterautos (könnte Teil des Fahrgestells sein)
- Servomotor für die Lenkung (könnte Teil des Fahrgestells sein)

- IMU-Sensor (<https://www.sparkfun.com/products/13762>)
- 2 Ultraschall-Abstandssensoren (<https://www.sparkfun.com/products/15569>)
 - 2 analoge Zeilensensoren (<https://www.sparkfun.com/products/9453>)
 - Drehgeber (<https://www.sparkfun.com/products/10790>)
- eine externe USB-Batterie mit einem Hub, um den Verbrauch zwischen Raspberry Pi und Arduino aufzuteilen
- eine zusätzliche Batterie für die Stromversorgung des Gleichstrommotors (könnte Teil des Gehäuses sein)

Anhang A: Dokumentation - Checkliste Teams

Teams können zusätzlich diese Checkliste nutzen, bevor sie ihre Dokumentation fertigstellen. Sie

Allgemein Checkpunkte

- Haben wir eine Dokumentation, die den gesamten Entwicklungsprozess zeigt, nicht nur einzelne Schritte oder nur das Ergebnis?
- Erklärt unsere Dokumentation auch, **warum** wir Entscheidungen getroffen und Veränderungen vorgenommen haben? Also nicht nur welche wir gemacht haben.

Mobilität und Mechanik

- Haben wir erklärt, warum wir dieses Chassis und jenes Antriebs- und Lenk-Konzept gewählt haben?
- Haben wir Skizzen oder Diagramme zum mechanischen Aufbau hinzugefügt?
- Haben wir Tests oder Änderungen beschrieben, die das Design / die Mobilität verbessert haben?

Energie und Sensoren

- Zeigen wir, wie die Energie verteilt und geregelt wird?
- Haben wir die Wahl und Position der Sensoren begründet?
- Gibt es mindestens einen Verdrahtungsplan und eine Beschreibung der Kalibrierung?

Entwicklung des Codes

- Zeigen wir ein Ablaufdiagramm oder einen Zustandsautomaten der Software?

- Erklären wir die Fahrt des Roboters, wie er Runden und Kurven fährt und wie er Hindernisse erkennt und richtig passiert?
- Erklären wir unsere Testversuche und was wir daraus gelernt haben und wie wir den Code / den Roboter weiterentwickelt haben?

Gesamtsystem Roboter und technische Entscheidungen

- Haben wir erkannt, wie sich Bauform, Bauteileauswahl, Energie, Rechenleistung und Gewicht gegenseitig beeinflussen?
- Haben wir beschrieben, wie sich unsere Bauform und Bauteileauswahl auf Gewicht, Energieverbrauch und Rechenleistung auswirken? Welche Konsequenzen hat das für das Fahrverhalten und die Zuverlässigkeit des Roboters?
- Haben wir unsere Erkenntnisse und Verbesserungen begründet und dokumentiert?
- Zeigen wir die unterschiedlichen Versionen unseres Roboters bis zum Endergebnis?

Qualität der Dokumentation

- Entspricht die Dokumentation den Vorgaben (s. Tabelle auf Seite 15)?
- Ist sie gut strukturiert, vollständig und sind die Zeichnungen, Bilder und Diagramme gut zu erkennenden?
- Ermöglicht unsere Dokumentation einen so guten Einblick in den Roboter, dass er so oder so ähnlich nachgebaut werden könnte?