



## BUT DU PROJET

Il s'agit de concevoir et réaliser un véhicule télécommandé à partir de composants et matériaux mis à disposition.

Des moteurs électriques seront utilisés pour propulser et diriger le véhicule. La commande des moteurs se fera via une carte avec un circuit programmable et des éléments de puissance. Finalement, le véhicule devra être programmé de sorte qu'il puisse être télécommandé par "Smartphone".

## PROJEKTZIEL

Ziel ist es ein kleines ferngesteuertes Fahrzeug aus den zur Verfügung gestellten Komponenten und Materialien zu entwickeln.

Zum Antrieb und für die Lenkung werden Elektromotoren verwendet. Für die Steuerung der Motoren wird eine Karte mit einem programmierbaren Baustein und Leistungsschaltungen eingesetzt. Zum Schluss muss das Fahrzeug so programmiert werden, dass es mittels eines „Smartphone“ ferngesteuert werden kann.

## Déroulement

- La réalisation du projet se fera en principe par groupes de trois étudiants. **La composition de ces groupes est imposée.**
- Durée du projet : trois semaines ; du 18.08 au 05.09.2025.
- Horaire : 8:15 – 11:45 et 12:45 – 16:10, **présence et suivi des modules obligatoires**
- Afin de pouvoir évaluer le fonctionnement des véhicules, le projet se terminera par une démonstration/concours sur un circuit d'essai. (voir parcours en annexe)

## Ablauf

- Das Projekt wird grundsätzlich in Dreiergruppen durchgeführt, **wobei die Gruppeneinteilung vorgegeben ist.**
- Projektdauer: drei Wochen; vom 18.08 bis 05.09.2025.
- Stundenplan: 8:15 – 11:45 et 12:45 – 16:10, **Obligatorische Präsenzzeit zum Modul**
- Um die Funktionen der Fahrzeuge zu beurteilen, werden diese am Schluss auf einem Test-Rundkurs demonstriert und getestet. (siehe Beilage)

## Planning

Mécanique
Caractérisation moteur entraînement
Programmation
Assemblage - mise au point

18.08.2025	Introduction/Einführung 23.N212
19.08.2025	23.N212
20.08.2025	23.N411 23.N411
21.08.2025	23.N212 23.N212
22.08.2025	23.N212 23.N212
25.08.2025	23.N212 23.N212
26.08.2025	23.N321 23.N321
27.08.2025	23.N321 23.N321
28.08.2025	23.N321 23.N321
29.08.2025	23.N321 23.N321
01.09.2025	23.N321 23.N321
02.09.2025	23.N121 23.N121
03.09.2025	23.N121 23.N121
04.09.2025	23.N121 23.N121
05.09.2025	Médiathèque Médiathèque

## Equipes / Mannschaften

Groupe #

1	Coutaz	Siméon
	Gulas	Florent
	Clivaz	Rémy
2	Savioz	Nathan
	Gobet	Zoé
	Giannoni	Robin
3	Cina	Björn
	Rowlings	Louis
	Chabloz	Yannick
4	Harries	Jennifer
	Gottraux	Yann
	Monod	Yanis

Groupe #

5	Paulat	Gabriel
	Pinuela	Loïc
	Rittiner	Maureen
6	Copt	Raphaël
	Luyet	Nolan
	Toffel	Laurianne
7	Largey	Robin
	Maillard	Jerry
	Tacchini	Bili
8	Begert	Nicolas
	Pittet	Alex
	Nicol	Gilles

## DONNÉES MÉCANIQUES

La partie mécanique du véhicule sera développée et réalisée selon les directives suivantes :

- Les éléments de la structure mécanique tels que châssis, direction, supports de moteur et d'essieux, etc., doivent être fabriqués à partir de plaques minces en matière plastique (acrylique).
- Les parties de la structure nécessitant une résistance accrue (axes, arbres de transmission, etc), peuvent être réalisés à partir de profilés étirés en acier ou laiton.
- La réalisation des pièces à partir de plaques minces en acrylique se fera par découpe au "laser plotter".
- L'usinage des profilés doit se limiter aux opérations de tournage. Toutefois, quelques opérations de fraisage seront admises pour les pièces dont la fonction ne peut être réalisée par tournage.
- L'assemblage de la structure mécanique se fera essentiellement par collage. Des vis peuvent être utilisées lorsque le collage n'est pas adapté.

Afin que tous les projets puissent être réalisés dans les temps impartis, le temps d'usinage à disposition de chaque équipe doit être limité. Pour cette raison, le temps consacré par l'atelier aux usinages des pièces est limité à **3h au maximum par équipe**.

Les pièces qui seront données à l'atelier pour usinage doivent être accompagnées de dessins de fabrication en bonne et due forme, **préalablement validés (signature) par le surveillant de conception mécanique**.

Les laboratoires 23N111 et 23N121 mettent à disposition des places de travail, de l'outillage, de la visserie et des fournitures pour le montage, les essais et la mise au point de la partie mécanique. Les étudiants qui connaissent (et ceux qui veulent apprendre) les opérations de traçage, de pointage, de perçage, de taraudage ou d'alésage, peuvent les exécuter eux-mêmes. Pour les conseils concernant ces opérations, veuillez-vous adresser au responsable du laboratoire.

Pour votre sécurité aux places de travail, il faut absolument suivre les directives du responsable de laboratoire et ses collaborateurs.

## VORGABEN MECHANIK

Der mechanische Teil des Fahrzeugs soll anhand folgender Richtlinien konzipiert und realisiert werden:

- Die Strukturelemente wie Chassis, Lenkung, Motorabstützung und Aufhängung usw. müssen aus Akryl-Kunststoffplatten hergestellt werden.
- Die Bauteile, welche eine höhere Festigkeit benötigen (Achsen, Wellen des Getriebes, usw.) können aus gezogenen Stahl- oder Messingprofilen ausgeführt werden.
- Das Ausschneiden der Kunststoffplatten wird mit einem "Laser-Plotter" erfolgen.
- Die Fertigung der Profile soll sich auf Drehoperationen beschränken. Allerdings sind einige Fräsoptionen für Bauteile, die nicht anders hergestellt werden können, erlaubt.
- Der Zusammenbau der Struktur soll hauptsächlich mittels Kleben realisiert werden. Verbindungsschrauben können dort verwendet werden, wo kleben nicht sinnvoll ist.

Damit alle Projekte in der vorgegebenen Zeit realisiert werden können, wird die für die Bearbeitung zur Verfügung stehende Zeit für jede Gruppe beschränkt. Daher ist die Zeit, während der die Werkstatt für die Bearbeitung der Teile zur Verfügung steht auf **maximal 3Stunden je Gruppe** limitiert.

Die Teile, die der Werkstatt zur Bearbeitung übergeben werden, müssen Fertigungszeichnungen in ordnungsgemäßer Form enthalten, **welche zuvor vom Leiter der mechanischen Konstruktion validiert (unterzeichnet) wurden**.

Die Labore 23N111 und 23N121 stellen Arbeitsplätze, Werkzeuge, Schrauben und Kleinteile für die Montage, die Versuche und die Einstellung des mechanischen Teiles zur Verfügung. Studenten, die die verschiedenen Bearbeitungs-Verfahren, wie Anreissen, Körnen, Bohren, Gewindeschneiden oder Ausbohren kennen (oder lernen wollen), können diese selber ausführen. Für entsprechende Ratschläge zu diesen Operationen wende man sich an das Laborpersonal.

Zur Sicherheit am Arbeitsplatz sind die Vorschriften und die Weisungen der Laborverantwortlichen und Mitarbeiter unbedingt zu befolgen.

### Quelques directives de construction, suggestions et remarques

- **Simplifier** au maximum la conception des pièces afin d'avoir le moins d'usinages à faire.
- **Taraudage minimum M3 (écrous et vis <M3 OK).**
- Pour fonctionner correctement, le châssis ainsi que d'autres éléments de la structure doivent être suffisamment **rigides**. Soyez attentifs à ce point lors de la conception (passage des forces, déformations, structure en caisson, nervures).
- Prévoir des possibilités de réglage là où c'est nécessaire.
- Réfléchir aux opérations de montage et prévoir suffisamment de place pour le passage de clés, de tournevis ou fils électriques.
- Concevoir votre véhicule de façon à ne pas avoir à démonter l'ensemble pour intervenir sur l'un ou l'autre élément de la structure.

### Bemerkungen und Ratschläge zur Konstruktion

- Die Konstruktion der Teile so **vereinfachen**, damit möglichst wenig Bearbeitungsschritte notwendig sind.
- **Minimale Gewindebohrung M3 (<M3 Schraube und Muttern OK)**
- Um funktionstüchtig zu sein, sollen das Chassis sowie andere Bauteile **steif** genug sein. Beachten Sie diesen Punkt bei der Auslegung (Kraftaufnahmen, Verformungen, Kastenträger, Rippen)
- Wo nötig Einstellungsmöglichkeiten vorsehen.
- Montagevorgänge gut überlegen und genug Platz für Schlüssel, Schraubenzieher oder elektrische Leitungen vorsehen.
- Das Fahrzeug so konstruieren, dass das Ganze nicht auseinandergenommen werden muss, um die eine oder andere Komponente auszutauschen.

### DONNÉES ÉNERGIE

L'électronique de commande et les deux moteurs pour l'entraînement et la direction sont alimentés par un accumulateur. Cet accumulateur est composé de 10 cellules et a une tension nominale de 12 V.

Cette source de tension alimente directement les interfaces des moteurs DC et du moteur pas à pas et indirectement, via des régulateurs de tensions, les modules FPGA.

#### Variateur de vitesse du moteur d'entraînement :

Un circuit électronique a été prévu pour faire varier la vitesse et le sens du moteur d'entraînement avec le principe du PWM. Ce moteur est de type moteur à courant continu.

#### Moteur pour la direction :

Le moteur de la direction est un moteur pas-à-pas de 4 phases.

La commande des deux moteurs est faite par la logique de commande.

### VORGABEN ENERGIE

Die Steuerelektronik sowie die zwei Motoren für den Antrieb und die Lenkung werden von einer Batterie gespeist. Diese Batterie besteht aus zehn Zellen und hat eine Nennspannung von 12 V.

Die Steuerungen des DC-Motors sowie des Schrittmotors werden direkt mit der Spannung der Batterie gespeist, die FPGA-Module werden indirekt durch Spannungsregler gespeist.

#### Geschwindigkeitssteuerung des Antriebsmotors:

Um die Geschwindigkeit und den Drehsinn des Antriebsmotors einzustellen ist eine elektronische Schaltung nach dem PWM-Prinzip vorgesehen.

#### Lenkungsmotor:

Der Lenkungsmotor ist ein 4-phasiger Schrittmotor.

Die Steuerung der beiden Motoren erfolgt mittels der Steuerungslogik.

## DONNÉES LOGIQUE DE COMMANDE

La commande électronique est effectuée dans un circuit programmable de type FPGA. Elle comporte:

- une interface Bluetooth
- une commande de moteur pas-à-pas
- une commande de moteur à courant continu
- la possibilité de connecter des cartes d'extension

Pour le circuit programmable, le travail minimal à effectuer est :

- réaliser un circuit de modulation de largeur d'impulsions (Pulse Width Modulation, PWM) pour le moteur de propulsion
- réaliser une commande de moteur pas-à-pas pour le moteur de direction
- réaliser un compteur piloté par un capteur à effet Hall pour compter les tours du moteur ou des roues (approximation de la vitesse)

Chaque circuit réalisé sera d'abord simulé puis téléchargé dans le circuit programmable sur le RC-Car.

## VORGABEN STEUERUNGSLOGIK

Die Steuerungselektronik ist in einem FPGA programmierbaren Baustein erstellt. Sie beinhaltet:

- ein Bluetooth Interface
- eine Schrittmotor-Steuerung
- eine DC-motor-Steuerung
- die Möglichkeit, weitere Karten anzuschliessen

Für den programmierbaren Schaltkreis, besteht die mindestens auszuführende Arbeit aus:

- der Erstellung einer Pulsbreiten-Modulation (Pulse Width Modulation, PWM) Schaltung für den Antriebsmotor,
- der Erstellung der Steuerung des Schrittmotors, für die Fahrtrichtung,
- der Erstellung eines Zählers, welcher mit Hilfe eines Hallsensors die Anzahl Umdrehungen des Motors oder der Räder ermitteln kann (Annäherung der Geschwindigkeit)

Jeder aufgebaute Schaltkreis wird zuerst simuliert und dann auf den programmierbaren Schaltkreis auf dem RC-Car hinuntergeladen.

## DONNÉES POUR LA PROGRAMMATION

La partie programmation sera complètement réalisée en Java sous Android, sur des téléphones portables fournis par l'école (Pixel 6a)

Le travail minimal à effectuer est (Note maximale 4):

- Réalisation d'une interface de contrôle de la RC-Car sous Android, permettant de le commander à l'aide des accéléromètres du téléphone portable.
- L'interface de contrôle doit permettre de guider la RC-Car latéralement et gérer sa vitesse. L'interface doit aussi afficher le niveau de la batterie et l'angle de rotation des roues.

## PROGRAMMIERVORGABEN

Die Entwicklung der Steuersoftware wird in Java für die Android Plattform entwickelt. Die Schule stellt die Smartphones (Pixel 6a) zur Verfügung.

Folgende Arbeit ist mindestens auszuführen (Maximalnote 4):

- Realisierung einer RC-Car Kontrollsoftware unter Android welche es ermöglicht mit Hilfe des Beschleunigungsmessers des Handys den RC-Car zu steuern.
- Die Kontrollschnittstelle ermöglicht es den RC-Car zu steuern und die Geschwindigkeit zu kontrollieren. Die Schnittstelle muss auch den Batteriezustand sowie der Steuerwinkel der Räder anzeigen.



## OPTIONS

En fonction du degré d'avancement et des capacités des groupes, certains travaux peuvent être effectués en sus et lorsque les travaux de base ont été effectués.

### Options mécaniques

- Etude et conception d'un train avant avec suspension
- Conception d'une carrosserie pour le véhicule

### Options logique de commande (FPGA) et programmation (Smartphone)

Cinq types d'ajouts électroniques sont prévus pour le RC-Car :

- LEDs pour par exemple l'éclairage ou indiquer le freinage,
- Capteur de distance ultrason pour éviter les obstacles,
- Vitesse de braquage en fonction de la vitesse d'avance (concept de direction assistée).

Ces ajouts pourront être montés sur le RC-Car. Il faudra aussi réaliser le développement de la commande sur la FPGA et sur le Smartphone, ainsi que l'affichage des valeurs sur le Smartphone.

## OPTIONEN

Je nach Möglichkeiten und Fortschritt der Gruppen können weitere Punkte angegangen werden, dies wenn die grundlegenden Arbeiten ausgeführt sind.

### Optionen mechanischer Teil

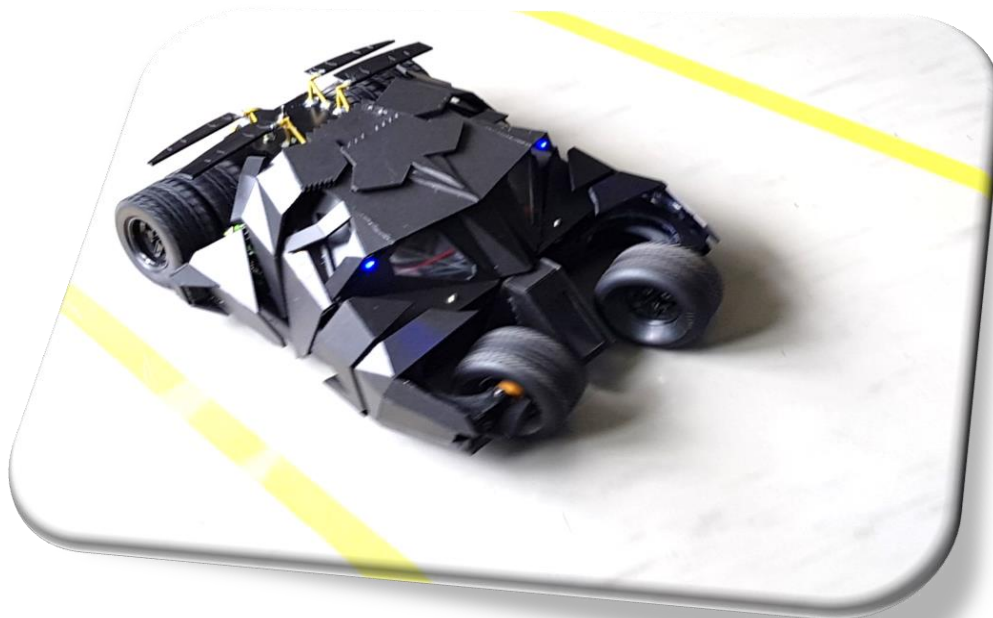
- Studie und Konstruktion einer Vorderachse mit Aufhängung
- Konzept einer Karosserie für das Fahrzeug.

### Steuer-und Programmieroptionen (FPGA und Smartphone)

Fünf elektronische Optionen sind für den RC-Car vorgesehen:

- LEDs z.B. für die Beleuchtung oder das Bremslicht.
- Ultraschalldistanzsensoren um Hindernissen ausweichen zu können
- Lenkdrehgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit (Steuer-Assistent).

Diese Elemente können auf dem RC-Car montiert werden. Es muss auch die Entwicklung der Steuerung auf dem FPGA und dem Handy sowie die Anzeige der Werte (auf dem Handy) realisiert werden.



## DÉLIVRABLES

**TROIS DOSSIERS DISTINCTS** : pour les parties mécanique, approvisionnement en énergie, et logique de commande/programmation

### 1. Pour la partie mécanique

- Conception 3D (avec logiciel Inventor) du véhicule. (Remettez une copie de vos fichiers de conception dans le répertoire pour consultation lors de l'évaluation. L'emplacement du répertoire est indiqué sur le site web).

Doivent être inclus dans le dossier technique (**version papier**):

- Illustration 3D de votre véhicule.
- Mise en plan 3 vues de l'ensemble avec cotes d'encombrement uniquement (Pas de dessin d'ensemble formel)
- Les dessins de détail (de fabrication), selon les normes, des pièces usinées

### 2. Pour la partie approvisionnement en énergie

- Déterminer la résistance du bobinage de cuivre du moteur par une mesure appropriée.
- Calculer le courant de démarrage du moteur. Contrôler vos calculs par une mesure avec l'oscilloscope.
- Réaliser le graphique de la vitesse du moteur en fonction de sa tension d'alimentation. Calculer la constante de vitesse à la sortie du réducteur  $k_n = [V \cdot s / rad]$ . Mesurer également le courant

## LIEFERGEGENSTÄNDE

**DREI EINZELNE DOSSIERS**: für die Bereiche Mechanik, Energieversorgung und Steuer-und Programmierung.

### 1. Für den mechanischen Teil

- 3D Konstruktion (mit Inventor) des Fahrzeugs. (Hinterlegen Sie eine Kopie der Zusammenbau-Dateien in dem auf der Website angegebenen Verzeichnis ab, damit diese bei der Beurteilung berücksichtigt werden können).

In den technischen Unterlagen müssen enthalten sein (**auf Papier**):

- 3D-Illustration des Gefährtes.
- Zeichnung 3 Ansichten der Baugruppe nur mit Maßangaben (Keine formale Baugruppenzeichnung)
- Detailzeichnungen (der Herstellung) der zu verarbeitenden Teile nach Norm.

### 2. Für Teil Energieversorgung

- Bestimmung des Widerstandes der Spule des Antriebsmotors mittels einer geeigneten Messmethode.
- Berechnen des Anfahrstromes, und Kontrolle durch eine Oszilloskop-Messung.
- Diagramm der Motordrehzahl in Funktion der Speisespannung zeichnen. Geschwindigkeitskonstante am Getriebeausgang  $k_n = [V \cdot s / rad]$  berechnen. Messen Sie auch den Motorstrom..

consommé du moteur.

- A l'aide d'une mesure appropriée, déterminer le moment de couple moteur nécessaire pour vaincre les frottements secs du moteur/réducteur.
- Esquisser l'évolution de la vitesse du moteur en fonction du temps si on applique un saut de courant sur le moteur. Justifier votre réponse. Remarque : pour simplifier la réflexion, on négligera les frottements secs et les frottements visqueux.
- En utilisant la platine "PWMmesure" :
  - 1) Mesurer la vitesse du moteur en fonction de la largeur d'impulsion du signal de commande.  $U_{pwm} = \text{Pulse} 0-5[V]$ ,  $\text{PWM} = 20 \dots 80[\%]$ ,  $f = 10, 20, 40[\text{kHz}]$ .
  - 2) Mesurer  $U_{pwm}$ ,  $I_S$ ,  $I_R$ ,  $I_D$ , avec  $U_{pwm} = \text{Pulse} 0-5[V]$ ,  $\text{PWM} = 20[\%]$ ,  $f = 10[\text{kHz}]$ .
- En utilisant le disque en aluminium (+ accessoires) monté sur l'axe du moteur : Réaliser le graphique du rendement, du courant, de la puissance mécanique ainsi que de la vitesse du moteur en fonction du couple avec une tension d'alimentation de 4 [V]. Qu'en déduisez-vous ?
- Mit einer geeigneten Messung das Motordrehmoment bestimmen, das erforderlich ist, um die Trockenreibung des Motors/Getriebes zu überwinden.
- Skizzieren Sie die Entwicklung der Motorgeschwindigkeit als Funktion der Zeit, wenn ein Stromsprung auf den Motor angewendet wird. Begründen Sie Ihre Antwort. Hinweis : Zur Vereinfachung der Überlegungen werden die trockene Reibung und die viskose Reibung vernachlässigt.
- Mit Hilfe der Platine "PWMmesure":
  - 1) Die Motorgeschwindigkeit in Funktion der Pulsbreite des Steuersignals messen.  $U_{pwm} = \text{Pulse} 0-5[V]$ ,  $\text{PWM} = 20 \dots 80[\%]$ ,  $f = 10, 20, 40[\text{kHz}]$ .
  - 2)  $U_{pwm}$ ,  $I_S$ ,  $I_R$ ,  $I_D$  messen mit  $U_{pwm} = \text{Pulse} 0-5[V]$ ,  $\text{PWM} = 20[\%]$ ,  $f = 10[\text{kHz}]$ .
- Mit Hilfe der Aluminiumscheibe (+Zubehör), welche auf die Achse des Motors montiert wird: Erstellen Sie eine graphische Darstellung des Wirkungsgrades, des Stroms, der Leistung sowie der Geschwindigkeit des Motors in Funktion zu dem Drehmoment mit einer Speisespannung von 4 [V]. Was schließen Sie daraus ?

Doivent être inclus dans le rapport technique :

Toutes les mesures avec les résultats correspondants ainsi que les informations nécessaires à la reproductibilité des tests.

Remarque :

Le rapport technique sera rendu au responsable du laboratoire à la fin de la journée.

Folgendes muss im Bericht vorhanden sein:

Alle Messungen mit den entsprechenden Resultaten sowie allen Informationen um die Tests reproduzieren zu können.

Bemerkung:

Der Bericht wird dem Laborverantwortlichen am Ende des Tages abgegeben.

### **3. Pour les parties logique de commande et programmation**

Logique de commande:

La partie de la logique de commande sera évaluée le dernier vendredi matin avant la course finale. Une présentation des blocs développés et de leur simulation servira à calculer directement la note de cette partie du travail.

Programmation:

La partie programmation sera uniquement évaluée le dernier vendredi matin avant la course finale. Une check-list des fonctionnalités demandées et des options sera parcourue avec les groupes et

### **3. Für den Teil Steuerungslogik und Programmierung**

Steuerungslogik:

Die Digitalschaltungen werden am letzten Freitagmorgen vor dem Schlussrennen bewertet. Eine Präsentation der entworfenen Schaltungen und der dazugehörigen Simulationen wird dazu dienen, die Note dieses Projektteils direkt zu berechnen.

Programmierung:

Der Teil Programmierung wird nur am letzten Freitagmorgen vor dem Schlussrennen bewertet. Eine Checkliste der obligatorischen und optionalen Funktionalitäten wird zusammen mit den einzelnen



permettra directement de calculer leur note.

Pour rappel, si uniquement les fonctionnalités de base sont remplies, la note sera au maximum de 4 (mais vraisemblablement inférieure).

Si un groupe ne se présente pas le vendredi matin pour l'évaluation, une note de 1 pour la partie programmation sera délivrée.

Gruppen abgecheckt und die Note direkt berechnet.

Zur Erinnerung: Werden nur die obligatorischen Funktionen erfüllt, wird die Note maximal eine 4 sein (jedoch vermutlich tiefer).

Sollte eine Gruppe ihren RC-Car am Freitagmorgen nicht zur Bewertung zeigen, wird die Note 1 für den Teil Programmierung gewertet.



## EVALUATION

- Une note sera attribuée à chaque projet d'équipe.
- En principe, cette note constitue la note de chaque membre de l'équipe. Cependant, les personnes **ayant peu participé à la réalisation du projet peuvent recevoir une note qui diffère de celle des autres membres de l'équipe.**

Les critères suivants interviendront dans l'évaluation de la note :

### Pour la partie mécanique

- Est-ce que la partie mécanique fonctionne ?
- Qualité, simplicité, fiabilité et originalité de la conception
- **Démontabilité des composants prêtés**
- Qualité des dessins (mise en page, cotation, cartouche, etc.....)

### Pour la partie approvisionnement en énergie et électronique de puissance

- Est-ce-que l'électronique fonctionne ?
- Qualité des protocoles de mesure

### Pour la partie logique de commande et programmation

- Qualité et lisibilité des circuits et des programmes

### Fonctionnement du véhicule :

- Marche avant (vitesse variable)
- Marche arrière (vitesse variable)
- Tourner à droite
- Tourner à gauche
- Course sur parcours prédéfini

## IMPORTANT

Les RC-Cars **doivent être rendus intacts après la course** afin de pouvoir :

- évaluer la qualité de la conception
- récupérer des éléments (mécaniques, électriques, électroniques) fournis avec le kit de base

**Les groupes ayant fait subir intentionnellement des dégâts aux véhicules et/ou au matériel, obtiendront une note générale du projet revue à la baisse. Dans ce cas ou en cas d'impossibilité de démontage sans dommage des éléments mécaniques électriques ou électroniques prêtés, les groupes devront prendre en charge le remplacement du matériel.**

## BENOTUNG

- Für jedes Gruppenprojekt wird eine Note erteilt.
- In Prinzip, gilt diese Note für jedes Mitglied der Projektgruppe. Wenn jedoch eine Person in der Gruppenarbeit sich **wenig investiert hat, kann ihre Note von der Gruppennote abweichen.**

Bewertungskriterien sind:

### Für den mechanischen Teil

- Funktioniert der mechanische Teil?
- Qualität, Einfachheit, Zuverlässigkeit und Originalität des Konzepts
- **Zerlegbarkeit der verliehenen Komponenten**
- Qualität der Zeichnungen (Darstellung, Vermassung, Zeichnungskopf, usw.)

### Für den Teil Energieversorgung und Leistungselektronik

- Funktioniert die Energieversorgung?
- Qualität der abgegebenen Messprotokolle

### Für den Teil Steuerungslogik und Programmierung

- Qualität und Lesbarkeit der abgegebenen Schaltungen und Programme

### Fahrweise des Fahrzeugs

- Vorwärtsfahren (variable Geschwindigkeit)
- Rückwärtsfahren (variable Geschwindigkeit)
- Drehen nach rechts
- Drehen nach links
- Abfahren eines vorgegebenen Kurses

## WICHTIG

Die RC-Cars **müssen nach dem Rennen unzerstört zurückgegeben** werden um:

- die Qualität der Konstruktion zu evaluieren
- die Elemente (mechanisch, elektrisch, elektronisch) wieder zu verwenden

**Gruppen, die absichtlich Schäden an Fahrzeugen und/oder Material verursachen, erhalten eine schlechtere Gesamtbewertung des Projekts. In diesem Fall oder wenn es nicht möglich ist, die geliehenen mechanischen, elektrischen oder elektronischen Elemente ohne Schaden zu demontieren, müssen die Gruppen für den Ersatz des Materials aufkommen.**