

Jade Hochschule FB Ingenieurwissenschaften Prof. Dr. sc. techn. T. Anna Prof. Dr.-Ing. J. Legler	<b>Komplexlabor Medizintechnik</b> <b>Komplexlabor Mechatronik</b> <b><u>Entwurf WS 2022/23</u></b>	Name:  Matrikelnr.:
---	---	---------------------------

Entwurfsausgabe: 20.09.2022

Testate: gemäß Terminabsprache, **Freigabetestat bis 02.11.2022**

**Fertigungszeitraum: 45. bis 50. KW 2022**

**Abgabetermin: 20.12.2022**

### Aufgabenstellung

Im Rahmen des Komplexlabor Mechatronik und Medizintechnik ist ein **elektromotorisch angetriebenes und mittels Drehratensensor ansteuerbares Kugellabyrinth** zu entwickeln sowie komplett nach den **Regeln der systematischen Entwicklung mechatronischer Systeme aufzubauen und in Betrieb zu nehmen**.

Auf einer **kardanisch gelagerten ebenen Fläche von 100 mm x 100 mm** ist ein vorgegebenes Labyrinth so zu platzieren, dass eine **Stahlkugel des Durchmessers 5 mm durch** gezielte Bewegung der gyrosensor-basierten **kabelgebundenen Fernsteuerung** aus jeder beliebigen Position heraus in das Zentrum des Labyrinths bewegt werden kann.

Es ist ein Gesamtkonzept für die Anordnung zu entwickeln und zu realisieren, dass sowohl **einen robusten mechanischen Aufbau**, als auch eine **zuverlässig funktionierende Elektronik beinhaltet**. Das zu realisierende Objekt soll seinen Einsatz als Demonstrator für realisierte mechatronische Systeme, z. B. im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Fachbereiches zum Ingenieur-Karriere Tag finden und muss den damit einhergehenden Beanspruchungen durch spielendes Publikum dauerhaft und zuverlässig standhalten.

Zur Realisierung dieser Aufgabenstellung sind verschiedene Randbedingungen bereits präzisiert:

- **Kardanische Aufhängung des Labyrinths**
  - **Statisch bestimmte Lagerung aller Elemente erforderlich**
  - Antrieb mittels geeignetem Elektromotor (ggf. incl. Getriebe und Drehwinkelsensor), dabei ist auf Preiswürdigkeit und Baugröße/mechanische Stabilität des Antriebssystems zu achten. Die Auswahl des Antriebssystems ist im Rahmen eines Testates vorzustellen, **die Benutzung zur Realisierung des Konzeptes muss durch eine Freigabe in einem frühen Projektstadium (bis KW 41/2022) bestätigt werden**.
- **Kabelgebundene Fernsteuerung**
  - **Einheitlich vorgegebener Drehratensensor**, z. B. Typ MPU-6050 gem. Festlegung zu Beginn der Konzeptphase
  - Einbau des Sensors in ein **ergonomisch geformtes Gehäuse**, dass eine **definierte Positionierung/Ansteuerung** des kardanisch aufgehängten Labyrinths gestattet
  - **Lösbare Kabelverbindung** zwischen Fernsteuerung und Basissteil erforderlich (Normsteckverbinder!)
- **Ansteuerung des Systems, Leistungselektronik**
  - Einzusetzen ist ein Mikrocontroller ARDUINO uno, gem. Vorgabe
  - Erforderliche zusätzliche Elektronikkomponenten sind nach Freigabe selbständig zu realisieren (Platine gefräst/geätzt oder Lochraster) oder werden zentral beschafft
- Das System ist so zu konzipieren, dass eine Inbetriebnahme **ausschließlich durch Einschalten der Stromzufuhr** und Betätigung von systeminternen Bedienelementen erfolgt. Die Verbindung mit externen Geräten, wie PC, Notebook oder ähnlichem ist für den Betrieb nicht zulässig, dass System muss autonom funktionsfähig sein.
- **Maximaler Bauraum der Vorrichtung Länge x Breite x Höhe ca. 20 cm x 20 cm x 10 cm**
- **Mechanisch robuste Ausführung erforderlich**, ggf. darf eine vollständige Kapselung vorgenommen werden (Service beachten!)
- **Stabile, rutschfeste Aufstellung, Gesamtmasse << 1kg**

- Antriebe können in Eigenregie aus dem Katalogangebot der Firmen **Reichelt elektronik**, **Conrad Elektronik** oder **Pollin** ausgewählt – Preisobergrenze pro Projektgruppe für alle Antriebe bei 25,-- €. Die Beschaffung erfolgt, nach Absprache sowie Freigabe, durch Herrn Prof. Anna (Alternativ können Getriebemotoren aus dem Handbestand des Aktorik-Labors ausgewählt werden – Herr Prof. Legler)
- Mechanisch stabile sowie räumlich definierte Anordnung der Elektronikkomponenten
- Stromversorgung 12 V, maximal 1 A über flexible Kabel und Labornetzteil (Anschlussbuchsen rot/schwarz sowie Ein-/aus-Schalter gem. Vorgabe)
- Ein Überlastschutz der Antriebe ist hier nicht Gegenstand der Betrachtung.
- Alle elektronischen Schaltungen sind so aufzubauen und elektrisch zu verbinden, dass die Funktionssicherheit (elektrisch und mechanisch) dauerhaft erhalten bleibt.
- Schutz vor Berührung nicht zur Bedienung erforderlicher Elemente
- Intuitiver elektrischer Anschluss sowie werkzeuglose Inbetriebnahme und Bedienung (Schutz vor Verpolung, Ein-/Ausschalter ...)
- Eigenfertigung aller Baugruppen in der Studentenwerkstatt mit den dort zur Verfügung stehenden Werkzeugen (Handwerkzeuge, Bohrmaschine, Bandschleifer). Weiterhin ist die Teilefertigung als PMMA-Laserzuschnitt sowie als Blech-Laserzuschnitt nach Absprache möglich. Zur Erzeugung dreidimensionaler teile darf in beschränktem Umfang der 3D-Printer des Labors für Mechatronik eingesetzt werden.

Nicht festgelegte Parameter, wie zugrundeliegendes Getriebekonzept, Werkstoffe usw. gelten als frei wählbar.

Den Arduino uno sowie weitere erforderliche Bauteile erhalten Sie im Verlauf der Entwurfsphase. Zusätzliche Spezialbauteile können auf Anfrage bestellt werden oder sind im Labor vorhanden.

Der Funktionsnachweis aller Baugruppen ist sowohl auf rechnerischem Wege durch die Auslegungsrechnung sowie ggf. Simulation im CAD-System, als auch praktisch am realisierten System zu erbringen.

Im Rahmen des Komplexlabors ist ein derartiges System, einschließlich aller zugehörigen Antriebe, Sensoren und Ansteuerungen zu entwickeln und mit Hilfe bereitgestellter Antriebskomponenten, Getriebeteile und eines Mikrocontrollers in Eigenregie aufzubauen. Die Funktion des Modells ist gem. Parameterliste nachzuweisen.

## Teilaufgaben:

1. Präzisieren Sie die Aufgabenstellung, fassen Sie die Anforderungen an das Erzeugnis zusammen und formulieren Sie eine Anforderungsliste, die Sie Ihrer weiteren Arbeit zu Grunde legen.
2. Erarbeiten Sie ein Gesamtkonzept für die Lösung der Entwicklungsaufgabe. Strukturieren Sie die Aufgabe, ermitteln Sie die Funktionsanforderungen und geben Sie eine Funktionsstruktur an.
3. Entwickeln Sie je **drei Lösungsansätze** für die Teilprobleme der kardanischen Aufhängung, der Anordnung der Antriebe sowie der Gestaltung der Fernsteuerung. Stellen Sie Varianten für das Bedienkonzept und die damit verbundene Ansteuerstrategie vor, berücksichtigen Sie eventuell erforderliche Sensorik. Dokumentieren Sie diese Lösungsansätze mittels normgerechter Handskizzen sowie Ablauf- und Schaltplänen, ergänzen Sie ggf. durch erklärende Stichpunkte und Berechnungen.
4. Bewerten Sie die Lösungsansätze nach selbstgewählten Kriterien unter Beachtung des Aspektes der Einzelfertigung. Wählen Sie die geeigneten Ansätze aus und entwerfen Sie das Gesamtkonzept.
5. Entwickeln Sie das Antriebs- und Ansteuerkonzept sowie die ggf. dazu erforderliche Sensorik, weisen Sie die Funktion am experimentellen Aufbau nach!
6. Entwerfen Sie das mechanische Gesamtkonzept, indem Sie die gewählten Lösungsansätze miteinander kombinieren. Weisen Sie rechnerisch und/oder grafisch nach, dass das Konzept geeignet ist, die Funktionsanforderungen ohne Einschränkungen zu erfüllen. Berücksichtigen Sie dabei ebenfalls alle erforderlichen Elektronikkomponenten und Sensoren sowie deren elektrische Verbindungen!
7. Erarbeiten Sie unter Nutzung eines CAD-Systems (vorzugsweise CATIA V5) das Modell sowie den normgerechten Zeichnungssatz des gesamten Systems. **Legen Sie diesen im Rahmen eines Abnahmetestes bis zum 02.11.2022 vor!**

Umfang des Zeichnungssatzes

- Gesamtzeichnung des Komplettsystems, mit Antrieb, Sensorik, Kabelfernsteuerung und Ansteuer Elektronik, incl. Stückliste, Baugruppenzeichnung für Übersetzungsgetriebe und erforderliche weitere Baugruppen, incl. zugehöriger Stücklisten
  - Die bereitgestellten Teile gehen in die Stückliste als Kaufteile ein!
  - Einzelteilzeichnungen aller Fertigungsteile
9. Falls nach nicht erfolgreichem Freigabetest **die Fertigungsreife des vorgelegten Entwurfes nicht bis zum Stichtag 16.11.2022 attestiert werden kann, wird die Fertigung des Modells untersagt.** Die für das Modell anzurechnenden Bewertungspunkte werden der gesamten Gruppe in diesem Falle vollständig abgezogen.
  10. Bauen Sie Ihre Lösung als funktionsfähige Baugruppe auf!
    - Dazu werden die von Ihnen benötigten Antriebs- und Elektronikbauteile (gem. nachfolgender Teileliste sowie Vereinbarung) leihweise zur Verfügung gestellt. **Fordern Sie diese formlos schriftlich zum zweiten Testattermin an!**
    - Alle Fertigungsteile werden **nach vorheriger Freigabe im Rahmen des Abnahmetestes** selbst in der der Betriebswerkstatt der FH angegliederten Studentenwerkstatt im **Zeitraum 45. bis 50. KW 2022** hergestellt. Es stehen Handwerkzeuge sowie Ständerbohrmaschine zur Verfügung, Dreh- und Fräsarbeiten können in geringstem Umfang nach Freigabe durch **Prof. Dr. Legler** in der Betriebswerkstatt realisiert werden.
    - Weitere Möglichkeiten der FH-Labore dürfen nach Vorabsprache mit den jeweiligen Laboringenieuren in beschränktem Umfang genutzt werden. Für Schneidarbeiten von PMMA-Tafelware steht nach Freigabe durch **Herrn Dierks** der CO<sub>2</sub>-LASER der studentischen Prototypenwerkstatt zur Verfügung. Die Schneidarbeiten sind gruppenübergreifend zu koordinieren, der Materialverbrauch ist durch Schnittoptimierung zu minimieren!
    - Fügeteile sowie weiteres Zubehör sind durch die Bearbeiter selbst zu beschaffen, alle Montagen sind selbst auszuführen.
    - Arbeiten zur Entwicklung, Testung und zum Aufbau der elektronischen Schaltungen werden in der Studentenwerkstatt oder in den Labors L112/H413 unter Aufsicht ausgeführt.

## Empfohlenes Vorgehen zur Elektronikentwicklung und Programmierung:

- **Erarbeitung eines Konzepts für die Elektronik:** Bewegungskonzept und Achsensteuerung, Motorsteuerung, Drehwinkelüberwachung, Ansteuerung mittels Gyrosensor. Anhand der Anforderung sind geeignete Methoden auszuwählen. Für diese Methoden sind Elektronikschaltungen zu entwerfen: So kompliziert wie nötig, so einfach wie möglich. Hier findet auch die Spezifizierung und Auswahl der Spezialbauteile statt.
- **Erarbeitung eines Konzeptes für die Software:** Auf der Basis des gewählten Bedienkonzeptes sind Bedienoberfläche und Ablauf zu gestalten. Es sollen Algorithmen zur Lösung der Aufgabe formlos dokumentiert werden (High Level Design), z.B. in Form eines Flussdiagramms.
- **Abnahme des Entwurfs nach Diskussion mit dem Betreuer** (Zieldatum Anfang November). Ab jetzt sollte der Entwurf nur in Notfällen verändert werden.
- **Programmierung der Software** und provisorischer Aufbau der Hardware auf Steckbrettern.
- **Testphase** der Einzelkonzepte. Zusammenführen der Einzellösungen und Testen des Gesamtsystems (mit Aufnahme, wenn schon verfügbar)
- **Entwurf einer Platine**, Bestücken, nochmaliges Austesten.

Die Dokumentation der Hardware besteht aus einem Blockschaltbild und einem oder mehreren detaillierten Schaltbildern. Ein Schaltplaneditor kann verwendet werden, eine saubere Handzeichnung ist auch in Ordnung.

Das Platinenlayout soll vorzugsweise mit EAGLE erstellt werden, da die Outputdateien direkt zur Platinenherstellung (Fräsen und Bohren) geeignet sind.

Die Software soll

- in ihrem Ablauf dokumentiert sein (Ablaufdiagramm oder ähnlich)
- gut strukturiert sein (Funktionen, Deklaration, symbolische Adressierung)
- ausreichend kommentiert sein

Nach dem erfolgreichen Austesten der Software auf der Plattform Arduino Uno besteht die Option, die Software auf einem „nackten“ Mikrocontroller laufen zu lassen. Der Hardwareaufwand und Platzbedarf wird dadurch erheblich reduziert. Wie man das macht, besprechen wir in der Lehrveranstaltung.

## Dokumentation zu bereitgestellten Einzelteilen und Baugruppen, bereitgestelltes Material:

Siehe: moodle der Jade HS, Kurs Komplexlabor Mechatronik/Legler

- Aufgabenstellung
- Teilnehmerliste
- Zeitplan
- Erforderliche Dokumente zu mechanischen Bauteilen

Jade-HS WebFileManager /Lehrende/Anna/Komplexlabor\_MED

- Dokumentation zu diversen Elektronikkomponenten

Dokumentation zum Arduino Uno und Download der Entwicklungsumgebung:

- siehe [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc)

**Im Bedarfsfall werden folgende Materialien/Halbzeuge zentral beschafft bzw. zur Verfügung gestellt:**

- PMMA glasklar, Dicke 3,0 mm und 6,0 mm, LASER-schneidbar
- Wälzlager/Gleitlager
- Getriebemotoren
- Zylinderkopfschrauben/Vierkantmutter M3

Je Projektgruppe ist die Nutzung des **3D-Drucks** zur Teileproduktion im Umfang von maximal 50g Gesamtgewicht zulässig.

### Hinweise:

- Der Entwurf ist als Gruppenarbeit konzipiert. **Der Eigenanteil jedes Teilnehmers ist nachzuweisen und mittels Signum zu autorisieren!**
- Fassen Sie die Dokumentation zur Entwurfsaufgabe so zusammen, dass **je Gruppe ein vollständiges Dokument abgegeben wird**. Die Originale der **Handskizzen/Berechnungen** usw. sind entweder in das Dokument zu integrieren oder als Anhang beizulegen.
- Der Entwurf, bestehend aus theoretischer Ausarbeitung und Zeichnungssatz, ist geheftet in einem Schnellhefter DIN A4, versehen mit einem Deckblatt und einer Gliederung, einzureichen.
- Die Gliederung der theoretischen Ausarbeitung hat der Reihenfolge und dem Umfang der Teilaufgaben zu folgen!
- Die CAD - Zeichnungen sind vorzugsweise im Format A3 oder kleiner anzufertigen und normgerecht gefaltet dem Entwurf im Zeichnungsanhang beizulegen.
- Der Aufbau aller elektronischen Komponenten ist mittels normgerechter Schaltungsunterlagen im geeigneten Format (Handzeichnung oder Nutzung eines Schaltplan-Editors) zu dokumentieren.
- Dokumentation aller eingesetzten elektronischen Spezialbauteile mittels Datenblättern
- Softwaredokumentation – High-Level-Design der Software, z. B. als Flussdiagramm sowie dokumentiertes Programm-Listing
- Eine Montage- und **Inbetriebnahmeanweisung** ist zu erarbeiten und der Entwurfsarbeit beizulegen.
- Die komplett montierte Baugruppe ist mit Namen und Matrikel-Nr. gekennzeichnet abzugeben. Die Funktion sowie die Einhaltung der geforderten Parameter sind bei Abgabe durch einen Probelauf sowie geeignete Messungen nachzuweisen.
- Das komplette CAD-Modell, einschließlich Zeichnungsableitung, die Dokumentation der elektronischen Komponenten, ihrer Beschaltung sowie des Mikrocontrollerprogramms und die vollständige Textfassung der Entwurfsarbeit sind zusätzlich in digitaler Form auf einer CD abzugeben.
- Das unterschriebene Aufgabenblatt ist dem Entwurf beizufügen.
- Zu allen Testaten sind Entwurfsskizzen als Handskizzen, wahlweise vorbereitete Zeichnungen, sowie die Berechnungen aller Komponenten vorzulegen.

Mit seiner Unterschrift unter dem Aufgabenblatt erklärt der Student, dass er die eingereichte Arbeit selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt hat.

Datum der Abgabe:

Unterschrift Student:

Benotung:

Unterschrift Prüfer: