



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für
Flugführung



Kick-Off

Einführungsveranstaltung API

Prof. Dr.-Ing. Peter Hecker, Dipl.-Ing. Paul Frost, 04. April 2017

Teil I

Institutsvorstellung



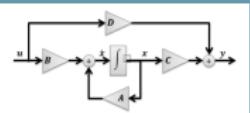
Institut für Flugführung



Research Areas



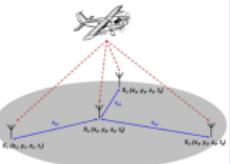
Pilot Assistance Systems



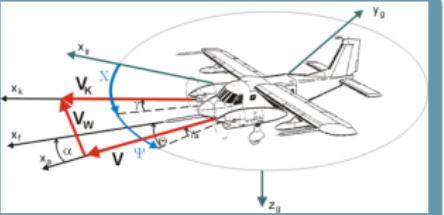
Flight Mechanics & Flight Control



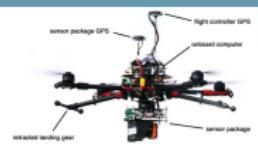
CNS-based Planning in Air Traffic Management



Surveillance



State Vector Estimation



UAV / RPAS



In-Flight metrology & Airborne meteorology



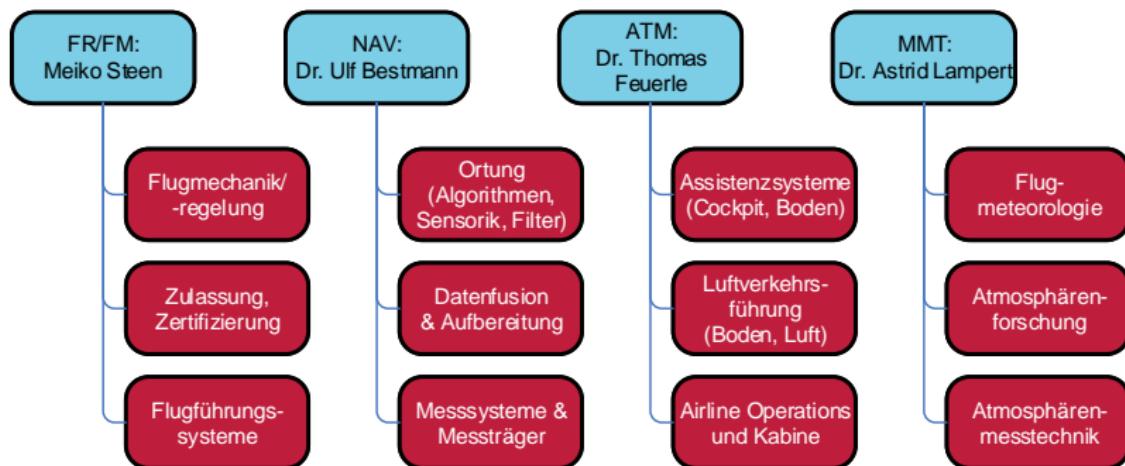
Technische
Universität
Braunschweig

Structure

Prof. Dr. Peter Hecker Institutsleitung

Stellvertreter der Institutsleitung:
Dr. Ulf Bestmann, Dr. Thomas Feuerle

Flugversuch:
Rolf Hankers



Staff & Lecturing

Staff:

- 1 professor
- 2 office assistants
- 50+ full time employed scientists (at MSc or PhD level)
- 3 technical staff (a/c maintenance, IT infrastructure)

Lectures:

- flight mechanics
 - flight control
 - flight guidance
 - flight management
 - satellite navigation
 - inflight measurement
 - aviation meteorology
 - human machine interaction*
 - avionics*
 - air traffic management*
 - certification & standardization*
- *external lecturers



Flight Test Infrastructure

Aircraft and Measurement Platforms

- Research Aircraft Dornier Do 128-6
- Cessna F172N
- Fixed Wing UAS ALADINA
- Multirotor UAS div.
- Aircraft towed system HELIPOD
- Test Vehicle VW Passat, UGV



Specific Sensor Systems:

- GNSS/INS/+ Navigation Sensors
- Leosphere WindCube WLS8-8
- Airborne LiDaR (in cooperation with KIT)

Simulation Infrastructure



CA Cockpit Simulator



Cabin Simulator



ATC Simulator



GA Cockpit Simulator



Airline Operation Center

full scale | generic

Simulation Infrastructure

Fixed-base Airbus A320 Cockpit Simulator

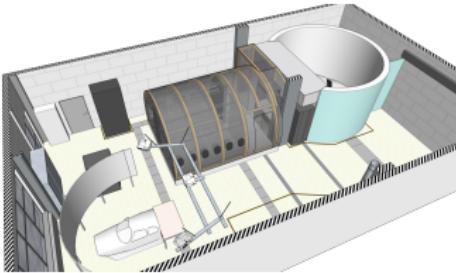
- Full replica mock-up of an Airbus A320 cockpit
- Commercial software for outside view, displays and system simulation
- In-house software development and communication framework
- Modular and expandable architecture
- Usage: lectures, human-in-the-loop studies, demonstration of ATM concepts and procedures, display evaluation



Simulation Infrastructure

Airbus A320 Cabin Simulator

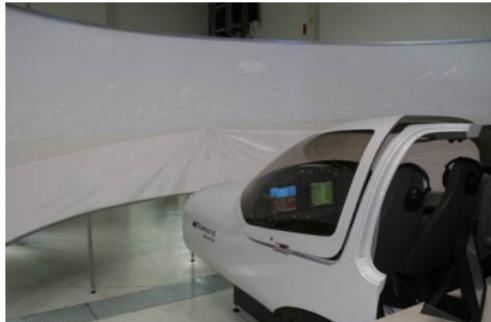
- True-to-original A320 cabin section
 - forward entrance area
 - galley
 - three rows of seats
- Connection to Airbus A320 cockpit simulator
- Relevant cabin systems (lighting, sound, flight attendant panel, air conditioning)
- Extensible SW/HW architecture
- Usage: Research on sensor networks, health & usage monitoring, cabin processes and cockpit/cabin interaction



Simulation Infrastructure

Fixed-base Diamond DA42 Simulator

- Fuselage of a Diamond DA42 TDI (twin piston four-seater)
- Real avionic systems
 - Garmin G1000 PFD/MFD
 - Garmin GFC700 Autopilot
- Commercial flight simulation and visualization software
- Usage: Hands-on experience in lectures, experiments in project groups, realistic platform for student theses



Simulation Infrastructure

Pilot- & Air traffic controller working positions

- COTS Software:
 - Prepar3D v2
 - Aerosoft A320
 - Euroscope (Connection to Vatsim - Virtuel Pilot Network)
- Own Software:
 - Traffic-Generator with pseudo pilots to generate traffic from DFS scenarios
 - ATC-GUI

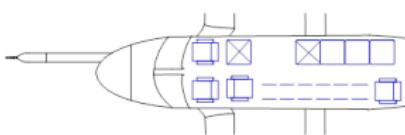
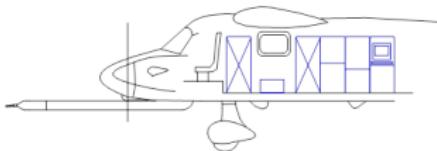


Research Aircraft

Dornier DO 128-6 D-IBUF

- Applications:
 - Validation of Human Machine Interfaces
 - New Approach Procedures (GBAS, SBAS, ...)
 - Wake Vortex Investigations
 - In-Flight metrology
 - Airborne meteorology

- Equipment:
 - Precision Navigation
 - Precision Real-Time Sensor Data Acquisition and Analysis
 - ADSB-1090, Multimode-Receiver



Research Aircraft

Cessna F172N D-EMWF

- Applications:
 - Validation of Human Machine Interfaces
 - Avionics development for GA
 - Evaluation of pilot's qualification for General Aviation
 - In-Flight metrology
- Equipment:
 - Flexible Cockpit Display
 - Real-Time Sensor Data Acquisition



Test Vehikel

VW Passat BS-TU-3000

- Applications:
 - Validation of Navigation Algorithms
 - Validation of Environmental Sensors
 - Pretesting of Aviation Equipment
 - Mobile GNSS Reference Station
- Equipment:
 - Precision Navigation
 - Data Acquisition and Analysis
 - Flexible Mount- and Reference Points
 - Flexible Powersupply and Rackmounts



The Flight Mechanic and Control Team (FR/FM)

Thematic area and objectives

Investigation and development of novel algorithms for advanced envelope protection and complex flight control systems.

New concepts for cockpit technologies to visualize flight control systems status and aircraft centered supervision.

Methodological competence

- RNP Based Navigation
- Modular Avionics
- Applied Flight Mechanics
- Certification of FR/FM Systems



The Navigation Team (NAV)

Thematic area and objectives

Development of innovative navigation technologies and algorithms optimizing integrity, precision, availability and continuity of state estimation for future air and ground vehicles.

Methodological competence

- GNSS & INS algorithms
- Complementary filter architectures for data fusion and tracking
- Evaluation and verification of complex systems in real life conditions



The Air Traffic Management Team (ATM)

Thematic area and objectives

Development of concepts of operations, technologies and procedures for approach, departure and taxiing. Ground and airborne air traffic management processes are addressed by means of human centered automation and pilot / controller assistance via planning and management tools.

Methodological competence

- Pilot / controller assistance systems
- Air / ground integrated taxi guidance level 1-4
- GBAS air and ground segments



The Meteorology and Flight Metrology Team (MMT)

Thematic area and objectives

Investigation and development of technologies and algorithms for in-flight measurement, geo sciences, meteorology and flight guidance. Operation of flight test services for internal and external scientific and commercial partners.

Methodological competence

- Airborne in-flight measurements
- Meteorology of lower atmosphere
- Development and consulting in the field of certification and regulation



Teil II

API Kick-Off



Übersicht

- **API Informationen**
- **Organisation des Semesters**
- **Prüfungsmodalitäten**
 - Klausur (alt)
 - Projektmappe (neu)
- **Softwareprojekt**
 - Projektmodalitäten
 - Verfügbare Ressourcen
 - Projektideen



Betreuer

Kontaktdaten

Paul Frost

p.frost@tu-braunschweig.de

0531 391 9826

Kontaktmöglichkeiten

Sprechstunden: nach Vereinbarung

Organisatorische Fragen per E-Mail

Fachlicher Austausch über GitHub



Einf. in computergestützte Methoden f. Ingenieure

Informatik

Grundlagen und
Methoden

C++

Vertiefung der Theorie

API

???

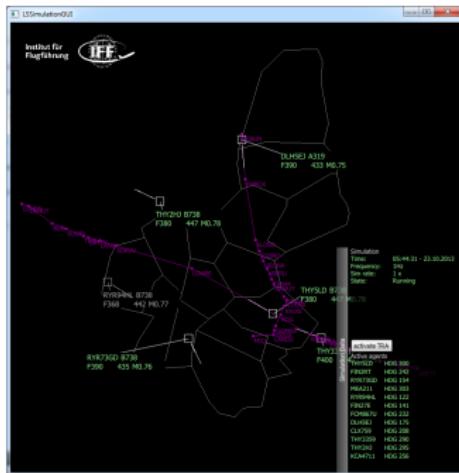
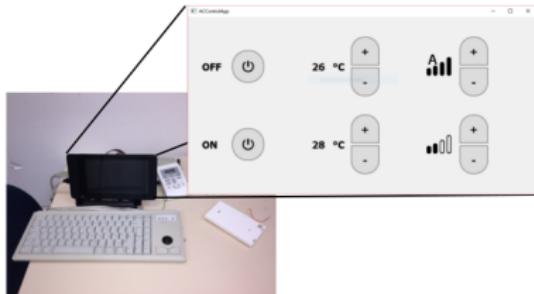
- Rechnerarchitekturen
- Betriebssysteme
- Algorithmen
- Datenstrukturen
- Netzwerke

- C++ Saalübung
- C++ Tutorien



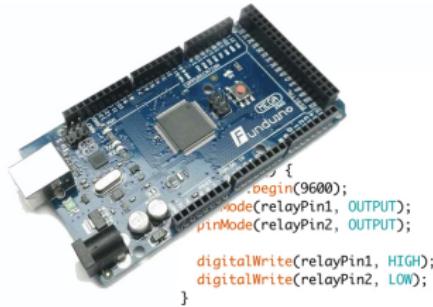
Anwendungsorientiert

- Praxisbezug
 - Ausgerichtet auf den praktischen Nutzen
 - Anwendungsnah



Programmierung

- Teilbereich der Softwareentwicklung
- Erstellung des Quellcodes
- Umsetzung der Kundenanforderungen
- Beinhaltet das Testen und die Dokumentation



Ingenieursarbeit in Bezug auf Softwareentwicklung

- Analyse und Entwicklung technischer Systeme
- Problemlösung mit Hilfe von Software
 - Simulation
 - Optimierung
 - Datenanalyse
 - Entwurf von Reglern
- Software als Ergebnis der Entwicklung
 - Schnittstellen zur Aufzeichnung und Überwachung
 - Implementierte Regler
 - Ausgabe von verarbeiteten Daten



Inhalte der Übungen

- Umgang mit Projekten, die Softwareentwicklung erfordern
- Kennenlernen von Werkzeugen und Verfahren in der Softwareentwicklung
- Kommunikation und Informationsaustausch mit Informatikern
- Entwicklung von Software für spezielle Hardware oder besondere Umgebungen
- Bearbeiten typischer Ingenieursaufgaben mit C/C++
- Einsatz von Werkzeugen der Softwareentwicklung im Studium



Lernziel

- Verständnis für die Aufgaben und Probleme bei der Softwareentwicklung
- Erkennen der Bedeutung des Entwicklungsprozess abseits der Programmierung
- Einbindung der Software in den Problemlösungsprozess des Ingenieurs



Agenda

04. April Kick-Off

11. April Projektmanagement

18. April Vorgehensmodelle

25. April Versionsverwaltung und Entwicklungsumgebungen

02. Mai Einführung Arduino/Funduino

09. Mai Entwicklungsumgebungen und Debugging

16. Mai Exkursionswoche

23. Mai Dokumentation und Testing

30. Mai Dateieingabe und -ausgabe

06. Juni GUI-Erstellung mit Qt

13. Juni Bibliotheken

20. Juni Netzwerke

27. Juni Projektarbeit

04. Juli Projektarbeit

11. Juli Vorbereitung der Abgabe



Ablauf einer Übung

- Wiederholung der wichtigsten Inhalte der vorangegangenen Übung
- Einführung in die Problematik/Thematik
- Vermittlung der Grundlagen
- Live-Programmierung
- Projektarbeit
 - Programmierung
 - Dokumentation
 - Versionierung
- Besprechung und Ausarbeitung der Lösung

→ weniger Frontalunterricht, dafür mehr Zeit für Projektarbeit



Veranstaltungsinformationen

Übung

- Raum: Pk 15.1
- Dienstag 16:45 – 18:15
- Zwei Semesterwochenstunden
- 14 Termine

Material und Informationen

- Präsentationsfolien in GitHub
- Quellcode in GitHub



Prüfungsmodalitäten

alter Modus

Wer ist betroffen?

Studierende, die bereits an der Klausur Einführung in computergestützte Methoden für Ingenieure teilgenommen haben.

Prüfungsart

Informatik/C++: Klausur 180 Min Gewichtung: 2/3
API: Klausur 60 Min Gewichtung: 1/3

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

50% innerhalb des Gesamtmoduls

Inhalte

Inhalte aus dem Sommersemester 2016 (siehe StudIP)



Prüfungsmodalitäten

neuer Modus

Wer ist betroffen?

Studierende, die **nicht** an der Klausur teilgenommen haben.

Prüfungsart

Informatik/C++: Klausur 180 Min Gewichtung: 2/3
API: **Projektmappe** Gewichtung: 1/3

Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten

50% in Informatik/C++ und
50% in API



Projektmappe

- Bewertung der Dokumentation
 - Abgleich der Dokumentation mit Quelltext
 - Individuelle Benotung
 - Verwaltung der Projektmappe über GitHub
 - Einreichen der Projektmappe über GitHub
-
- Vorstellung der Bewertungsmatrix am 11. April 2017
 - Einreichen der Projektmappe bis zum 17. Juli 2017
Eine Anmeldung ist erforderlich



Bestandteile einer Projektmappe

Softwareprojekt

1. Projektplanung
2. Implementierung
3. Testing
4. Dokumentation

Wichtig

Was nicht dokumentiert wurde, wird auch nicht bewertet.



Umfang eines Softwareprojekts

Gruppenstärke

4 ± 1 Studierende pro Gruppe

Zeitlicher Aufwand

- 2 Semesterwochenstunden
- Präsenzzeit: 1,5 Stunden
- Nachbereitung: 1,5 Stunden

Das Softwareprojekt

Richtwert:

Minimum 2 Anforderungen pro Person



Ressourcen

Funduino

Funduino Sets

100x

- Mikrocontroller-Board
 - Funduino Mega 2560
- Sensoren
 - Bewegungsmelder
 - Feuchtigkeitssensor
 - Photowiderstände
 - RFID-Kit
 - Infrarot
- Schrittmotoren
- Servos
- LEDs

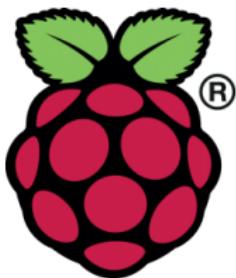


Ressourcen

Raspberry Pi

Raspberry Pi Sets 10x

- Einplatinen PC
 - Raspberry Pi 3
- Kamera
- Touchscreen
- 8 GB SD-Karte



Wichtig

Erfahrung mit Unix-Systemen erforderlich!



Projekt

Berechnungsprogramme mit GUI

Die Idee

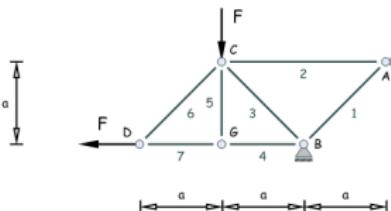
Standardberechnungen aus dem Themenfeld Maschinenbau sollen mit Hilfe von selbstentwickelten Programmen ausgeführt werden

Funktionale Anforderungen

- Benutzeroberfläche
- Entsprechende Ausgabe

Enthaltene Module

- Qt Software
- Ggf. Raspberry Pi



[<http://goessner.net/learn/tm/exercises/fachwerk/model4.png>]

Projekt

Heimautomatisierung

Die Idee

Automatisierung von Licht, Rollos je nach Tageszeit

Funktionale Anforderungen

- Bestimmen der Helligkeit
- Bei Dunkelheit Anschalten des Lichts und Herunterfahren der Rollos



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Ansteuerung von Motoren
- Ansteuerung von Lichtschaltungen



Projekt

Anwesenheitssimulator

Die Idee

Die Anwesenheit einer Person simulieren

Funktionale Anforderungen

- Licht und Geräte ein-/ausschalten

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Schalten von Stromkreisen mittels Relais



Projekt

Registrierung der Arbeitszeit

Die Idee

Registrierung der Anwesenheit am Arbeitsplatz mit RFID-Karte

Funktionale Anforderungen

- Feststellen der Anwesenheit mittels RFID
- Messen der Arbeitszeit und Speichern in Datei

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Schnittstelle zu Datenbank/csv-Datei



Projekt

Pflanzenbewässerung

Die Idee

Automatisches Bewässern von Topfpflanzen

Funktionale Anforderungen

- Bestimmung der Bodenfeuchtigkeit
- Wässerung bei Bedarf

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Ansteuerung eines Ventils oder einer Pumpe



Projekt

Cockpit für Flugsimulator

Die Idee

Integration von Schaltern/Bedienelementen/Anzeigen (z.B. Klappen, Fahrwerk, Trimmung) in ein Flugsimulator-Cockpit

Funktionale Anforderungen

- Abbildung von Cockpit-Bedienelementen
- Kommunikation mit Flugsimulator-Software

Enthaltene Module

- Funduino-Schalter- und -Display/LED-Aufbau
- Schnittstelle zu Flugsimulator



Projekt

Heimkinosteuerung

Die Idee

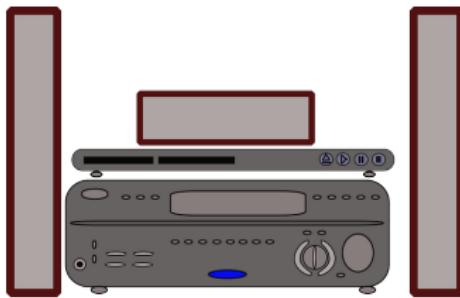
Steuern der Heimkinoanlage über IR-Fernbedienung

Funktionale Anforderungen

- Licht ausschalten
- Über Makros Film starten

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation des Heimkinosystems



Projekt

Lichtwecker

Die Idee

Einschalten der Zimmerbeleuchtung zu einer bestimmten Uhrzeit

Funktionale Anforderungen

- Einstellen der gewünschten Weckzeit
- Einschalten/Fade-In der Beleuchtung

Enthaltene Module

- Funduino mit Display und Tastern
- Ansteuerung der Beleuchtung - LEDs, LED-Leiste



Projekt

Reaktionsgeschwindigkeitsspiel

Die Idee

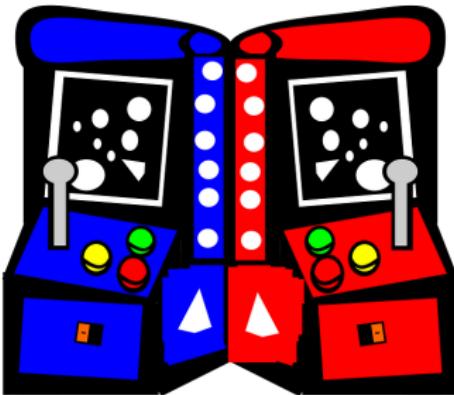
LEDs leuchten zufällig auf, dazu passender Knopf muss gedrückt werden

Funktionale Anforderungen

- Zufällig LEDs aufleuchten lassen
- Höchstpunktzahl/Sieger ausgeben

Enthaltene Module

- Funduino-Aufbau mit LEDs, Knöpfen, (Display)
- Spielstände



Projekt

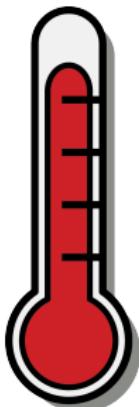
Temperaturüberwachung

Die Idee

Überwachung der Temperatur (eines Raumes, im Kühlschrank, ...)

Funktionale Anforderungen

- Bestimmen der Temperatur
- Ausgabe eines Signals oder einer Warnung bei Erreichen/Über-/Unterschreiten einer Temperatur



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Signalausgabe, z.B. seriell

Projekt

Simulation einer Trompete

Die Idee

Simulation der Ventilsteuierung einer Trompete/eines Horns

Funktionale Anforderungen

- Bestimmen der Ventilstellung und gewünschten Tonhöhe
- Ausgabe von Tönen/Anzeige des Tons



Enthaltene Module

- Funduino-Schaltung mit Tastern
- Signalausgabe, z.B. seriell an den PC

Projekt

Versteckter Safe

Die Idee

Öffnen eines geheimen Faches mittels RFID

Funktionale Anforderungen

- Öffnen des Faches mittels RFID
- Anschließend wieder schließen

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Fach



Projekt

Wetterstation

Die Idee

Messen und Aufzeichnen von Wetterdaten

Funktionale Anforderungen

- Bestimmen von Wetterdaten (Temperatur, Druck, Regen)
- Ausgabe und Speicherung der Daten

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Signalverarbeitung



Projekt

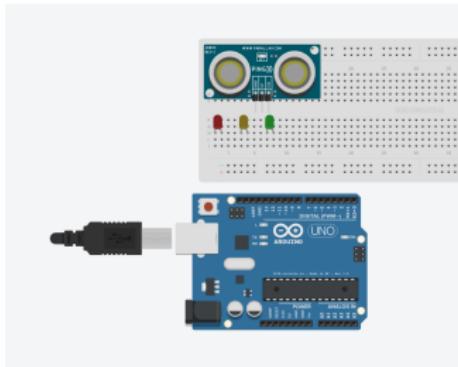
Einparkhilfe

Die Idee

Optische Anzeigen geben Abstand zwischen Fahrzeug und Hindernis an

Funktionale Anforderungen

- In Abhängigkeit des Abstands veränderlicher Output
- Stufenweise Signale (z.B. Ampelfarben)



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation des Fahrzeugs

Projekt

Autonomes Fahrzeug

Die Idee

Ein kleines Fahrzeug (z.B. Lego) bewegt sich autonom durch unbekanntes Terrain

Funktionale Anforderungen

- Erkennung der Umgebung
- Reaktion auf Hindernisse

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Fahrzeug



Projekt

Terraristik/Botanik

Die Idee

Bei der Haltung exotischer Tiere oder bei der Aufzucht von Pflanzen in Terrarien sind verschiedene Messgrößen von Bedeutung (Helligkeit, Temperatur, Feuchtigkeit...). Mit dem Funduino sollen diese Messgrößen detektiert und ggf. verändert werden.

Funktionale Anforderungen

- Messung und Überwachung der benötigten Größen
- Automatische Regelung der Messgrößen



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation des Terrariums



Projekt

Einheitenrechner mit GUI

Die Idee

Ein Tool zur Rückführung von abgeleiteten zu SI-Basiseinheiten

Funktionale Anforderungen

- Benutzeroberfläche
- Entsprechende Ausgabe



Enthaltene Module

- Qt Software
- Ggf. Raspberry Pi

Projekt

Steuerung einer Markise

Die Idee

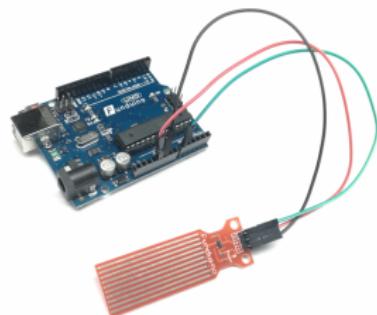
Eine Markise soll, sobald Regen detektiert wurde, automatisch eingefahren werden.

Funktionale Anforderungen

- Detektierung von Regen
- Automatische Reaktion

Enthaltene Module

- Modell des gesamten Aufbaus inkl. Sensoren



Projekt

LED-Shapes

Die Idee

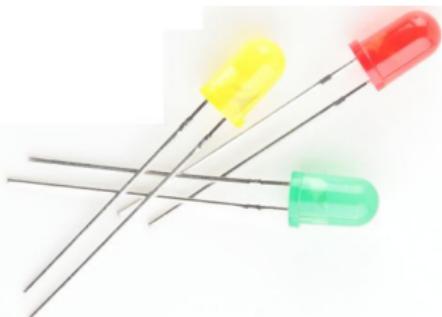
Mit einer gewissen Menge Leuchtdioden lassen sich viele Dinge dekorieren (z.B. PC-Gehäuse, Zimmerpflanze, Weihnachtsbaum...) und nach Belieben programmieren.

Funktionale Anforderungen

- Ansehnlichkeit

Enthaltene Module

- Leuchtdioden/Resistoren und Funduino
- Zusätzliches Werkzeug (Lötkolben, Draht...)



Projekt

Simulation einer Ampel

Die Idee

Eine Ampelschaltung einer Kreuzung soll simuliert werden. Dazu müssen die Funktionen mit den zur Verfügung stehenden Sensoren realisiert werden.

Funktionale Anforderungen

- Umschalten der Ampel je nach Situation
- Fußgängerampel durch Druckknopf
- Autos durch Sensorik detektiert

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation einer Kreuzung



Projekt

Steuerung Kaffeemaschine

Die Idee

Steuerung der Kaffeemaschine mit RFID Aufklebern an der Kaffeetasse

Funktionale Anforderungen

- Start des Brühvorgangs über eine RFID-Tasse
- Je nach Tasse Auswahl des Brühvorgangs

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation der Kaffeemaschine



Projekt

Terraristik Bewegungsüberwachung

Die Idee

Es soll detektiert werden, ob Tiere ihren Aufenthaltsort gewechselt haben

Funktionale Anforderungen

- Optische Meldung über stattgefundene Bewegung
- Anzeige der Bewegungshäufigkeit pro Zeitintervall



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Terrarium

Projekt

Windgeschwindigkeitsmesser

Die Idee

Grobe Abschätzung der Windgeschwindigkeit über ein Windrad

Funktionale Anforderungen

- Verwendung eines Fotowiderstandes
- Einteilung der Messwerte in Geschwindigkeitsbereiche



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- einfaches Windrad

Projekt

Höhenregelung für Quadrocopter

Die Idee

Der Pilot soll beim Steuern während Erdbeobachtungen entlastet werden

Funktionale Anforderungen

- Bewegung auf einer festgelegten Flugfläche
- Auswahl der Flughöhe in 10ft-Schritten möglich

Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation des Quadrocopters



Projekt

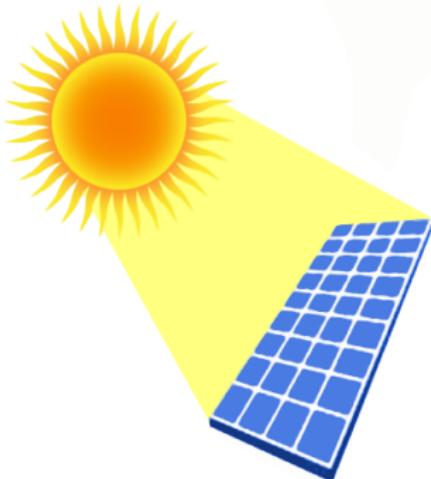
Nachführung eines Solarpanels

Die Idee

Die Lichtausbeute soll zu jeder Tageszeit maximal sein

Funktionale Anforderungen

- Sonnenstrahlen sollen jederzeit senkrecht auf der Solarpanelfläche stehen
- Reset bei Tag-Nacht-Wechsel



Enthaltene Module

- Funduino Sensoraufbau
- Simulation des Solarpanels

Teil III

Projektarbeit



Gruppenarbeit

- Bearbeitung des Softwareprojekts in Gruppen
- Eine Gruppe besteht aus 4 Personen
- Organisation der Gruppe erfolgt über GitHub

Aufgabe

Gruppen bilden

- Es sollen Gruppen bestehend aus 4 Personen gebildet werden.



Projektideen erfassen

- Was ist der Anlass des Projekts?
 - Kundenanforderungen
 - Optimierung von Prozessen
 - Nachfolgeprojekt
- Sinn und Zweck des Projekts
- Für wen ist das Projekt von Nutzen?

Aufgabe

Projektideen erarbeiten

- Brainstorming über potentielle Projektideen.
- Einheitliches Niederschreiben dieser Ideen.



Potenzialbewertung

- Chancen und Risiken analysieren
- Dringlichkeit
- Innovationsgrad

Aufgabe

Projektideen bewerten

- Bewertung der Projektideen
- Selektion einer Projektidee

Unter Berücksichtigung der eigenen Fähigkeiten und Interessen



Zusammenfassung

Gruppen bilden

Projektideen erarbeiten

Projektideen bewerten

