



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



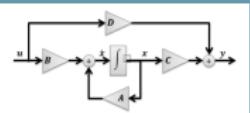
# Institut für Flugführung



# Research Areas



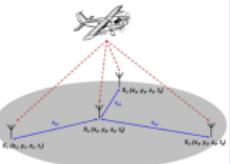
Pilot Assistance Systems



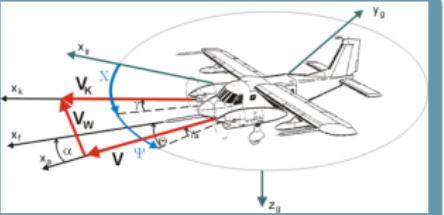
Flight Mechanics & Flight Control



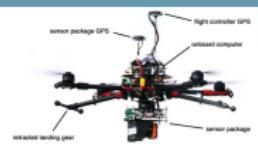
CNS-based Planning in Air Traffic Management



Surveillance



State Vector Estimation



UAV / RPAS



In-Flight metrology & Airborne meteorology



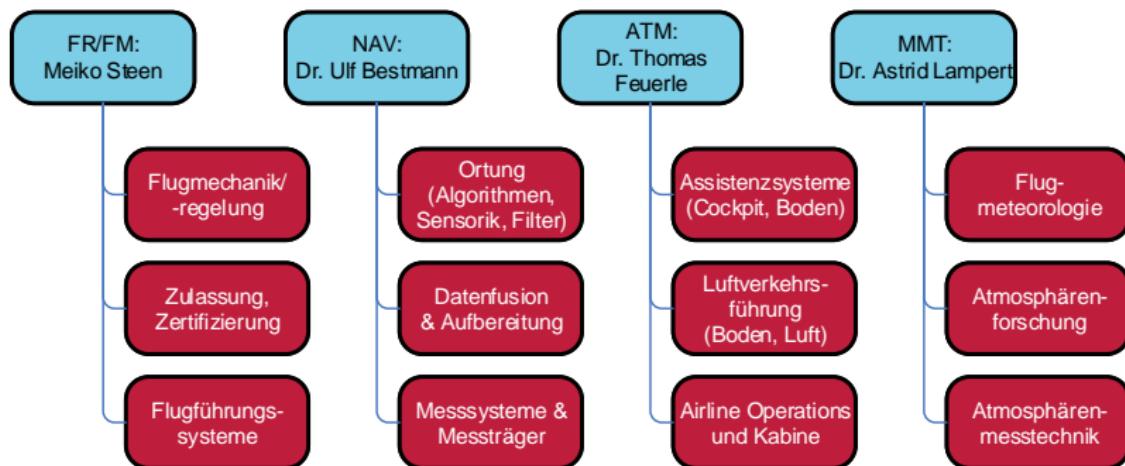
Technische  
Universität  
Braunschweig

# 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

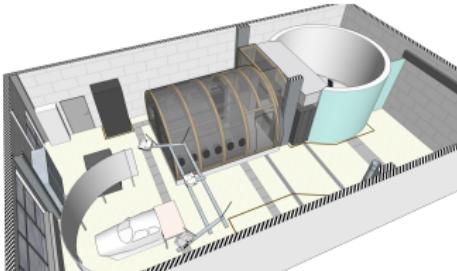
- Full replica mock-up of an Airbus A320 cockpit
- Commercial software for outside view, displays and system simulation
- In-house software development and communication framework
- Modular and expandable architecture
- Usage: lectures, human-in-the-loop studies, demonstration of ATM concepts and procedures,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



# Simulation Infrastructure

## Airbus A320 Cabin Simulator

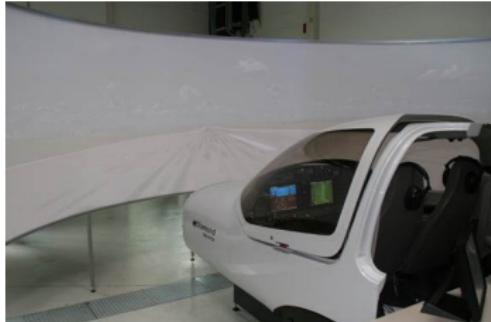
- True-to-original A320 cabin section
  - forward entrance area
  - galley
  - three rows of seats
- Connection to Airbus A320 cockpit simulator
- Relevant cabin systems (lighting, sound, flight attendant panel, air conditioning)
- Extensible SW/HW architecture
- Usage: Research on sensor networks, health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



# Simulation Infrastructure

## Fixed-base Diamond DA42 Simulator

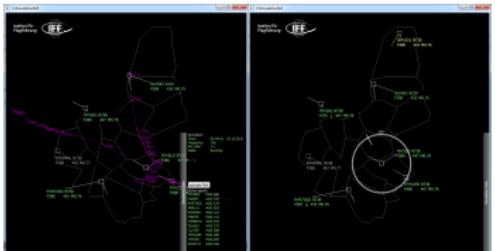
- Fuselage of a Diamond DA42 TDI (twin piston four-seater)
- Real avionic systems
  - Garmin G1000 PFD/MFD
  - Garmin GFC700 Autopilot
- Commercial flight simulation and visualization software
- Usage: Hands-on experience in lectures, experiments in project groups, realistic platform for student theses



# 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

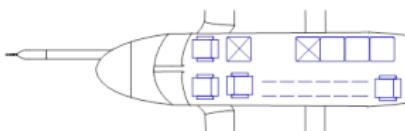
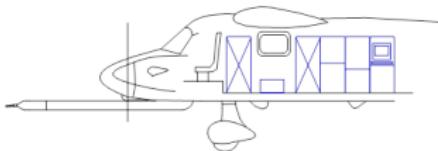


# Research Aircraft

## 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

???

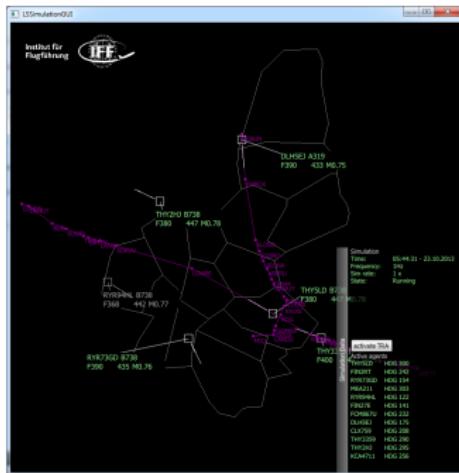
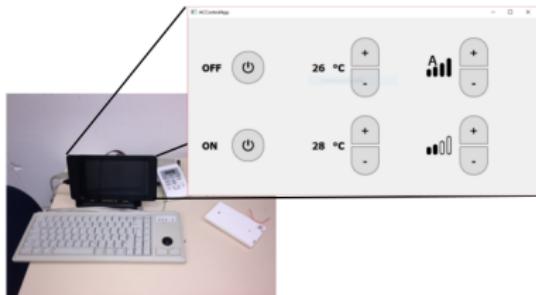
- Rechnerarchitekturen
- Betriebssysteme
- Algorithmen
- Datenstrukturen
- Netzwerke

- C++ Saalübung
- C++ Tutorien



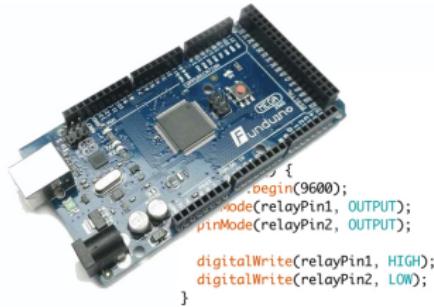
## Anwendungsorientiert

- 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 Dokumentation und Testing

23. Mai Dateieingabe und -ausgabe

30. Mai GUI-Erstellung mit Qt

06. Juni Exkursionswoche

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

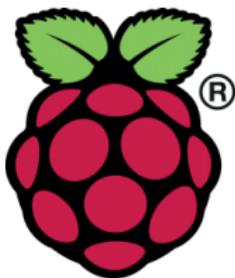


# Ressourcen

# 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

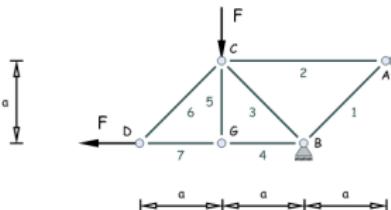
Standardberechnungen aus dem Themenfeld Maschinenbau sollen mit Hilfe von selbstentwickelten Programmen ausgeführt werden

## 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

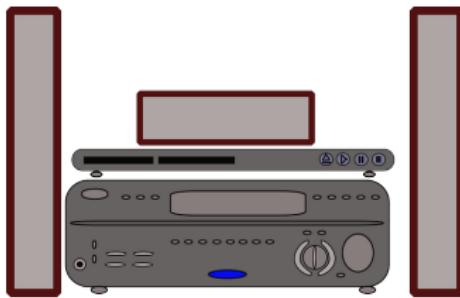
Steuern der Heimkinoanlage über IR-Fernbedienung

## 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

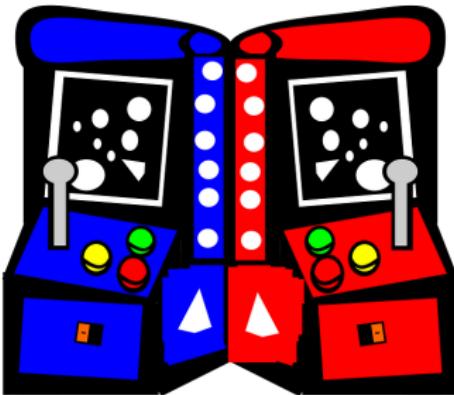
LEDs leuchten zufällig auf, dazu passender Knopf muss gedrückt werden

## Funktionale Anforderungen

- Zufällig LEDs aufleuchten lassen
- Höchstpunktzahl/Sieger ausgeben

## Enthaltene Module

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



# Projekt

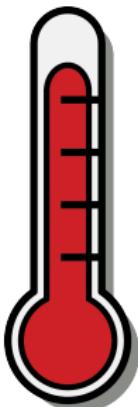
# Temperaturüberwachung

## 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

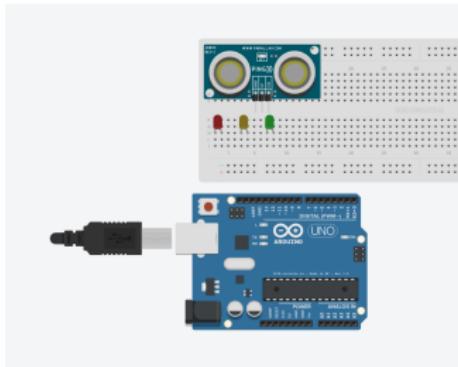
# Einparkhilfe

## 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

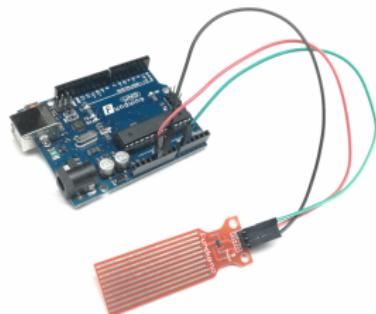
Eine Markise soll, sobald Regen detektiert wurde, automatisch eingefahren werden.

## Funktionale Anforderungen

- Detektierung von Regen
- Automatische Reaktion

## Enthaltene Module

- Modell des gesamten Aufbaus inkl. Sensoren



# Projekt

# LED-Shapes

## Die Idee

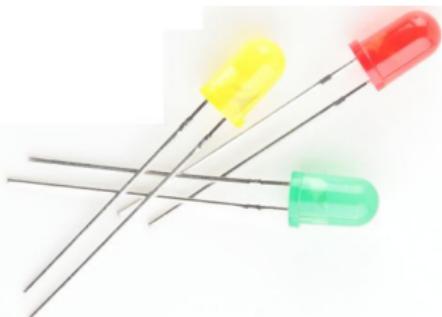
Mit einer gewissen Menge Leuchtdioden lassen sich viele Dinge dekorieren (z.B. PC-Gehäuse, Zimmerpflanze, Weihnachtsbaum...) und nach Belieben programmieren.

## 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

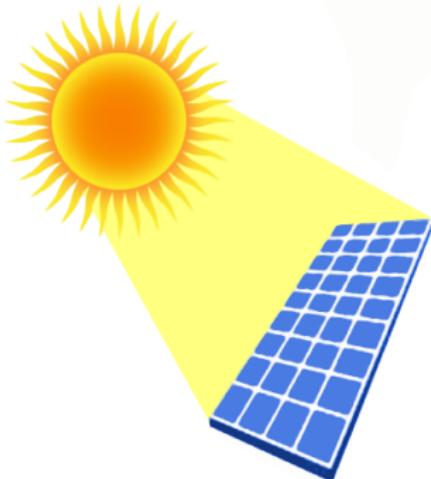
# Nachführung eines Solarpanels

## 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

