

A grayscale image of a Med ESP32 development board, showing various components like a USB-C port, a micro-USB port, a push button, and numerous pins. The board is centered in the background.

# IoT Crashcourse for Begyndere

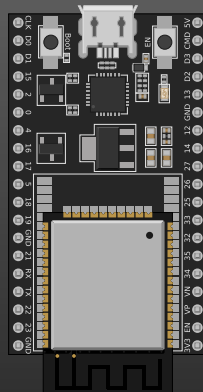
Med ESP32

Jacob Bechmann Pedersen

March 13, 2023

# Indhold

1. Hvem er jeg?
2. Formål
3. Ressourcer
4. Dagens program
5. **Setup af ESP32 på Arduino IDE**
  - Board Definitions
  - Libraries og Tools
6. IoT basics
7. **Byg en simpel ESP32 webserver**
  - Eksempel: Simpel Server
8. **WebSockets på ESP32**
  - Eksempel: WebSocket Server
9. **MQTT på ESP32**
  - Eksempel: MQTT Client



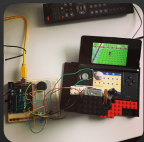
**Figur 1:** ESP32 DevkitC v4, boardet vi skal arbejde med

# Hvem er jeg?



## Jacob Bechmann Pedersen

- Kursus-/Foredragsholder om embedded elektronik, programmering og Arduino
- Tidl. Embedded electronics engineer hos DTU Elektro, Automation and Control
  - Robotter, embedded Linux, autonome systemer
- Tidl. Embedded software developer hos Oticon
  - Applikationer til høreapparaternes OS, unit- og device testing
- Underviser på MakerCamp
  - "Inventors" linje - 12-16 årige
- Frivillig i Coding Pirates 2016-2018
- Electronic Design Engineer (AU, 2019)
- Startede med Arduino i 2014



# Formål

- At forstå grundprincipperne bag IoT
  - Topologier
  - Protokoller, herunder:
    - HTTP
    - Websockets
    - MQTT
- Programmere simple implementationer
  - På ESP32
  - Med Arduino platformen

# Ressourcer

Nogle nyttige links:

- <https://github.com/iakop/IoT-Crashcourse>
  - Præsentation og kode til denne workshop
- <https://www.arduino.cc/en/software#legacy-ide-18x>
  - Download af Arduino IDE 1.8.X
  - Windows version at downloade: Win 7 or newer
  - Mac OS X version at downloade: 10.10 or newer
  - Linux version at downloade: 64 bits/Det ved du selv 😊
- <https://www.arduino.cc/en/reference>
  - Reference for keywords i Arduino

# Dagens program

**16:00 - 16:30:** Setup af ESP32 på Arduino IDE

- Board Definitions
- Libraries og Tools

**16:30 - 17:30:** Byg en simpel ESP32 webserver

- IoT basics
- ESP32 Webserver m. HTTP kontrol gennem webside og curl

**17:30 - 18:00:** Forplejning - pause

**18:00 - 18:30:** Websockets på ESP32

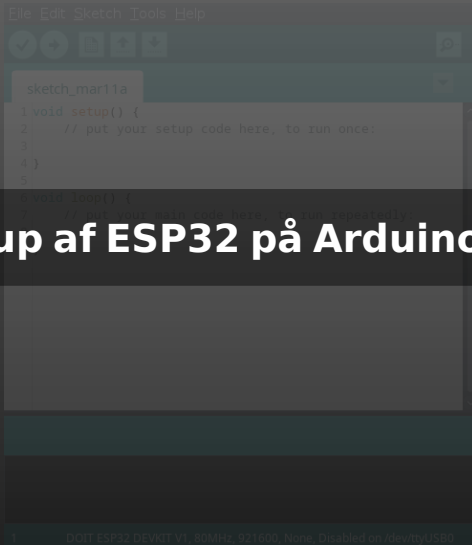
- Udvid server med javascript og websocket forbindelse
- Tilføj Websocket forbindelse på ESP32

**18:00 - 18:30:** MQTT på ESP32

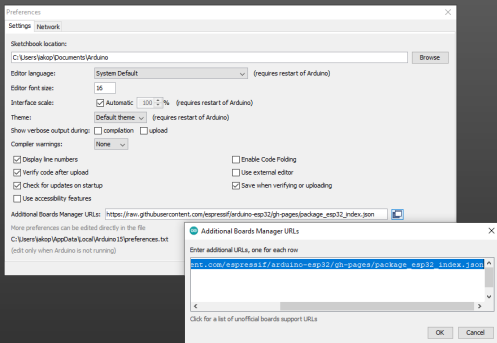
- Demo MQTT broker med flere ESP32 klienter
- Byg MQTT klienter til at kommunikere på fælles broker

**19:45 - 20:00:** Opsamling, evaluering, og afslutning

# Setup af ESP32 på Arduino IDE



# Board Definitions



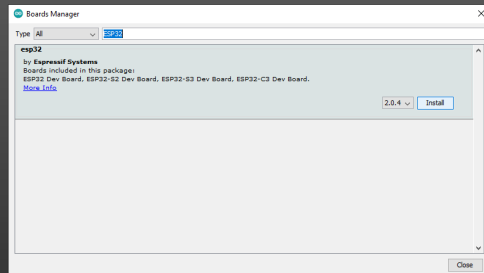
**Figur 2:** Preferences manager i Arduino IDE 1.8.19

- I Arduino IDE:
  - "File > Preferences"
- Indsæt URL i "Additional Boards Manager URLs":
  - [https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package\\_esp32\\_index.json](https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json)



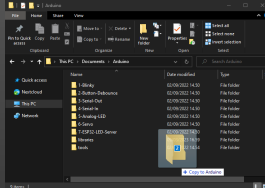
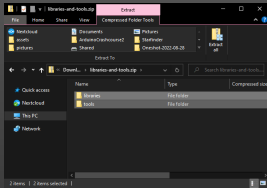
# Board Definitions

- Under "Tools > Board > Boards Manager"
- Søg efter "ESP32" og tryk "Install" ud fra den seneste version
  - Der skal hentes omkring 250MB, så det tager lidt tid



**Figur 3:** Boards Manager, her kan board definitions (beskrivelse af hardware og programmeringsværktøjer) hentes fra de kendte board manager URLs i Arduino IDE

# Libraries og Tools

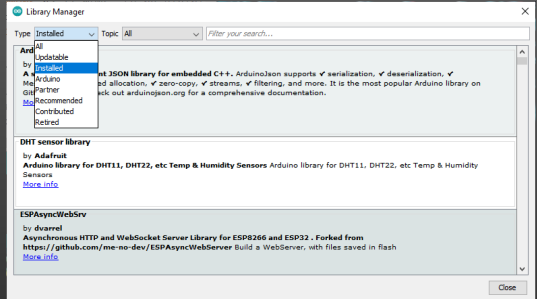


**Figur 4:** Arkivet indeholder to mapper, "**libraries**" og "**tools**" som Arduino bruger til at holde software libraries og værktøjer til IDE'et i sin default mappe under "**Documents / Arduino**"

- Download arkivet "**libraries-and-tools.zip**" fra linket:
  - <https://raw.githubusercontent.com/iakop/IoT-Crashcourse/master/extra/libraries-and-tools.zip>
- Udpak indholdet i din PC's "**Documents / Arduino**" folder

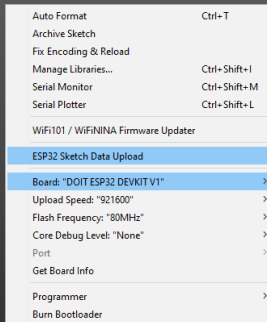
# Libraries og Tools

- For at tjekke at om de rette libraries er installeret, åbn "Tools > Manage Libraries..."
- Klik i drop-down menuen i øverste venstre hjørne på "Installed"
- Kig her efter at pakkerne er installeret:
  - **ArduinoJson**
  - **DHT**
  - **ESPAsyncTCP**
  - **ESPAsyncWebSrv**
  - **MQTT**



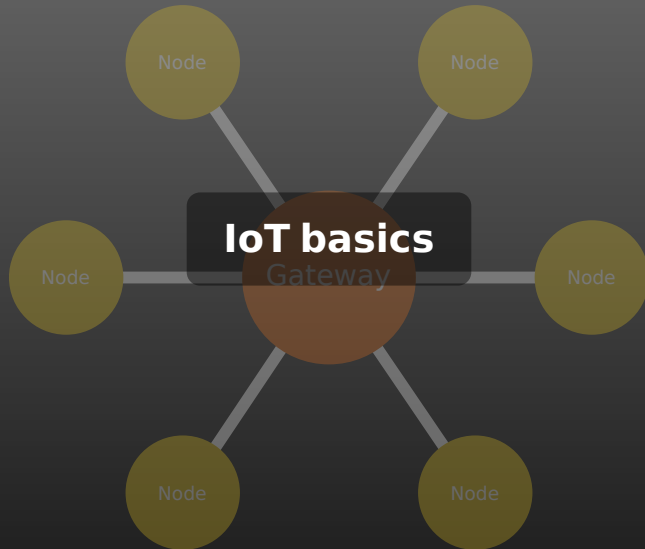
**Figur 5:** "Library Manager" kan bruges til at se de installerede libraries eller installere nye libraries der understøttes af Arduino platformen

# Libraries og Tools



**Figur 6:** Værktøjet "ESP32 Sketch Data Upload" bruges bl.a. til at lægge .html indhold på ESP32's filesystem. Board definitionen "DOIT ESP32 DEVKIT V1" sikrer, der bliver uploadet kode i det rigtige format

- For at tjekke at om de rette tools, samt Board Definitions er installeret, åbn "Boards"
- I menuen skal feltet "ESP32 Sketch Data Upload" være tilgængeligt
- Under feltet "Board:" skal man kunne vælge "Board > ESP32 Arduino > DOIT ESP32 DEVKIT V1"



# IoT basics

- IoT (Internet of Things), er en fællesbetegnelse for netværksopkoblede genstande
- En sådan genstand indeholder typisk:
  - En microprocessor eller -computer
  - Sensorer
  - Aktuatorer
  - Trådet eller trådløs opkobling



**Figur 7:** Nedis SmartLife adskilt for at komme til indmaden. Indeholder bla. et TYWE3S WiFi modul og en HLW8012 effektsensor  
**Kilde:** <https://callaa.github.io/2021/01/26/liberating-nedis-smartplug.html>

# IoT basics



**Figur 8:** Star-topologi, hvor hver enhed kommunikerer med en central gateway til resten af internettet



**Figur 9:** Tree-topologi, hvor enhederne er forbundet i forgreninger, og videre-giver informationer herigennem til gateway



**Figur 10:** Mesh-topologi, hvor alle enheder kommunikerer internt, og videre giver information gennem hinanden til gateway

- Kommunikation mellem enheder foregår på mange forskellige måder
- Nogle gængse netværkstopologier er bla.:
  - Star
  - Tree
  - Mesh

# IoT basics

- Der findes en række protokoller for enheder at kommunikere gennem
- Dem vi vil fokusere på:
  - HTTP
    - Den gængse Hypertext Transfer Protocol, der bruges til at overføre webindhold, bla. mellem servere og browsere
  - WebSocket
    - En fuld duplex (tovejs kommunikation) protokol til hurtig samtidig kommunikation mellem klient og server - lav overhead
  - MQTT
    - (Oprindeligt forkortelse for MQ (Message Queue) Telemetry Transport)  
Publish-subscribe baseret protokol mellem enheder og central broker - lav overhead



**Figur 11:** HTTP logo  
**Kilde:** [https://en.wikipedia.org/wiki/File:HTTP\\_logo.svg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:HTTP_logo.svg)  
**Licens:** Public Domain



**Figur 12:** WebSocket logo  
**Kilde:** <https://logodix.com/logos/1825947>  
**Licens:** Non-Commercial



**Figur 13:** MQTT logo  
**Kilde:** <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mqtt-hor.svg>  
**Licens:** Public Domain

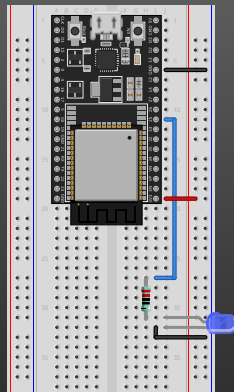


A screenshot of a web browser window. The browser's address bar shows 'http://simpleserver.local/'. The page content includes the title 'Simple Server', a label 'LED state: 1', and a green button labeled 'ON'. A dark semi-transparent banner is overlaid on the page, containing the text 'Byg en simpel ESP32 webserver' in white.

# Byg en simpel ESP32 webserver

# Simpel Server

- Til vores eksempel skal vi bruge en breadboard opstilling
  - Et ESP32 board
  - En LED
  - En  $220\Omega$  modstand
- HTML og Arduino programmet gennemgår vi i fællesskab
- Kildefiler kan hentes på:
  - <https://github.com/iakop/IoT-Crashcourse/tree/master/examples/simpleServer>



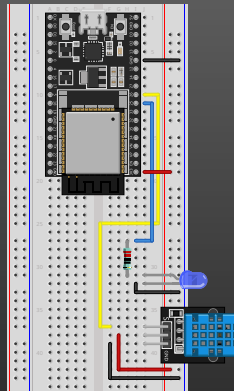
**Figur 14:** Breadboard setup med ESP32 og LED



# WebSockets på ESP32

# WebSocket Server

- Til dette eksempel tilføjes en sensor til vores opstilling
  - Et ESP32 board
  - En LED
  - En  $220\Omega$  modstand
  - Et DHT11 temperatur-/fugtighedssensor modul
  - Kildefiler kan hentes på:
- Der skal tilføjes Javascript og WebSocket forbindelse, som vi gennemgår i fællesskab
- Kildefiler kan hentes på:
  - <https://github.com/iakop/IoT-Crashcourse/tree/master/examples/websocketServer>

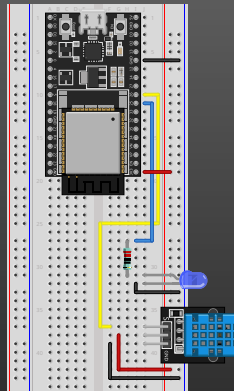


**Figur 15:** Breadboard setup med ESP32, LED og DHT11 sensor

# MQTT på ESP32

# MQTT Client

- Samme opstilling som sidst
  - Et ESP32 board
  - En LED
  - En  $220\Omega$  modstand
  - Et DHT11 temperatur-/fugtighedssensor modul
  - Kildefiler kan hentes på:
- AI server kode skiftes ud med client kode, som forbinder via SSL til en hosted MQTT broker
- Kildefiler kan hentes på:
  - <https://github.com/iakop/IoT-Crashcourse/tree/master/examples/mqttClient>



**Figur 16:** Breadboard setup med ESP32, LED og DHT11 sensor