

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

IoT Crashcourse for Begyndere

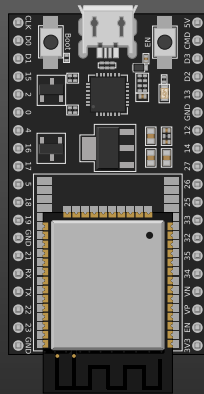
Med ESP32

Jacob Bechmann Pedersen

March 28, 2023

Indhold

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



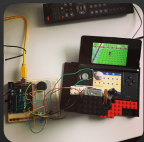
Figur 1: ESP32 DevkitC v4, boardet vi skal arbejde med

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

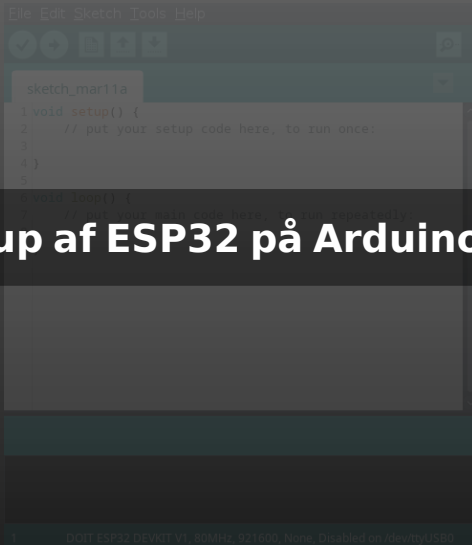
- At forstå grundprincipperne bag IoT
 - Topologier
 - Protokoller, herunder:
 - HTTP
 - Websockets
 - MQTT
- Programmere simple implementationer
 - På ESP32
 - Med Arduino platformen

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
 - IKKE 2.X.X
 - Windows version at downloade: Win 7 or newer
 - IKKE Windows app Win 8.1 or 10
 - Dvs. undgå dette logo: 
 - 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
- <http://mqtt-explorer.com/>
 - MQTT client til at udforske topics på en broker
- <https://nodered.org/>
 - Editorbaseret løsning til flowbaseret IoT programmering

Setup af ESP32 på Arduino IDE



Setup Arduino IDE

Legacy IDE (1.8.X)



Arduino IDE 1.8.19

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. This software can be used with any Arduino board.

Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

SOURCE CODE

Active development of the Arduino software is [hosted by GitHub](#). See the instructions for [building the code](#). Latest release source code archives are available [here](#). The archives are PGP-signed so they can be verified using [this](#) gpg key.


DOWNLOAD OPTIONS

- Windows** Win 7 and newer
- Windows** ZIP file
- Windows app** Win 8.1 or 10 [Get](#)
- Linux** 32 bits
- Linux** 64 bits
- Linux** ARM 32 bits
- Linux** ARM 64 bits
- Mac OS X** 10.10 or newer

[Release Notes](#)

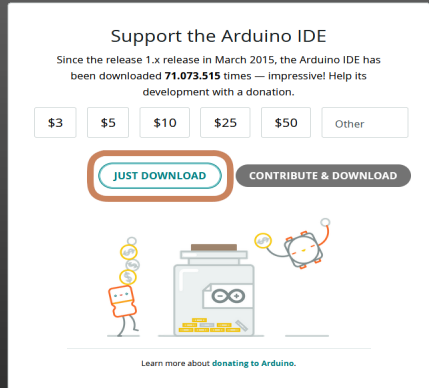
[Checksums \(sha512\)](#)

Figur 2: [Arduino Legacy IDE \(1.8.X\)](#) , versionen der bliver benyttet i denne workshop. Versionerne highlighted er de understøttede versioner

- Download Arduino IDE [1.8.X](#) fra linket:
 - <https://www.arduino.cc/en/software#legacy-ide-18x>
 - **IKKE 2.X.X**
 - Windows:
 - [Win 7 or newer](#)
 - **IKKE Windows app Win 8.1 or 10**
 - Dvs. **undgå** dette logo: ()
 - Mac OS X:
 - [10.10 or newer](#)
 - Linux:
 - [64 bits](#)/Det ved du selv 😊

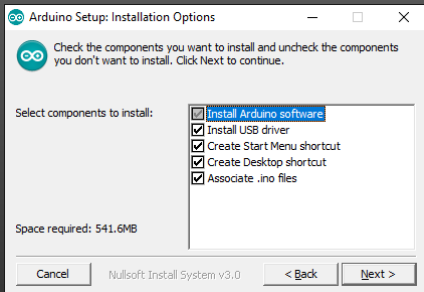
Setup Arduino IDE

- Der vil komme en donationsside
- Bare vælg "Just Download "



Figur 3: Donationssiden for Arduino, blot vælg "Just Download " for at downloade uden at donere




Setup Arduino IDE

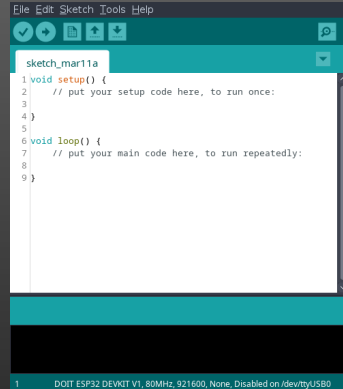


- Ved installation, tilvælg og sig "Yes" til alle drivers der installeres

Figur 4: Installationsdialog på Windows. Alle bokse skal mærkes med ✓

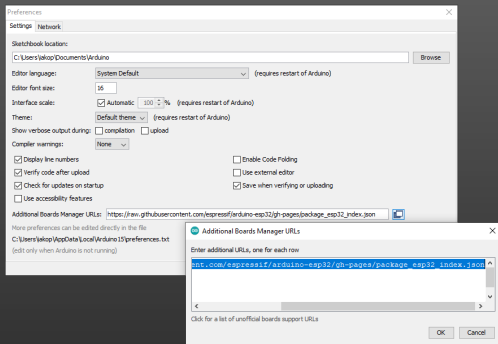
Setup Arduino IDE

- Ved installation, tilvælg og sig "Yes " til alle drivers der installeres
- Efter installation åbn **Arduino IDE** - hvis vinduet åbner, er installationen lykkedes!
- Bemærk knapperne i toppen. De væsentligste:
 -  **Verify**
 - Kompilerer koden, og outputter evt. fejl nederst i vinduet
 -  **Upload**
 - Kompilerer koden, og uploader den til det tilsluttede board
 -  **Serial Monitor**
 - Åbner et vindue til seriel kommunikation mellem board og computer



Figur 5: Arduino IDE 1.8.19 default sketch ved første opstart

Board Definitions

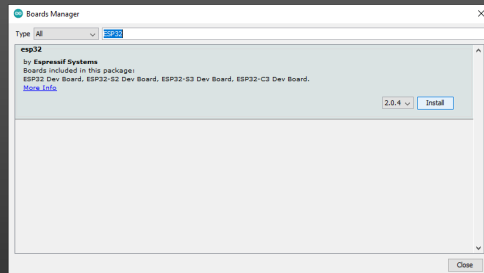


Figur 6: Preferences manager i Arduino IDE 1.8.19

- 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
- OBS : Tjek og fjern eventuelle spaces i det copy-pastede URL

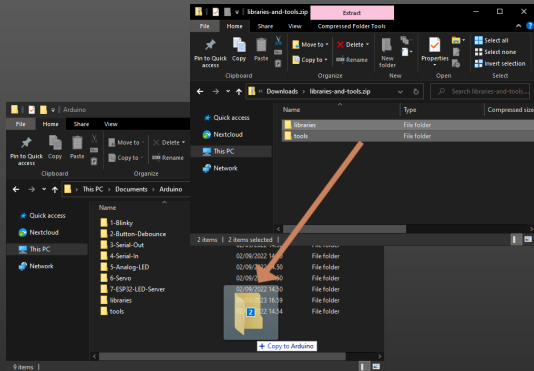
Board Definitions

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

Libraries og Tools

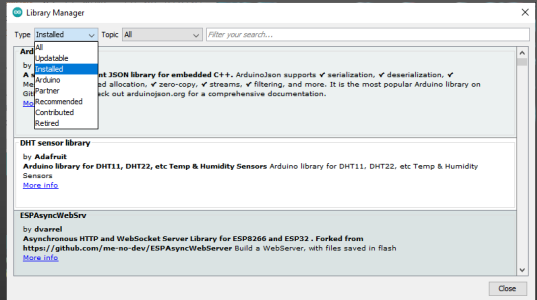


Figur 8: Arkivet indeholder to mapper, "libraries" og "tools" som Arduino bruger til at holde hhv. libraries og værktøjer til IDE'et i sin default mappe under "Documents / Arduino"

- 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
- Den skulle nu indeholde en mappe ved navn "libraries" og en ved navn "tools"

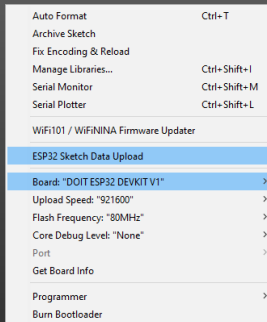
Libraries og Tools

- For at tjekke at de nødvendige libraries er installeret, genstart Arduino IDE, åbn **"Tools > Manage Libraries..."**
- Installerede libraries kan tjekkes i øverste venstre hjørne under **"Type"**: **"Installed"**
- Disse libraries bør nu alle være tilstede:
 - **ArduinoJson**
 - **Adafruit Unified Sensor**
 - **DHT sensor library**
 - **MQTT**
- **ESPAsyncWebServer** og **AsyncTCP** er ikke tracket af Arduino IDE, men ligger i **"libraries"** mappen



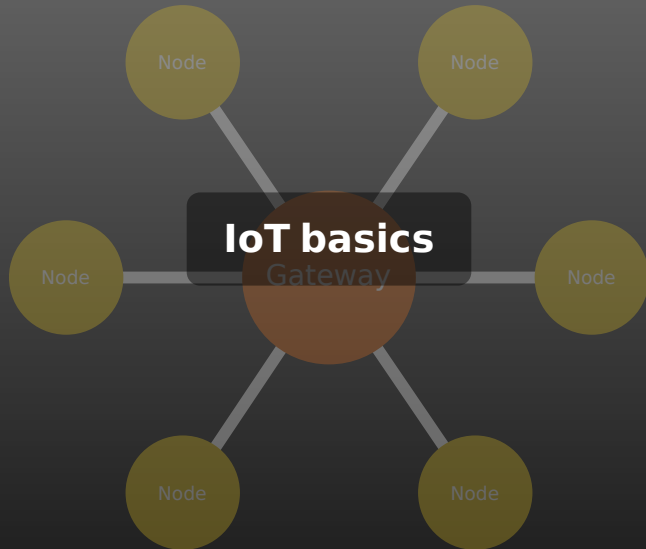
Figur 9: **"Library Manager"** kan bruges til at installere nye libraries der understøttes af Arduino platformen. Den kan også bruges til at se de installerede libraries eller opdatere dem

Libraries og Tools



Figur 10: 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 11: 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 12: Star-topologi, hvor hver enhed kommunikerer med en central gateway til resten af internettet



Figur 13: Tree-topologi, hvor enhederne er forbundet i forgreninger, og videre-giver informationer herigennem til gateway



Figur 14: 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 15: HTTP logo
Kilde: https://en.wikipedia.org/wiki/File:HTTP_logo.svg
Licens: Public Domain



Figur 16: WebSocket logo
Kilde: <https://logodix.com/logos/1825947>
Licens: Non-Commercial



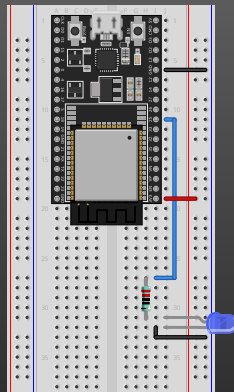
Figur 17: MQTT logo
Kilde: <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Mqtt-hor.svg>
Licens: Public Domain



Byg en simpel ESP32 webserver

Simpel Server

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



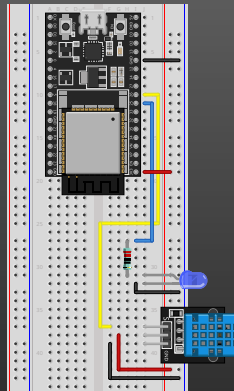
Figur 18: Breadboard setup med ESP32 og LED



WebSockets på ESP32

WebSocket Server

- Til dette eksempel tilføjes en sensor til vores opstilling
 - Et ESP32 board
 - En LED
 - En 220Ω modstand
 - Et DHT11 temperatur-/fugtighedssensor modul
- 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>

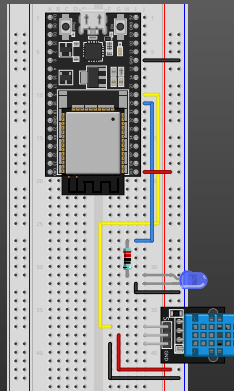


Figur 19: Breadboard setup med ESP32, LED og DHT11 sensor

MQTT på ESP32

MQTT Client

- Samme opstilling som sidst
 - Et ESP32 board
 - En LED
 - En 220Ω modstand
 - Et DHT11 temperatur-/fugtighedssensor modul
- Al 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 20: Breadboard setup med ESP32, LED og DHT11 sensor

MQTT Client

The screenshot shows the MQTT Explorer interface. On the left, under 'Connections', the 'Bechmann' connection is selected, showing its URL 'mqtt://mqtt.bechmann.xyz:8883/'. The main panel is titled 'MQTT Connection' and shows the configuration for this connection. The 'Name' field is 'Bechmann'. The 'Validate certificate' toggle is off. The 'Encryption (tls)' toggle is on. The 'Protocol' is 'mqtt://', the 'Host' is 'mqtt.bechmann.xyz', and the 'Port' is '8883'. The 'Username' and 'Password' fields are empty. At the bottom, there are buttons for 'DELETE', 'ADVANCED', 'SAVE', and 'CONNECT'.

Figur 21: MQTT Explorer Connection dialogvindue, her med forbindelsen til `mqtt.bechmann.xyz` defineret

- MQTT Explorer kan bruges til at tjekke topics:
 - <http://mqtt-explorer.com/>
- Indstillinger for forbindelse til workshopkens offentlige server:
 - Name: `Bechmann` (Valgfri)
 - Validate certificate: `off`
 - Bug i MQTT Explorers cert storage forhindrer validering
 - Encryption (tls): `on`
 - Protocol: `mqtt://`
 - Host: `mqtt.bechmann.xyz`
 - Port: `8883`
 - Username: `blank`
 - Password: `blank`