

Mikrocontrollertechnik

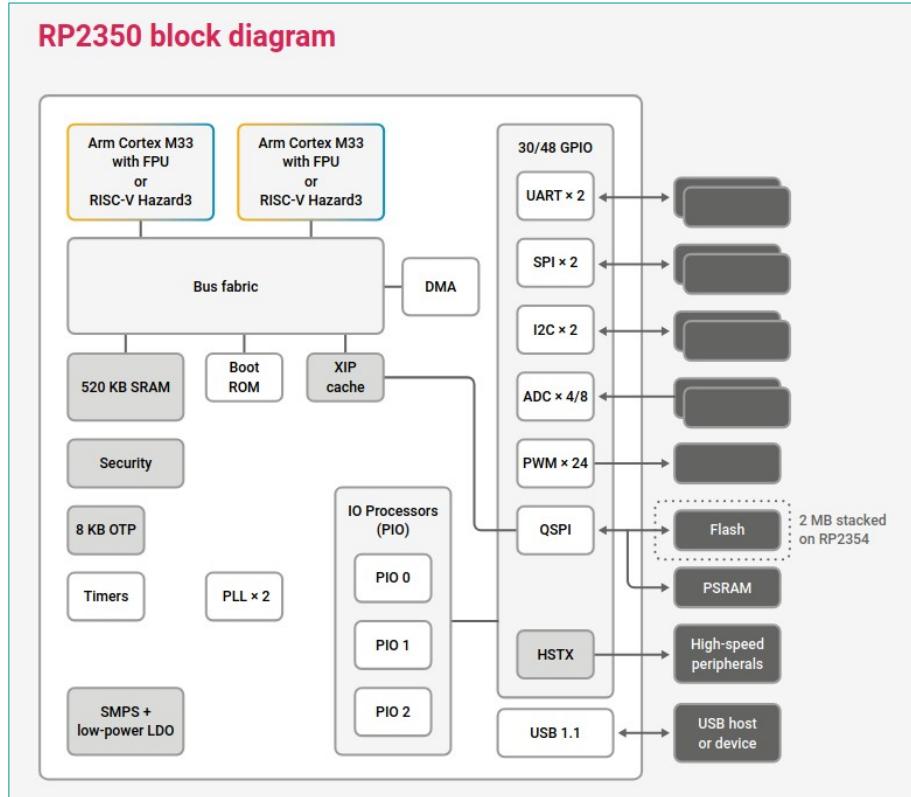
Vorstellung der Veranstaltung

Prof. Dr. A. Terstegge ([Email: terstegge@fh-aachen.de](mailto:terstegge@fh-aachen.de))

Mikrocontroller & Technik

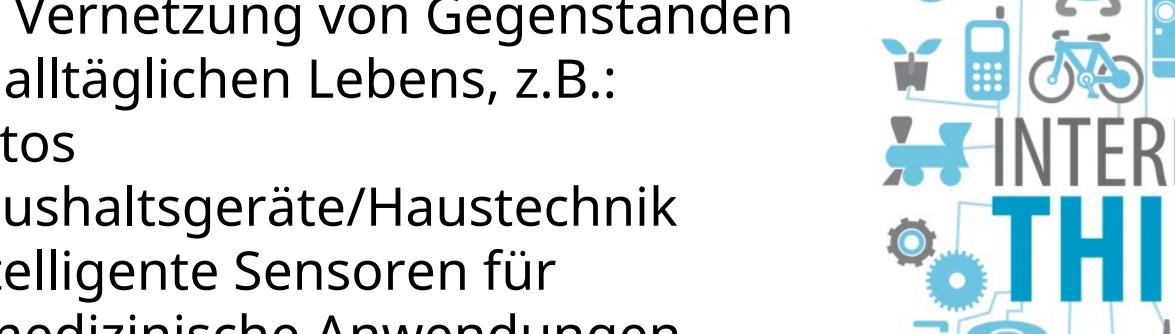
Was ist ein Mikrocontroller?

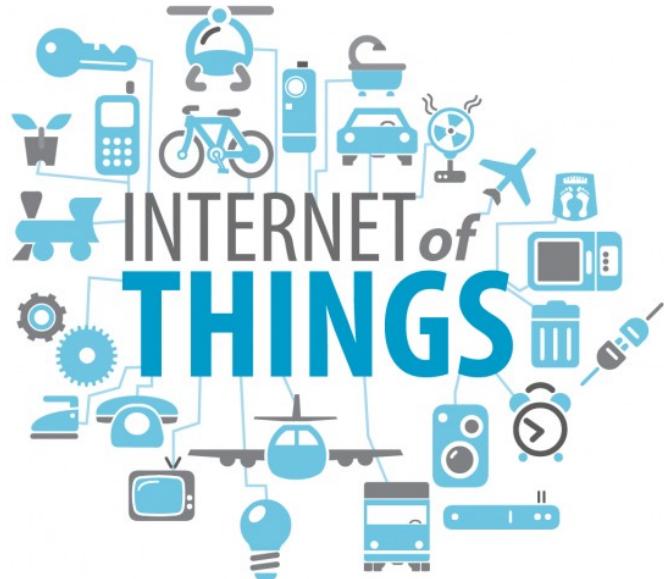
- Hochintegrierter Chip, der einen kompletten Rechner mit CPU, RAM, FLASH und diversen Schnittstellen implementiert
- In der Regel eingebettet in ein physikalisches System (Roboter, Waschmaschine, ...)
- Trend:
Immer kleiner,
immer schneller,
immer preiswerter
immer leistungsfähiger,
immer weitverbreiteter



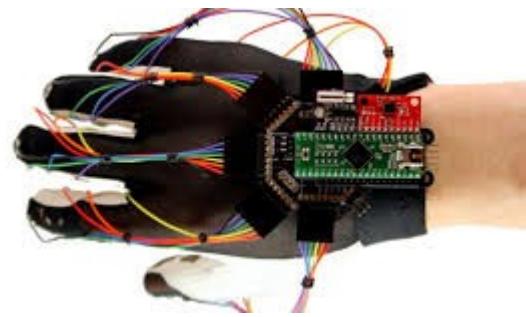
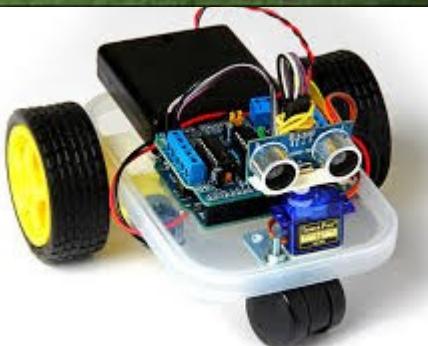
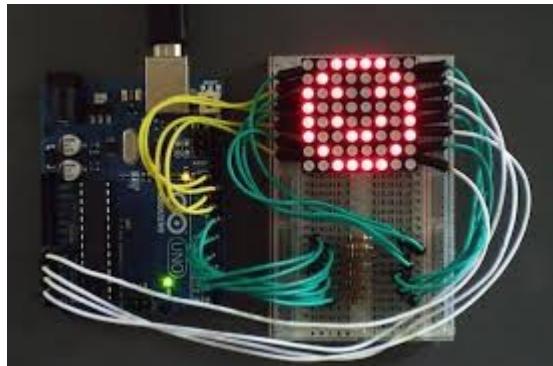
Mikrocontroller & eingebettete Anwendungen

Aktueller Technologietrend: „Internet of Things“

- Immer stärkere Einbeziehung und Vernetzung von Gegenständen des alltäglichen Lebens, z.B.:
 - Autos
 - Haushaltsgeräte/Haustechnik
 - Intelligente Sensoren für
 - medizinische Anwendungen
 - Umweltschutz
 - Kleidung
 - ...
 - „Internet of Things“ ist ein großer Wachstumsmarkt!!



Mikrocontroller & DIY (Do it yourself)



Lehrinhalte der Veranstaltung aus dem Bereich der **technischen Informatik**

- Grundlagen Digitale Rechensysteme und Elektronik
- Eingebettete Systeme
- Digitale Gatter / Grundschaltungen (Addierer, Schieberegister etc.)
- ARM Cortex-M Architektur (Speicher, Register, ...)
- ARM Assembler
- Digitale Ein-/Ausgabe (GPIO)
- Digitale Bussysteme (I2C, SPI, UART, parallele I/O)
- Analoge Ein-/Ausgabe (AD/DA Wandler)
- Debugging in eingebetteten Systemen (mit OpenOCD und GDB)
- Clocks & Timer
- Interrupts, IRQ-Handler
- Signalverarbeitung, z.B. mit der FFT (Fast Fourier Transformation)
- Datenstrukturen (FIFOs, Queues, Ringbuffer, ...)
- Multitasking / Multicore (Realisierung und Anwendung)
- WLAN-basierte TCP/IP Client/Server-Programmierung
- ...

Eingesetztes Mikrocontrollerboard ab WS25/26: Das RP2350-Launchpad

- Neues (für den Kurs entwickeltes) Board **RP2350-Launchpad** auf Basis des Raspberry PI RP2350 (,Pico2‘)
- **ARM ®** 32-Bit Cortex ® M33 CPU
dual Core mit FPU und Memory Protection Einheit
- **RISCV** Dual Core Prozessoren
- Taktfrequenz bis 250 MHz
- 8MB Flash Speicher
- 8MB PSRAM
- 520KB SRAM
- LiPo Charger + Batterie auf Board
- Ultra-Low-Power Betriebsmodi
- Diverse I/O Schnittstellen
- ...



Eingesetzte Softwareumgebung: YAHAL

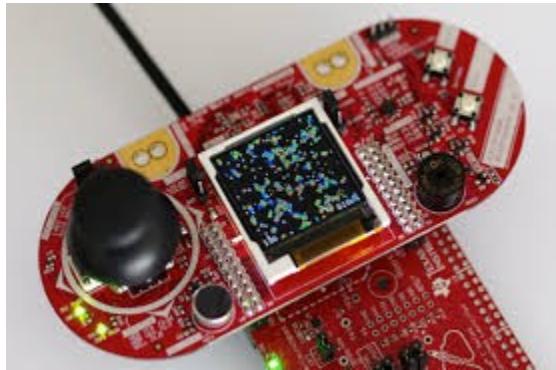
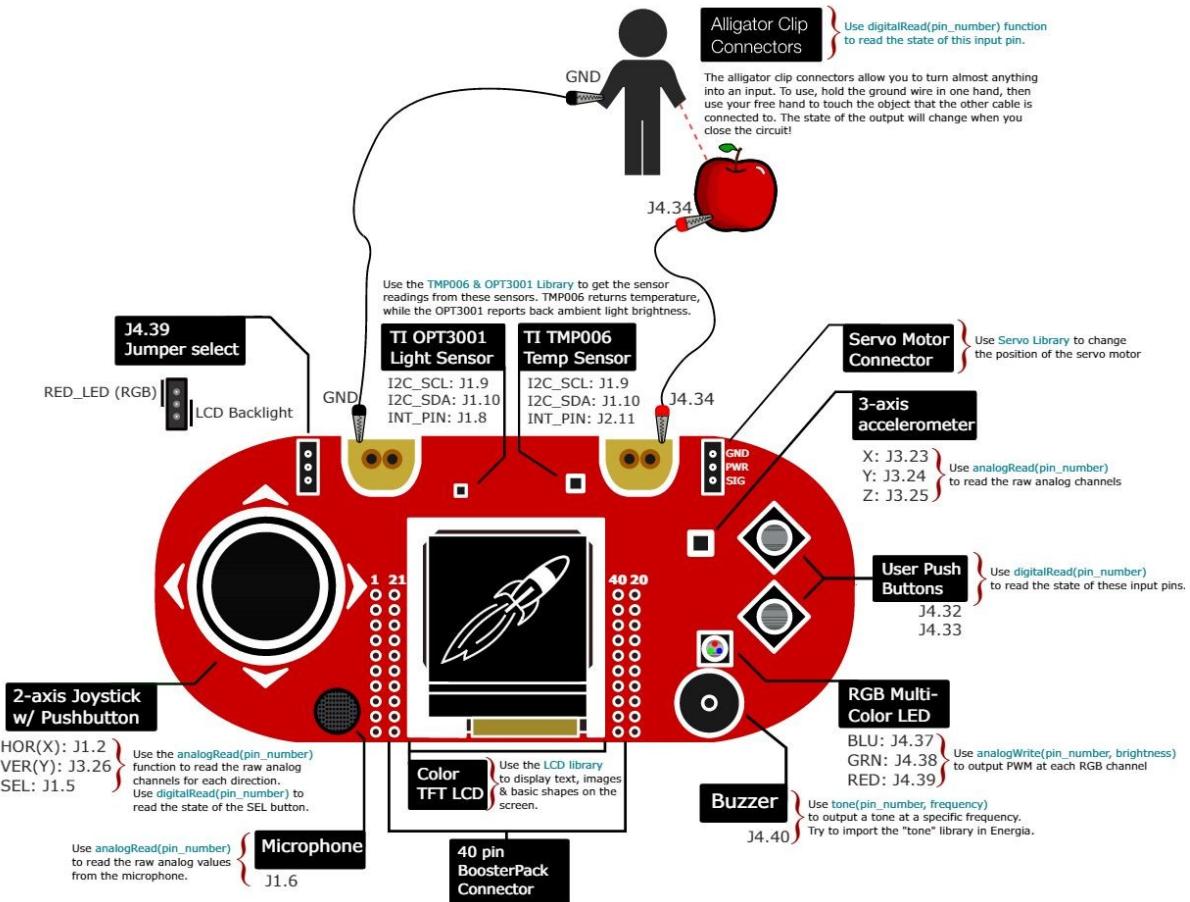
(<https://git.fh-aachen.de/Terstegge/YAHAL>)

- C++-basiertes Betriebssystem (**RTOS**) mit Multitasking-Kernel.
- Wird auch für kommerzielle Produkte eingesetzt.
- Wird ständig (auch von den Studierenden weiterentwickelt)

The screenshot shows the GitHub project page for 'YAHAL' (Yet Another Hardware Abstraction Library). The left sidebar contains navigation links like 'Erkunden', 'Projekt', 'Verwalten', 'Planen', 'Code', 'Build', 'Bereitstellung', 'Betreiben', 'Überwachen', and 'Analysieren'. The main content area features a yellow circuit board icon and the word 'YAHAL' in large black letters. Below it, there's a section titled 'YAHAL - Another Hardware Abstraction Library' with 'Documentation' and 'Getting Started' sections. The 'Getting Started' section includes a sub-section '1. MinGW64 (Minimalist GNU for Windows)' with instructions about installing MinGW64. A callout box highlights the 'UCRT runtime' section, which lists several GCC versions with their download links. One link, '7-Zip archive' for the Win64 version, is circled in red. The right sidebar displays 'Projektinformation' such as '866 Commits', '9 Branches', '0 Tags', 'README', 'BSD 3-Clause "New" or "Revised" License', and 'GitLab Pages'. It also shows the creation date '12. Januar 2017'.

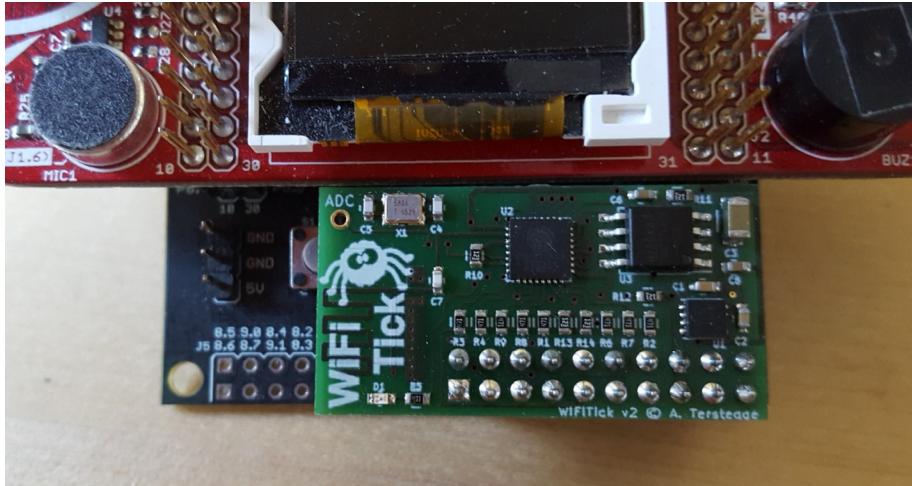
Mikrocontroller & Peripherie

- Zusätzlich wird das **Educational Boosterpack MKII** eingesetzt:

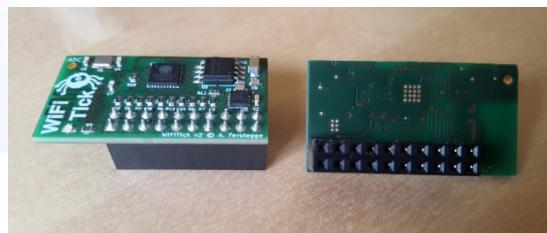
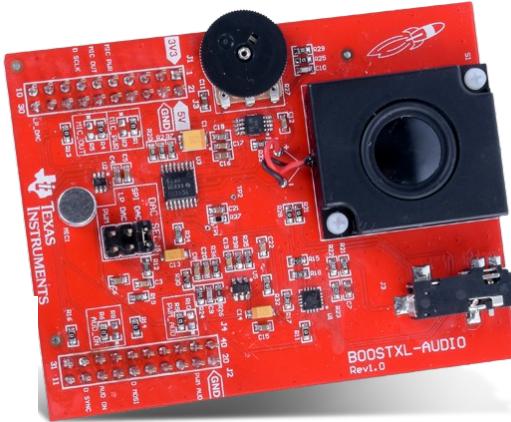
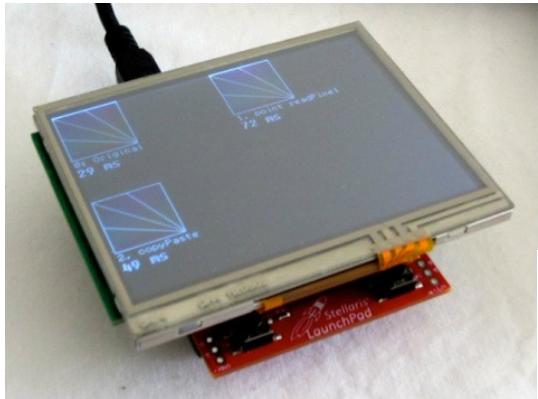


Mikrocontroller & Peripherie – WLAN Modul

- Für Projekte existiert eine Platine für den Zugriff auf das Internet per WLAN
- Die Platine nutzt einen eigenen Mikrocontroller (ESP8266)
- Unterstützung von WPA/WPA2
- Kann als Access Point oder WLAN Client arbeiten
- Programmierung über das RP2040/RP2350 Launchpad



Zusätzliche Hardware für Projekte



Mikrocontroller & SW Entwicklung

- Build-System: cmake
- Einsatz verschiedener IDEs: **CLion**, VSCode, ...

The image shows two side-by-side screenshots of integrated development environments (IDEs) for software development.

Left Screenshot (CLion): This screenshot shows the CLion interface. The top bar includes File, Edit, View, Navigate, Code, Refactor, Build, Run, Tools, Git, Window, and Help. Below the bar, the project navigation pane shows a tree structure with branches like Project, Commit, Bookmarks, and Structure. The main editor area displays a C++ file named "WiFiTick-Programmer.cpp". The code in the editor is as follows:

```
File Edit View Navigate Code Refactor Build Run Tools Git Window Help
es > rp2040-launchpad > WiFiTick-Programmer > WiFiTick-Programmer.cpp upload_WiFiTick-Programm
Project Commit Bookmarks Structure
WiFiTick-Programmer.cpp
222 // boot-mode of the ESP8266. The WiFiTick-bo
223 // pin to LOW, but the EDU-MKII pulls it to i
224 // is the READY-line of the temperature sensi
225 // this pin to low so the ESP8266 is booting
226 gpio_rp2040_pin gpio3 (3);
227 gpio3	gpioMode(GPIO::OUTPUT | GPIO::INIT_LOW
228
229 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
230 // Wait until USB enumeration has finished
231 ///////////////////////////////////////////////////////////////////
232 printf("Waiting for USB connection on USB TAI
233 // while (!controller.active_configuration) {
234 //     task:sleep(100);
235 }
236
237 CDC::bmUartState_t uart_state;
238 uart_state.bRxCarrier_DCD = 1;
239 uart_state.bTxCarrier_DSR = 1;
240 acm_device.notify_serial_state(uart_state),
241
242 esp_gpio2 gpioAttachIrq(GPIO::RISING | GPIO::FALLING, [&] () {
243     led = !esp_gpio2;
244 });
245
246 uart_esp uartAttachIrq([&](char c) {
247     if (!in_prgrm_mode && (c == 0xb0)) {
248         uart_esp.setBaudrate(115200);
249         const char * foo =
250             "\r\n---end of boot messages---\r\n\r\n";
251     } else {
252         acm_device.write((uint8_t *)foo, 31);
253     }
254 });
255
256 acm_device.write((uint8_t *)c, 1);
```

The bottom status bar indicates: .clang-tidy 228:1 LF UTF-8 4 spaces C++: WiFiTick-Programmer | Debug master

Right Screenshot (VSCode): This screenshot shows the VSCode interface. The top bar includes Explorer, Open Editors, and a search bar. The Explorer sidebar shows a tree structure with nodes like .vscode-panda-extended, colors.yaml, jsdoc.yaml, build.js, README.md, vsc-extension-quickstart.md, and markdown.yaml. The main editor area displays a file named "nl.yaml" containing JavaScript code. A tooltip at the bottom left says: "Externally added files can be added to Git View Files Always Add Don't Ask Again". The status bar at the bottom right shows: Ln 3, Col 1 Spaces: 4 UTF-8 LF JavaScript ESLint

Kurs & Voraussetzungen

- V2P2, 5 ECTS
- Integriertes SW Projekt in der 2. Hälfte der LV (max. 2 Personen/Gruppe)
- Begrenzung auf ca. 20 Teilnehmer
- Vorkenntnisse in C/C++ und ggf. Kommunikationssysteme, notwendig, Belegung ab 2. LJ (Ausnahmen nach Rücksprache)
- Starke 'Vernetzung' von Vorlesung und Praktika
- Keine Angst vor Elektrotechnik/Schaltplänen/einfachen elektrischen Schaltungen etc.
- Eigeninitiative auch außerhalb der V2P2 notwendig, viel unterschiedlicher 'Stoff'
- Art der Modul-Prüfung: Schriftliche Kurzklausur (50%) und Programmierprojekt (50%)

Frühere Projekte auf YouTube

(YouTube Kanal 'MSP432 Projects' / 'RP2040 Projects' / 'RP2350 Projects')

The screenshot shows the YouTube channel page for 'MSP432 Projects'. The channel has 54 subscribers and 53 uploaded videos. The main content area displays a grid of video thumbnails for various projects, each with a title, duration, and view count. The channel navigation bar includes tabs for ÜBERSICHT, VIDEOS, PLAYLISTS, KANÄLE, DISKUSSION, and KANALINFO.

MSP432 Projects
54 Abonnenten

ÜBERSICHT **VIDEOS** **PLAYLISTS** **KANÄLE** **DISKUSSION** **KANALINFO**

Uploads ALLE WIEDERGEBEN

Videos	Titel	Dauer	Aufrufe
1	Led color control with MSP432 Launchpad and...	6:48	53 Aufrufe • vor 4 Monaten
2	StreetSmash on MSP432 Launchpad	1:01	31 Aufrufe • vor 4 Monaten
3	Snake game on MSP432 Launchpad	0:47	65 Aufrufe • vor 4 Monaten
4	Screenbuffer test with MSP432 Launchpad in...	0:56	8 Aufrufe • vor 4 Monaten
5	Chess on the MSP432 Launchpad	2:29	16 Aufrufe • vor 4 Monaten
6	3rd step: Recording data of old remote control to get its address	0:49	
7	Roller Blinds control with MSP432 Launchpad	0:34	14 Aufrufe • vor 4 Monaten
8	Pushy-like game for MSP432 Launchpad	1:02	5 Aufrufe • vor 4 Monaten
9	Analog Clock Matrix Project with STM32 and Arduino	1:26	267 Aufrufe • vor 5 Monaten
10	Pong game for MSP432 Launchpad	2:47	30 Aufrufe • vor 5 Monaten
11	Timer App for the MSP432 Launchpad		32 Aufrufe • vor 5 Monaten
12	Tetris on the MSP432	1:28	
13	Maze game for the MSP432	1:28	
14	C64 Floppy Interface Project	4:27	
15	Tamagotchi on a MSP432	1:34	
16	Moorhuhn for the MSP432	1:20	

FH Aachen
Fachbereich 9 Medizintechnik und Technomathematik
Prof. Dr.-Ing. Andreas Terstegge
Straße Nr.
PLZ Ort
T +49. 241. 6009 53813
F +49. 241. 6009 53119
Terstegge@fh-aachen.de
www.fh-aachen.de