

Projekt WADI

Olaf Bergmann, Ute Bormann, Carsten Bormann



Hintergrund

Das Konzept *Internet of Things* (IoT) ist in den Vorstandsetagen angekommen. Die Verfügbarkeit extrem kostengünstiger Mikrocontrollerplattformen mit Leistungen, die noch vor ein paar Jahrzehnten als Entwicklungsrechner ausgereicht hätten, ermöglicht zusammen mit effizienter Produktionstechnik einen qualitativen Sprung. In den nächsten Jahren und Jahrzehnten sollen Milliardenumsätze mit IoT-Systemen erwirtschaftet werden.



Kleine, intelligente, und vor allem mit dem Netz verbundene Geräte mit Sensoren und Aktoren werden zunehmend Verbreitung finden, um auf Umgebungsbedingungen besser eingehen und sie besser steuern zu können, nicht zuletzt auch, um Energie und andere Ressourcen zu sparen. Deutschland bildet dies für seine wirtschaftlichen Stärken ab auf die Vision „Industrie 4.0“, die nicht weniger als die nächste Industrielle Revolution werden soll. Überall entstehen neue Produkte, die mehr oder weniger sinnvoll auch unser Alltagsleben mit IoT-Funktionen anreichern sollen.



Die Konfiguration und Wartung von IoT-Geräten erfolgt bislang noch manuell, allenfalls von Cloud-Diensten oder zentralen „Hubs“ mit proprietären Protokollen unterstützt. „Plug & Play“ ist heute allenfalls auf Kosten der Sicherheit realisiert. Einschlägige Standardisierungsorganisationen wie das World Wide Web Consortium ([W3C](#)) und die Internet Engineering Task Force ([IETF](#)) arbeiten derzeit an Mechanismen zur Realisierung eines sicheren *Web of Things* (WoT). Wesentliche Merkmale von Geräten im Web of Things sind eine allgemein verständliche **Selbstbeschreibung** sowie die **Kombinierbarkeit** der so realisierten Dienste. **Mobiler Code** erhöht die Flexibilität und ermöglicht dynamische Rekonfiguration von Geräten ohne teure Firmware-Updates. **Privacy by Design** sorgt dafür, dass personenbezogene Daten gar nicht erst entstehen oder, wo unvermeidbar, sicher gehandhabt werden.

Um Fehler in der Gerätefirmware zu beheben oder neue Funktionen verfügbar zu machen, müssen von Zeit zu Zeit Updates eingespielt werden. Dieser Prozess ist besonders kritisch für den reibungslosen Betrieb, da fehlerhafte Updates die Verfügbarkeit beeinträchtigen können oder unautorisierten Zugriff auf das betreffende Gerät ermöglichen könnten. Zudem erfordert allein die große Anzahl an – möglicherweise per Funk – vernetzten Geräten **automatisierte sichere Updates**.

In den nach Wüsten und ihren Bewohnern benannten Projekten der AGRN wurden in den vergangenen Jahren Bausteine entwickelt, die einfache abgesicherte IoT-Anwendungen auf Basis gängiger Mikrocontroller-Plattformen ermöglichen. Damit ist ein vergleichsweise einfacher Einstieg auf Basis moderner IoT-Plattformen (ARM Cortex M, RIOT) möglich. Dennoch stellen der immer noch geringe Speicherplatz, das strikte Energiemanagement und die eingeschränkten Benutzungsschnittstellen in diesem Segment Entwickler/innen vor große Hindernisse, wenn es um die zuvor genannten Plug&Play-Fähigkeiten geht. Hier soll WADI ansetzen und eine – auch von technisch weniger versierten Nutzer/inne/n nutzbare – Infrastruktur für die Entwicklung und den Betrieb von WoT-Diensten schaffen.



Unter anderem ist die auch heute in der Maker-Welt noch sehr verbreitete Entwicklungsumgebung (das Programm „Arduino“, das z.B. auf dem Laptop des Entwicklers läuft) heute kaum noch zu ertragen: 2005 mag die Java-basierte all-in-one-IDE innovativ gewesen sein, aber heute würde man sich mehr Komfort beim Editieren, aber auch beim Interagieren mit netzbasiert entwickelten Komponenten wünschen. Moderne Umgebungen wie [Node Red](#) dienen uns als Grundlage und Vorbild, um modular aufgebaute WoT-Dienste „zusammenzustecken“.



```
Blink | Arduino 1.0.3
File Edit Sketch Tools Help
Blink
void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  pinMode(led, OUTPUT);
}
// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
  digitalWrite(led, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(led, LOW); // turn the LED off by making t
  delay(1000); // wait for a second
}
Arduino Uno on COM4
```

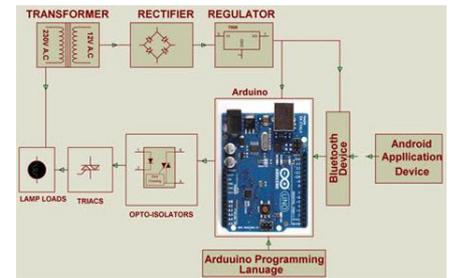
Projektziel

Ausgehend von den Ergebnissen des Bachelor-Projektes WADI wollen wir zu den genannten Problembereichen weitere praktische Fortschritte entwickeln und demonstrieren. Es entsteht Open-Source-Software und -Dokumentation, oft auf der Grundlage von (oder als Zusatz zu) bestehender Open-Source-Software, insbesondere [RIOT](#). Die Ergebnisse sollen dazu geeignet sein, in den Heimumgebungen der Teilnehmer zum Einsatz zu kommen und die sichere Ausführung von mobilem Code sowie sichere Over-the-air-Updates der Firmware ermöglichen. Die einzelnen Projektziele werden zu Beginn des Wintersemesters 2019/20 in einem

Vorbereitungskurs und einem Projektwochenende konkretisiert; dabei sind über die konkreten Vorstellungen der Betreuenden hinaus Vorschläge der Teilnehmenden hochgradig erwünscht.

Der Fokus von WADI liegt auf System- und Entwicklungssoftware, aber die Nutzer müssen auch damit umgehen können: Offensichtlich benötigen auch IoT-Geräte eine Schnittstelle zu ihren Nutzern. Dabei verfügen die Geräte selbst oft über wenig Interaktionsmöglichkeiten; weitere Geräte wie Smartphones (Android und/oder iOS)

oder „Zentralen“ mit Webschnittstellen fungieren als große Brüder. Mit diesen muss aber auch erst einmal ein sicherheitstechnisches Vertrauensverhältnis hergestellt werden, und vor allem muss eine Stehlampe erst einmal wissen, welcher Lichtschalter sie überhaupt ein- und ausschaltet.



Unter Nutzung und Ausbau dieser Ideen werden wir Entwicklungsszenarien für Anwendungen im Web of Things entwickeln, dokumentieren, und auch veröffentlichen. Neben WoT-Anwendungen im allgemeinen geht es dabei insbesondere auch um „Smart Energy“ und „Home Automation“. Das Ergebnis ist ein Open-Source-System mit Betriebssystem-, Vernetzungs- und Entwicklungskomponenten für diesen Zweck, einschließlich eines oder mehrerer Demonstratoren.

Vorgehensweise

Die Vorgehensweise ist [agil](#), iterativ, und ergebnisorientiert. Wird eine mögliche Aktivität durch das Projekt als zielführend bewertet, nimmt sich ein kleines Teilprojektteam des Themas an und produziert in mehreren Iterationen Ergebnisse („[release early, release often](#)“). Die globale Projektplanung strukturieren wir so, dass bereits nach wenigen Monaten ein nachhaltiges Ergebnis vorliegt; darauf können dann weitere Iterationen zur Verbesserung der Qualität und des Funktionsumfangs aufsetzen.

Um das Rad nicht neu zu erfinden, setzen wir neben den Ergebnissen aus dem Bachelorprojekt WADI auf Open-Source-Projekte wie [RIOT](#) auf. Das soll keine Einbahnstraße sein: Zu Beginn des Projektes werden wir uns darauf einigen, wie die erzielten Ergebnisse wiederum der Open-Source-Welt zugute kommen können (z.B. auch durch Auswahl geeigneter Lizenzen wie [GPL](#), [BSD](#), [CC](#)).



Als IoT-Hardware kommen z.B. Arduino-, ESP8266- und STM32-(ARM-)-Umgebungen zum Einsatz. Zum Entwickeln nehmen wir natürlich unsere Laptops, aber auch Smartphones (Android, gegebenenfalls auch iOS).

WADI arbeitet mit Systemen, die im Dreieck Hardware, Software, Benutzungsschnittstellen agieren. Eine gewisse Bereitschaft zum „Basteln“ bis hin zu Fertigkeiten wie Löten, 3D-Modelle erarbeiten etc. ist bei der Erstellung von Prototypen hilfreich. Die Arbeit mit Betriebssystemen wie RIOT erfordert auch ein gewisses Interesse für maschinennahes Denken. Andererseits benötigen wir auch klassische Web-Anwendungen und GUIs. Manches wird in C (Router, Sensorknoten), C++, C-Varianten (Objective-C für iOS, oder auch Swift) oder Java (Android) entwickelt werden, anderes in Sprachen wie Python (Skripte), Ruby oder JavaScript (Web-Anwendungen). Besonderes Interesse liegt auch auf der Sprache *Rust* für speichersichere IoT-Anwendungen sowie auf Methoden, *mobilen Code* auf sehr kleine Geräte zu bringen. Die Projektbeteiligten werden Gelegenheit haben, ihre jeweiligen Aktivitäten auf einen Teilbereich dieser Themenvielfalt zu fokussieren.



Das Projektmanagement wird durch die Studierenden organisiert, z.B. durch rollierende/überlappende Wahl eines PM-Teams. Jede Teilnehmerin/jeder Teilnehmer ist aber auch selbst verantwortlich für die durch sie/ihn erzielten Fortschritte; dies wird durch regelmäßige Selbstbewertung und Bewertungsgespräche mit den Betreuern bekräftigt.

Projektbetreuung

Das Projekt wird betreut aus der Arbeitsgruppe Rechnernetze:

- Dr. Olaf Bergmann
- Prof. Dr. Ute Bormann
- Prof. Dr. Carsten Bormann

Studiengänge und Laufzeiten

Das Projekt WADI ist als Master-Projekt für das WS 2019/2020 und SS 2020 für Master-Studierende der Informatik angelegt und kann in die Profile SQ und *DMI* eingebracht werden.

SQ: IoT-Systeme sind immer auch sicherheitskritisch. Weder wollen wir uns von ihnen überwachen lassen, noch wollen wir Fremden Zugriff auf unsere Fernseher, Lichtschalter und Türschlösser geben. Daher lohnt sich ein Blick auf die Sicherheit dieser Systeme. Diese beschränkt sich



nicht nur auf die Absicherung der Kommunikation gegen Angriffe von außen, sondern umfasst auch die Sicherheit gegen Programmierfehler, die zu Fehlfunktionen oder Systemausfällen führen können.

DMI: Die entwickelten Benutzungsschnittstellen für die Entwickler (aber auch möglicherweise Anwender) sollen nicht nur *benutzbar* sein, sondern schlicht auch Spaß machen. Die entwickelten Systeme werden also auch nach gestalterischen Aspekten bewertet. Dabei spielen nicht nur mobile Apps und Web-Clients eine Rolle, sondern auch die beschränkten Ein-/Ausgabe-Schnittstellen der eingebetteten Systeme. Wie kommuniziere ich am besten mit einer Stehlampe?

