

# **Bericht zum Projekt “Smart Classroom”**

## **Friedrichs-Gymnasium Herford**

### **Labs for Chips 2019**

#### **1. Die Grundidee**

Die Unterrichtsräume in der Schule sind stickig, besonders wenn 30 Schülerinnen und Schüler mehrere Stunden im selben Raum sitzen. Deswegen gibt es oft Zwischenrufe, dass man das Fenster öffnen solle, während Anderen die frische Luft von draußen zu kalt ist. Das kostet jedem Beteiligten Nerven und Zeit. Weiterhin ist wissenschaftlich erwiesen, dass frische Luft die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler erhöht. Mit dem Projekt “Smart Classroom” wollen wir das Lernklima an unserer Schule verbessern und eine objektive Entscheidungsgrundlage für oben genannte Diskussionen bieten.

#### **2. Das Grundkonzept**

Um dieses Ziel zu erreichen, wollen wir mit Hilfe von Mikrocontrollern, kleinen Computern, und Sensoren relevante Daten wie Luftfeuchtigkeit, Temperatur und CO<sub>2</sub>-Gehalt messen. Diese Daten sollen auf einem Server gesammelt und anschließend graphisch aufbereitet werden und zur Steuerung der Fenster verwendet werden. So sollten die Fenster bei zu hohem CO<sub>2</sub>-Gehalt geöffnet werden.

Neben der Messung von Raumdaten ist eine Steuerung implementiert, die den PC des Raums auf Knopfdruck aktiviert, den Beamer einschaltet und die dazugehörige Leinwand herunterfährt. Das spart Unterrichtszeit und die nervige Suche nach der richtigen Fernbedienung.

Zusätzlich wird eine WOL Ansteuerung der Informatikräume implementiert. So können die Lehrerinnen und Lehrer im Lehrerzimmer bereits die PCs der Computerräume mit einem einfachen Tastendruck per WOL hochfahren. Somit sind die Computer einsatzbereit, wenn die Nutzer den Raum betreten.

#### **3. Die Umsetzung**

Nachdem wir die Förderung erhalten hatten, galt es einen “Schlachtplan” zu entwickeln. Die Serverstruktur war bereits fertig. Deswegen entschieden wir uns, dass ein Teil unseres Teams die Datenmessung mit neuen Sensoren verbessert, die CO<sub>2</sub>-Messung implementiert, sowie mit E-Paper Displays die gemessenen Daten und die Uhrzeit darstellt. Parallel arbeitete ein anderes Team an der Beamersteuerung und dem WOL Knopf für das Lehrerzimmer.

##### **3.1 Der Server**

Der Server bekommt Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsdaten per MQTT von den Mikrocontrollern (ESP32) zugesandt. MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) ist ein Kommunikationsprotokoll, das häufig im IoT, dem sog. Internet of Things, Anwendung findet. In diesem Protokoll können sich Clients, in diesem Fall unsere ESP32, zum MQTT-Broker, der auf unserem Server installiert ist, verbinden und verschiedene “Themen”, sog. Topics abonnieren bzw. absetzen. Dabei wird der Client vom Broker über neue Nachrichten im abonnierten Topic informiert. Jeder Client kann zudem Nachrichten, wie

z.B. Messwerte, an ein oder mehrere Topics senden. Die Daten werden vom Telegraf-Service aus den Topics in eine Datenbank geschrieben. Als Datenbank verwenden wir InfluxDB. Auf diese greift Grafana zu. Grafana kann die Messwerte beispielsweise in Form von Graphen visualisieren (s.h. Abb.). Diese werden bereits auf einem PC-Bildschirm vor dem Informatikraum angezeigt.

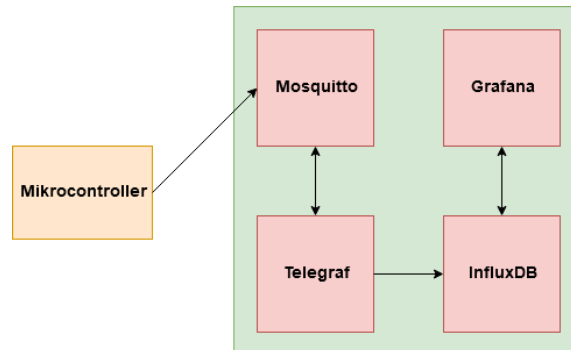


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Datenflusses

### 3.2 Die Mikrocontroller

Aufgrund der Förderungshöhe entschieden wir uns, die Fachräume der oberen Etage jeweils mit einem ESP32 (mit integriertem E-Ink Display) auszustatten. Diese Displays verbrauchen nur Strom, wenn sich die Anzeige ändert, was den Stromverbrauch gering hält. Außerdem verfügen die ESP32 über zwei Kerne. Dadurch benötigten wir nur einen Mikrocontroller, um die Beamer anzusteuern und Messwerte aufzunehmen und darzustellen. Als nächstes implementierten wir in Teams die Beamersteuerung und Datenmessung parallel.

#### 3.2.1 Wir nehmen Messwerte auf und zeigen sie an

Probleme gab es vor allem bei der CO<sub>2</sub>-Messung. Denn die verfügbaren Sensoren sind teuer, weswegen im Rahmen der Förderung nicht alle Räume damit ausgestattet werden könnten. Außerdem sind die von den Sensoren gemessenen Werte sehr ungenau, weil der CO<sub>2</sub>-Gehalt von vielen anderen Größen wie Temperatur, Luftdruck etc. abhängt. Aus diesem Grund wurde die CO<sub>2</sub>-Messung auf einen späteren Zeitpunkt verschoben. Temperatur und Luftfeuchtigkeit werden mit dem GY-BME280 (siehe Abbildung 2 unten) gemessen. Dieser liefert ebenfalls Daten zum Luftdruck, die in Zukunft z.B. im Physikunterricht für genauere Messungen verwendet werden. Daraufhin kümmerten wir uns darum, die aktuelle Uhrzeit anzuzeigen.



Abbildung 2: ESP32 mit integriertem E-Ink und einem Sensor für Umweltdaten

Die Uhrzeit erhalten wir per NTP (Network Time Protocol), einem Standard zur Synchronisation der Uhrzeit in Computersystemen. Die Mikrocontroller verbinden sich mit unserem Server, der sich mit anderen Servern synchronisiert, und stellt ihnen die aktuelle Uhrzeit zur Verfügung. Daraufhin kümmerten wir uns darum, die gemessenen Parameter auf dem Display anzuzeigen und zu aktualisieren. Im Anschluss modellierten wir ein Gehäuse für unsere Mikrocontroller, um die Technik zu schützen, und druckten diese mit einem 3D-Drucker. Anschließend platzierten wir die gesamten Messeinheiten an günstigen Stellen in den Fachräumen und

Klassenzimmern, wobei wir direkte Sonneneinstrahlung vermieden, um die Messwerte nicht zu verfälschen.



Abbildung 3: Exemplarische Datendarstellung für den Raum 218

Die Idee, auf Grundlage der Messwerte die Fenster zu öffnen bzw. zu schließen, konnten wir leider wegen zulassungsrechtlicher Probleme nicht weiter verfolgen.

### 3.2.2 Die Beamersteuerung und PC-Steuerung

Ein weiteres Ziel unseres Projekts war es per Knopfdruck, die Beamerleinwand herunterzufahren, den Beamer zu starten und alle PCs im Raum zu starten. Mithilfe der Mikrocontroller steuern wir ebenfalls den Beamer per R232 Anschluss und die Leinwand über drei Relais.



Abbildung 4: Automatisch gestarteter Beamer und heruntergelassene Leinwand



Abbildung 5: Selbstgedruckte Box mit Relais zur Steuerung der Leinwand

Um die PCs in den Informatikräumen hochzufahren, verwenden wir MQTT und eine ähnliche Platine wie für die Beamersteuerung. Die Platine haben wir daraufhin im Lehrerzimmer angebracht.

## 4. Ausblick

In Zukunft werden wir die CO<sub>2</sub>-Messung erneut angehen. Außerdem werden wir nach und nach den Rest der Schule mit Sensoren ausstatten, da bisher nur das zweite Obergeschoss vernetzt wurde. Weiterhin arbeiten wir an einer Wetterstation, um auch Wetterdaten aufnehmen zu können und den Schülerinnen und Schülern bereitstellen zu können. Bisher werden die Daten über OpenWeatherMap geladen. Zukünftig wird eine eigene Sensorik an der Schulfassade angebracht.

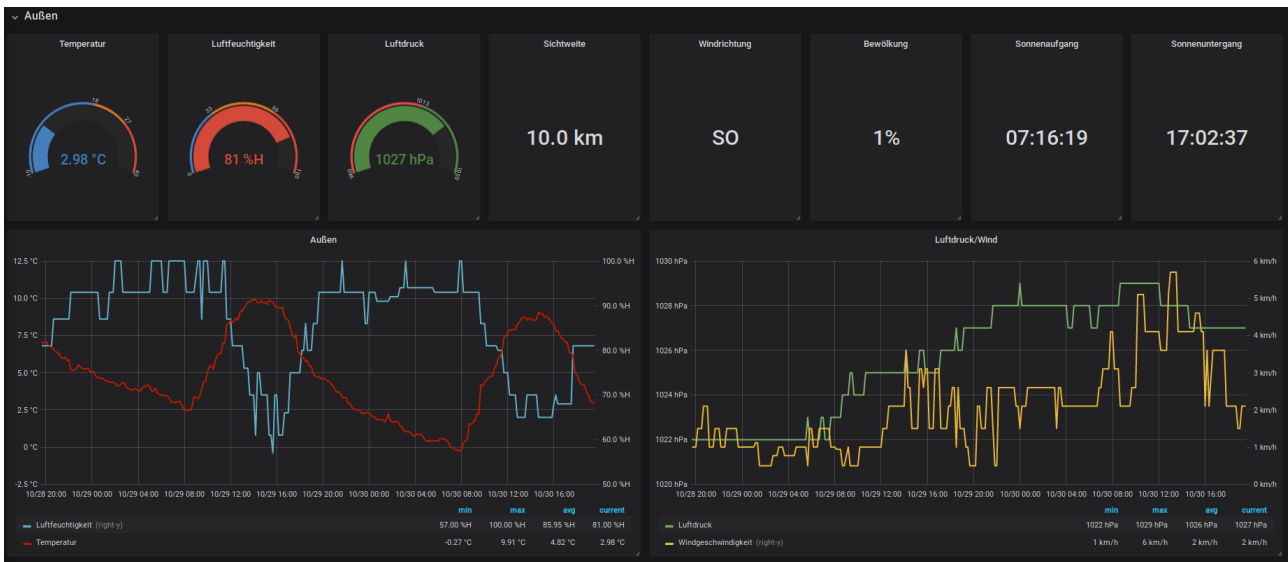


Abbildung 6: Grafische Auswertung von Messwerten (hier OWM Daten)

## 5. Danksagung

Abschließend möchten wir, das Team der Informatik-AG des Friedrichs-Gymnasiums Herford, uns herzlich bei Labs for Chips bedanken, dass sie unser Projekt ermöglicht haben.