



# netidee

PROJEKTE

Dustmap

Feinstaubmessung

Endbericht | Call 12 | Projekt ID 2359

Lizenz CC-BY-SA

# Inhalt

1	Einleitung .....	3
2	Projektbeschreibung.....	3
3	Verlauf der Arbeitspakete .....	5
3.1	Arbeitspaket 1 - Feinstaubmessung .....	5
3.2	Arbeitspaket 2 - Lora-Node .....	5
3.3	Arbeitspaket 3 - Lora-Net .....	6
3.4	Arbeitspaket 4 - Dustmap mobile .....	6
3.5	Arbeitspaket 5 - Datenbank und API.....	7
3.6	Arbeitspaket 6 - Datenportal.....	7
4	Liste Projektergebnisse .....	8
5	Verwertung der Projektergebnisse in der Praxis.....	9
6	Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung .....	9
7	Geplante Aktivitäten nach netidee-Projektende .....	9
8	Anregungen für Weiterentwicklungen durch Dritte .....	10

## 1 Einleitung

Wie sich im Jahr 2013 erstmals eine kleine Gruppe versammelte, um über private Feinstaubmessung zu diskutieren, war das Thema noch kaum in den Medien. Andere Projekte und leistbare Sensoren gab es noch nicht. Nicht nur in unserer Feinstaubhauptstadt Graz wächst das öffentliche Interesse stetig und es scheint, dass wir mit der Dustmap ein zukunftsträchtiges Projekt geschaffen haben. Regelmäßig werden neue Studien veröffentlicht, die langfristige körperliche Schäden durch die Belastung von Feinstaub nachweisen.

Unser Ziel mit der Dustmap ist es, ein Bewusstsein zu schaffen und ein einfaches Tool zu bereit zu stellen, mit dem die Feinstaubbelastung abschätzbar wird. Die Sensor-Kits, die wir entwickeln, sollen einfach zu benutzen und die Werte verständlich sein. Wir haben Feinstaub-Sensoren entwickelt, die ohne komplizierte Installation "einfach funktionieren". Und wir haben einen mobilen Sensor entwickelt, der die Messwerte direkt am Mobiltelefon ausgibt.

Zuhause, auf dem Weg zur Arbeit, im Park, überall können unsere Kits verwendet werden und das Leben von Menschen in Zukunft besser machen.

## 2 Projektbeschreibung

Mit der Dustmap möchten wir ein Ökosystem für die private Messung (Citizen Science) von Umweltgrößen schaffen. Unser Ziel ist es, einfache und leistbare Sensoren zu entwickeln und der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen. Wichtig ist uns auch, dass Anwender über kein spezielles technisches Vorwissen verfügen müssen. Der Hauptfokus unserer Arbeit liegt zwar momentan auf Feinstaub, jedoch messen wir bereits auch andere Messgrößen wie zum Beispiel die Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit. Für die Zukunft würden wir unserer Messstationen ausbauen und weitere Messgrößen (zum Beispiel Lärmbelastung) erweitern.

Für die Umsetzung dieser Ziele haben wir begonnen ein flächendeckendes LoRa-WAN Netz über Graz aufzubauen. Dies erlaubt uns, Daten ohne Internet-Verbindung vom Sensor zu unserer Datenbank zu übertragen. Für unsere Anwender bedeutet das, dass kein WLAN oder eine andere Art von Verbindung vorhanden sein und konfiguriert werden muss. Dieses LoRa-Netz ist komplett offen und die Benutzung kostenlos. Es kann und wird auch für Projekte außerhalb der Dustmap

verwendet. (Siehe Punkt 5). Das LoRa-Netz dient als Grundlage für unsere stationären Messstationen. Um die Abdeckung besser verstehen zu können, haben wir kleines Gerät gebaut, um die Signalstärke ortsbezogen zu erfassen. Diese Daten werden über die Website TTNMapper.org visualisiert und ausgewertet. Das erlaubt uns, eine größtmögliche Abdeckung zu erreichen. Der Sourcecode für die Firmware und der dazugehörigen App wurden ebenfalls als Teil unseres netidee Projekts auf Github veröffentlicht. Wie für all unsere Softwareprojekte setzen wir auch hier auf die besonders offene MIT Lizenz.

Im Rahmen des Projekts haben wir uns mit mehreren Low-Budget Feinstaubmessgeräten auseinandergesetzt. Zwei dieser Sensoren (Sensirion SPS30 und Nova SDS011) haben wir aktiv für Projekte verwendet. Diese dienen als Grundlage für unsere Messstationen. Zusätzlich verwenden wir einen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor (DHT22). Teilweise mussten wir die Software für diese Sensoren selbst entwickeln, da keine geeignete Software vorhanden war, oder wir die Verwendung vereinfachen wollten. Dieser Code wurde im Rahmen unseres netidee Projekts unter der MIT Lizenz veröffentlicht.

Um das meiste aus unserem Projekt herauszuholen und auch den Bekanntheitsgrad zu erhöhen, haben wir zwei Wege gewählt. Auf der einen Seite halten wir regelmäßig Workshops zum Bau von Messstationen (zum Beispiel bei den Linuxtagen) ab. Auf der anderen Seite streben wir aktiv Kooperationen an. So arbeiten wir eng mit dem Verein Funkfeuer zusammen um unser LoRa-Netz zu betreiben und zu verbessern. Auch mit der Firma UnravelTEC und der TU Graz können wir gemeinsame Projekte verzeichnen.

Alle gesammelten Daten laufen über eine Schnittstelle, die Dustmap API, zusammen. Diese wurde eigens für das Projekt entwickelt und wird vom Projekt Dustmap selbst gehostet.

Unser letztes Projekt im Rahmen der netidee Förderung ist die mobile Messstation. Sie erlaubt die Messung von Feinstaub, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit unterwegs. Über eine eigene Companion App werden die Messwerte mit einem Ort verknüpft. Anwendern ist es somit möglich, den Weg zur Arbeit oder zur Schule zu analysieren und es ermöglicht ihnen in Zukunft die Feinstaubbelastung im Alltag zu reduzieren. Hierfür haben wir eigens eine Platine entwickelt. Diese passt in ein 3D-gedrucktes Gehäuse und ergibt mit App und Sensor die Messstation.

Zusammengefasst sind im Rahmen unseres Projekts drei Versionen der stationären Messstation, zwei der mobilen Messstation sowie zwei Smartphone Apps entstanden.

## 3 Verlauf der Arbeitspakete

### 3.1 Arbeitspaket 1 – Feinstaubmessung

Als Ziel des ersten Arbeitspaketes haben wir uns gesetzt, einen kostengünstigen Sensor zu finden, mit dem wir möglichst genau Partikel in der Luft messen können. Wichtig waren uns hier die Messgrößen PM2.5 und PM10, um unsere Ergebnisse effektiv mit anderen Projekten und offiziellen Stellen vergleichen zu können. Zu diesem Zweck haben wir mehrere Sensoren untersucht und verglichen. Zum Zeitpunkt des Zwischenberichts hatten wir uns für den SDS011 der Firma Nova entschlossen, den wir auch in einem Beitrag für unseren netidee-Blog auseinandergenommen haben. Für diesen Sensor haben wir Versuchsmessungen und Luftstrom-Analysen mit kleinen Partikel und Seifenblasen durchgeführt. Dabei haben sich leider unsere Vermutung bestätigt, dass die Fehlerquote des Sensors bei steigender Luftfeuchtigkeit rasant ansteigt. Eine ausgedehnte Recherche hat ergeben, dass andere Projekte, welche gleichwertige Sensoren verwenden, das Problem größtenteils komplett ignorieren. Wir haben uns daher entschlossen, ein „Feinstaub-Labor“ aufzubauen um verschiedene Strategien zu testen. Zu diesen Strategien zählten unter anderem das Vorheizen oder Filtern der Zuluft. Des Weiteren wurden unsere Messstationen standardmäßig mit einem Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor ausgestattet. Die Experimente mit vorgeheizter Luft und Grobfilter lieferten respektable Messergebnisse. Das Vorheizen hatte allerdings den Nachteil, dass verhältnismäßig viel Energie aufgebracht werden musste und daher ein mobiler Einsatz ausgeschlossen war. Glücklicherweise brachte die schweizer Firma Sensirion einen Feinstaubsensor auf den Markt, der stabilere Messergebnisse lieferte und im Gegensatz zum chinesischen Nova SDS011 besser dokumentiert war. Da der Sensor nicht wesentlich teurer als der SDS011 ist, entschlossen wir uns beim mobilen Dustmap-Sensor auf den SPS30 von Sensirion zu setzen.

Wir konnten die Feinstaubmessung mit Low-Budget-Sensoren verbessern. Eine stabile und genaue Messung unter extremen Bedingungen ist aber auch nach wie vor nicht möglich und ist auch nicht ohne erheblichen Aufwand möglich.

### 3.2 Arbeitspaket 2 - Lora-Node

Um die Benutzung der Messstationen für den Endbenutzer möglichst einfach zu gestalten haben wir eigene Platinen entwickelt und produziert. Nach drei Iterationen konnten wir mit der vierten Generation die finale Messstation bieten. Die Platine enthält einen Mikroprozessor (Arduino-kompatibel), Anschlüssen für den Feinstaubmesser SDS011 und Sensirion SPS30, einen Temperatur-/Luftfeuchtigkeitssensor sowie einen LoRa-WAN Chip. Zusätzlich haben wir auch Experimente mit verschiedenen Antennen durchgeführt, um unsere Messstationen mit der bestmöglichen Antenne in Bezug auf Leistung, Größe und Preis ausstatten zu können. Zusätzlich

wurde die Firmware für unsere Messstationen fertiggestellt und wurde auf GitHub veröffentlicht. Es wurde von uns ein großer Fokus auf die Lesbarkeit und Wiederverwendbarkeit des Codes gelegt, sodass möglichst viele Entwickler in Zukunft nutzen daraus ziehen können.

### **3.3 Arbeitspaket 3 - Lora-Net**

Um unsere Vision zu verwirklichen und die Einstiegshürde für unsere Messstationen möglichst niederschwellig zu halten, ging ein großer Teil unserer Aufmerksamkeit in den Aufbau eines LoRa-Netzes in Graz. Es freut uns, dass wir mehrere LoRaWAN Gateways in Betrieb nehmen konnten. Dies war uns nicht zuletzt durch eine sehr erfolgreiche Kooperation mit dem Verein Funkfeuer Graz möglich. Funkfeuer betreibt in Graz ein offenes WLAN Netzwerk. Die Zusammenarbeit läuft auch nach Abschluss der netidee-Förderung weiter.

Um die Reichweite und Abdeckung unseres LoRa-Netzes messen zu können, haben wir zudem noch den dustnet-mapper geschaffen. Das ist ein kleines Gerät, das zusammen mit einer mobilen App die Sendestärke unserer Gateways messen und aufzeichnen kann. Dadurch ist es uns möglich, Lücken in unserem Netz zu finden und zu schließen. Wir haben darüber auch einen ausführlichen Beitrag in unserem netidee Blog verfasst. Der Code von dustnet-mapper und Mobile App wurde auf GitHub veröffentlicht.

### **3.4 Arbeitspaket 4 - Dustmap mobile**

Für unsere mobile Messstation haben wir einen funktionstüchtigen Prototypen auf Basis eines ESP32 gebaut. Zusammen mit einer mobilen App war es hier bereits möglich, unterwegs die Feinstaubbelastung zu messen. Zum Zeitpunkt des Zwischenberichts hat die App im Testbetrieb bereits funktioniert, jedoch waren wir weder mit Stabilität noch mit Erscheinungsbild zufrieden. Diese erste App haben wir mit dem React-Native-Framework umgesetzt. Im Dezember 2018 hat google die erste stable-Release des Flutter-Frameworks zur Umsetzung von Apps veröffentlicht. Da Flutter einen sehr guten Eindruck auf uns gemacht hat und wir auch glauben, dass dies wesentlich niederschwelliger ist als react-native, haben wir uns entschlossen die App nochmals von Grund auf neu zu entwickeln. Das Design für die App lieferte uns dabei die Animal Design Agentur aus Graz. Die App wurde Ende August zum Review in den google-Store eingereicht und sollte jederzeit veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung im Apple-Store ist für September 2019 geplant. Aber nicht nur die App, sondern auch die Hardware wurde neu entwickelt. Wir haben uns vom chinesischen ESP32 verabschiedet und auf den BGM13P22 von Silicon Labs gesetzt. Wir haben somit eine Platine in Industrie-Qualität mit zertifizierten Komponenten.

### 3.5 Arbeitspaket 5 - Datenbank und API

Um die Daten von unseren Messstationen effizient sammeln und verwalten zu können, haben wir eine spezielle Software-Lösung entwickelt. Hier wurde von uns eine Schnittstelle (REST-API) entwickelt, um sowohl Daten einzuspielen als auch Messungen auszulesen. Diese API steht uns in zwei Versionen (Entwicklungs- und Produktivsystem) zur Verfügung. Durch den implementieren Deployment-Prozess ist es uns möglich, Updates einzuspielen ohne den Betrieb der Messstationen zu unterbrechen. Die API wurde mit featherjs umgesetzt.

Ursprünglich hatten wir uns hierzu einen Server bei der Fa. Hetzner in Deutschland gemietet. Durch ein Angebot der Firma Synpro aus Graz, welche uns die Serverwartung als Sponsoring anboten, sind wir mit der Datenbank und der API in Rechenzentrum in Graz gesiedelt.

### 3.6 Arbeitspaket 3 – Datenportal

Ein erster Prototyp des Datenportals wurde auf Basis des PHP Frameworks Zend entwickelt. Da sich zum einen unsere Systemarchitektur durch die Implementierung der API stark geändert hat und sich auch das eingesetzte PHP-Framework als nicht wirklich tauglich für unser Datenportal entpuppte, sind wir mit dieser Version nicht online gegangen. Es ist eine neue Implementierung im 4. Quartal 2019 geplant.

## 4 Liste Projektendergebnisse

1	Quellcode für Feinstaubnode mit SDS011 Sensor und Datenübertragung über Lora	MIT	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-node-sds011">https://github.com/dustmap/dustnet-node-sds011</a>
2	Feinstaubnode mit Mikrocontroller basierend auf Arduino	CERN Open Hardware Licence	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-node-sds011-schematic">https://github.com/dustmap/dustnet-node-sds011-schematic</a>
3	Quellcode zur Android-Lora- Mapper-App zur Messung der Signalstärke	MIT	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-mapper">https://github.com/dustmap/dustnet-mapper</a>
4	Mobile Feinstaubsensor mit Bluetooth-Low-Energy	CERN Open Hardware Licence	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-node-mobile-schematic">https://github.com/dustmap/dustnet-node-mobile-schematic</a>
5	Quellcode Smartphone-App für den mobilen Feinstaubsensor	MIT	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-mobile-app">https://github.com/dustmap/dustnet-mobile-app</a>
6	Quellcode dustmap-API	MIT	<a href="https://github.com/dustmap/dustnet-api">https://github.com/dustmap/dustnet-api</a>
7	Netidee Zwischenbericht	CC-BY-SA	<a href="https://netidee.at/dustmap">https://netidee.at/dustmap</a>
8	Netidee Endbericht	CC-BY-SA	<a href="https://netidee.at/dustmap">https://netidee.at/dustmap</a>
9	Netidee Endbericht Zusammenfassung	CC-BY-SA	<a href="https://netidee.at/dustmap">https://netidee.at/dustmap</a>
10	Entwickler-Dokumentation	CERN Open Hardware Licence	Jeweiliges Repository
11	Anwender-Dokumentation	CERN Open Hardware Licence	Jeweiliges Repository

## 5 Verwertung der Projektergebnisse in der Praxis

Unsere Feinstaubsensoren sind bereits im Einsatz und sammeln Daten. Zusätzlich wird das von uns aufgebaute Lora-Netz bereits von verschiedenen Projekten genutzt. Beispielsweise wird unser Netz von der TU Graz im Zuge eines Forschungsprojekts verwendet. Rund 40 Messsensoren wurden von der TU Graz im Bezirk St. Peter installiert, welche den Niederschlag kleinräumig messen. Die gesamten Messdaten werden über die Dustmap-Basisstation übertragen und an einen Server der TU Graz übertragen.

## 6 Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung

Wir konnten uns im Rahmen des Projekts mit einigen Initiativen wie auch Unternehmen vernetzen. Neben Funkfeuer in Graz, dem Realraum Graz, dem Alternativreferat der ÖH Graz, mur.at und konnten auch Kooperation mit Unternehmen wie zum Beispiel der Firma UnravelTEC umgesetzt werden.

Ein großes Publikum erreichten wir bei den Grazer Linuxtagen 2018. Hier waren rund 50 Besucher in unserem Vortrag zur Feinstaubmessung.

Wir nutzten Workshops und Vorträge für Öffentlichkeitsarbeit. Zusätzlich nutzten wir unsere Facebook-Page um Blogposts zu erwähnen und Neuigkeiten zu kommunizieren.

## 7 Geplante Aktivitäten nach netidee-Projektende

Es werden laufend Workshops stattfinden. Bei den Workshops wird den Teilnehmern in einer theoretischen Einführung das Thema Feinstaub näher gebracht - Was ist Feinstaub? Was bedeuten die verschiedenen Angaben? Danach nimmt jeder Teilnehmer einen Dustmap-Node in Betrieb. Diese Nodes können die Teilnehmerinnen mit nachhause genommen und installiert werden.

Der nächste Workshop findet am 1.10.2019 in Graz in der Verpackungsfrei-Greißlerei „Das Gramm“ statt.

Weiterführende Kooperation mit unterschiedlichen Initiativen sind geplant. So unterstützten wir aktuell zum Beispiel eine Initiative, welche die Temperatur in Städten mit unseren Dustmap-Nodes messen und visualisieren möchte.

Bis November 2019 wollen wir auch mit einem neuen Datenportal online gehen, welches an die bestehende API angepasst wird, damit wir in die neue „Feinstaubsaison“ starten können.

Aktuell bereiten wir die Vereinsgründung vor. Über die Form des Vereins möchten wir neue aktive Mitglieder und Kooperationspartner gewinnen.

## 8 Anregungen für Weiterentwicklungen durch Dritte

Dritte können auf mehreren Arten von den Projektergebnissen profitieren. Ein schönes Beispiel ist etwa die Forschungsarbeit *STRATUS - Spatial Rainfall Variability of Storms in Urban Runoff Simulation* der TU Graz zum Thema lokale Niederschlagsmessung. Durch den Aufbau eines Lora-Netzes in Graz ist es Dritten möglich, Daten einfach und über größere Distanzen ins Internet zu übertragen.

Wir haben bei der Auswahl unserer Hardware-Komponenten darauf geachtet, dass diese auch einfach modifizierbar sind und für andere Anwendungsfälle einsetzbar sind. Die Lora-Nodes zum Beispiel basieren auf ein Arduino-Board. Somit können auch Laien die Funktionalität der Nodes verändern und erweitern.

Die Nutzung der API ermöglicht Dritten die einfache Speicherung von Daten in unserer Datenbank. Wir haben festgestellt, dass dies oft eine große Hürde bei der Erstellung für User darstellt.

In Summe haben wir ein System entwickelt, mit dem es einfach möglich ist, Umweltdaten stationär oder mobil zu messen und die Messdaten abzuspeichern. Da alle Baupläne und Software opensource ist, kann das gesamte System leicht adaptiert werden.