Selbst messen und veröffentlichen – wie geht das?

Wer macht bisher mit?

- Kernteam Lärm: Engagierte Bürger, die direkt im Projekt mitarbeiten
 - Entwicklung der Hard- und Software einschließlich Dokumentation
 - Durchführung von Feldtests
 - Support
- Hochschule für Technik, Institut für Bauphysik:
 - Prüfung der akustischen Eigenschaften im Lärmlabor
 - Wissenschaftliche Beratung
 - Zusammenbau von Messgeräten für die Hochschule
- sensor.community: Betreiber des Bürgernetzwerks zu Darstellung und Speicherung der Werte
- Engagierte Bürger, die Messgeräte betreiben
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)
 - Betreibt zahlreiche DNMS in ihrem eigenen staatlichen Netzwerk
- Seit einiger Zeit: DUH, BUND in Vorbereitung eines Bürgerprojekts zur Messung von Motorradlärm

Warum sind individuelle Messungen sinnvoll?

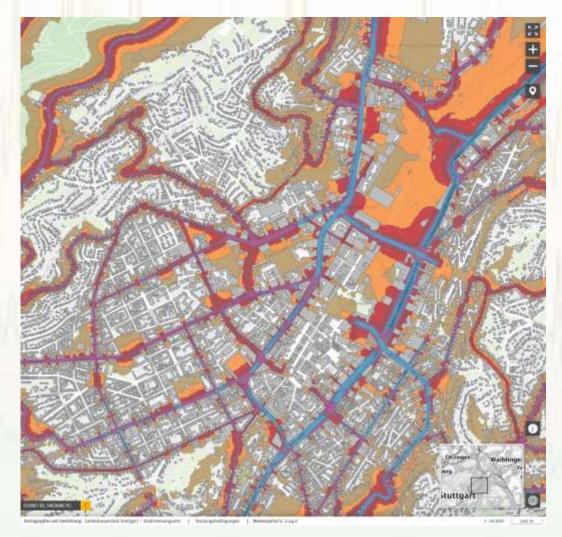
- Umgebungslärm wird bisher nur für einzelne Lärmarten gerechnet (nicht gemessen) und als Jahresmittelwert in Kartenform als Grundlage für die Lärmaktionspläne dargestellt
- Messungen werden bisher meist nur bezogen auf eine bestimmte Lärmquelle und zeitlich begrenzt durchgeführt und sind teuer
- Es gibt zwar staatliche Monitoring- Stationen, aber nur sehr wenige
- Die Berücksichtigung von 'Gesamtlärm' wird zwar schon Jahre diskutiert, aber bisher gibt es keine anerkannte Methode zur Berechnung

Aber:

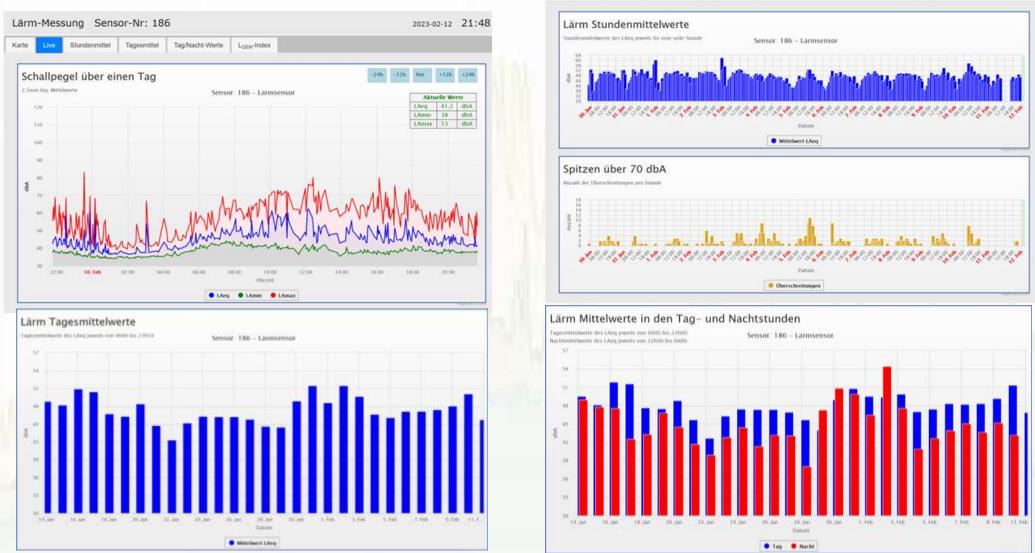
- Die Leute sind immer einer vielfältigen Mischung von Lärmquellen ausgesetzt jeder Standort hat seine eigene Lärm- Charakteristik
- Die gesundheitliche Wirkung richtet sich nicht (nu) nach einem Jahresdurchschnittswert
 - Das Ohr ist das wichtigste Alarmorgan des Menschen und ist immer wach, auch im Schlaf
 - Wenn der Körper durch ein Schallereignis alarmiert wird, wirkt dies im Körper als Stress
 - Geschieht dies häufig, v.a. im Schlaf, kann dies massive gesundheitlichen Folgen haben
 - Eine Gewöhnung ist nur begrenzt möglich

Welche Messgrößen sind im Lärmschutzrecht gebräuchlich?

- Lautstärke bzw. Schalldruckpegel in verschiedenen Aggregationen
 - · Tagesmittel, Jahresmittel
 - Unterscheidung nach
 - gesamter Tag
 - Jahr (tatsächlich am wichtigsten)
 - Tag/Abend/Nacht
 - Indexwert Lden (Nacht wird stärker gewichtet)
- A-Filterung der Frequenzen Grund: Das menschliche Ohr bewertet die hörbaren Frequenzen unterschiedlich. Die A-Filterung soll dies simulieren
- Maßeinheit ist dB(A), dB steht für Dezibel, A steht für A-Filter
- Bei Planungen von öffentlichen Vorhaben wird nur gerechnet, nicht gemessen
- Die Berechnungen beziehen sich nur auf eine Lärmart entlang von Verkehrswegen bzw. Flughäfen Darstellung in Kartenform



Was offiziell nicht interessiert...



Welche speziellen Anforderungen hat die Umgebungslärmmessung nach unserem Verständnis?

- Grundsätzlich: Fähigkeit zum Monitoring über lange Zeiträume (Monate, Jahre)
 - Messung der Werte im Zeitraum typischer Lärmerereignisse (Sekunden/Minuten)
 - Darstellung in Realzeit und Speicherung in einem geeigneten öffentlichen Netzwerk
 - Plausibilisierung der Rohwerte
 - Auswertemöglichkeiten
 - Support
- Anforderungen an das Messgerät:
 - Akzeptable Qualität auf Niveau eines Klasse 2 Messgeräts v.a. im relevanten Frequenzbereich
 - Netzwerkfähigkeit mindestens über WLAN
 - Für 'normalen' interessierten Bürger anwendbar
 - Wetterfestigkeit
 - Flexible Montagemöglichkeit
 - Erschwinglicher Preis
 - Zukunftsfähigkeit, insbesondere
 - Frequenzanalyse als Basis für die automatische Erkennung von Lärmarten
 - Weiterentwicklungsmöglichkeit der Hardware und Software

Wie sind wir zu unserer Lösung gekommen?

Ausgangspunkt: Feinstaubnetz der sensor.community (ehemals luftdaten.info)



Infrastruktur für Datenübertragung und Speicherung bereits vorhanden

Erster Versuch:

Verwendung eines Messgeräts der Fa. Modulbus, welches beim Deutschen Fluglärmdienst schon lange eingesetzt wird

Ergebnis: Das Gerät ist als Analoggerät am Ende der Entwicklung

Besserer Ansatz:

Einsatz eines Digitalmikrofons (MEMS-Technik, bekannt aus dem Bereich der Smartphones) und eines speziellen Prozessors zur Signalverarbeitung

Herausforderung:

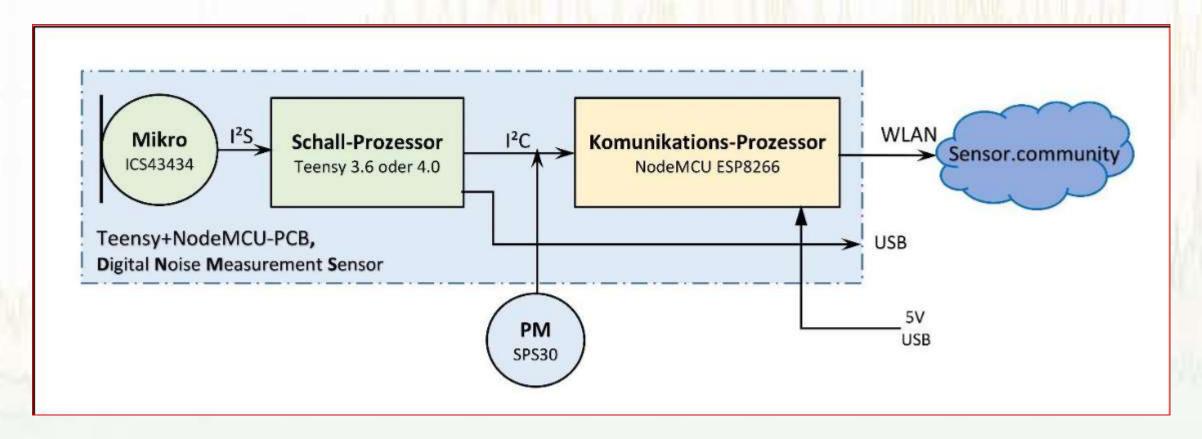
Diese Mikrofone sind nicht als Messmikrofone entwickelt, die Rohwerte sind daher ungeeignet

Lösung:

Komplexe Algorithmen zur Korrektur/Anpassung. Die Software macht den Unterschied!

Unsere Lösung für das Messgerät: Das Digital Noise Meassurement System (DNMS)

Systemarchitektur



DNMS konkret: Die Hauptvariante

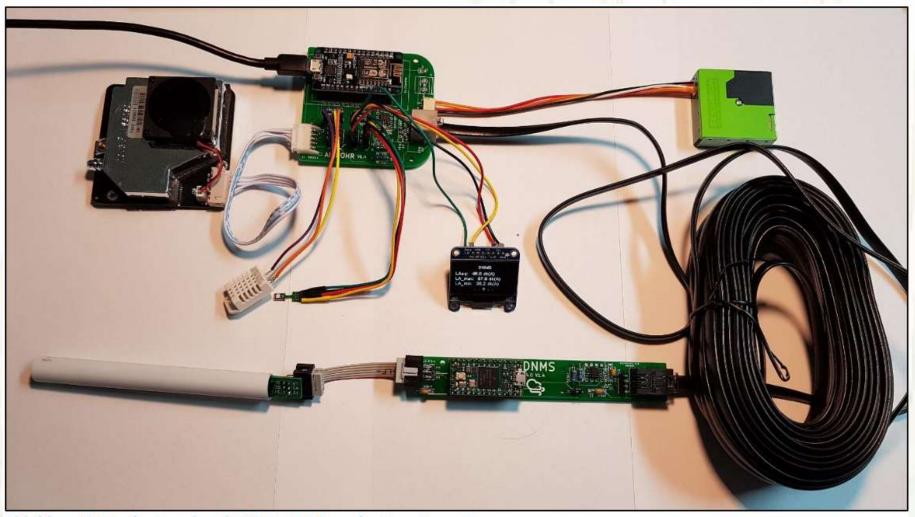


Abbildung 7 Airrohr Board und DNMS T4.0 Board mit weiteren Sensoren

DNMS, Gehäuse



Abbildung 63 Einzelteile 25mm Elektro-Installationsrohr



Abbildung 64 zusammengesteckte Einzelteile 25mm Elektro-Installationsrohr

DNMS konkret: Weitere Variante

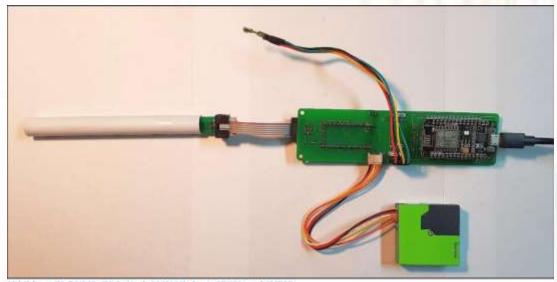


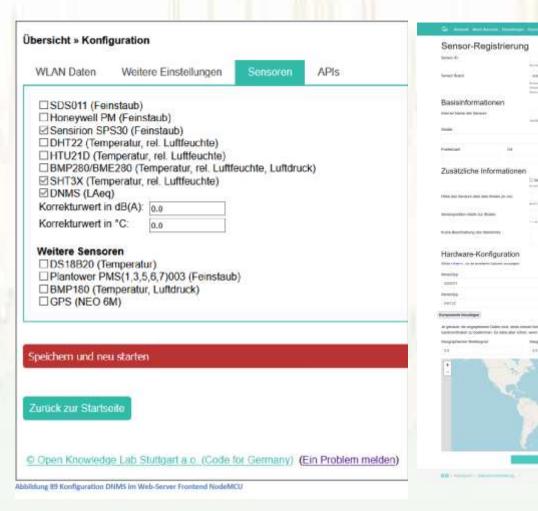
Abbildung 71 DNM5-T4.0+NodeMCU V1.4 mit SPS30 und SHT85



Abbildung 72 DN40/DN50 HT Rohrteile

DNMS Konfiguration und Registrierung im Netz

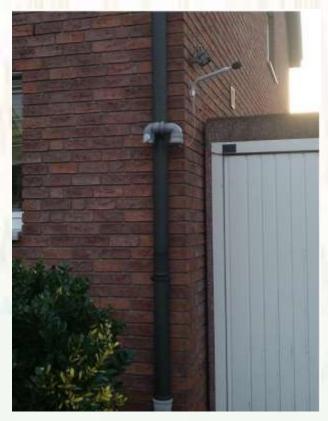
- Voraussetzungen für den Betrieb
 - Netzanschluss
 - WLAN bzw. Router in Reichweite des Sensors
- Konfiguration über Menu lokal am Router
- Registrierung im sensor.community Netz



Montagebeispiele





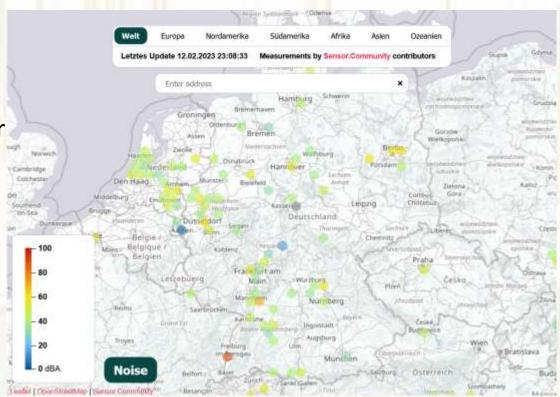






Derzeitiger Status

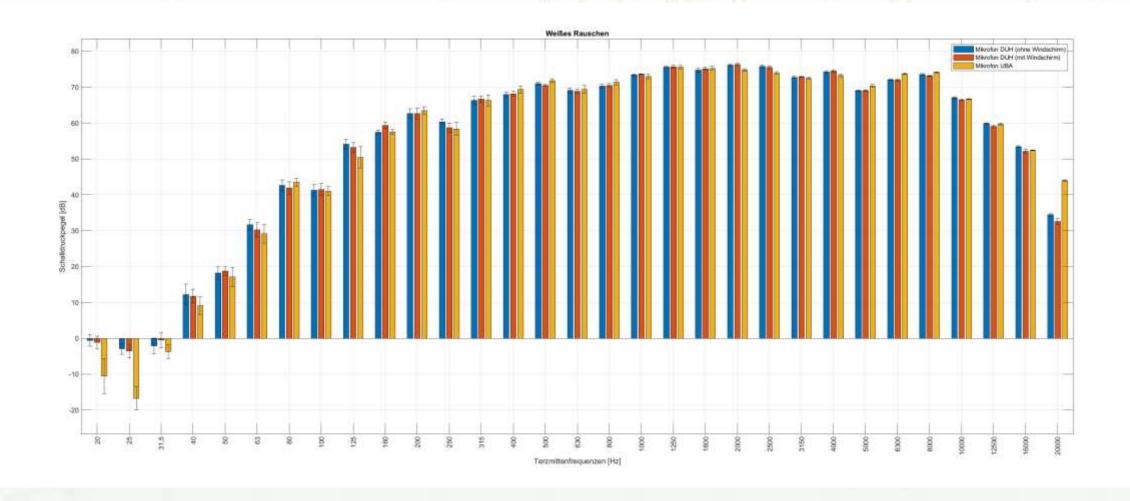
- Messung und Übertragung der Lautstärke im Takt des sensor.community -Netzwerks (150 sek) als LAeq (Mittelwert), LAmin und LAmax läuft seit Jahren stabil
- Frequenzanalyse auf Terz-Ebene ist realisiert, aber die Werte werden nicht in das sensor.community-Netz übertragen Grund: Es ist noch unklar, welche Auswerte- und Speicherungsform für die Frequenzanalyse langfristig sinnvoll ist
- Derzeit wird ein (privat finanzierter) Server aufgesetzt, welcher die Frequenzdaten von Lärmereignissen über eine konfigurierbare Influx-Datenbank für eine begrenzte Zahl von Sensoren speichert und darstellt.



Qualitätsprüfung

- Jede Änderung, welche Auswirkungen auf die akustische Eigenschaften hat, wird im Lärmlabor der Hochschule akustisch geprüft und gegenüber einem Klasse 1- Messgerät gecheckt
- Ergänzung der Labormessungen durch Feldtests inzwischen bereits mehrjährige positive Erfahrungen
- Erfolgreiche Prüfung durch das RIVM in den Niederlanden als Voraussetzung für den Einsatz im staatlichen Netz
- Derzeit wird das DNMS vom Umweltbundesamt geprüft
 - Die Prüfung ist insgesamt erfolgreich
 - Noch Klärung von Details über die Hochschule im Gange
 - Messbericht in Kürze zu erwarten
 - Das UBA hat Interesse an dem Projekt

Beispiel: Aktuelle Vergleichsmessung im Labor des UBA



Erfahrungen aus der Praxis

- Die Messungen zeigen wie vielfältig die Lärmsituationen sind, jeder Standort hat sein eigenes 'Lärmprofil'
- Die Anzahl von Lärmspitzen ist oft hoch auch z.B. an wenig befahrenen Straßen und in der Nacht
- Lärmmessung erfordert mehr Sorgfalt als Feinstaubmessung
 - Standort: Das Mikro darf nicht zu nahe an reflektierenden Flächen grenzen, z.B. Mindestabstand von Mauern > 50 cm; je weiter weg, um so besser
 - Wetterschutz des Mikrofons in Form einer guten Schaumstoffkappe sehr wichtig
 - Messwerte sollten regelmäßig auf Auffälligkeiten geprüft werden
 - Gehäuse wird gerne als Insektenhotel genutzt
 - Höherer Supportbedarf
- Der derzeitige Bausatz erfordert viel handwerkliches Geschick und Zeitaufwand
- Das Schutz des Mikrofons ist sehr wichtig
- Die Konfiguration und der Registrierung des Sensors kann Probleme bereiten

Weiterentwicklungen und Wünsche

- Neues Mikrofon u.a. mit verbessertem Schutz vor Feuchte
- Zusätzliche Z- Bewertung
- Plausibilitäts- und Fehlerroutinen, um Fehlmessungen rechtzeitig zu erkennen
- Identifikation von Lärmarten Basis: Frequenzanalyse
- Vereinfachung des Bausatzes
 - Bestückte Platinen
 - Vermeidung des Eingießens des Mikrofons
 - Komplette fertige Geräte
- Partner f
 ür Vorfinanzierungen, Organisation und Versand
- Möglichst viele aktive Mitstreiter
- Interessante Projekte

Geplantes Projekt mit der Deutschen Umwelthilfe und dem BUND

- Schwerpunkt Motorradlärm
- Öffentliche Messkampagne für Bürger in der diesjährigen Saison
- Unterstützung durch die Hochschule
 - Wissenschaftliche Begleitung
 - Ausleihe von Messgeräten
 - Hilfe bei Support
- Support durch Kernteam

Weiterführende Links

- Github von Helmut Bitter mit dem Quellcode, Bauanleitung und vielen anderen Infos https://github.com/hbitter/DNMS
- Hochschule für Technik Stuttgart https://www.hft-stuttgart.de/bauphysik
- sensor.community Einstiegsseite und Darstellungen einzelner Sensoren mit Hilfe von Grafana https://sensor.community/de/ grafana (Zur Bedienung sind Grundkenntnisse des Grafik-Tools Grafana erforderlich)
- Arbeitsgemeinschaft Verkehrslärm Region Leonberg http://www.agvl-leonberg.de
- Citysensor Seite von Reinhard Fürst: Wichtige akustische Auswertungen https://laerm.citysensor.de/#
- Niederländisches Messnetz des RIVM https://samenmeten.nl/projecten/samen-geluid-meten
- Fernsehsendung Odysso von 2019 https://www.ardmediathek.de/video/odysso-wissen-im-swr/was-bilden-laermkarten-ab/swr/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzExNjM1NjU
- Wikipedia

Definition von Lautstärke https://de.wikipedia.org/wiki/Lautst%C3%A4rke

Artikel über Lärm https://de.wikipedia.org/wiki/L%C3%A4rm



