

Messwerterfassung mit einem Differenzdrucksensor – Entwickeln eines Infrasschall-Messgerät-Prototypen

Meine Studienarbeit beschäftigt sich mit dem Detektieren, Auswerten und Skalieren von dem für den Menschen nicht hörbaren Infrasschall, welcher sich in einem Frequenzbereich unter 20 Schwingungen pro Sekunde [Hz] befindet.

Dieser Infrasschall wird in Form von kleinsten Druckwellen, also einem Differenzdruck in kleinstem Maße, in einem Messbereich zwischen -25 Pascal und +25 Pascal aufgenommen. Um diese mit dem Drucksensor aufgenommenen Messwerte richtig auswerten zu können, müssen diese Signale skaliert, gewichtet und digital gefiltert werden, um aufgenommene Frequenzen über 20Hz zu dämpfen. Anschließend wird das aufgenommene Zeit-Druck Signal mit der mathematischen Funktion der Fouriertransformation in einen Frequenzbereich transportiert.

Umgesetzt wurde die ganze physikalisch-mathematische Vorgehensweise zuerst mit einem leistungsstarken Microcontroller.

Dieser wertet die vom Differenzdrucksensor erhaltenen skalierten Werte aus und sendet diese über UART an einen Computer. Mithilfe von MATLAB werden die Messwerte automatisch gelesen und ausgewertet.

Für einen ersten „Proof of concept“ wurden auf einer Heimkinoanlage künstlich erzeugte Schwingungen ausgewertet. Als dieser Schritt vollendet war, wurden im nächsten Schritt die Schwingungen einer Windkraftanlage ausgewertet. Für die Auswertung einer Messung wird automatisch ein Graphen erstellt, aus dem die Frequenzspitzen [Peaks] abgelesen werden können. Weiterhin ist es möglich das Signal sowohl ungefiltert als auch gefiltert im Zeitbereich anzeigen zu lassen.



Nick Reisner, Mechatronik-Bachelor-Student an der DHBW Mosbach und Dualer Student bei thyssenkrupp System Engineering GmbH, verfasste die Studienarbeit in seinem 5. Semester. Foto: privat



Um das Messgerät autonom ohne MATLAB und Computer betreiben zu können, erarbeite ich momentan als Fortgang der Studienarbeit des letzten Semesters, ein akkubetriebenes, autonomes Messgerät mit eigener grafischer Benutzeroberfläche [GUI].



Infraschall-Messgerät: Druckkörper (braun) mit montiertem 3D-Druck-Gehäuse (grau) mit eingelassenem Display (rot). Grafik: privat

Dieser Prototyp ist mit einem 2,8 Zoll TFT Display, einer SD-Karte und verschiedenen Buttons zum Bedienen ausgestattet. Mit diesem kann eine Mensch-Maschine-Interaktion [HMI] stattfinden. Es können ebenfalls verschiedene Mess-Parameter eingestellt werden. Die Messung wird auf der SD-Karte festgehalten, also geloggt, und gleichzeitig mit dem Display in Grafiken und Tabellen dargestellt.

Um den Prototyp zu vervollständigen habe ich eine Leiterplatine entworfen und diese in einer Fachfirma herstellen lassen. Ebenfalls erweitere ich meine bereits 3D-gedruckte Halterung um ein Gehäuse, in welches das TFT-Display samt SD Karte, die Platine mit aufgestecktem Microcontroller, Akku, Taster und Schalter befestigt werden. Außerdem wird der Sensor um einen 3D-Druck erweitert, um diesen vor Staub und Wasserspritzer zu schützen.

Abschließend lässt sich sagen, dass ich durch die Studienarbeit meine Programmierkenntnisse in C/C++ und MATLAB deutlich steigern und ausbauen konnte. Die größte Hürde während der Projektzeit war es und ist es immer



noch, den laufenden Vorlesungsbetrieb durch die umfangreiche Programmierarbeiten nicht zu vernachlässigen, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben. In Zukunft könnte durch Triangulation mit mehreren Messgeräten eine genau Detektion von Infraschallquellen wie bspw. Erdbeben, Gewitter oder Sonstiges stattfinden.

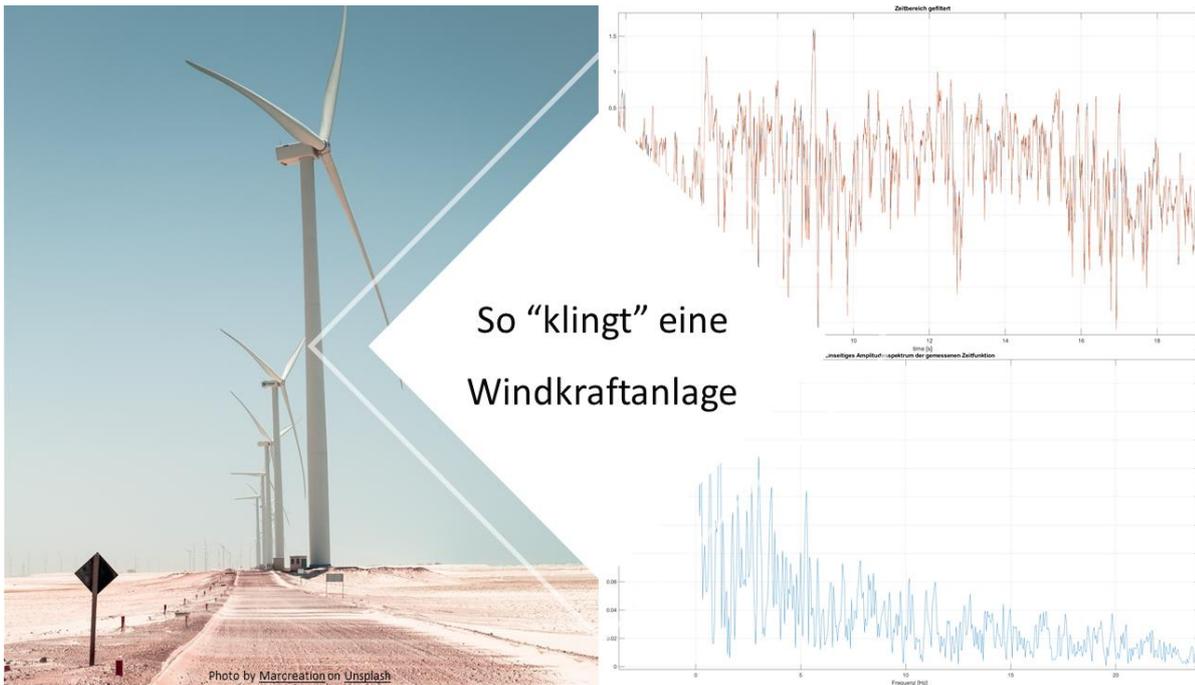


Diagramm oben: Original-Signal (Zeitbereich), das heißt x-Achse entspricht der Zeit und y-Achse dem Druck in Pascal. Diagramm unten: Einseitiges Amplitudenspektrum - nach filtern, gewichten und dem mathematischen Algorithmus der Fast Fourier Transformation. x-Achse entspricht der Frequenz [Hertz] und y-Achse entspricht der gleichgerichteten Amplitude. Foto: Marcreation on Unsplash