

# MSS Outreach

Endbericht | Call 14 | Projekt ID 4547

Lizenz CC-BY-SA



## Inhalt

1	Einleitung	3
2	Projektbeschreibung	3
3	Verlauf der Arbeitspakete	5
	3.1 Arbeitspaket 1 - <i>Projekorganisation</i>	
	3.3 Arbeitspaket 3 – <i>Homepage Redesign</i>	
	3.5 Arbeitspaket 5 - Laufender Betrieb	
	3.7 Arbeitspaket 7 – Dokumentation	
4	Liste Projektendergebnisse	.13
5	Verwertung der Projektergebnisse in der Praxis	.15
6	Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung	.16
7	Eigene Projektwebsite	.16
8	Geplante Aktivitäten nach netidee-Projektende	.16
9	Anregungen für Weiterentwicklungen durch Dritte	.16
1	0 Danksagung	.17



### 1Einleitung

Dieser Abschlussbericht beschreibt die Arbeiten, die im Rahmen des Projekts MSS Outreach vom November 2019 bis Ende April 2021 durchgeführt wurden. Ziel des Projekts war es, den Online Auftritt des MSS Netzwerks zu verbessern, um eine breite Interessensgruppe anzusprechen und die Möglichkeit eines langfristigen Betriebs des MSS Netzwerks zu verbessern.

## 2 Projektbeschreibung

Das Macroseismic Sensor Netzwerk (MSS Netzwerk) ist ein dichtes Netz von seismischen low-cost Sensoren, die im südlichen Wiener Becken und seiner Umgebung aufgestellt sind. Mit den Sensor-Daten wird die maximale Bodengeschwingigkeit (peak-ground velocity, PGV) berechnet sowie seismische Ereignisse detektiert. Die PGV und die Ereignisse werden in annähernd Echtzeit auf der Homepage <a href="https://www.macroseismicsensor.at/">https://www.macroseismicsensor.at/</a> in einer interaktiven Karte dargestellt.

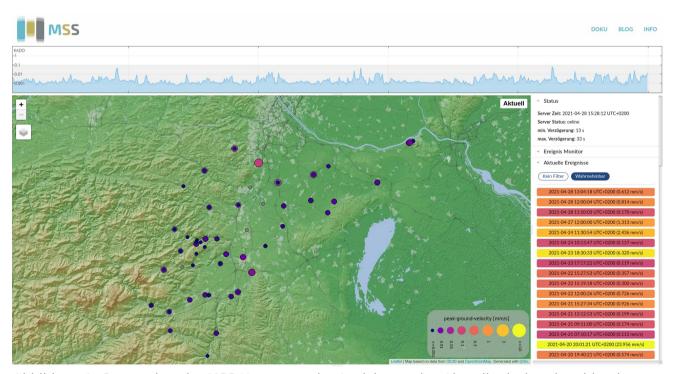


Abbildung 1: Screenshot der MSS Homepage im Ansichtsmodus Aktuell mit der eingeblendeten Zeitreihe der Station KADO.



Zum Zeitpunkt des Projektbeginns existierte die Datenauswertung und -visualisierung in einer rudimentären Version, die die aktuellen PGV Werte der seismischen Stationen sowie die letzten 5 detektierten seismischen Ereignisse auf einer statischen Karte anzeigte.

Das Ziel des Projekts *MSS Outreach* war eine Verbesserung der Darstellung und Kommunikation der mit dem MSS Netzwerk aufgezeichneten Daten und den darauf basierenden Auswertungen.

Die Infrastruktur des MSS Netzwerks besteht aus drei grundlegenden Komponenten, den im Messgebiet verteilten Macroseismic-Sensoren (MSS), einer Backend Software auf einem zentralen Server für die Datenauswertung und einer browser-basierten Client Software zur Visualisierung der Daten und Auswerteergebnisse. Die Backend Software übernimmt die Sammlung der von den MSS über das Internet gesendeten Daten, deren Auswertung und die Bereitstellung der Daten und Auswerteergebnisse über eine Websocket-Schnittstelle für die Client Software. Die Backend Software, die Client-Sofware sowie die Homepage, auf der die Client-Software aufgerufen werden kann, wurden im Rahmen des Projekts überarbeitet bzw. neu erstellt.

Die Backendsoftware *mss\_dataserver* wurde auf die Verwendung einer mariaDB Datenbank zur permanenten Speicherung der Auswerteergebnisse sowie der Metadaten (z.B. Stationskoordinaten, Zuordnung der Sensoren zu Stationen, ...) des seismischen Netzwerks umprogrammiert. Weiters wurde der Algorithmus zur Detektion seismischer Ereignisse überarbeitet, an die Verwendung der Datenbank angepasst und mit synthetischen sowie realen Daten getestet.

Nach der abgeschlossenen Detektion eines seismischen Ereignisses werden neben den bereits in der Datenbank gespeicherten grundlegenden Kenngrößen (z.B. Start- und Endpunkt, max. PGV des Ereignisses) weitere Parameter (z.B. zeitlicher Verlauf der PGV Werte) automatisiert berechnet und im GeoJSON Dateiformat auf dem Server abgespeichert.

Die browserbasierte Client-Software *mss-vis* wurde erweitert um eine interaktive Darstellung der aktuellen Messdaten sowie der in der Datenbank archivierten seismischen Ereignisse darzustellen. Die wichtigsten Erweiterungen sind:

- Darstellung der aktuellen PGV Werte mit einer Verzögerung zwischen ca.
   10 und 30 Sekunden.
- Interaktive Karte mit auswählbaren Hintergrundkarten;
- Darstellung der PGV Zeitreihe für ausgewählte Stationen;
- Zugriff auf die Ereignisse der letzten 30 Tage;
- Darstellung der PGV Werte der archivierten Ereignisse auf der Karte;
- Darstellung der Zeitreihe der PGV Werte der Ereignisse auf der Karte.



Die Visualisierungen sind auf der neu gestalteten Homepage <a href="https://www.macroseismicsensor.at/">https://www.macroseismicsensor.at/</a> abrufbar. Beispielansichten der Homepage sind in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt.

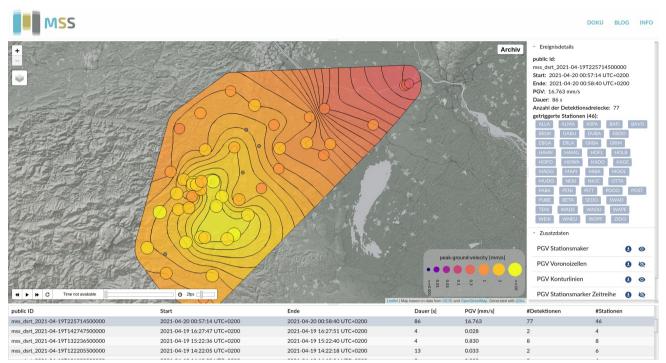


Abbildung 2: Screenshot der MSS Homepage im Ansichtsmodus Archiv. Es werden die Daten des Erdbebens am 20. April 2021 um 00:57:14 angezeigt. Die dargestellten Daten sind die interpolierten PGV Werte als Konturflächen sowie die an den Stationen gemessenen PGV Werte als Kreissymbole.

## 3 Verlauf der Arbeitspakete

#### 3.1 Arbeitspaket 1 - Projekorganisation

Die Erstellung des Zwischenberichts erfolgte mit einer einmonatigen Verspätung. Diese ergab sich aus den Einflüssen der Covid-19-Pandemie auf das Projekt "Noise of Thaw" des Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS) an dem die Mertl Research GmbH beteiligt ist. Durch grundlegende Änderungen im Zeitplan und der Arbeitsverteilung musste diesem Projekt in den Monaten März bis Juni die Priorität gegeben werden, um die Produktion von 6 seismischen Datenrekordern für eine Installation in Grönland zu ermöglichen. Diese Datenrekorder sind eine Weiterentwicklungen des Netidee Projekts "CEON" des Förderjahrs 2013.

Diese Verzögerung konnte im Laufe des restlichen Projektzeitraums nicht mehr eingearbeitet werden und der Abschluss des Projekts verzögerte sich um ca. 2 Monate.

Bei der Organisation und Durchführung des Arbeitspakets 4 – Abschluss- und Projektarbeiten kam es durch die starke Beeinträchtigung des Lehrbetriebs an Schulen durch die Covid-19 Pandemie zu Adaptionen bei der Durchführung und den Projektergebnissen.



#### 3.2 Arbeitspaket 2 - Backend Software

Die bestehende Python Backend Software mss\_dataserver wurde refaktorisiert und auf die Verwendung einer Datenbank zur Speicherung relevanter Daten wie den Metadaten der seismischen Stationen oder der detektierten seismischen Ereignisse umgestellt. Für jedes detektierte Ereignis werden zusätzlich zur Speicherung der Daten in der Datenbank alle relevanten Metadaten des Ereignisses, die Originaldaten der Detektion sowie die originalen Seismogrammdaten im JSON bzw. Miniseed Dateien gespeichert.

Basierend auf diesen Grunddaten wurde die Berechnung und Erstellung von Zusatzdaten zu den detektierten Ereignissen implementiert. Die Zusatzdaten werden im GeoJ-SON Dateiformat abgespeichert. Die folgenden Zusatzdaten werden automatisiert berechnet:

- maximale PGV Werte des Ereignisses pro Station;
- Voronoizellen des Stationsnetzwerks mit maximalen PGV Werten;
- Konturlinien der mit der Kriging Methode interpolierten max. PGV Werte des Ereignisses;
- maximale PGV Werte des Ereignisses pro Station als Zeitreihe mit einem Samplingintervall von 1 Sekunde;
- Voronoizellen des Stationsnetzwerks mit maximalen PGV Werten als Zeitreihe mit einem Samplingintervall von 1 Sekunde.

Aus den Zusatzdaten können mit der Backend Software automatisiert Bilder und Animationen zur Darstellung der Daten erstellt werden. Diese Visualisierungen können zur detaillierten Besprechung ausgewählter Ereignisse im MSS Blog verwendet werden. Diese Funktionalität hat sich bei der Erdbebensequenz im Wiener Becken im März und April 2021 bewährt. Siehe dazu die Blog Einträge auf der MSS Homepage:

- https://www.macroseismicsensor.at/review/erdbeben\_neunkirchen/
- https://www.macroseismicsensor.at/review/ erdbeben neunkirchen 20 april/.

Die Bereitstellung der aktuellen Messdaten sowie der detektierten Ereignisse und den Zusatzdaten erfolgt über eine Websocket Schnittstelle. Die Validierung der Websocket Kommunikation erfolgt mit dem Python Paket <u>pydantic</u>.

Für den Test der Software wurden Unit-Tests, synthetische Testdaten sowie Abläufe für kontrollierte Testabläufe mit bekannten Testdaten im Echtzeitbetrieb entwickelt. Der Test der Software im Echtzeitmodus, die daraus folgende Fehlersuche und Adaptierung der Software erwies sich als zeitaufwendiger als erwartet.

Die Lokalisierung der detektierten Ereignisse mit amplituden-basierten Methoden wurde als Software von Ewald Brückl implementiert, allerdings noch nicht in die automatisierte Auswertung übernommen, da die Lokalisierung nicht für alle Ereignisse klare Ergebnisse liefert und eine manuelle Durchsicht der zu lokalisierenden Ereignisse noch notwendig ist.



#### 3.3 Arbeitspaket 3 - Homepage Redesign

Das Homepage Redesign umfasst die <u>Vue.js</u> Software *mss-vis* zur Visualisierung der Daten des MSS Netzwerks sowie die Einbettung dieser Webapplikation in einer statischen, mit <u>Jekyll</u> erstellten Homepage (<u>https://www.macroseismicsensor.at/</u>).

Das Redesign startete mit einem gemeinsam mit dem Designer Lilo Krebernik durchgeführten Screendesign sowie dem Entwurf eines neuen MSS Logos. Basierend auf dem Screendesign wurde die Software mss-vis weiterentwickelt. Als Framework für die GUI Elemente der mss-vis Software wurde das Vue.js UI Framework Wave UI verwendet. Für die Hompage, in die mss-vis eingebettet ist, wurde das Foundation 6 Framework verwendet. Damit ergibt sich eine visuelle Unterscheidung zwischen dem interaktiven und dem statischen Teil der Homepage.

Als Design-Prämisse galt, dass alle Daten und Konfigurationsmöglichkeiten immer auf einem Bildschirm sichtbar sein sollen. Eine verschachtelte Menüführung oder eine Aufspaltung in viele Unterseiten sollte vermieden werden. Da die Basisdaten des MSS Netzwerks, die Seismogramme der Bodengeschwindigkeit, eine starke Verwandtschaft zu Audiodaten haben, orientiert sich das Screendesign an den Benutzeroberflächen von Audio- und Videoschnitt Software. Der Bildschirm wird in Bereiche unterteilt, deren Größe von den Benutzer\*innen je nach persönlichem Bedarf angepasst werden können. Die in den Bereichen angezeigte Information ist kontextabhängig.

Die mss-vis Software bietet über die beiden Ansichtsmodi *Aktuell* und *Archiv* Zugriff auf die aktuellen PGV Daten des MSS Netzwerks bzw. Zugriff auf die detektierten seismischen Ereignisse der letzten 30 Tage. Die Trennung der beiden Ansichtsmodi erfolgt visuell über die Verwendung von farbigen und entsättigten Hintergrundkarten für den Aktuell- und Archiv-Ansichtsmodus (siehe Abbildung 1 und Abbildung 2).

Die darzustellenden Daten werden über eine Websocket Schnittstelle von der mss\_dataserver Software, die auf dem Server mss.mertl-research.at läuft, zu Verfügung gestellt. Der Datenaustausch über die Websocket Schnittstelle erfolgt mit komprimierten JSON bzw. GeoJSON Dateien.

Die GeoJSON Dateien können unkompliziert mit Leaflet.js auf der interaktiven Karte dargestellt werden. Ein weitere Vorteil der Verwendung des GeoJSON Dateifomats ist die Unterstützung von Zeitreihen durch das Leaflet Plugin <u>Leaflet TimeDimension</u>. Alle GeoJSON Dateien können über die Homepage heruntergeladen werden und zum Beispiel in Geoinformationssystemen oder mit dem Packet <u>GeoPandas</u> in Python eingelesen werden.

Die Implementierung der interaktiven Karte mit <u>Leaflet.js</u> erfolgte im Rahmen einer Projektarbeit am TGM Wien.

#### 3.4 Arbeitspaket 4 - Abschluss- und Projektarbeiten

Der Ablauf diese Arbeitspakets wurde stark durch die Dynamik der Covid-19 Pandemie beeinflusst. Durch die starken Einschränkungen des Lehrbetriebs der Schulen wurde die Durchführung geplanter Projekte verhindert bzw. mussten umstrukturiert werden.



Trotz allem konnten während des Projektzeitraums drei Projekte mit dem TGM Wien durchgeführt bzw. gestartet werden.

#### **TGM Wien**

Mit dem TGM Wien, Abteilung Informationstechnologie konnten in Kooperation mit Walter Rafeiner-Magor zwei Projekte im Sommersemester 2020 und Wintersemester 2020/2021 abgeschlossen, sowie ein weiteres Projekt im Sommersemester 2021 gestartet werden. Für alle Projekte wurde ein Lastenheft erstellt, das die Basis der von den Schülern selbständig durchgeführten Programmentwicklung bildete. Die Entwicklung wurde in enger Einbeziehung von Stefan Mertl mit Methoden des agilen Projektmanagements durchgeführt.

Das Projekt im Sommersemester 2020, das die Verbesserung der mss-vis Software als Ziel hatte, wurde von 5 Schülern durchgeführt. Es wurde zwar außerplanmäßig frühzeitig Mitte Mai abgeschlossen, die Arbeit der Schüler lieferte aber wichtige Impulse für die mss-vis Software, vor allem die Eingliederung der kartographischen Darstellung mit Leaflet, eine Refaktorisierung des Quellcodes

Das Projekt im Wintersemester 2020/2021, an dem ebenfalls 5 Schüler beteiligt waren, hatte die Entwicklung eines Webservice Servers für die Bereitstellung der archivierten Daten des MSS Netzwerks zum Ziel. Das Projekt wurde mit der Bereitstellung einer funktionierenden Proof-of-Concept Software, die Daten des MSS Netzwerks aus JSON Dateien einliest und entsprechend dem FDSN Standard für seismologische Webservices zu Verfügung stellt.

Das Folgeprojekt im Sommersemester 2021, das vom Team des Wintersemesters 2020 durchgeführt wird, beinhaltet die Verbesserung der Webservice Software in Richtung einer im Routinebetrieb einsetzbaren Serversoftware. Die bereitzustellenden Daten sollen aus der MSS Datenbank ausgelesen werden und der nicht dem FDSN Standard entsprechende Zugriff auf die MSS Ereignis-Zusatzdaten soll implementiert werden.

#### **HTL Wiener Neustadt**

Bei der Zusammenarbeit mit der HTL Wiener Neustadt war vor allem die Produktion von 10 Macroseismic Sensoren im Rahmen des Lehrbetriebs geplant. Die Produktion der MSS wurde zuvor schon öfters gemeinsam mit der HTL Wiener Neustadt durchgeführt. Im Projektzeitraum war allerdings der dafür notwendige Präsenzunterricht nicht möglich oder nur sehr schwer planbar, und deshalb konnte der geplante Bau der MSS nicht durchgeführt werden. Besonders bitter war es, dass Anfang Herbst die Zeichen für eine Durchführung gut standen und die gesamten Vorbereitungen aber durch den erneuten Lockdown wieder verworfen werden mussten.

Dadurch ergab sich in weiterer Folge auch eine Problem für die geplante Initiierung einer Bachelor- oder Masterarbeit an der TU Wien, da dafür die zusätzlichen MSS benötigt worden wären.



#### Bachelor- bzw. Masterarbeit

Wie bereits oben beschrieben wurde nach den Problemen mit der Produktion der MSS Sensoren im Herbst auf die Initiierung der Bachelor- oder Masterarbeit an der TU Wien verzichtet. Zum einen, da die Arbeit auf der Verwendung der zusätzlichen MSS beruht hätte, zum anderen, da an der Universität die notwendige Präsenz vor Ort und die notwendige, direkte Arbeit mit Student\*innen nur sehr schwer möglich gewesen wäre und den Zeitrahmen des Projekts zu sehr belastet hätte.

Ich habe mich deshalb beschlossen, als Alternative ein Redesign der Macroseismic Sensoren durchzuführen und so einen schnell Start der geplanten Projekte bei günstigeren Rahmenbedingungen zu ermöglichen.

#### **Macroseismic Sensor Redesign**

Der Macroseismic Sensor ist eine Entwicklung aus mehreren Projekten, die gemeinsam mit Schulen durchgeführt wurden. Im Laufe des Routinebetriebs des MSS Netzwerks haben sich einige Designänderungen angeboten, die die Montage, Wartung und Fehlerbehebungen der MSS erleichtern würden. Weiters sollte mit dem Redesign die Produktion des MSS effizienter gestaltet und verstärkt auf industriell gefertigte Bauteile zurückgegriffen werden. Diese Vorgaben wurden bei der Neuentwicklung der elektronischen Platine und des Gehäuses des MSS berücksichtigt.

Das MSS Gehäuse bietet nun Platz für 3 Geofone, die Wartung kann ohne eine Demontage des Sensors erfolgen, der Status der Datenakquisition und Telemetrie wird über LEDs angezeigt, das Gehäuse verfügt über einen transparenten Deckel für die Statuskontrolle und die elektronischen Komponenten können als Modul getauscht werden.

Die MSS Software wurde für die LED Statuskontrolle angepasst und es wurde ein funktionierender Prototyp inklusive Gehäuse angefertigt (siehe Abbildung 3) sowie die notwendigen Bauteile (Gehäuse, elektr. Platinen, elektr. Bauteile) für 7 neue MSS besorgt. Durch Verteuerungen der Geofone, die nicht in der Planung eingerechnet war wurde die Reduktion von 10 auf 7 Stück notwendig.

Die Endfertigung der Geräte ist für die kommenden Monate geplant. Der Abschluss der Produktion der MSS konnte im Projektzeitraum nicht vollständig abgeschlossen werden, da geplant war, dass die Fertigung durch die HTL Wiener Neustadt übernommen wird. Dies war wie schon oben angeführt aufgrund des erschwerten Lehrbetriebs nicht möglich.



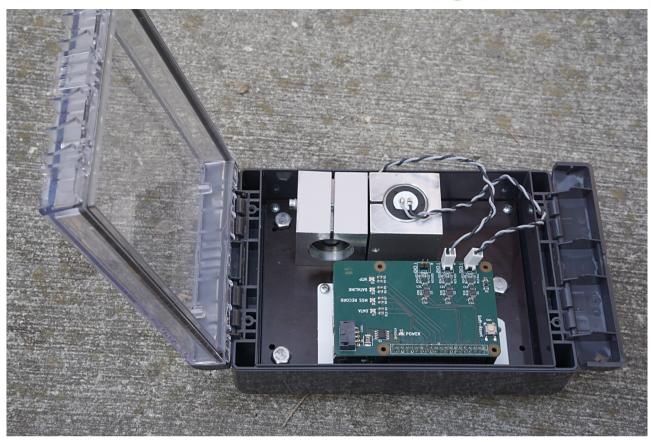


Abbildung 3: Prototype des neuen MSS.

#### 3.5 Arbeitspaket 5 - Laufender Betrieb

Beim Betrieb des MSS Netzwerks von Jänner 2020 bis April 2021 lag die Stationsverfügbarkeit im Schnitt bei ca. 92 % der insgesamt 50 Stationen.

Die Wartung und Fehlerbehebung bei defekten Stationen wurde durch Peter Carniel und Ewald Brückl übernommen. Während den Lockdowns wurden keine Wartungsarbeiten der Stationen vor Ort durchgeführt. Es zeigte sich, dass das MSS Netzwerk während dieser Zeit verlässlich operierte und keine außergewöhnlichen Datenausfälle auftraten. Im November 2020 sankt die Verfügbarkeit kurzfristig auf ca. 77 % ab. Die Funktionsfähigkeit des Netzwerks war mit den verbleibenden Stationen aber noch einwandfrei gegeben.

Während des Projektzeitraums wurden drei zusätzliche Stationen in Neunkirchen (NKJC) und Hainburg (HAMG, HAHN) in Betrieb genommen. Die Installation in Neunkirchen am 27.5.2020 kam nach der Projektpräsentation beim Netidee Springtalk zustande. Die Station wird durch den Sohn eines Netidee Projektleiters betreut.

Die beiden Stationen in Hainburg wurden am 10.2.2021 installiert. In diesem Fall trat die <u>Bürgerinitiative Pfaffenberg</u> mit dem Wunsch zusätzliche Stationen im Gebiet Hainburg zu installieren, um die durch die Sprengarbeiten des Steinbruchs der Hollitzer Baustoffwerke im Wohngebiet hervorgerufenen Bodenerschütterungen zu beobachten.



#### 3.6 Arbeitspaket 6 - Externkommunikation

Im Jänner 2020 fand ein Vortrag zur Vorstellung des MSS Netzwerks in der Landeswarnzentrale Niederösterreich statt. Es nahmen 11 Disponenten sowie 4 Personen aus dem Kreis der Rufbereitschaft der Landeswarnzentrale teil. Im Vortrag wurde vor allem auf das korrekte Lesen der Online Karte des MSS Netzwerks eingegangen und für die Landeswarnzentrale relevante Features der Webapplikation erörtert. Die Online Informationen des MSS Netzwerks wurden im Frühling 2020 in die Infoscreens der Landeswarnzentrale Niederösterreich eingebunden.

Die geplante Teilnahme an zwei wissenschaftlichen Konferenzen (EGU und PANGEO) fand aufgrund der Covid-19-Pandemie nicht statt.

Allerdings wurde Ewald Brückl eingeladen ein Kapitel im Buch "Earthquakes" des OpenAcces Verlags IntechOpen zum Thema amplitudenbasierte Lokalisierung von Erdbeben beizutragen. In diesem Beitrag haben wir das MSS Netzwerk vorgestellt und die Methodik der Auswertung beschrieben. Der Artikel ist als Open Access Artikel veröffentlicht. Das gesamte Buch wurde noch nicht publiziert, unser Artikel "Seismological Data Acquisition and Analysis within the Scope of Citizen Science" ist aber bereits als *Online First* Variante auf der Homepage des Verlags abrufbar. Die Publikationskosten von rund 2000 Euro wurden durch Ewald Brückl und vom ihm angeworbenen Sponsoren (Österreichische Geophysikalische Gesellschaft, Niederösterreichische Landesregierung) übernommen.

Die mit dem MSS Netzwerk aufgezeichneten Sprengerschütterungen des Steinbruchs Dürnbach/Wopfing und Pfaffenberg/Hainburg wurden regelmäßig durch das MSS Team ausgewertet und einerseits dem Steinbruchbetreiber des Steinbruchs Dürnbach, der Baumit GmbH, andererseits der Bürgerinitiative Pfaffenberg zu Verfügung gestellt.

Im März und April 2021 fanden mehrere starke Erdbeben, die großräumig von der Bevölkerung wahrgenommen wurden, im Gebiet des MSS Netzwerks statt. Für diese Erdbeben wurden Blogeinträge mit detaillierten Auswertungen auf der Projekthomepage veröffentlicht.

Im Zuge der erhöhten Seismizität wurde vom vom Amt der NÖ Landesregierung, Abteilung Feuerwehr und Zivilschutz eine Aussendung der Landeswarnzentrale sowie ein Update Hompage der Landesregierung Niederösterreich gemacht. In diesen Beiträgen wird auf die Arbeit des macroseimicsensor.at hingewiesen (https://www.noe.gv.at/noe/Katastrophenschutz/Erdbeben.html).

Als Reaktion auf den Intech Open Artikel wurde Ewald Brückl von der Zeitschrift "Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation" eingeladen einen Beitrag zum Thema des MSS Netzwerks zu gestalten. Für diesen Beitrag werden wir den hervorragenden Datensatz der Bebensequenz im März und April aufarbeiten.



#### 3.7 Arbeitspaket 7 - Dokumentation

Für die Benutzer\*innen der Homepage <u>www.macroseismicsensor.at</u> wurde eine ausführliche Dokumentation erstellt. Die Dokumentation ist in die Homepage unter dem Menüpunkt *Doku* (<u>https://www.macroseismicsensor.at/doc/overview/</u>) integriert. Diese beschreibt den Umgang mit der interaktiven Karte, die Instrumentierung sowie die verwendete Methodik. Des weiteren ist eine Bibliographie der auf das MSS Netzwerk bezogenen Publikationen verfügbar.

Der Quellcode der für das MSS Netzwerk entwickelten Software ist auf der Github Seite <a href="https://github.com/macroseismic-sensor-network">https://github.com/macroseismic-sensor-network</a> verfügbar. Die Dokumentation des Python Quellcodes mss\_dataserver erfolgte über Docstrings im <a href="https://www.numpy.costring.org/">Numpy Docstring.org/</a> in eine HTML Dokumentation konvertiert. Für das parsen der Numpy Docstrings wurde die Sphinx Extension sphinx.ext.napoleon verwendet.

Der Quellcode der Jekyll Homepage bedarf keiner ausführlichen Dokumentation. Er besteht aus HTML Vorlagedateien im Kramdown Format unter Verwendung der <u>Liquid</u> Template Spache. Die Erstellung der MSS Homepage mit Jekyll folgt dem in der <u>Jekyll Dokumentation</u> gut beschriebenem Ablauf. Die Verzeichnisstruktur und der generelle Ablauf zur Erstellung der Homepage sind in der Github README Datei dokumentiert.

Der Hauptfokus bei der Dokumentation der mss-vis Software lag in der Benutzer\*innen-Dokumentation, die die Handhabung der interaktiven Karte und die Interpretation der dargestellten Daten beschreibt. Diese ist in der Dokumentation auf der MSS Homepage inkludiert. Des weiteren werden durch Blog Einträge auf der MSS Homepage aktuelle Ereignisse mit Bildern und Animationen beschrieben, um Muster für die Interpretation bestimmter seismischer Ereignisse bereitzustellen. Die Dokumentation des Quellcodes ist unter Verwendung des Javascript Pakets <a href="mailto:sphinx-js">sphinx-js</a> geplant, ist jedoch aus Zeitgründen noch nicht durchgeführt.

Die Erstellung der Dokumentation des Quellcodes und der Handhabung durch Benutzer\*innen ist sehr zeitintensiv und wurde bei der Projektplanung stark unterschätzt. Besonders, da die Entwicklungen für MSS Outreach auf einer bereits bestehenden Software, die noch nicht nach einem fixen Standard dokumentiert war, aufbaute, ergab sich in diesem Arbeitspaket ein erhöhter Arbeitsaufwand.



## 4Liste Projektendergebnisse

1	Projektzwischenbericht	CC-BY-SA	https:// www.netidee.at/ mss-outreach
2	Projektendbericht	CC-BY-SA	https:// www.netidee.at/ mss-outreach
3	Entwickler*innen - Dokumentation  Dokumentation mss_dataserver	CC-BY-SA	https:// macroseismic- sensor- network.github.io/ mss_dataserver/
4	Anwender*innen-Dokumentation  Dokumentation der Handhabung der mss-vis Software sowie der verwendeten Methodiken.  Dokumentation von mss_dataserver.	CC-BY-SA	https:// www.macroseismi csensor.at/doc/ overview/
5	Projektzusammenfassung	CC-BY-SA	https:// www.netidee.at/ mss-outreach
6	Dokumentation Externkommuni- kation Blog Einträge auf dem Netidee Blog.	CC-BY-SA	https:// www.netidee.at/ mss-outreach
7	Software mss_dataserver  Backend Software für die Datensamm- lung der Daten des MSS, deren Aus- wertung und Archvierung sowie die Bereitstellung der Daten über eine Websocket Schnittstelle.	GPL-3.0	https:// github.com/ Macroseismic- Sensor-Network/ mss_dataserver

netic	lee
	PROJEKTE

8	Software mss-vis Webapplikation für die Visualisierung der Daten des MSS Netzwerks in einer interaktiven Karte.	GPL-3.0	https:// github.com/ Macroseismic- Sensor-Network/ mss_vis
9	MSS Homepage	CC-BY-SA	https:// www.macroseismi csensor.at/
10	Projektarbeiten TGM Wien  Die Beiträge zur Erweiterung der mssvis Software sind in die mss-vis Software im MSS Github Repository integriert.  Die Entwicklung der webservice Soft-	GPL-3.0	https:// github.com/ Macroseismic- Sensor-Network
	ware ist derzeit noch nicht abge- schlossen und wird über ein privates Github Repository abgewickelt. Nach dem Abschluss des Schulprojekts wird der webservice Quellcode auf der MSS Github Seite veröffentlicht.		
11	Projektarbeit HTL Wiener Neustadt  Die Projektarbeit konnte aufgrund der Auswirkungen der Covid-19 Pandemie auf den Lehrbetrieb nicht durchgeführt werden.		
12	Eventkatalog und PGV Werte  Der Eventkatalog ist auf der Homepage verfügbar.  Die Daten der archivierten Ereignisse können als GeoJSON Dateien heruntergeladen werden.	CC-BY-SA	https:// www.macroseismi csensor.at/
13	MSS Homepage Quellcode  Jekyll Quellcode der MSS Homepage.	GPL-3.0	https:// github.com/ Macroseismic- Sensor-Network/



			mss_homepage
14	MSS Hardware Redesign der MSS ADC Platine.	CERN- OHL-S Version 2	https:// github.com/ Macroseismic- Sensor-Network/ mss_adc_shield
15	Wissenschaftlicher Artikel  E. Brückl, P. Carniel, S. Mertl, und R. Meurers, "Seismological Data Acquisition and Analysis within the Scope of Citizen Science", in Earthquakes, IntechOpen, 2021.  Dieser Artikel dokumentiert die für mss_dataserver und mss-vis verwendeten Methoden.	CC-BY	http://doi.org/ 10.5772/ intechopen.95273

# 5 Verwertung der Projektergebnisse in der Praxis

- Das MSS Netzwerk läuft mit 50 Stationen im Routinebetrieb.
- Die Daten werden auf der Homepage <u>www.macroseismicsensor.at</u> in annähernd Echtzeit visualisiert und zum Download bereitgestellt.
- Die Informationen des MSS Netzwerks sind auf den Infoscreens der <u>Landeswarnzentrale Niederösterreich</u> integriert.
- Die seismischen Ereignisse der Sprengarbeiten des Steinbruchs Dürnbach der Baumit GmbH in Wopfing werden automatisiert ausgewertet und in ein Dokumentationssystem der Baumit GmbH eingespielt. Zusätzlich werden routinemäßig von Ewald Brückl und Peter Carniel die Sprengdaten ausgewertet und der Baumit GmbH zu Verfügung gestellt.
- Die seismischen Ereignisse der Sprengarbeiten des Steinbruchs Pfaffenberg der Hollitzer Baustoffwerke in Hainburg werden von Ewald Brückl und Peter Carniel ausgewertet und der Bürgerinitiative Pfaffenberg zu Verfügung gestellt.
- Die Daten und Entwicklungen des MSS Netzwerks werden für wissenschaftliche Publikationen verwendet.
- Die Softwareentwicklungen des MSS Netzwerks werden für Projektarbeiten am TGM Wien verwendet.



## 6Öffentlichkeitsarbeit/ Vernetzung

Die Öffentlichkeitsarbeit und Vernetzung ist in Abschnitt 3.6 Arbeitspaket 6 – Externkommunikation beschrieben.

## 7 Eigene Projektwebsite

https://www.macroseismicsensor.at/

https://github.com/Macroseismic-Sensor-Network

## 8Geplante Aktivitäten nach netidee-Projektende

Der wichtigste Schritt für die nahe Zukunft ist es die jährlichen Fixkosten des MSS Netzwerks, der sich hauptsächlich aus Kosten für die EDV-Infrastruktur, Reisekosten für die Stationswartung sowie Reparatur- und Datenmanagementarbeiten zusammensetzt. Aktuell arbeiten wir an einem Sponsoringsystem um möglichst viele Institutionen aus unterschiedlichen Bereichen anzusprechen und eine langfristige Unterstützung aufzubauen.

Die 7 zusätzlichen MSS werden entweder für die Erweiterung des MSS Netzwerks im Stadtgebiet von Wien oder die Verdichtung des bestehenden Netzwerks verwendet. Diese Netzwerkerweiterung ist für das Jahr 2021 geplant.

# 9Anregungen für Weiterentwicklungen durch Dritte

Auf der Github Seite des MSS Netzwerks (<a href="https://github.com/Macroseismic-Sensor-Network">https://github.com/Macroseismic-Sensor-Network</a>) sind alle notwendigen Informationen und die Software verfügbar, um ein seismischen Low-Cost Netzwerk aufzubauen. Die Erfahrungen zeigen, dass ein solches Netzwerk besonders im Bereich der fühlbaren seismischen Ereignisse wertvolle Daten liefert. Wir unterstützen die Initiative ein eigenständiges Netzwerk aufzubauen mit unserem Wissen und Erfahrungen.



### 10 Danksagung

Der Betrieb und die Entwicklung wäre ohne das Engagement vieler Personen, die das MSS Netzwerk mit ehrenamtlicher Arbeitsleistung direkt unterstützen oder uns bei der Erreichung unserer Ziele tatkräftig unterstützen nicht möglich.

Besonders ohne das Engagement von Ewald Brückl und Peter Carniel wäre die Durchführung des MSS Outreach Projekts nicht möglich gewesen. Die in der Abrechnung des Projekts angegebene Arbeitsleistung entspricht nur einem geschätzen Richtwert und ist mit Sicherheit deutlich geringer als die tatsächlich investierte Zeit.

Auch das Engagement des Lehrpersonals des TGM Wien (Walter Raffeiner-Magor) und der HTL Wiener Neustadt (Karl Filz, Martin Krieger und Gerald Stickler), sowie den an den Projektarbeiten teilnehmenden Schülern war für die Projekt-durchführung ausschlaggebend. Vor allem die Motivation auch unter den schwierigen Bedingungen des letzten Jahres noch Zeit für außertourliche Projektarbeiten zu finden hat mich sehr gefreut.

Und natürlich könnte das MSS Netzwerk nicht ohne die Stationsbetreiber funktionieren, die dem Service Team immer hilfsbereit entgegentreten und so einen reibungslosen Betrieb ermöglichen.

Bei Stefan Kreutzer und dem gesamten Team der Landeswarnzentrale Niederösterreich möchte ich mich für das mitreißende Interesse am MSS Netzwerk und dessen Unterstützung in vielen Bereichen bedanken.

Und zu guter Letzt danke ich natürlich dem Netidee Team für das in uns gesetzte Vertrauen.