Nachhaltige Sicherung & Digitalisierung analoger seismischer Daten

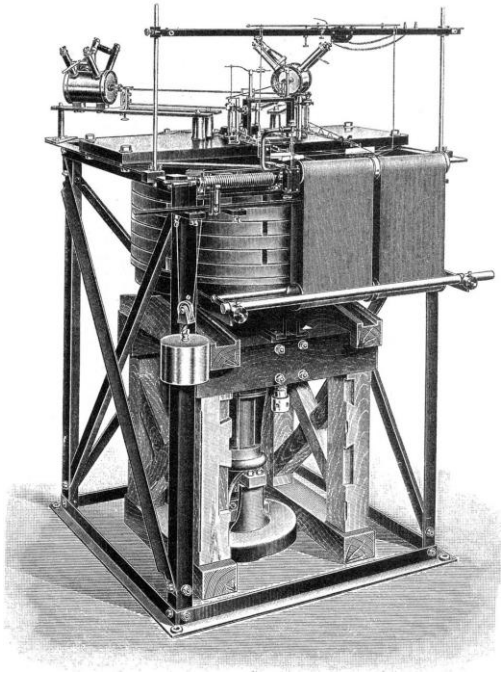
Ergebnisse der Pilotstudie

S. Donner, T. Plenefisch ; M. Bischoff, N. Gestermann, G. Hartmann, K. Stammler, D. Kaiser
G. Kulikova, F. Krüger, C. Hadziioannou

09/10.10.2026

Die Anfänge der Seismologie
Wiechert Seismographen



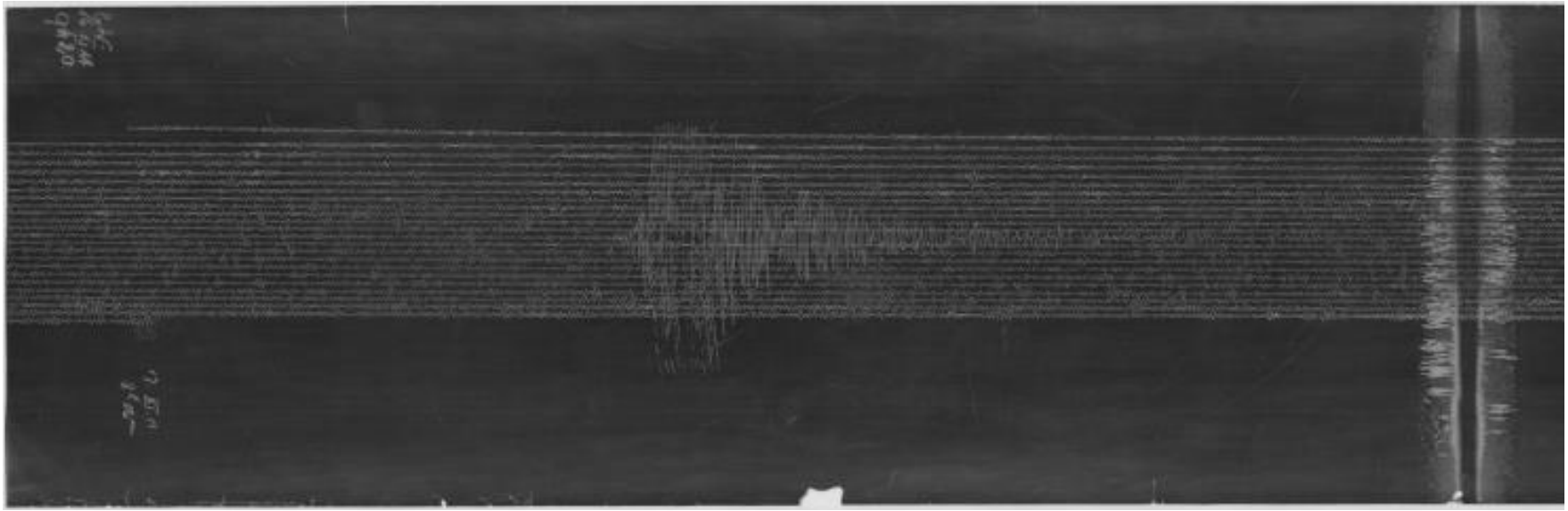


Wikipedia / Wikimedia



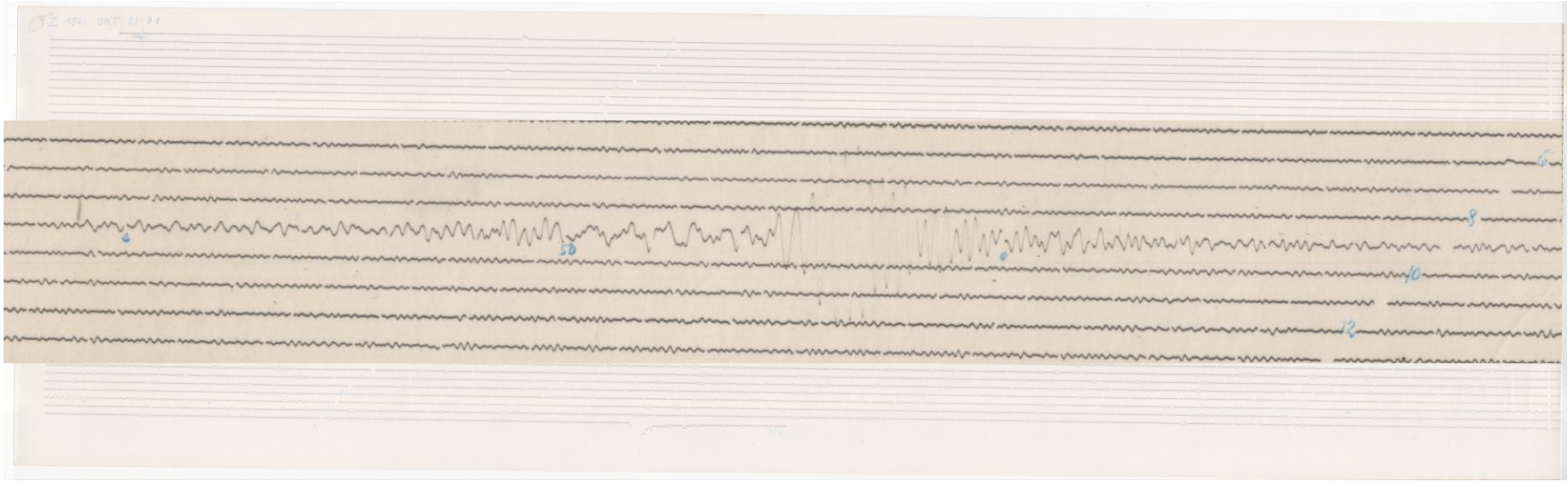
Beispiel Albstadt Erdbeben

16. November 1911 max. Intensität 8 ~ M 6.1 Station HAM, E-W Komponente

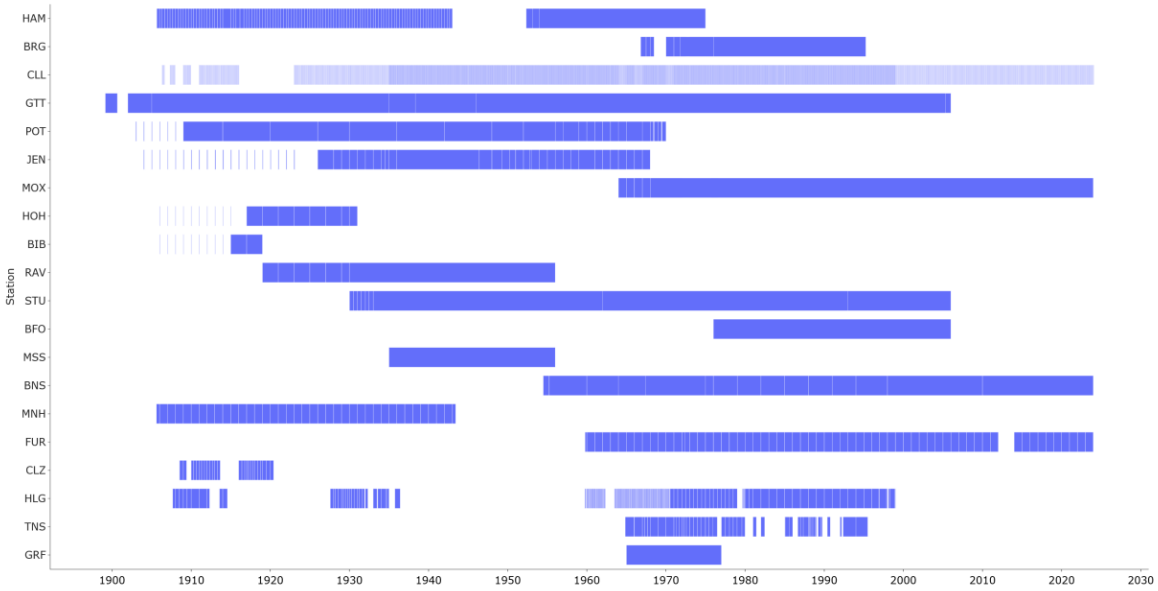


Beispiel „Zar Bombe“ (Nowaja Semlja)

30. Oktober 1961 57 Mt TNT (DPRK 2017 0.4 Mt TNT ~ mb 6.2) Station HAM, Z Komponente



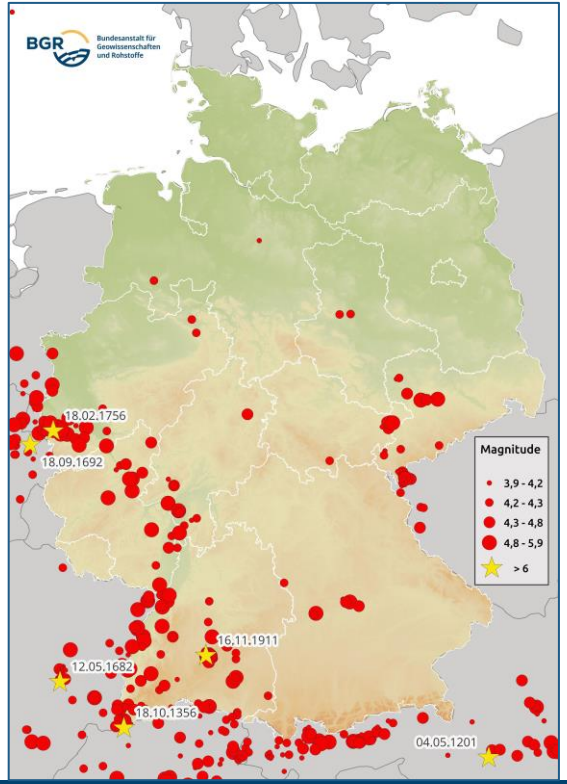
Deutscher Bestand an Papierseismogrammen

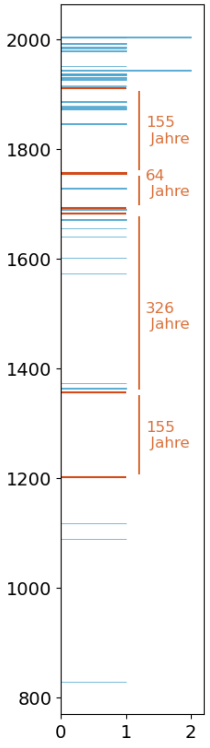


- 12 Archive in ganz Deutschland
- Daten von 20 Stationen/Standorte
- ~1.6 Mio. Seismogramme
- Zusätzl. unbekannte Zahl an Film-registrierungen, Magnetbändern, Stationsbüchern, Bulletins, …

Das ist weltweit einer der hochwertigsten und zahlenmäßig umfangreichsten Datensätze aus der Frühzeit der Seismologie!

Deutschland und die Intraplattenseismizität
Wissenschaftliche und politische Bedeutung



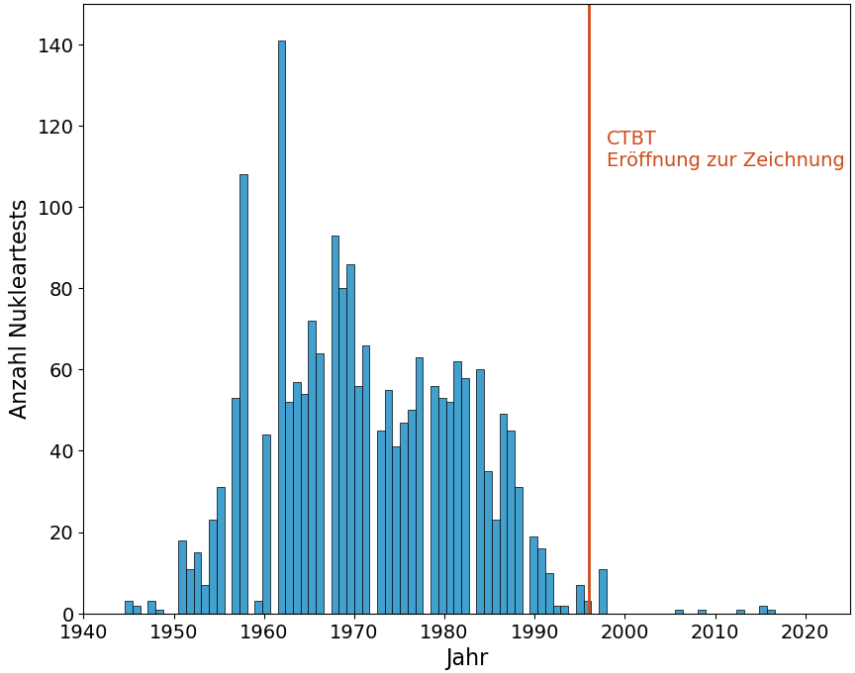


Starke Erdbeben (M~6) sind selten, aber möglich!

- Überprüfung und Vervollständigung des historischen Erdbebenkatalogs
- Seismotektonische Studien
- Studien zur seismischen Gefährdung
- Ingenieurseismologische Studien (DIN EN 1998-1/NA)
- Endlagerstandortsuche (§22 Abs. 2 Pkt. 4 Stand AG)

» Stärkung der Beratungskompetenz

Vergleichsdaten von Kernwaffentests



Der Großteil der Daten ist analog!

- Vergleichsdaten für die Analyse evtl. zukünftiger Tests
- Unterscheidung von kritischen Ereignissen
- Yield-Magnituden-Relation

» Stärkung der Beratungskompetenz

Gefährdung des Bestandes



- „herrenlose“ Archive durch schließende Institute
- Teilw. unsachgemäße Lagerung (Staub, Feuchtigkeit, Schimmel, Ungeziefer, …)
- Entsorgung beim Übergang zur Digitalisierung
- In Vergessenheit geratene Bestände

» Erste Verluste sind eingetreten.
Die Zeit drängt!

Inhalte der Pilotstudie

Ziel: Sicherung und langfristig auch Digitalisierung des umfangreichen Datensatzes an von historischen Seismogrammen, um sie für (Ressort-)Forschung und Beratungszwecken nutzen zu können.

1. Erfassung aller Bestände — Abschluss 03.2024
   - Teilbericht
   - Tabellarische Erfassung aller Bestände, inkl. Metadaten der Instrumente und Bestand an Stationsbüchern, etc.
2. Erarbeitung eines Ablaufplans zur Konservierung und Digitalisierung — Abschluss 03.2025
   - Handbuch zur Digitalisierung mit „best-practise“-Anleitung
3. Erarbeitung eines zukunftsfähigen Konzepts — Abschluss 03.2026
   - Inkl. Ressourcenabschätzung (Personal, Finanzen, IT), Zusatzinformationen und Umsetzungsmöglichkeiten

Das Kernteam



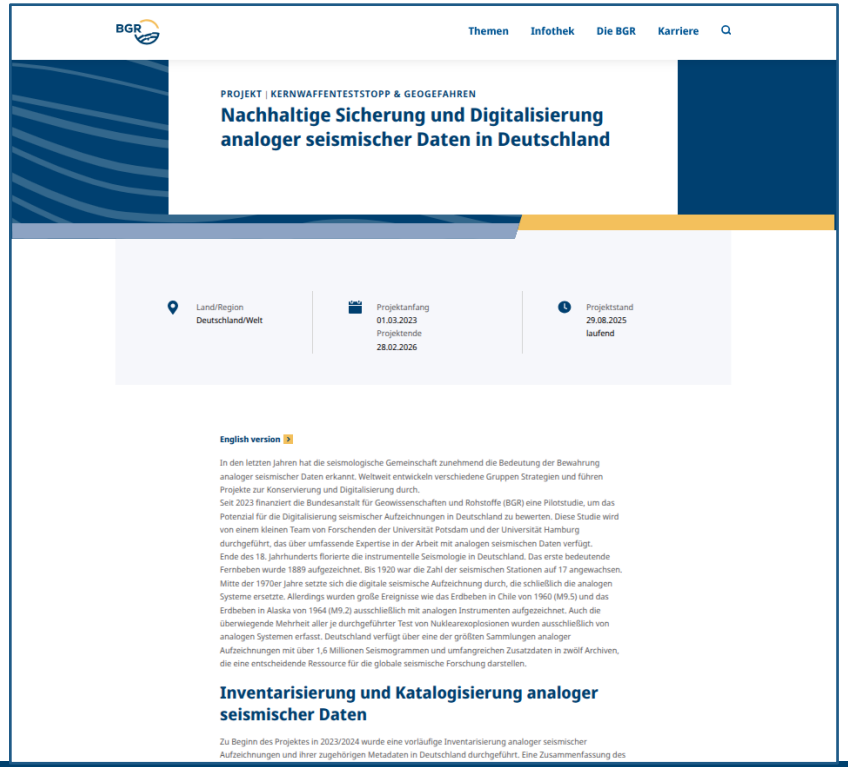
apl. Prof. Frank Krüger, Uni Potsdam

Prof. Céline Hadziioannou, Uni Hamburg

Dr. habil. Stefanie Donner, BGR Hannover

Dr. Galina Kulikova, Uni Potsdam

Projektwebseite und Mailliste



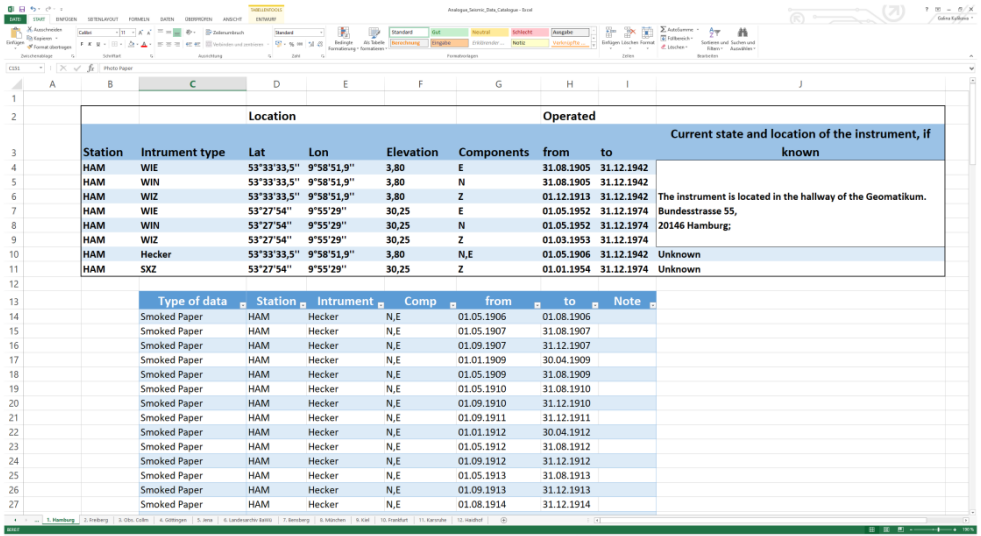
- Projektwebseite über BGR-Webseite erreichbar (auch in Englisch)
- E-Mailverteiler: *analog-seis@uni-hamburg.de* ; Anmeldung via: *https://list.uni-hamburg.de/mailman/listinfo/analog-seis*

Webseite

Mailverteiler

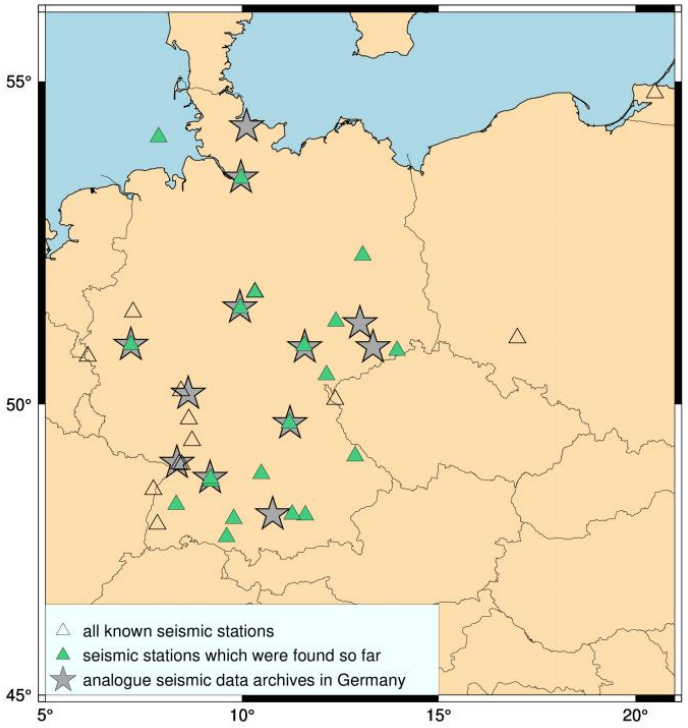
1. Bestandsaufnahme Papierseismogramme

- ~1,6 Mio. Seismogramme in 12 Archiven
- Archivliste mit Kontaktpersonen
- Detaillierte Archiv-/Bestandbeschreibungen



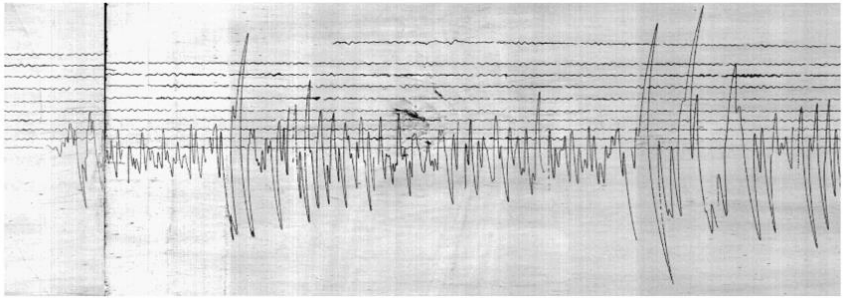
		Location				Operated		
Station	Intrument type	Lat	Lon	Elevation	Components	from	to	Current state and location of the instrument, if known
HAM	WIE	53°33'33,5''	9°58'51,9''	3,80	E	31.08.1905	31.12.1942	
HAM	WIN	53°33'33,5''	9°58'51,9''	3,80	N	31.08.1905	31.12.1942	
HAM	WIZ	53°33'33,5''	9°58'51,9''	3,80	Z	01.12.1913	31.12.1942	The instrument is located in the hallway of the Geomatikum.
HAM	WIE	53°27'54''	9°55'29''	30,25	E	01.05.1952	31.12.1974	Bundesstrasse 55,
HAM	WIN	53°27'54''	9°55'29''	30,25	N	01.05.1952	31.12.1974	20146 Hamburg;
HAM	WIZ	53°27'54''	9°55'29''	30,25	Z	01.03.1953	31.12.1974	
HAM	Hecker	53°33'33,5''	9°58'51,9''	3,80	N,E	01.05.1906	31.12.1942	Unknown
HAM	SXZ	53°27'54''	9°55'29''	30,25	Z	01.01.1954	31.12.1974	Unknown

Type of data	Station	Intrument	Comp	from	to	Note
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1906	01.08.1906	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1907	31.08.1907	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.09.1907	31.12.1907	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.01.1909	30.04.1909	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1909	31.08.1909	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1910	31.08.1910	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.09.1910	31.12.1910	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.09.1911	31.12.1911	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.01.1912	30.04.1912	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1912	31.08.1912	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.09.1912	31.12.1912	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.05.1913	31.08.1913	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.09.1913	31.12.1913	
Smoked Paper	HAM	Hecker	N,E	01.08.1914	31.12.1914	



2. Handbuch „Empfehlungen zur Prozessierung analoger Seismogramme“

Wie kommt man von hier (Papier) …



… nach hier (digitale Zeit-Amplitudenspur)?

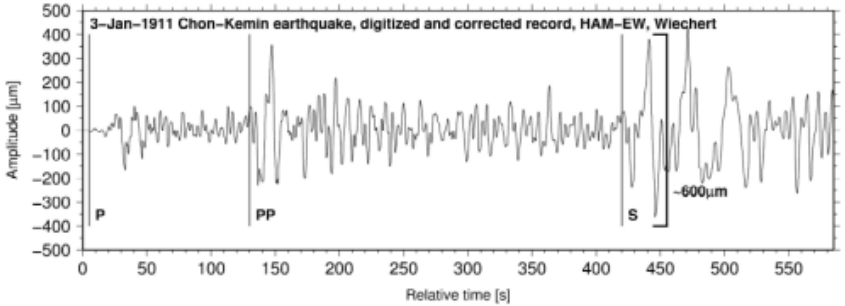
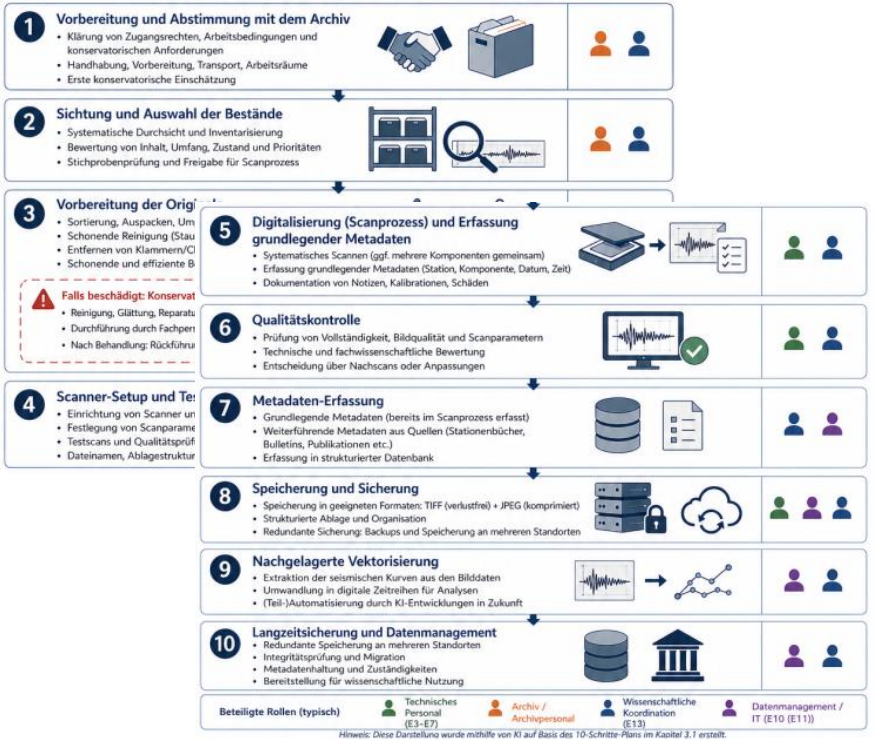


Table 4: Checklist for Handling Analog Seismic Data in Germany

Step	Task	□	Comment
1	Select the time period or an event of interest	□	
2	Examine the catalog to determine if there are any records for this period	□	If the records are not listed in the catalogue there is almost no chance that they can be found
3	Contact the archive of the interest	□	It is important to remember that this work is primarily conducted on a voluntary basis, which means that some delays are inevitable.
4	Inquire about scanning possibilities	□	You may need to organize the scanning equipment on your own.
5	Arrange a visit	□	
6	Search for the records	□	It is important to remember that the record may be incorrectly filed; therefore, verify

3. Abschlussbericht mit konzeptionellen Vorschlägen zum weiteren Vorgehen

- Informationssammlung zu ..
  - Ähnliche Projekte und Initiativen weltweit
  - Literatur und Software
  - Fachfremde Synergiepotentiale
  - Finanzierungsoptionen
- Konzeptionelle Empfehlungen inkl. Ressourcenabschätzung (Personal, Finanzen, IT-Bedarf)
  - Beispielrechnung für den Digitalisierungsaufwand eines Archives



Fazit der Pilotstudie

Vorher …

- Unklarer Umfang und Status der Bestände
- Fehlende (finanzielle) Ressourcen
- Fehlende Ansatzpunkte / Konzept
- Unzulängliche Methoden zur Vektorisierung

» Mammutaufgabe für mind. 2-3 Jahrzehnte



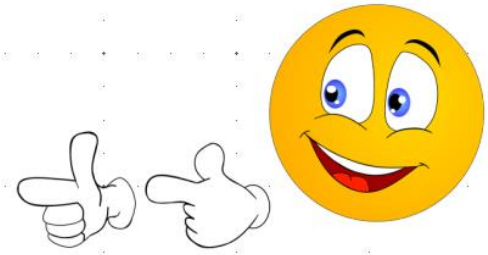
pixabay / istock

Fazit der Pilotstudie

Vorher …

- Unklarer Umfang und Status der Bestände
- Fehlende (finanzielle) Ressourcen
- Fehlende Ansatzpunkte / Konzept
- Unzulängliche Methoden zur Vektorisierung

» Mammutaufgabe für mind. 2-3 Jahrzehnte



pixabay / conmongt

Nachher …

- Bestandsaufnahme vorhanden
- Umfangreiche Informationssammlung vorhanden
- Konzept mit konkreten Ansatzpunkten zur Weiterführung vorhanden
- Erste Erfolge
- Rasante methodische Entwicklungen (KI)

» Aufgabe evtl. schon in 1-2 Jahrzehnten schaffbar

Zuarbeit aus der Gemeinschaft benötigt

Die Digitalisierung aller Bestände in allen 12 Archiven
Ist eine **Gemeinschaftsaufgabe**!

Eigeninitiative beim Scannen der Seismogramme ist gefragt
(und vorhanden).



... makes the dream work.

pixabay / geralt

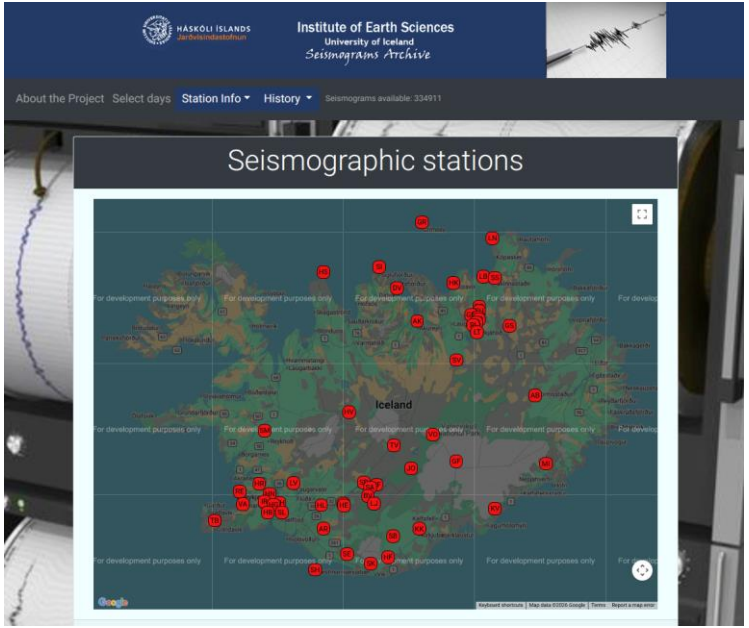
Zentrale Koordination und Server für digitalisierte Seismogramme

… inkl. Webplattform als *virtuelles Netz* seismologischer Archivbestände

- Übersicht über Archive & verfügbarer Bestände
- Zentrale Recherche- und Suchfunktion
- Vorschau und visuelle Qualitätsprüfung
- Standardisiertes Anfragesystem
- Metadaten und Kontextinformationen

Beispiel:

Institute of Earth Sciences, U Iceland



DFG – Wissenschaftl. Literaturversorgungs- und Informationssysteme (LIS)



Geplanter Antrag „Pilot Jena“

Ziel: Aufbau einer standardisierten Infrastruktur zur Digitalisierung und Nutzbarmachung analoger Seismogramme

Geplante Bausteine:

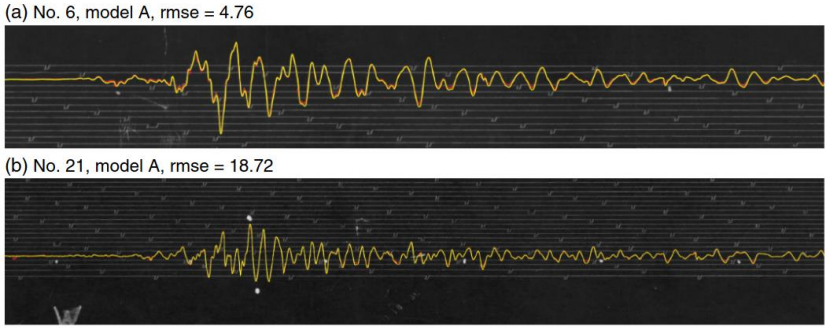
- System. Digitalisierung priorisierter Bestände
- Aufbau einer strukturierten Projektdatenbank
- Kooperation mit Archiv- und Restaurations-partnern

Perspektive: Entwicklung eines übertragbaren Models als Grundlage für eine nationale Strategie

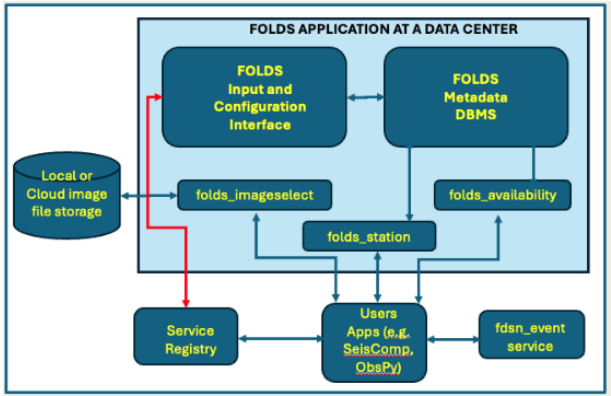
Und die Vektorisierung?

Ziel: Verfügbarkeit in modernen Formaten (z. Bsp. mseed) über moderne Standards (z. Bsp. FDSN)
Weg: Wir setzen auf die rasanten KI-Entwicklungen in der internationalen Gemeinschaft.

Automatic digitization of JMA Strong-Motion Seismograms recorded on smoked Paper: An attempt using deep learning (Furumura et al. 2023)



FOLDS – Federation of Online Legacy Data in Seismology (Tim Ahern, SnT 2025)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!