

# LOKI - Luftgestützte Observation Kritischer Infrastrukturen

BMBF Abschlusseminar »Früherkennung von Erdbeben und ihren Folgen«  
28. Februar 2023



## Einleitung

Ziel von LOKI ist es, die Rettungsmaßnahmen nach einem Erdbeben zu unterstützen und einen effizienten Einsatz der vorhandenen Ressourcen zu ermöglichen. Dazu werden die Schäden mit Hilfe von UAVs schnell, objektiv und detailliert erfasst und anschließend klassifiziert.

Nach dem Erdbeben erfolgt zunächst eine Berechnung der Schadensverteilung auf Basis des Exposure-Modells und der Bodenbewegung des Erdbebens. Anschließend erfolgt die Missionsplanung für die Übersichtsflüge, deren aufgenommene Daten zur Schadensdetektion dienen. Anschließend werden einzelne Gebäude detailliert aufgenommen und die Schäden anhand eines Schadenskatalogs klassifiziert. Dies geschieht einerseits durch die Kombination von automatischen Verfahren und visueller menschlicher Interpretation, andererseits durch die Unterstützung der Experten durch freiwillige Helfer. Das Ergebnis ist eine gebäudegenaue Klassifizierung der Erdbebenschäden, die den Einsatzkräften zur Verfügung gestellt wird.



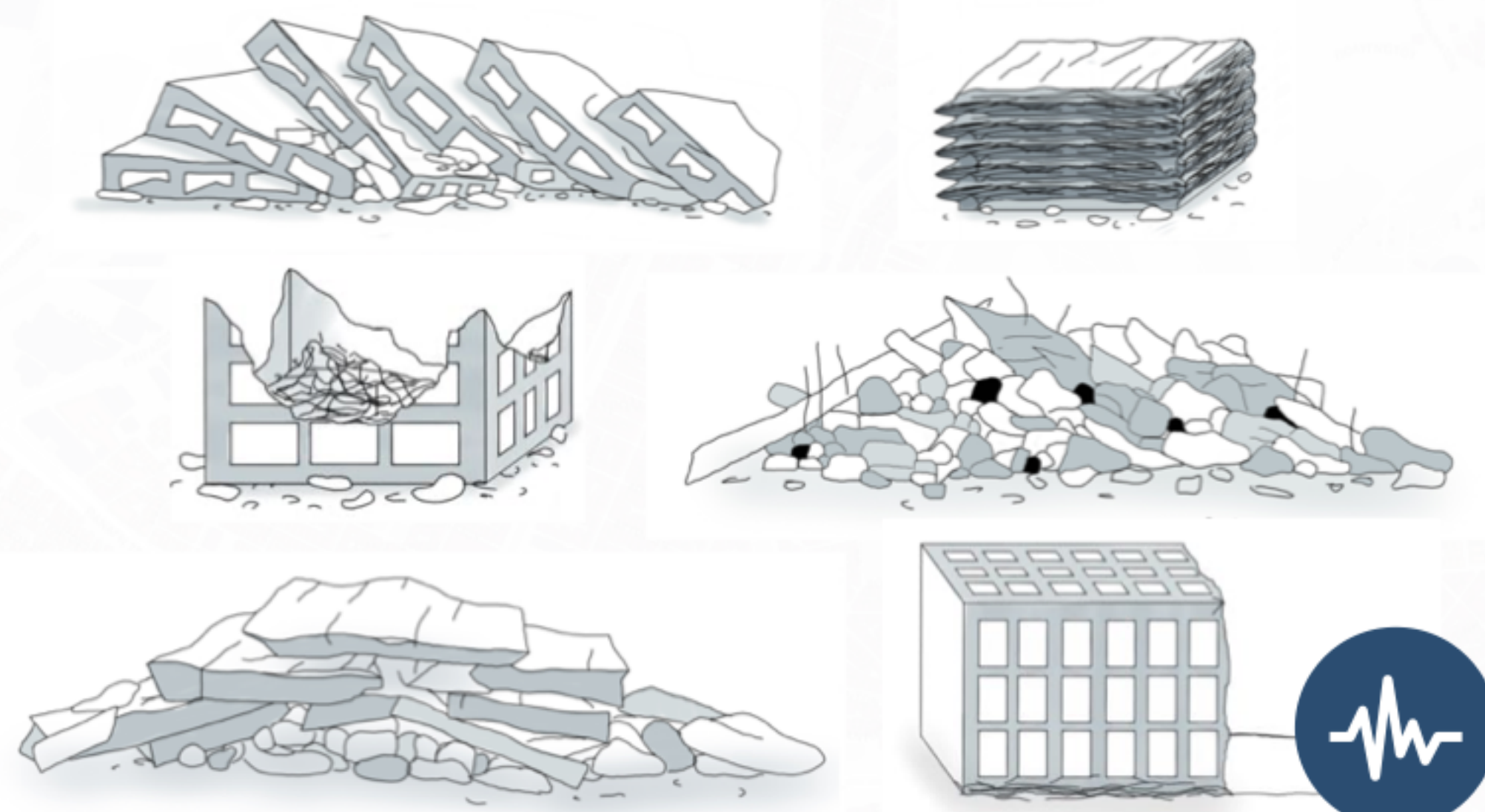
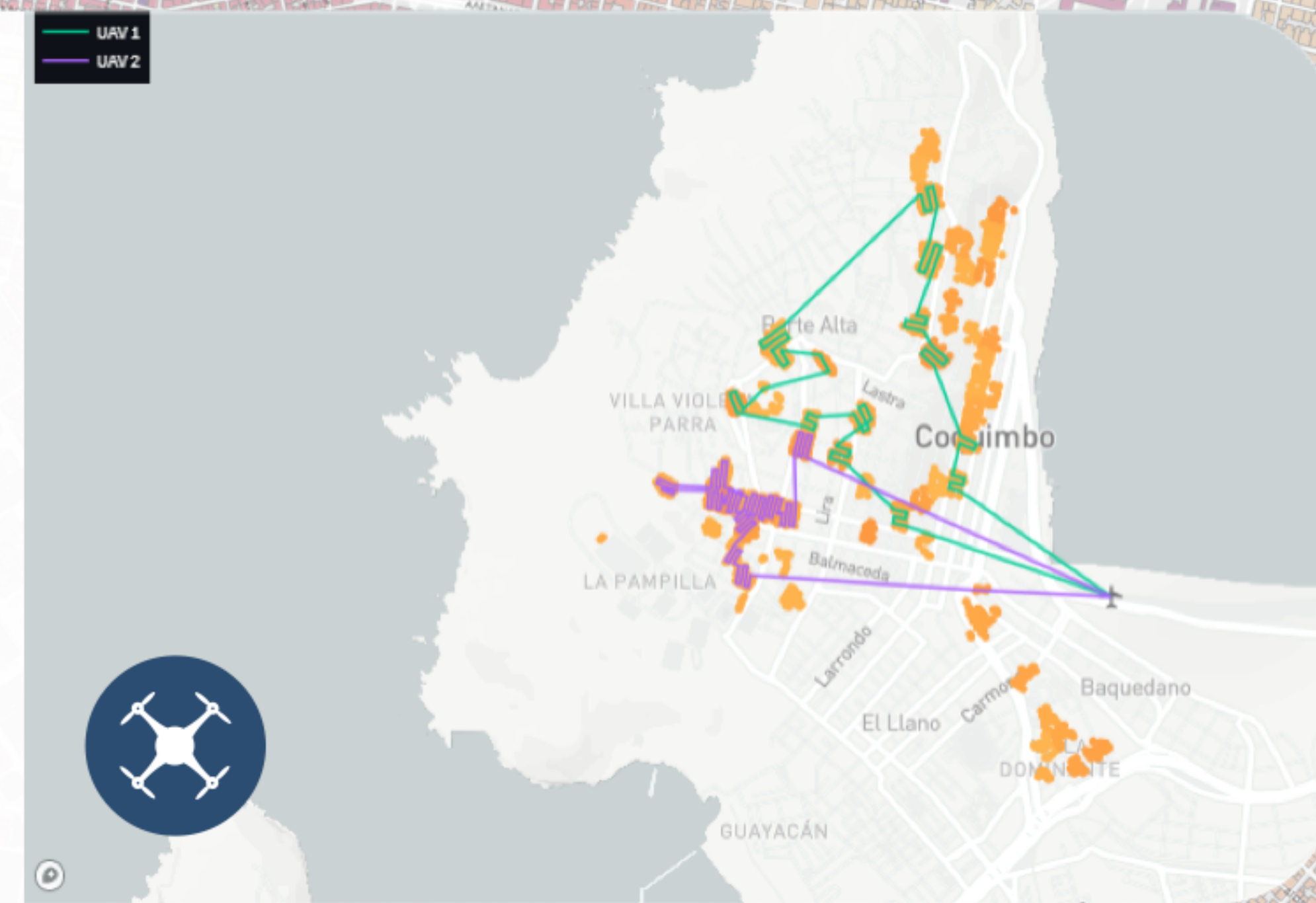
## Initiale Schadensbestimmung

Der erste Schritt im LOKI System ist die initiale Schadensprognose für die von einem Erdbeben betroffenen Region. Diese Prognose wird für jedes Gebäude einzeln erstellt, indem die zu erwartenden Erschütterungen am Ort des Gebäudes mit der Gebäudeverletzlichkeit verknüpft werden. Daraus ergeben sich Wahrscheinlichkeiten für verschiedene Schadensgrade.

Die Gebäude werden unterschiedlichen Gebäudeklassen zugeordnet. Dies geschieht auf probabilistisch, indem ingenieurwissenschaftliche Informationen für die administrative Region mit OpenStreetMap-Daten kombiniert werden, um ein möglichst genaues Bild möglicher Gebäudeklassen pro Gebäude zu erhalten. Unser gebäudegenaues Exposuremodell existiert bereits für über 50 Länder und wird mit jeder Änderung in OpenStreetMap aktualisiert.

## UAV Missionsplanung und Datenerfassung

Basierend auf einer initialen Schadensbewertung wählt die Missionsplanungskomponente Gebiete mit hoher Priorität aus und berechnet effiziente Flugrouten für eine schnelle Luft-gestützte Schadensbewertung durch eine Flotte heterogener UAVs. Wenn eine zusätzliche Schadensbewertung mit höherer Auflösung für einzelne Gebäude erforderlich sind, bietet die Komponente die Planung von Detailflugmissionen in geringerer Höhe an. In beiden Fällen werden die Flugmissionen innerhalb weniger Sekunden berechnet und können über Standardschnittstellen an die UAVs übermittelt werden.



## Schadenskatalog

Der Schadenskatalog enthält globale sowie materialspezifische Schadensmuster für die Unterscheidung von fünf differenzierten Schadensgraden für vier verschiedene Baumaterialien (Stahlbeton, Mauerwerk, Holz und Stahl). Rissmuster- und breiten sind entscheidend für die Abgrenzung der geringen Schadensgrade. Globale Schadensmuster, die materialunabhängig sind und das gesamte Gebäude betreffen, sind bestimmend für die hohen Schadensgrade. Der Schadenskatalog ist die Basis für die Automatische Schadensklassifikation sowie das Crowdsourcing.

## Modularer Aufbau

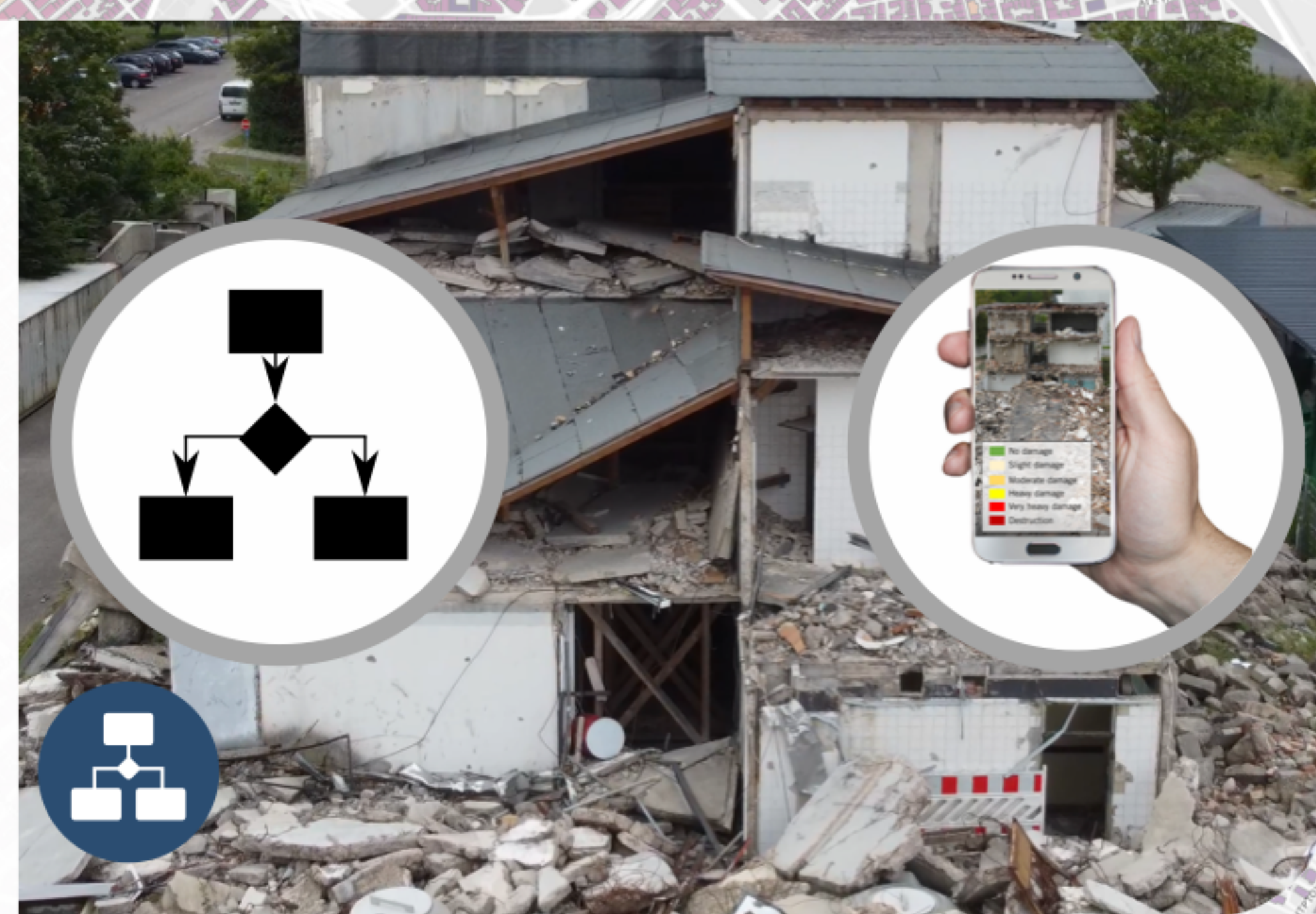
Das LOKI-System ist modular aufgebaut. Das bedeutet, dass die verschiedenen Module sowohl in Kombination als auch einzeln eingesetzt werden können.

Die in den einzelnen Modulen erfassten Daten und Ergebnisse werden in einer gemeinsamen Schadensdatenbank zusammengeführt und können so dynamisch erweitert, angepasst und den Nutzern zur Verfügung gestellt werden.



## Schadensbestimmung Automatisch und Crowdsourcing

Die Bestimmung struktureller Gebäudeschäden erfolgt zum einen durch schnelle und automatische änderungsbasierte Methoden, die vorab trainiert und im Erdbebenfall direkt angewendet werden können. Zum anderen werden diese Methoden durch eine visuelle Schadensbestimmung durch Freiwillige oder Expert:innen über eine Webanwendung ergänzt. Beide Module können kombiniert werden, um die Stärken beider Ansätze für die Schadensbestimmung zu nutzen.



## Gebäudegenaue Schadensgrade

Als Ergebnis der Schadensbestimmung liefert LOKI eine gebäudegenaue Klassifizierung von Erdbebenschäden sowie die Wahrscheinlichkeit für verschiedene Schadensgrade. Die Ergebnisse werden in einer zentralen Schadensdatenbank gespeichert und können von Anwender:innen des Systems z. B. über das Geographische Informationssystem QGIS visualisiert und mit weiteren Datensätzen kombiniert werden.

