

Richtlinie zum „Software-Sprint“

[Akronym – Ardhi]

Schlussbericht

Zuwendungsempfänger:

Ochwada, Wu, Maside GbR

Linda Nakhulo Ochwada

Caleb Juma Masinde

Kai-Ti Wu

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen **01IS24S45** gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Kurze Darstellung der Aufgabenstellung und Motivation

Was war Deine Motivation? Welches Problem wolltest Du mit Deinem Projekt lösen? Wie war die geplante Vorgehensweise zur Problemlösung (auch Angabe der wichtigsten Meilensteine)?

Ardhi zielt darauf ab, die zentrale Herausforderung der schwer zugänglichen Visualisierung von Geodaten und Analyseergebnissen zu lösen, welche eine rechtzeitige, fundierte Entscheidungsfindung in wichtigen Geosektoren einschränkt. Viele bestehende Werkzeuge sind entweder zu technisch oder verfügen nicht über benutzerfreundliche Oberflächen, was die Visualisierung von Geodaten für Nicht-Expert*innen erschwert oder gar unmöglich macht. Dies verschärft wiederum Probleme wie Ernährungssicherheit, ineffiziente Landnutzung und unzureichende Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen.

Eine besondere Lücke besteht für Geo-Entwickler*innen, die ihre AWS-Dienste (insbesondere Cloud-Analyseausgaben) effizient mit einem WebGIS-Dienst integrieren möchten. Ardhi schließt diese Lücke durch eine nahtlose, intuitive und skalierbare Lösung, die georäumliche Analysen mit cloudbasierter Infrastruktur für die Ergebnisvisualisierung verbindet.

Geplanter Ansatz und zentrale Meilensteine

- Meilenstein 1 (Monat 1): Abschluss des Projektplans für Ardhi WebGIS, einschließlich detaillierter Zeitpläne und Ressourcenallokation.
- Meilenstein 2 (Monat 1–2): Aufbau eines sicheren und skalierbaren Backends mithilfe von Amazon S3 für eine effiziente Datenspeicherung und -verwaltung.
- Meilenstein 3 (Monat 2–3): Integration KI-gestützter georäumlicher Analysen, beginnend mit der Gebäudeklassifizierung (Gebäudedetektion), zur Verbesserung der Erkenntnisse.

- Meilenstein 4 (Monat 3–4): Entwicklung einer interaktiven WebGIS-Benutzeroberfläche, die es Nutzer*innen ermöglicht, Geodaten auf verschiedenen Grundkarten zu visualisieren und zu überlagern.
- Meilenstein 5 (Monat 4–5): Implementierung fortgeschrittener geospatialer Analysetools sowie Ermöglichung von Datenexporten in mehreren Formaten zur Steigerung der Nutzbarkeit.
- Meilenstein 6 (Monat 5): Verfeinerung der Benutzeroberfläche und Funktionalitäten auf Grundlage von Nutzerfeedback für ein intuitives Nutzungserlebnis.
- Meilenstein 7 (Monat 5–6): Durchführung umfangreicher Tests zur Optimierung der Systemleistung, Genauigkeit und Zuverlässigkeit.
- Meilenstein 8 (Ende Monat 6): Öffentliche Einführung von Ardhi, begleitet von Community-Engagement und Support-Initiativen zur Förderung der Verbreitung.

Durch diesen strukturierten Ansatz will Ardhi Nutzer*innen mit zugänglichen, effizienten und skalierbaren Geodatenlösungen befähigen und so bessere Entscheidungen in Schlüsselindustrien ermöglichen.

Beitrag des Projektes zu den Zielen der Förderinitiative „Software-Sprint“

Wer ist die Zielgruppe für Deine Lösung? Wie profitiert sie von den Ergebnissen Deines Projekts? Welche Bezüge gibt es zu den Themenfeldern und Zielen des Software Sprints?

Zielgruppe der Lösung:

Die primären Zielgruppen der Lösung sind Geo-Entwickler*innen, Forscher*innen, politische Entscheidungsträger*innen sowie zivilgesellschaftliche und Umweltorganisationen, die mit Geodaten arbeiten, jedoch möglicherweise nicht über GIS-Expertise oder eine umfangreiche IT-Infrastruktur zur einfachen Visualisierung georäumlicher Daten verfügen.

Darüber hinaus profitieren auch Citizen-Science-Initiativen von der Plattform, indem sie aktiv zur Sammlung räumlicher Daten für das Training von Machine-Learning-Modellen beitragen können.

Vorteile für die Zielgruppe:

- Niedrigschwelliger Zugang zur Visualisierung georäumlicher Daten über eine benutzerfreundliche WebGIS-Plattform – ohne lokale Installation.
- Interoperabilität und Datenexport: Unterstützung verschiedener Dateiformate ermöglicht eine nahtlose Integration mit anderen GIS-Werkzeugen.
- Kosteneffiziente Cloud-Integration: Auch ohne vollständiges Hosting auf AWS ist der Zugriff auf Cloud-Daten (z. B. S3) möglich – ideal für Organisationen mit begrenzten Ressourcen.
- Visualisierung von Modellergebnissen: Nutzer*innen können KI-basierte Ergebnisse (z. B. Gebäudedetektion) visuell untersuchen, was die Nutzbarkeit und Transparenz georäumlicher Modelle erhöht.

Bezug zu den Zielen und Themenfeldern des Software Sprints:

Das Projekt Ardhi trägt zu mehreren zentralen Zielen der Förderinitiative bei:

- **Open Source & Civic Tech:** Ardhi wurde als Open-Source-Projekt auf GitHub entwickelt. Es fördert Transparenz, Partizipation und kollaborative Entwicklung – zentrale Prinzipien der Civic-Tech-Bewegung.
- **Gesellschaftlicher Mehrwert:** Die Lösung unterstützt datenbasierte Entscheidungsprozesse in gesellschaftlich relevanten Bereichen wie Umweltmanagement, Katastrophenhilfe und Stadtplanung.
- **Schnelle Umsetzung & Innovationspotenzial:** Innerhalb von sechs Monaten wurde ein funktionaler MVP entwickelt – mit KI-Integration, interaktiver Benutzeroberfläche und Cloud-Anbindung. Dies demonstriert agile, zielorientierte Softwareentwicklung im Sinne des Software Sprint.
- **Nachhaltigkeit & Wiederverwendbarkeit:** Dank modularer Architektur, offener Lizenzierung und dokumentierter Codebasis kann Ardhi problemlos weiterverwendet, angepasst und in anderen Projekten ausgebaut werden.
- **Förderung von Datenkompetenz:** Die Plattform senkt technische Einstiegshürden und unterstützt eine breite Nutzerschaft dabei, Kompetenzen im Umgang mit georäumlichen Daten zu entwickeln.

Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Welche konkreten Ergebnisse hast Du erzielt? Konnten alle Meilensteine erreicht werden? Welche zusätzlichen Erkenntnisse hast Du aus der Projektarbeit gewonnen, auch im Hinblick auf die Begleitung durch die Open Knowledge Foundation?

Im Verlauf des Projekts konnten wir bedeutende Fortschritte dabei erzielen, georäumliche Daten und Analyseergebnisse durch Visualisierung zugänglicher und handlungsrelevanter zu machen. Auch wenn nicht alle Meilensteine exakt wie geplant erreicht wurden, haben wir flexibel auf Herausforderungen reagiert und alternative Lösungen gefunden.

Erreichte Ziele:

- **WebGIS-Plattform-Entwicklung:** Erfolgreicher Aufbau einer benutzerfreundlichen WebGIS-Oberfläche, die es Nutzer*innen ermöglicht, georäumliche Daten zu visualisieren und zu analysieren.
- **KI-gestützte Geodatenanalyse:** Integration von KI-Algorithmen zur Unterstützung georäumlicher Analysen – beginnend mit der Gebäudeverortung.
- **Alternative Backend-Lösung:** Ursprünglich war die Nutzung von Amazon S3 für ein skalierbares Backend vorgesehen. Aufgrund von Budgetbeschränkungen wurde das Backend jedoch erfolgreich auf Render gehostet. Gleichzeitig konnten wir über direkte Links weiterhin auf AWS S3-Daten zugreifen und somit den Zugang zu wichtigen Geodaten sicherstellen.
- **Gebäudedetektion:** Implementierung einer Inferenz-Pipeline, die mithilfe von KI Gebäude auf Basis eines vom Nutzer bereitgestellten Modells erkennt. Zur Testung wurde ein Beispielmodell von Kaggle verwendet. Das Inferenzmodell wurde lokal gehostet.
- **Datenexport & Nutzerinteraktion:** Einführung von Funktionen, mit denen Nutzer*innen neue Datensätze erstellen, Ergebnisse im GeoJSON-Format herunterladen sowie verschiedene Datensätze in andere Formate konvertieren können.
- **Nutzerzentrierte UI-Optimierungen:** Verbesserung der Benutzeroberfläche basierend auf Nutzerfeedback, um Bedienbarkeit und Zugänglichkeit zu erhöhen.

- Community-Engagement: Austausch mit Early Adopters und Entwickler*innen lieferte wertvolle Impulse zur Weiterentwicklung. Wir stehen zudem in Kontakt mit Citizen-Science-Initiativen, um das Produkt weiter zu testen, zu verfeinern und praxisnahe Funktionen zu entwickeln.

Zentrale Erkenntnisse & Learnings:

- Flexibilität bei Technologieentscheidungen: Budgetgrenzen machten alternative Hosting-Lösungen notwendig – eine wichtige Lektion für kostenbewusste Infrastrukturentscheidungen.
- Interoperabilität als Schlüsselfaktor: Der Zugriff auf AWS S3-Daten per Direktlink ermöglichte uns, cloudbasierte Geodaten zu nutzen, ohne direkt auf AWS oder andere Cloud-Plattformen angewiesen zu sein.
- Nutzerfeedback ist essenziell: Iterative Entwicklung auf Grundlage von Rückmeldungen führte zu einer verfeinerten und intuitiveren Plattform.
- Community- und Open-Knowledge-Support: Die Zusammenarbeit mit der Open Knowledge Foundation bot wertvolle Einblicke in Open-Source-Praktiken sowie die Bedeutung von Transparenz in geospatialen Anwendungen. Der Dialog mit zivilgesellschaftlichen Organisationen, öffentlichen Institutionen und Entscheidungsträger*innen trug maßgeblich dazu bei, mögliche Einsatzszenarien und Entwicklungspotenziale der Plattform zu identifizieren.

Zielgruppe, Nutzen und mögliche Weiterentwicklungen

Welcher Nutzen ergibt sich für die Zielgruppe aus den Ergebnissen Deines Projekts? Welche weitergehenden Effekte ergeben sich aus der Open-Source-Stellung der Ergebnisse? Gibt es Ideen für die Weiterentwicklung Deiner Lösung und Pläne zu deren Umsetzung?

Hat die Arbeit in dem Projekt Dich in Deiner persönlichen, fachlichen Weiterentwicklung unterstützt?

Zielgruppe & Vorteile

Ardhi richtet sich in erster Linie an Geo-Entwicklerinnen, Wissenschaftlerinnen, politische Entscheidungsträger*innen und Umweltorganisationen, die eine intuitive und zugängliche Plattform zur Visualisierung georäumlicher Daten benötigen – ohne lokale Installation auf dem eigenen Rechner.

Zentrale Vorteile für die Zielgruppe:

- Vereinfachte Geodatenvisualisierung – Nutzer*innen können Geodaten ohne tiefgreifende GIS-Kenntnisse visualisieren.
- Cloud-Integration – Auch ohne Backend-Hosting auf AWS ist der Zugriff auf AWS S3-Daten über Direktlinks möglich, was Skalierbarkeit und Flexibilität gewährleistet.
- Interoperabilität & Datenexport – Die Plattform unterstützt verschiedene Datenformate und ermöglicht eine nahtlose Integration mit anderen GIS-Tools.
- Modell-Visualisierung – Anwender*innen können die Wirksamkeit geospatialer Modelle visuell untersuchen – nicht nur über Diagramme oder Graphen.

Open-Source-Wirkung & Weitere Effekte

Der Open-Source-Charakter von Ardhi bringt zahlreiche Vorteile mit sich:

- **Transparenz & Zusammenarbeit** – Entwicklerinnen und Forscherinnen können zum Projekt beitragen, Funktionen verbessern und neue Anwendungsbereiche erschließen.
- **Anpassungsfähigkeit & Individualisierung** – Die Plattform kann flexibel an spezifische Bedarfe angepasst werden, z. B. in der Katastrophenhilfe, Klimabeobachtung oder Flächennutzungsplanung.
- **Breite Zugänglichkeit** – Durch den Open-Source-Ansatz können auch Organisationen mit begrenzten Ressourcen Ardhi nutzen und weiterentwickeln.
- **Kontinuierliche Weiterentwicklung** – Der Quellcode ist auf GitHub öffentlich zugänglich. Interessierte können Logik und Funktionen nach Bedarf modifizieren und erweitern – auf einem soliden Fundament aufbauend.

Zukünftige Weiterentwicklungen & Umsetzung

Ideen für die Weiterentwicklung von Ardhi:

- **Erweiterte KI-Modelle** – Integration weiterer gängiger Modelle zur geospatialen Analyse.
- **Community-Beiträge & API-Erweiterungen** – Förderung von Plugins und Schnittstellen durch Drittentwickler*innen.
- **Mobile Kompatibilität** – Entwicklung einer mobiloptimierten Version für die Datenerhebung im Feld.
- **Integration mit OpenStreetMap & Google Earth Engine** – Ermöglichung eines reibungslosen Datenaustauschs mit etablierten GIS-Plattformen.
- **WMS, Tiles & GeoServer** – Einbindung von Standards wie WMS, Tile-Diensten und GeoServer zur besseren Verarbeitung und Darstellung von Rasterdaten.

Persönliches & berufliches Wachstum

Die Arbeit an Ardhi war eine wertvolle persönliche und berufliche Erfahrung:

- **Technisches Wachstum** – Praktische Erfahrungen in der WebGIS-Entwicklung, KI-gestützter Analyse und Optimierung von Cloud-Infrastrukturen.
- **Problemlösung & Anpassungsfähigkeit** – Budgetbedingte Herausforderungen wurden durch eine kosteneffiziente Backend-Lösung erfolgreich gemeistert – unter Beibehaltung des Zugriffs auf AWS S3-Daten.
- **Community-Engagement** – Zusammenarbeit mit Open-Source-Communities und Fachpersonen hat mein Netzwerk in Civic Tech und der Geoinformatik erweitert.
- **Leadership & Projektmanagement** – Leitung eines interdisziplinären Teams, Balance zwischen technischer Entwicklung, Nutzerfeedback und Ressourcenmanagement.

Nächste Schritte

- **Sicherung zusätzlicher Finanzierung oder Partnerschaften** mit zivilgesellschaftlichen Organisationen zur Funktionserweiterung.
- **Verbesserung von Onboarding und Dokumentation**, um eine breitere Nutzung zu ermöglichen.

- Ausbau KI-gestützter Analysen über die Gebäudedetektion hinaus.
- Einführung eines AI-Agenten, der bei geospatialen Fragestellungen unterstützt.
- Fortsetzung der Community-Arbeit, um Akzeptanz und Wirkung zu steigern.
- Erstellung eines Pitch-Decks für Förderanträge und Weiterentwicklung des Projekts.

Kurze Darstellung der Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Gab es Arbeiten bzw. Lösungsansätze, die nicht weiter verfolgt wurden? Was waren die Hintergründe, und wie bist Du alternativ vorgegangen?

Cloud-Inferenzierung:

Ursprünglich hatten wir geplant, unser Modell zur Gebäudedetektion auf einem Cloud-Server zu hosten, um Inferenzprozesse durchzuführen. Technische Herausforderungen und die hohen Kosten für den Betrieb cloudbasierter Infrastruktur – insbesondere auf Plattformen wie AWS – führten jedoch zu einem Strategiewechsel. Stattdessen entschieden wir uns für ein lokales Hosting des Modells, wodurch wir eine kosteneffizientere Lösung umsetzen konnten, ohne dabei Funktionalität einzubüßen.

Rasterdatenverarbeitung:

Der Einsatz eines GeoServers zur Bereitstellung von Rasterdaten als WMS-Layer und Tiles wurde in Betracht gezogen, konnte jedoch aus zeitlichen Gründen nicht vollständig realisiert werden. Als Alternative arbeiteten wir direkt mit TIFF-Dateien und konvertierten diese zu JPEGs, um sie für Visualisierungszwecke nutzbar zu machen.

Backend-Infrastruktur:

Obwohl Amazon S3 eine robuste und skalierbare Lösung für das Management georäumlicher Daten darstellt, erwiesen sich die damit verbundenen Kosten als hinderlich. Stattdessen implementierten wir unser Backend über Render auf Basis eines Django-Stacks, was sich als kostengünstigere und dennoch leistungsfähige Lösung für die Anforderungen unseres Projekts herausstellte.

Kurze Angabe von Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer

Wo können sich Interessenten detailliert über Deine Projektergebnisse informieren (z.B. Webseite, GitHub, Veröffentlichungen)?

Ardhi ist ein Open-Source-Projekt, das unter der MIT-Lizenz steht. Interessierte können detaillierte Informationen über die Plattform und ihre Entwicklung über die folgenden Ressourcen erhalten:

Website: Die offizielle Projektwebsite ist unter www.ardhi.de verfügbar und bietet einen Überblick über die Plattform, Anwendungsfälle und Dokumentation.

Frontend-Repository: Der Quellcode für das Frontend ist öffentlich zugänglich unter: https://github.com/Ardhi-OWM/ardhi_supabase_clerk_latest

Backend-Repository: Der Backend-Code kann hier eingesehen werden: <https://github.com/Ardhi-OWM/ardhi-webgis-backend>

Data-Science-Repository: Dieses Repository enthält experimentelle Arbeiten zur Modellierung und zum Training eines Modells zur Gebäudedetektion: <https://github.com/Ardhi-OWM/datascience>

Kurze Erläuterung zur Einhaltung der Arbeits- und Kostenplanung

Gab es im Projektverlauf Ereignisse, die eine Anpassung der Planung erforderlich machten – z.B. Mehr- oder Minderaufwand bei der Bearbeitung von Teilaufgaben?

Im Laufe des Projekts waren mehrere Anpassungen an der ursprünglichen Arbeits- und Kostenplanung erforderlich:

Cloud-Hosting-Kosten:

Ursprünglich war geplant, Cloud-Plattformen wie AWS für das Hosting unseres Modells und der Datendienste zu nutzen. Aufgrund unerwartet hoher Kosten entschieden wir uns jedoch für kostengünstigere Alternativen – Render für das Backend-Hosting und lokales Hosting für das Gebäudedetektion-Modell. Dadurch konnten wir die finanziellen Vorgaben einhalten, ohne Einbußen bei der Leistungsfähigkeit hinzunehmen.

Zeitliche Einschränkungen und Anpassung des technischen Umfangs:

Einige Teilaufgaben – wie die vollständige Einrichtung eines GeoServers zur Bereitstellung von WMS-Layern – mussten aus Zeitgründen reduziert werden. Stattdessen haben wir Rasterdaten verarbeitet und visualisiert, indem TIFF-Dateien in JPEGs umgewandelt wurden. So konnten wir mit geringerem Entwicklungsaufwand dennoch nutzbare Ergebnisse liefern.

Integration von Frontend & Backend:

Der Einsatz von Open-Source-Tools wie Clerk und Django trug zur Effizienz in der Entwicklung bei. Die Integration dieser Komponenten gestaltete sich jedoch aufwändiger als zunächst erwartet. Um eine reibungslose Verbindung zwischen Frontend und Backend sicherzustellen, haben wir externe Unterstützung hinzugezogen. Diese Zusammenarbeit half uns, technische Herausforderungen zu überwinden und den Projektfortschritt aufrechtzuerhalten.

Kurze Darstellung von etwaigen Ergebnissen bei anderen Stellen

Gab es Entwicklungen anderer Personen oder Institutionen, die Einfluss auf Deine Arbeiten und die Zielsetzung hatten? Wenn ja, worin bestand dieser und wie bist Du damit umgegangen?

Ja, es gab Beiträge von externen Personen, die den Fortschritt und den Erfolg des Projekts beeinflusst haben:

Frontend- und Backend-Integration:

Zur Bewältigung der Herausforderungen bei der Verbindung von Frontend- und Backend-Komponenten holten wir externe Unterstützung in Form eines freiberuflichen Mitarbeiters (Contractor/Freelancer) hinzu. Diese Zusammenarbeit trug maßgeblich dazu bei, Integrationsprobleme zu lösen, einen nahtlosen Datenfluss zwischen den Systemen sicherzustellen und die Einhaltung unserer Projektziele sowie des Zeitplans zu gewährleisten.