

Anlage 4: Technische Anforderungen an FE-Ergebnisse

1. Allgemeine Bestimmungen

Diese Anlage legt verbindliche technische Anforderungen an die im Rahmen des FE-Vertrags zu erstellenden FE-Ergebnisse fest. Sie gilt für Software, KI-Systeme sowie Daten einschließlich (Geo-)daten.

2. Anforderungen an Software

2.1 Allgemeine Anforderungen

- a) Textdateien sind grundsätzlich in UTF-8-Kodierung zu übergeben.
- b) Bei der Erstellung von Software-Interfaces ist auf Ergonomie und effiziente Bedienbarkeit zu achten.
- c) Der Auftragnehmer ist verpflichtet, eine vollständige digitale Dokumentation zu erstellen und zu übergeben. Die der Systematik bedingten Anwendungsgrenzen der Software sind zu beschreiben.
- d) Änderungen der Software sind zu geeigneten Zeitpunkten, mindestens jedoch zu jedem Release, in einem Changelog festzuhalten.
- e) Die Dokumentation ist mindestens im PDF-Format zu übergeben. Alternativ können reStructuredText/Sphinx, Markdown oder AsciiDoc verwendet werden.
- f) Moderne Entwicklungsprinzipien sind zu berücksichtigen. Wartbarkeit und elementare Sicherheitsprinzipien sind zu berücksichtigen.
- g) Installationsspezifische Konfigurationen (Pfade, URLs etc.) sind extern vom Quellcode konfigurierbar zu machen.
- h) Der Auftragnehmer fertigt eine vollständige SBOM (Software-Bill-Of-Materials) bevorzugt im CycloneDX-Format – alternativ SPDX – an und übergibt diese der Auftraggeberin. Bei automatisierter Erzeugung sind die Erstellungs-Skripte beizulegen.
- i) Vorbestehende Teile gemäß § 25 des FE-Vertrags müssen auf einem aktuellen, gepflegten Versionsstand sein.

j) Vorbestehende Teile sind grundsätzlich separat von selbst entwickelten Teilen zu halten. Sofern möglich sind Paketdefinitionsdateien für übliche Paketmanager (pip, cargo, conan, etc.) zu erstellen.

k) Web-Anwendungen müssen grundsätzlich mindestens mit den Browser-Engines Gecko (Firefox), Blink (Google Chrome, Microsoft Edge, etc.) und WebKit (Apple) plattformunabhängig uneingeschränkt funktionieren. Übliche Standards sind einzuhalten.

l) Datenbankmodelle sind ggf. ausführlich zu dokumentieren. Sie sind außerdem so bereitzustellen, dass die Datenbankstruktur mit Einsatz von Open-Source-Anwendungen oder einer im Quellcode mitgelieferten Anwendung neu erstellt werden kann (z.B. in Form von SQL-Skripten, DBML-Modellen, etc.).

m) Grundsätzlich müssen Datenbankmodelle die Bedingung der referenziellen Integrität erfüllen.

n) Grundsätzlich ist Plattform-übergreifend (Windows, Linux, etc.) zu entwickeln. Sofern dies unverhältnismäßigen Aufwand verursacht ist – sofern nicht anders spezifiziert – für Client-Anwendungen Windows und für Server-Dienste Linux (containerisiert) als Zielplattform anzunehmen.

2.2 Besondere Anforderungen zur Quellcode-Übergabe

a) Die Übergabe des Quellcodes erfolgt grundsätzlich über die BAST-Gitlab-Installation.

b) Der Quellcode ist von Sicherungskopien, temporären Dateien, Kompilaten und Logs zu bereinigen. c) Die Dokumentation und Kommentierung des Quellcodes muss so gestaltet sein, dass ein geschulter Programmierer den Code in angemessener Zeit verstehen und weiterentwickeln kann.

d) Einheitliche Struktur, Formatierung und Stil sind einzuhalten. Bei der Weiterentwicklung bestehender Software, ist entsprechend der bestehenden Form, Formatierung und Stil zu arbeiten.

e) Alle Skripte, Konfigurationen und Dokumentationen sind zu übergeben, sodass die Auftraggeberin die Software selbstständig kompilieren und installieren kann.

f) Bei kompilierbarem Code muss der Kompilierprozess ohne Warnungen und Fehler durchlaufen. Bei interpretiertem Code sind übliche Linter zu verwenden. Parameter zur Unterdrückung von Warnungen sind nur in nachvollziehbar begründeten Ausnahmefällen erlaubt. Wenn sie verwendet werden müssen, sind sie ausschließlich auf einzelne, markierte Code-Stellen anzuwenden.

- h) Quellcode und Binärcode sind separat zu paketieren.
- i) Es ist zu dokumentieren, welche Eigenschaften der Software getestet wurden. Testprozeduren und Ergebnisse sind festzuhalten. Test-Skripte sind mitzuliefern.

3. Anforderungen an KI-Systeme

- a) Trainierte KI-Modelle sind im nativen Format des Entwicklungsframeworks (z.B. Keras .keras) und zusätzlich im interoperablen ONNX-Format (.onnx) zu übergeben. Ist ONNX nicht möglich, ist ein gleichwertiges, offen dokumentiertes Format bereitzustellen.
- b) Trainings-, Validierungs- und Testdaten sind vollständig, annotiert und getrennt zu übergeben. Herkunft, Aufbau und Annotationsrichtlinien sind zu dokumentieren. Bei rechtlichen Einschränkungen sind anonymisierte oder synthetische Daten bereitzustellen.
- c) Skripte zur vollständigen Reproduktion des Trainings und der Evaluation sind mitzuliefern.
- d) Für das finale KI-Modell ist eine kompakte Dokumentation (Model Card) zu erstellen, die Architektur, intendierte Nutzung, Leistungsgrenzen und Anwendungsbeschränkungen beschreibt.

4. Anforderungen an Daten

4.1 Allgemeine Anforderungen

- a) Alle Daten sind elektronisch und maschinenlesbar zu übergeben.
- b) Vollständige Metadaten sind bereitzustellen (Attribute, SI-Einheiten, Datenstruktur, Formate).
- c) Daten sind in offenen Formaten zu übergeben: CSV für kleine Tabellen, SQLite/Spatialite oder PostgreSQL/PostGIS für große Datenmengen.
- d) Audio-, Bild- und Videodaten sind in offenen Formaten mit offenen Codecs zu liefern.
- e) Große Datenmengen sind mit offenen Kompressionsverfahren (ZIP, 7z) zu übergeben.
- f) Die für die Nutzung erforderliche Software muss Open-Source oder kostenfrei nutzbar sein. Ausnahmen sind zu begründen.

4.2 Zusätzliche Anforderungen für Geodaten

- a) Sofern es sich bei Daten um Geodaten handelt, sind diese zusätzlich INSPIRE-konform und im amtlichen Lagereferenzsystem ETRS89/UTM32 (EPSG:25832) zu liefern. Bei regionalen Daten sind EPSG:25831 oder EPSG:25833 zulässig.

- b) Für klassifizierte Straßennetze ist zusätzlich die ASB-Referenz bereitzustellen.
- c) Datenformate: GeoJSON oder Geopackage für einfache Daten, SQLite/Spatialite oder PostgreSQL/PostGIS-SQL-Dump für komplexe Daten.
- d) Für kartografische Darstellungen sind passende Symbolbeschreibungen im SLD-Format mitzuliefern.

5. Dokumentationspflichten

Die Dokumentation muss alle relevanten Informationen enthalten, um die Nutzung, Wartung und Weiterentwicklung der FE-Ergebnisse sicherzustellen. Mindestformate: PDF oder strukturierte Textformate (Markdown, reStructuredText, AsciiDoc).