

Hochschule München – Hochschule für angewandte Wissenschaften

Fakultät für Geoinformation

Karlstraße 6

80333 München

GeoApp-Entwicklung

Prototypische Entwicklung und Dokumentation einer GeoApp zum Thema "Abfrage und Geovisualisierung von Zeitreihen zu CO2-Ausstoß und Einsatz von fossilen und erneuerbaren Energien auf Länderebene"

Sommersemester 2023

Nicolaj Heidemann

Betreut durch Prof. Dr. Markus Oster und Prof. Dr. Ludwig Hoegner

Inhaltsverzeichnis

[Inhaltsverzeichnis 2](#_Toc139324481)

[Einführung 3](#_Toc139324482)

[Daten und Server 3](#_Toc139324483)

[Daten 3](#_Toc139324484)

[Datenbank 4](#_Toc139324485)

[Geoserver 4](#_Toc139324486)

[WebApp 5](#_Toc139324487)

[CO2 Seite 6](#_Toc139324488)

[Energiemix und Elektrizitätsmix Seiten 9](#_Toc139324489)

[AndroidApp 12](#_Toc139324490)

# Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1 Navigationsleiste, Kartenkopf und Karte 6](#_Toc139324513)

[Abbildung 2 Karte mit eingefärbten Layer 7](#_Toc139324514)

[Abbildung 3 Jahresänderung 7](#_Toc139324515)

[Abbildung 4 Liniendiagramm 8](#_Toc139324516)

[Abbildung 5 CO2 Ländervergleich 8](#_Toc139324517)

[Abbildung 6 Popup mit Trend 9](#_Toc139324518)

[Abbildung 7Leaflet Kreisdiagramme 10](#_Toc139324519)

[Abbildung 8 Leaflet Kreisdiagramme vereinfacht 10](#_Toc139324520)

[Abbildung 9 Balkendiagramm 11](#_Toc139324521)

[Abbildung 10 Ländervergleich Energiemix 11](#_Toc139324522)

# Einführung

Das Projektziel war die Entwicklung eines Prototyps einer GeoApp zum Thema "Abfrage und Geovisualisierung von Zeitreihen zu CO2-Ausstoß und Einsatz von fossilen und erneuerbaren Energien auf Länderebene". Die GeoApp besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Datenbankserver, der Webanwendung und der Android-App.

# Daten und Server

Um die benötigten Daten zu persistieren und über einen Service abzurufen, wurde der Zugang zu einem PostgreSQL Datenbankserver und einem Geo-Server bereitgestellt.

## Daten

Die verwendeten Daten zum Thema CO2 Ausstoß und Einsatz von fossilen und erneuerbaren Energien auf Länderebene stammen von der Website [Our World in Data](https://ourworldindata.org/) und wurden dort im CSV-Format heruntergeladen. Die Daten umfassen Zeitreihen des CO2 Ausstoßes, sowohl insgesamt als auch pro Kopf, und der Energieerzeugung aus verschiedenen fossilen und erneuerbaren Quellen.

Die Daten zum CO2-Ausstoß sind für jedes Land und jedes Jahr in Tonnen angegeben. Für die Energieerzeugung wurden separate Datensätze für den Energiemix und den Elektrizitätsmix erstellt. Sie zeigen die prozentuale Verteilung der einzelnen Energieträger in den jeweiligen Ländern pro Jahr. Der Energiemix beinhaltet Kohle, Gas, Öl und Nuklearenergie als fossile Quellen sowie Solarenergie, Wind- und Wasserkraft als erneuerbare Energieträger. Der Elektrizitätsmix setzt sich, bis auf Öl, aus denselben Quellen zusammen.

Zur Verknüpfung der erfassten Daten mit geographischen Informationen wurde eine Shapefile von der Webseite [Natural Earth Data](https://www.naturalearthdata.com/downloads/50m-cultural-vectors/) heruntergeladen. Sie wurde mithilfe von QGIS in die Datenbank importiert.

Um Diagramme an den korrekten geografischen Positionen darstellen zu können, wurde zusätzlich eine CSV-Datei mit den geographischen Mittelpunkten [("Centroids")](https://github.com/gavinr/world-countries-centroids) der einzelnen Länder heruntergeladen und in die Datenbank eingefügt.

## Datenbank

Die heruntergeladenen Daten wurden nach dem Import in verschiedene Tabellen innerhalb der PostgreSQL-Datenbank aufgeteilt. Separate Tabellen wurden sowohl für den gesamten CO2-Ausstoß als auch für den CO2-Ausstoß pro Kopf erstellt. Auch der Energiemix wurde strukturiert und auf einzelne Tabellen verteilt, wobei jede Tabelle einen spezifischen Energieträger repräsentiert.

Nach der Erstellung der verschiedenen Tabellen wurden Views angelegt. Diese nutzen die Funktionen *to\_json* und *array\_agg*, um die Datensätze pro Land in einem Array zu bündeln. Auf diese Weise enthält jeder Ländereintrag ein Array mit den entsprechenden Jahresdaten sowie den CO2-Emissionen bzw. den prozentualen Anteilen der jeweiligen Energieträger.

Sobald alle Daten in den aggregierten Views verfügbar waren, erfolgte ihre Verknüpfung mit den geographischen Daten. Dies wurde durch den in den CSV-Dateien und der Shapefile enthaltenen ISO-Code jedes Landes ermöglicht. Um ein vollständiges Bild der Verteilung der Energieträger zu erhalten, wurden die Daten der einzelnen Energieträger sowohl für den Energiemix als auch für den Elektrizitätsmix in die entsprechenden Views integriert.

Es wurden spezielle Views für die folgenden Kategorien erstellt: CO2-Emissionen gesamt, CO2-Emissionen pro Kopf, detaillierter Energiemix, vereinfachter Energiemix (mit den Unterkategorien: fossile Energieträger, erneuerbare Energieträger, CO2-arme Energiequellen), detaillierter Elektrizitätsmix und vereinfachter Elektrizitätsmix.

## Geoserver

Die erstellten Views wurden anschließend im Geoserver als Layer publiziert. Dies eröffnete die Möglichkeit, die Daten über Web Map Service (WMS) und Web Feature Service (WFS) vom Geoserver abzufragen. Die Daten konnten daraufhin in verschiedenen Formaten, wie GeoJSON und KML, angefordert werden.

# WebApp

Anhand der vorhandenen Datensätze wurde die Entscheidung getroffen, die WebApp in drei Schlüsselbereiche - CO2, Energiemix und Strommix - zu unterteilen. Diese Struktur ermöglicht es, die umfangreichen Datensätze auf eine klare und übersichtliche Weise zu präsentieren.

Beim Interaktionsdesign wurde besonderer Wert daraufgelegt, eine intuitive Benutzeroberfläche zu erstellen. Dafür wurden alle interaktiven Elemente, darunter Slider und Schaltflächen, im Bootstrap Kartenkopfbereich positioniert. Diese Anordnung erleichtert den Benutzern die Navigation und Individualisierung der Karte sowie des Diagramms.

Im Zuge des Screendesigns wurde ursprünglich in Erwägung gezogen, das Diagramm unter der Karte zu platzieren. Dies hätte jedoch ein kontinuierliches Scrollen erfordert. Daher wurde beschlossen, Karte und Diagramm nebeneinander in einer [Bootstrap Karte](https://getbootstrap.com/docs/4.0/components/card/) darzustellen.

Die grafische Benutzeroberfläche (GUI) wurde mit [Bootstrap](https://getbootstrap.com/docs/4.0/components/card/) realisiert, wodurch eine moderne und benutzerfreundliche Oberfläche ermöglicht wurde. Eine Navigationsleiste für einen schnellen Themenwechsel und leicht zugängliche Bedienelemente waren Priorität beim Erstellen der GUI.

Für die kartographische Gestaltung wurden drei verschiedene Kartenformate ausgewählt: OpenStreetMap (OSM), Google Satellite und Google Streets. Diese Auswahl bietet den Nutzern unterschiedliche Perspektiven und unterstützt das Verständnis der dargestellten Daten.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Navigationsleiste, Kartenkopf und Karte

## CO2 Seite

Für die CO2-Seite wurden zunächst HTTP-Anfragen mit Ajax an den Geoserver gesendet, um die aufbereiteten Daten im GeoJSON-Format abzurufen. Die Gesamtdaten für den CO2 Ausstoß und die pro Kopf Daten wurden in separaten Anfragen abgerufen.

Nach Erhalt der Daten werden in den *handleCO2Json* und *handleJsonPerCapita* Funktionen die Layer zur Karte hinzugefügt. Mit Hilfe der *setStyle* Funktion, kann dem Layer eine farbliche Einteilung zugewiesen werden. Dafür wurde die chroma.js Bibliothek genutzt, um eine Farbskala zu erzeugen. Die Klassenzahl wurde auf 10 festgelegt, um eine angemessene Unterscheidung zwischen den verschiedenen Emissionsebenen zu ermöglichen, während gleichzeitig eine klare und verständliche Visualisierung beibehalten wurde. Die Funktionen *totalCO2Style* überprüft, ob ein Land alle nötigen Daten besitzt, um die Einfärbung vorzunehmen, ansonsten wird das Land grau gefärbt. Falls Daten zu CO2 Emissionen vorhanden sind, wird anhand der mit chroma.js erstellten Farbskala die Farbe ermittelt, in der das Land gefärbt werden soll.

Für die CO2-Emissionen wurde ein Maximalwert von 900 Millionen Tonnen CO2 und für die pro-Kopf-Emissionen ein Maximalwert von 18 Tonnen festgelegt. Das Startjahr wurde auf 2021 gesetzt, da dies das neueste Jahr in den Daten ist.

Ein Bild, das Text, Karte, Screenshot, Atlas enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Karte mit eingefärbten Layer

Ein eingebauter Slider ermöglicht es den Benutzern, durch die Jahre zu wechseln. Wenn der Slider bewegt wird, wird der Style der Karte entsprechend dem ausgewählten Jahr aktualisiert.

Ein Bild, das Text, Karte, Screenshot, Atlas enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Jahresänderung

Beim Klicken auf ein Land wird ein Liniendiagramm erstellt, das den zeitlichen Verlauf der CO2-Emissionen des betreffenden Landes darstellt.

Ein Bild, das Text, Karte, Diagramm, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Liniendiagramm

Nachdem ein Land ausgewählt wurde, erscheinen zwei Buttons: "Land hinzufügen" und "Diagramm aufräumen". Der Button "Land hinzufügen" ermöglicht es, weitere Länder zum Diagramm hinzuzufügen, wobei sich das Styling des Buttons ändert. Der Button "Diagramm aufräumen" macht das Diagramm unsichtbar. Wählt man ein neues Land aus, ohne den Button "Land hinzufügen" zu betätigen, wird das zuvor ausgewählte Land im Diagramm durch das neue ersetzt.

Ein Bild, das Text, Karte, Diagramm, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung CO2 Ländervergleich

Wenn ein Land angeklickt wird, erscheint außerdem ein Popup, welches den Namen des Landes anzeigt, den CO2 Ausstoß gesamt oder pro Kopf, je nachdem welcher Layer gerade ausgewählt ist und den Trend der letzten 10 Jahre. Hierfür wurde eine Funktion geschrieben, die überprüft, ob sich die Emissionen in den letzten 10 Jahren verringert haben oder gestiegen sind. Im Popup wird dann entweder ein grüner Pfeil nach unten oder ein roter Pfeil nach oben angezeigt, um den Trend darzustellen. Für die Icons wurde [Font Awesome](https://fontawesome.com/) in das Projekt mit eingebunden.

Ein Bild, das Text, Screenshot, Schrift enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Popup mit Trend

## Energiemix und Elektrizitätsmix Seiten

Die Energiemix und Elektrizitätsmix Seiten der WebApp bieten einen detaillierten Einblick in die Nutzung verschiedener Energiequellen auf Länderebene. Für diese Darstellung werden jeweils zwei Datenebenen vom Geoserver geladen: der Gesamt-Energiemix bzw. Elektrizitätsmix und eine vereinfachte Version. Beide werden über HTTP-Anfragen mit Ajax abgerufen und in den entsprechenden handle-Funktionen (handleEnergyJson und handleSimpleEnergyJson) als Layer zur Karte hinzugefügt.

Ein zentrales Feature dieser Seiten sind die Minicharts, die direkt auf der Karte angezeigt werden. Die kreisförmigen Diagramme werden mithilfe der onEachFeature-Funktion von Leaflet erstellt und geben einen visuellen Überblick über den Energiemix bzw. Elektrizitätsmix eines jeden Landes. Hier kommen die zuvor importierten Centroids Daten ins Spiel, um die Minicharts korrekt auf der Karte zu positionieren. Abhängig vom ausgewählten Layer - entweder "Energiemix" oder "Energiemix vereinfacht" - werden in den Minicharts entweder alle Energiequellen dargestellt oder eine vereinfachte Darstellung, die nur zwischen fossilen und erneuerbaren Energiequellen unterscheidet. Die Farbgebung der Diagramme ist dabei auf die jeweiligen Energiequellen abgestimmt (z.B. Kohle in Braun, Öl in Schwarz usw.).

Ein Bild, das Karte, Text, Screenshot, Atlas enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Leaflet Kreisdiagramme

Ein Bild, das Text, Karte, Atlas, Screenshot enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Leaflet Kreisdiagramme vereinfacht

Ein integrierter Button ermöglicht es den Benutzern, die Minicharts je nach Bedarf ein- oder auszublenden. Bei einem Klick auf ein Land erscheint ein Pop-up, das detaillierte Informationen zum jeweiligen Energiemix bzw. Elektrizitätsmix anzeigt, inklusive der prozentualen Anteile aller Energiequellen.

Parallel dazu wird ein Balkendiagramm erstellt, das die prozentuale Verteilung der Energieträger visualisiert. In der detaillierten Ansicht sind dabei alle Energiequellen zu sehen, während in der "simple"-Ansicht zwischen fossilen, erneuerbaren und "low carbon"-Energieträgern unterschieden wird. Über einen zusätzlichen Button können die Nutzer weitere Länder zum Vergleich zum Diagramm hinzufügen und das Diagramm bei Bedarf aufräumen.

Ein Bild, das Text, Karte, Atlas, Diagramm enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Balkendiagramm

Ein Bild, das Text, Karte, Atlas, Diagramm enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Abbildung Ländervergleich Energiemix

# 

# AndroidApp

Ein Bild, das Text, Screenshot, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Ein Bild, das Text, Screenshot, Grafikdesign, Karte enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Text, Screenshot, Grafikdesign, Karte enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Text, Karte, Screenshot, Grafikdesign enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Ein Bild, das Text, Screenshot, Karte enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Text, Screenshot, Karte enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Text, Screenshot, Karte enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Ein Bild, das Text, Screenshot, Atlas, Karte enthält.

Automatisch generierte BeschreibungEin Bild, das Text, Screenshot, Karte, Atlas enthält.

Automatisch generierte Beschreibung