

MSc Wirtschaftsinformatik

Business Intelligence & Analytics (BINA) FS 2021

---

## Case Study

### COVID-19: Weltweiter Vergleich des Impffortschritts

Eine Analyse des weltweiten Impffortschritts und die Unterschiede zwischen den einzelnen Kontinenten und Regionen

---



(Ruvic, 2021)

#### Eingereicht 18. Juni 2021 von:

Jannis Kokkinis, Fähnernstrasse 9a, 9000 St.Gallen, jannis.kokkinis@ost.ch  
Milan Markovic, Hohrütistrasse 27, 6020 Emmenbrücke, milan.markovic@stud.hslu.ch  
Nicoleta Zanotta, Kreuzstrasse 1, 9032 Engelburg, nicoleta.zanotta@ost.ch  
Zafer Ünal, Sonnenbergstrasse 35, 9000 St. Gallen, zafer.uenal@ost.ch

#### Betreuender Dozent:

Dr. Daniel Benninger, HSLU, Suurstoffi 1, 6343 Rotkreuz, daniel.benninger@hslu.ch

## Management Summary

**Ausgangslage.** Die COVID-19 Impfungen laufen weltweit aktuell auf Hochtouren. Immer mehr Länder erteilen Zulassungen für verschiedene Impfstoffe und führen zum Teil bereits Massenimpfungen an der Bevölkerung durch. Die Fortschritte in den einzelnen Ländern sind sehr unterschiedlich (Auswahl der Impfstoffe, Anzahl vollständig Geimpfte pro 100 Einwohnern, Anzahl Impfdosen, usw.).

**Fragestellung.** Für internationale Organisationen, die sich mit dem öffentlichen Gesundheitswesen und der Entwicklungshilfe befassen, soll die Case Study eine Analyse des weltweiten Impffortschritts bieten. Dabei soll herausgefunden werden, ob reiche Länder bei den COVID-19 Impfungen schneller voranschreiten als ärmere Länder. Zudem soll der Unterschied in der Auswahl der verschiedenen Impfstoffe zwischen den einzelnen Kontinenten untersucht werden. Zuletzt soll die vorliegende Arbeit aufzeigen, ob die COVID-19 Impfungen bereits einen Einfluss auf die Sterberate der jeweiligen Länder hat.

**Vorgehen.** Die vorliegende Case Study orientiert sich an der CPA Management Accounting Guideline «From Data to Decisions» und unterteilt die Arbeit in vier Schritte: Zieldefinition der Datenanalyse, Sammlung der benötigten Daten, Analyse der vorliegenden Daten, Präsentation der wichtigsten Erkenntnisse. Für die Auswertung wurden Datenquellen von der Organisation «Our World in Data» verwendet, welche den weltweiten Impffortschritt täglich für alle Länder auf Github zur Verfügung stellen. Um die Fragestellung zu beantworten, wurden 0-Hypothesen formuliert, welche u.a. mithilfe von statistischen Berechnungen mit RStudio untersucht werden. Weiter wurde der Einsatz von Tableau verwendet, um diverse Ergebnisse grafisch darzustellen.

**Ergebnisse.** Es zeigt sich, dass der Human Development Index (HDI) einen stark signifikanten Einfluss auf den Impffortschritt hat. Länder mit einem sehr hohen HDI-Wert schreiten mehrheitlich bei den COVID-19 Impfungen schneller voran als ärmere Länder. Weiter gibt es Unterschiede in der Zulassung der einzelnen Impfstoffe. So werden Impfstoffe aus westlicher Fabrikation häufig in westlichen Ländern verwendet, wohingegen russische und chinesische COVID-19 Impfstoffe vor allem in ärmeren Regionen (Afrika, Südamerika, Südasien) zugelassen sind. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass aufgrund der vorliegenden Daten der untersuchten Länder, der Impffortschritt mehrheitlich eine negative Korrelation auf die Sterberate aufweist. Je höher der Impffortschritt, desto tiefer die Sterberate. Dabei wurde die Korrelation auf folgende Länder untersucht, welche bereits weit mit den Impfungen vorangeschritten sind: Chile, Israel, Schweiz, Vereinigte Staaten, Vereinigtes Königreich.

**Handlungsempfehlungen.** Der Weltgesundheitsorganisation wird empfohlen, den Impffortschritt in Ländern mit einem HDI-Wert unter 0.8 (high) - vor allem in Ländern mit einem HDI-Level «low» und «medium» - in der Beschaffung der Impfungen zu unterstützen. Vor allem afrikanische Staaten benötigen dabei besondere Hilfe. Weiter wird empfohlen, in diesen Regionen nicht nur den Einsatz von Impfungen eines bestimmten Herstellers, sondern die Zulassung für weitere Impfstoffe zu forcieren. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Impfungen die Sterberate in gewissen Ländern senken konnten, die bei den Vakzinen weit vorangeschritten sind. Deshalb kann angenommen werden, dass die voranschreitenden Impfungen weniger entwickelten Ländern helfen können, die Sterberate durch COVID-19 zu senken.

## Inhaltsverzeichnis

Management Summary .....	2
Inhaltsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	5
Abkürzungsverzeichnis .....	5
1    Einleitung .....	6
1.1    Fragestellung, Hypothesen und Ziele der Arbeit.....	6
1.2    Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	7
2    Defining objectives and information needs.....	8
2.1    Key Analytics Questions .....	8
2.2    Understanding what decisions need to be taken.....	8
3    Collecting data .....	10
3.1    Planning Data Collection.....	10
3.2    Making Data readily .....	10
3.2.1    Hypothese 1: Impffortschritt .....	10
3.2.2    Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe.....	12
3.2.3    Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate.....	12
4    Analyzing data .....	13
4.1    Hypothese 1: Impffortschritt .....	13
4.2    Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe .....	18
4.3    Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate .....	22
4.3.1    Zusätzliche Einflussfaktoren für Hypothese 3.....	22
4.3.2    Visualisierung der Datenanalyse .....	24
5    Fazit und Reflexion .....	30
6    Anhang A: Github Repository .....	32
7    Anhang B: Präsentation (Pitch Deck) .....	33
8    Literaturverzeichnis.....	39
Erklärung .....	41

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: HDI-Index (UNDP, 2021).....	8
Abbildung 2: Säulendiagramm Relative Anteile des HDIs, eigene Darstellung.....	11
Abbildung 3: R Code Boxplot nach HDI-Level.....	13
Abbildung 4: Boxplot nach HDI-Level .....	14
Abbildung 5: R Code Punktdiagramm «Weltweiter Impffortschritt» .....	15
Abbildung 6: Punktdiagramm «Weltweiter Impffortschritt» .....	15
Abbildung 7: R Code Nichtlineares Regressionsmodell .....	16
Abbildung 8: Nichtlineares Regressionsmodell .....	16
Abbildung 9: Modellberechnung Hypothese 1.....	17
Abbildung 10: Tableau: Weltweiter Impffortschritt.....	17
Abbildung 11: Tableau: Astra Zeneca.....	18
Abbildung 12: Tableau: BioNTech/Pfizer.....	19
Abbildung 13: Tableau: Moderna.....	19
Abbildung 14: Tableau: Johnson & Johnson.....	20
Abbildung 15: Tableau: Sinopharm .....	20
Abbildung 16: Tableau: Sinovac .....	21
Abbildung 17: Tableau: Sputnik V.....	21
Abbildung 18: Chile: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung.....	25
Abbildung 19: Chile: Strigency Index, eigene Darstellung.....	25
Abbildung 20: Israel: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung .....	26
Abbildung 21: Israel: Strigency Index, eigene Darstellung .....	26
Abbildung 22: Schweiz: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung.....	27
Abbildung 23: Schweiz: Strigency Index, eigene Darstellung.....	27
Abbildung 24: United States: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung .....	28
Abbildung 25: United States: Strigency Index, eigene Darstellung.....	28
Abbildung 26: UK: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung .....	29
Abbildung 27: UK: Strigency Index, eigene Darstellung.....	29

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mögliche Indikatoren für Datensätze, eigene Darstellung .....	9
Tabelle 2: Relative Anteile des HDIs, eigene Darstellung .....	11
Tabelle 3: Stichprobe Hypothese 3, eigene Darstellung .....	12
Tabelle 4: Deskriptive Statistik für Stichprobe pro HDI-Level .....	14

## Abkürzungsverzeichnis

Chartered Professional Accountants	CPA
Bundesamt für Gesundheit	BAG
Human Development Index	HDI
Key Analytics Questions	KAQ
Norddeutscher Rundfunk	NDR
Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V.	vfa
Our World In Data	OWID
Oxford COVID-19 Government Response Tracker	OxCGRT
Robert Koch Institut	RKI
United Nations Development Programme	UNDP
Weltgesundheitsorganisation	WHO

# 1 Einleitung

Das neuartige Coronavirus SARS-CoV-2 hat sich von China ausgehend weltweit verbreitet. Dabei steht ein Markt in der Millionenmetropole Wuhan im Zentrum des Ausbruchs. Auf dem Markt wurden neben Fisch auch Fledermäuse, Schlangen und weitere Wildtiere gehandelt. Eine Übertragung direkt von Fledermäusen oder über einen Zwischenwirt auf den Menschen gilt als wahrscheinlich. Seit der Übertragung wird das Virus von Mensch zu Mensch übertragen. Anfang Dezember 2019 traten die ersten Fälle des neuartigen Coronavirus in China auf. Im Verlaufe des Januars 2020 wurden Fälle in Thailand, den USA, Frankreich und Deutschland registriert. Die Schweiz registriert am 25. Februar 2020 den ersten nachgewiesenen Fall. Am 11. März 2020 ruft die Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine Pandemie aus (BAG, ohne Datum; BAG, 2020; dguv.de, 2020; mdr.de, 2020). Die Weltgesundheitsorganisation hat am 11. Februar 2020 der Krankheit, die durch das neue Coronavirus verursacht wird, den Namen COVID-19 gegeben. Das Virus überträgt sich am häufigsten bei engem und längerem Kontakt und wird durch Tröpfchen und Aerosole oder über Oberflächen und die Hände übertragen. Zu den häufigsten Krankheitssymptomen gehören Halsschmerzen, Husten, Kurzatmigkeit, Fieber oder der plötzliche Verlust des Geruchs- und/oder Geschmackssinns. (BAG, ohne Datum).

Zurzeit laufen Massensimpfungen sowie die Impfstoffforschung gegen COVID-19 weltweit auf Hochtouren. Gemäss der WHO werden mehrere Dutzende mögliche Impfstoffe bereits am Menschen getestet und über 150 Vakzine sind in der vorklinischen Prüfung. Die Heilmittelbehörde Swissmedic hat am 12. Januar 2021 den zweiten COVID-19-Impfstoff für den Schweizer Markt zugelassen. Zurzeit sind die Vakzine der Hersteller Moderna sowie Pfizer/BioNTech zugelassen (BAG, 2021; BR24, 2021). Es wurde international vielfach beteuert, dass ein Impf-Nationalismus vermieden werden soll. Die Entwicklung zeigt, dass sich Industrienationen Millionenkontingente an Impfdosen bei führenden Pharmakonzernen gesichert haben. Daraus resultiert, dass das Impfen gegen COVID-19 weltweit unterschiedlich voranschreitet. Israel gilt betreffend Impffortschritt als Vorreiter. Des Weiteren schreiten die USA oder Länder der europäischen Union im internationalen Vergleich ebenfalls schnell voran. Im Februar 2021 wurden 111 Länder registriert, in denen der Impfstart gegen COVID-19 ausstand. Es handelt sich dabei vornehmlich um strukturschwächere und ärmere Länder. Der Impfstart für die Länder hängt von verschiedenen Faktoren ab, allen voran von den finanziellen Mitteln. Weitere Faktoren sind die Logistik oder politische Gründe (mdr.de, 2021).

## 1.1 Fragestellung, Hypothesen und Ziele der Arbeit

Wie im vorherigen Kapitel erwähnt, schreiten die länderspezifischen Impfkampagnen gegen COVID-19 unterschiedlich schnell voran. Des Weiteren variieren die zugelassenen und somit verabreichten Impfstoffe je nach Land. In der vorliegenden Case Study widmet sich die Projektgruppe der Fragestellung, wie die Impfkampagnen gegen COVID-19 im weltweiten Vergleich voranschreiten und ob der Entwicklungsgrad eines Landes einen Einfluss auf den Impffortschritt hat. Zudem soll herausgefunden werden, ob es einen ersichtlichen Unterschied in der Verwendung der Impfstoffe zwischen den Kontinenten gibt. Zuletzt soll untersucht werden, ob die verabreichten Impfungen bereits einen Einfluss auf die Sterberate ausübt. Damit die Fragestellung untersucht werden kann, hat die Projektgruppe folgende drei 0-Hypothesen formuliert:

- H1** Länder mit hohem Entwicklungsgrad schreiten bei den COVID-19 Impfungen schneller voran als Länder mit einem tiefen Entwicklungsgrad.
- H2** Es gibt einen ersichtlichen Unterschied in der Verwendung der Impfstoffe zwischen den einzelnen Kontinenten und Regionen der Welt.
- H3** Die verabreichten Impfungen haben eine negative Korrelation auf die Sterberate pro untersuchtes Land.

Damit die formulierten Hypothesen verifiziert oder widerlegt werden können, arbeitet die Projektgruppe mit entsprechenden Datensätzen, die öffentlich zugänglich sind. Weiter werden Tools für die statistische Berechnungen sowie die Visualisierung eingesetzt. Dabei hat sich die Projektgruppe zum Ziel gesetzt, entsprechende Kenntnisse in RStudio und Tableau zu erlangen, um die Auswertungen und Darstellungen vorzunehmen.

## **1.2 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit**

Beim Vorgehen orientiert sich die Projektgruppe am “Five-Step Approach To Data-Driven Decision-Making” des Chartered Professional Accountants (CPA). So werden in Kapitel 2 der tatsächliche Informationsbedarf definiert. Im Kapitel 3 beschreibt die Projektgruppe das Sammeln und Organisieren der richtigen Daten. Dabei sollen die Daten möglichst aussagekräftig und relevant sein, um den Informationsbedarf zu decken. Das Kapitel 4 fokussiert auf die Analyse der Daten, damit diese mittels Analytik in Erkenntnisse umgewandelt werden können. Schliesslich werden in Kapitel 5 die gewonnen Informationen kommuniziert bzw. im richtigen und einem adressatengerechten Format aufbereitet. Die Ergebnisse werden im Anhang zudem als übersichtlicher Pitch Deck dargestellt.

## 2 Defining objectives and information needs

Die aus der Case Study resultierenden Erkenntnisse bzw. die Beantwortung der Hypothesen sollen in erster Linie nationalen und internationalen Organisationen dienen. Zu den Organisationen gehören bspw. die WHO, das Bundesamt für Gesundheit (BAG) der Schweiz, das United Nations Development Programme (UNDP) der Vereinten Nationen und Non-Profit-Organisationen im Allgemeinen. Mit der Generierung von Information aus Daten zum Impffortschritt sollen die erwähnten Organisationen insbesondere einen Überblick über den weltweiten Impffortschritt erhalten, damit Entscheide und Massnahmen entsprechend der strategischen Ausrichtung der Organisationen abgeleitet werden können.

### 2.1 Key Analytics Questions

Durch die obenstehende Definition der Zielgruppe hat die Projektgruppe geklärt, wer die Information bzw. Erkenntnisse benötigt. Ein weiterer Schritt besteht gemäss dem Five-Step Approach To Data-Driven Decision-Making darin, die Key Analytics Questions (KAQ) zu formulieren. Mit den KAQ wird präzisiert, welche Fragen die Zielgruppe beantwortet haben möchte. Die Definition der KAQ wurde durch die Projektgruppe mit der Erarbeitung der drei Hypothesen gemäss Kapitel 1.1 abgedeckt. Die formulierten Hypothesen entsprechen somit den KAQ.

### 2.2 Understanding what decisions need to be taken

Aufgrund der formulierten Hypothesen ergibt sich ein Bild für mögliche Datensätze und deren Indikatoren. Ein wichtiger Bestandteil besteht darin, die Länder nach Entwicklungsgrad einzuteilen. Die Projektgruppe hat sich bezüglich dieses Indikators für den Human Development Index (HDI) entschieden. Der HDI wurde von dem UNDP entwickelt, um zu betonen, dass die Menschen und ihre Fähigkeiten das Kriterium für die Bewertung der Entwicklung eines Landes ist und nicht das Wirtschaftswachstum allein. Bei dem HDI handelt es sich um ein zusammenfassendes Mass für die durchschnittliche Leistung in den drei Schlüsseldimensionen der menschlichen Entwicklung. Diese Schlüsseldimensionen sind ein langes und gesundes Leben (Gesundheit), Bildung sowie ein angemessener Lebensstandard. Die Dimension Gesundheit wird durch die Lebenserwartung bei der Geburt gemessen. Bei der Dimension Bildung wird der Mittelwert der Schuljahre für Erwachsene ab 25 Jahren und die erwarteten Schuljahre für Kinder im Einschulungsalter verwendet. Für die Dimension Lebensstandard wird das Bruttonationaleinkommen pro Kopf gemessen. Schliesslich werden die Werte für die drei HDI-Dimensionen mit Hilfe des geometrischen Mittels zu einem zusammengesetzten Index aggregiert (UNDP, 2021). Die folgende Abbildung 1 fasst den HDI zusammen:

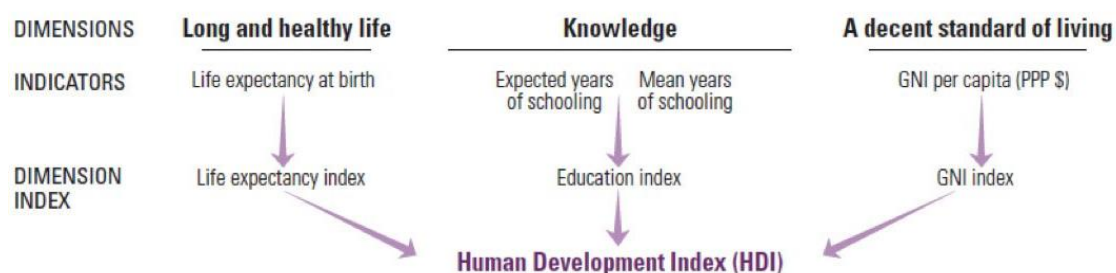


Abbildung 1: HDI-Index (UNDP, 2021)



Die Werte des HDI können in vier Kategorien eingeteilt werden (FU Berlin, 2010):

- Sehr hoher Entwicklungsgrad: 0.800 und höher
- Hoher Entwicklungsgrad: 0.700 – 0.799
- Mittlerer Entwicklungsgrad: 0.550 – 0.699
- Niedriger Entwicklungsgrad: Unter 0.550

Für die Beantwortung der Hypothesen und für die Suche nach möglichen Datensätzen erachtet die Projektgruppe des Weiteren die folgenden Indikatoren in Tabelle 1 als massgebend:

Hypothese	Indikator je Land
H1	<ul style="list-style-type: none"><li>• HDI und HDI-Level</li><li>• Vollständig geimpfte Personen pro hundert Einwohner</li></ul>
H2	<ul style="list-style-type: none"><li>• HDI und HDI-Level</li><li>• Eingesetzte Impfstoffe</li></ul>
H3	<ul style="list-style-type: none"><li>• Total verabreichte Impfdosen pro Tag / pro Woche / pro Monat</li><li>• Verstorbene Personen pro Tag / pro Woche / pro Monat</li></ul>

**Tabelle 1: Mögliche Indikatoren für Datensätze, eigene Darstellung**

### 3 Collecting data

Um den Informationsbedarf gemäss Kapitel 2 zu decken hat die Projektgruppe in diesem Schritt die relevanten und aussagekräftigen Daten gesammelt und organisiert.

#### 3.1 Planning Data Collection

Als Datenquelle, um den Informationsbedarf zu decken, hat das Projektteam Our World In Data (OWID) identifiziert. OWID ist ein Projekt des Global Change Data Lab, einer Non-Profit-Organisation mit Sitz im Vereinigten Königreich. Die Organisation konzentriert sich auf Themen wie Armut, Krankheit, Hunger Klimawandel, Krieg oder existenzielle Risiken sowie Ungleichheit. Gemäss OWID ist ein Hauptgrund, weshalb ein möglicher Fortschritt nicht erreicht wird, dass vorhandene Forschungen und Daten nicht ausreichend verwendet werden. Nutzbares Wissen ist gemäss der Organisation oftmals in unzugänglichen Datenbanken gespeichert. Ziel der Arbeit von OWID ist es, das Wissen über Probleme zugänglich und verständlich zu machen, um Fortschritte bei Problemen der Welt zu erzielen (OWID, 2021). OWID sammelt verschiedene Daten zur Coronapandemie und stellt diese öffentlich auf Github zur Verfügung. Bei den Daten handelt es sich um strukturierte Datensätze in Form von Excel-, JSON- oder CSV-Dateien. Für die Bearbeitung der Hypothesen hat die Projektgruppe folgenden Datensatz eruiert, der täglich aktualisiert wird:

<https://github.com/owid/COVID-19-data/blob/master/public/data/owid-COVID-data.xlsx>

Der Datensatz wird als Master-File bezeichnet. Die Projektgruppe verwendet im weiteren Verlauf der Projektarbeit diesen Datensatz mit der letzten Aktualisierung durch OWID am 02.06.2021, um möglichst aussagekräftige Informationen zu generieren. Der Datensatz beinhaltet beinahe alle in Kapitel 2 benötigten Indikatoren zur Bearbeitung der Hypothesen. Die Indikatoren HDI-Entwicklungsgrad (HDI-Level) und eingesetzte Impfstoffe werden im Master-File nicht aufgeführt.

#### 3.2 Making Data readily

Für die Bearbeitung der drei Hypothesen hat das Projektteam das Datenmaterial bzw. das Master-File individuell optimiert und mit zusätzlichen Daten angereichert.

##### 3.2.1 Hypothese 1: Impffortschritt

Für die erste Hypothese wurde das Master-File einigen Anpassungen und Optimierung unterzogen.

##### HDI-Level

Die Länder wurden um eine zusätzliche Spalte mit dem HDI-Level ergänzt. Die benötigten Daten konnte das Projektteam aus dem folgenden Bericht (Seite 4) des UNDP entnehmen:

[http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020\\_technical\\_notes.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr2020_technical_notes.pdf)

## Stichprobe

Das Master-File beinhaltet Daten von 189 verschiedenen Ländern. Aufgrund des Umfangs der vorliegenden Datensätze hat die Projektgruppe eine Stichprobe von 80 Ländern definiert. Um die Repräsentativität der Stichprobe zu gewährleisten, wurde eine gleichmässige Verteilung des HDIs der Stichprobe zur Grundgesamtheit gezogen. In der folgende Tabelle 2 werden die relativen Anteile des HDIs zwischen der Grundgesamtheit und der Stichprobe aufgelistet.

Relative Anteile des HDIs	Grundgesamtheit	Grundgesamtheit in %	Stichprobe	Stichprobe in %
Low	33	17%	14	18%
Medium	37	20%	16	20%
High	53	28%	22	28%
Very High	66	35%	28	35%
<b>Total</b>	<b>189</b>	<b>100%</b>	<b>80</b>	<b>100%</b>

Tabelle 2: Relative Anteile des HDIs, eigene Darstellung

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die relativen Anteile des HDIs zwischen Grundgesamtheit und Stichprobe in Form eines Balkendiagramms. Dabei lässt sich die gleichmässige Verteilung des HDIs zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit genauer erkennen.

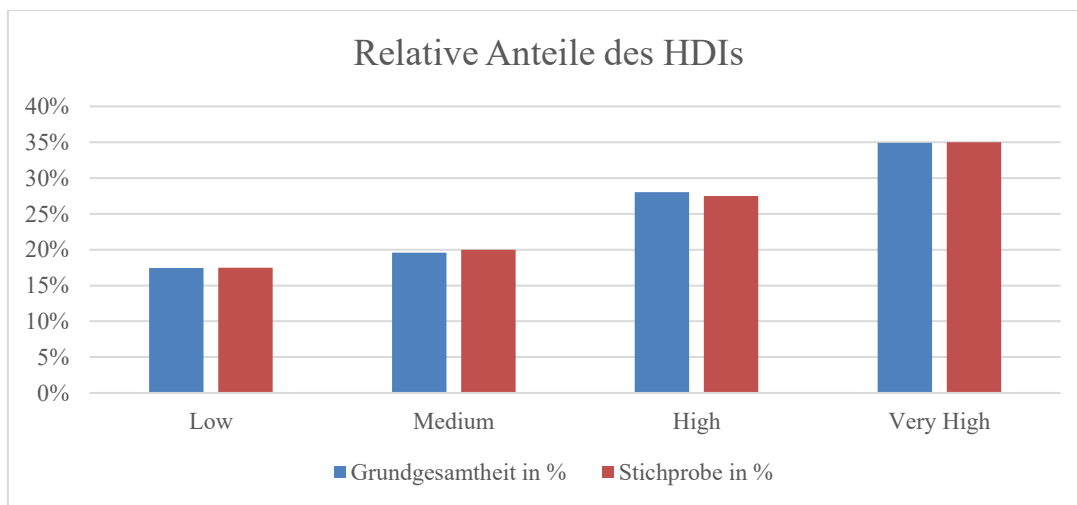


Abbildung 2: Säulendiagramm Relative Anteile des HDIs, eigene Darstellung

Für die Auswahl der Länder wurden alle Staaten absteigend sortiert nach Anteil «people\_fully\_vaccinated\_per\_hundred» im Vergleich zur Bevölkerungszahl des Landes. Länder mit einer Einwohnerzahl von unter einer Million Menschen wie bspw. kleinere Inselstaaten hat die Projektgruppe bewusst nicht miteinbezogen, damit eine höhere Vergleichbarkeit gewährleistet ist. Anhand dieser beiden Kriterien wurde die Stichprobe erstellt. Die Auswahl der Länder erfolgte dabei zufällig.

## Zeitraum

Die Länder haben mit den Impfungen gegen COVID-19 unterschiedlich schnell gestartet. Als Start des Zeitraumes wurde durch die Projektgruppe der 14.12.2020 identifiziert. An diesem Tag wurden gemäss dem Datensatz die ersten Impfungen in Russland verabreicht.

Der Zeitraum wurde folglich vom 14.12.2020 bis 31.05.2021 eingegrenzt. Für die Beantwortung der Hypothese 1 wurde der Impffortschritt auf das Datum 31.05.2021 gesetzt.

### 3.2.2 Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

Für die zweite Hypothese wurde das Master-File wie folgt ergänzt:

#### Impfstoffe

Das Projektteam hat die Datei um eine zusätzliche Spalte ergänzt, in der die 80 Länder aus der Stichprobe von Hypothese 1, mit den eingesetzten Impfstoffen ergänzt werden konnten. Die Information, welche Impfstoffe pro Land zugelassen und eingesetzt werden, stellt wiederum OWID zur Verfügung:

<https://github.com/owid/COVID-19-data/tree/master/public/data/vaccinations>

Diese Datei wurde bearbeitet, um eine flache Hierarchie der Daten zu erzeugen und wurde anschliessend als separates Register im Master-File eingefügt.

### 3.2.3 Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate

Für die dritte Hypothese wurde das Master-File wie folgt angepasst:

- Die Spalte "HDI" wurde hinzugefügt
- Länder mit dem Datum = "14.12.2020" beinhalteten keine Daten. Diese Zellen wurden mit dem Wert 0 ergänzt.
- Bei der Spalte "people\_vaccinated\_per\_hundred" wurden die Daten nicht immer täglich übermittelt. Sprich es existieren Tage ohne Daten. Dabei wurden diese Zellen mit den letzt verfügbaren Daten ausgefüllt. z.B. 30.05.2021 = "Leer". Daten übernommen von 29.05.2021.

#### Stichprobe

Für diese Hypothese wurde eine Stichprobe von fünf Ländern definiert. Dazu wurden am 14.05.2021 alle Länder absteigend sortiert nach Anteil «people fully vaccinated» im Vergleich zur Bevölkerungszahl des Landes. Länder mit einer Einwohnerzahl von unter einer Million hat die Projektgruppe wie bei der Hypothese 1 nicht miteinbezogen. Aufgrund dieser beiden Kriterien wurden die ersten vier Länder eingegrenzt, die den höchsten Impffortschritt aufweisen. Zur Stichprobe wurde zusätzlich die Schweiz integriert.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die entsprechenden Länder auf:

Land	HDI
Chile	0.851
Israel	0.919
Schweiz	0.955
Vereinigtes Königreich	0.932
Vereinigte Staaten	0.926

Tabelle 3: Stichprobe Hypothese 3, eigene Darstellung

#### Zeitraum

Für die Hypothese 3 wurde als Start des Zeitraumes wieder der 14.12.2020 identifiziert. An diesem Tag beginnen die Aufzeichnungen der Schweiz, als letztes Land der Stichprobe. Der Zeitraum wurde folglich vom 25.02.2020 bis 31.05.2021 eingegrenzt.

## 4 Analyzing data

Sobald die richtigen Daten gesammelt wurden, müssen sie analysiert werden, um die benötigten Erkenntnisse daraus zu gewinnen. In diesem Schritt geht es um die Verwendung von Berechnungen und Tools, um die passenden Analysetechniken effektiv durchzuführen. Für dieses Kapitel wurden die Tools RStudio und Tableau verwendet. RStudio wurde eingesetzt, um die deskriptive sowie schliessende Statistik anzuwenden, damit die aufgestellten Hypothesen beantwortet werden können. Mittels Tableau wurden weitere Ergebnisse in übersichtlichen Grafiken dargestellt.

### 4.1 Hypothese 1: Impffortschritt

Um den Impffortschritt zu untersuchen, wurden die Daten der Stichprobe mit RStudio analysiert. In einem ersten Schritt sollen die Unterschiede des Impffortschrittes bereits auf den HDI-Level ersichtlich gezeigt werden. Für diese Methode eignet sich die Darstellung der Verteilung in Boxplots, um die Unterschiede hinsichtlich des HDI-Levels zu erkennen. Boxplots können im RStudio sowohl durch den Befehl «boxplot()» wie auch durch «ggplot()» ausgeführt werden. «ggplot()» erlaubt jedoch eine grafisch attraktivere Darstellung des Boxplots.

```
# Boxplot erstellen, um die Verteilung der Daten zwischen den Kontinenten festzustellen
# pro HDI-Level
boxplot(Stichprobe$people_fully_vaccinated_per_hundred~Stichprobe$hdi_level,
        ylab="People Fully Vaccinated per Hundred", xlab="HDI-Level",
        main="Verteilung vollständig Geimpfte pro HDI-Level")

ggplot(Stichprobe, aes(y=people_fully_vaccinated_per_hundred,
                      group=hdi_level,
                      x=hdi_level)) +
  stat_boxplot(geom='errorbar', width=0.5) +
  geom_boxplot(fill=c("steelblue3", "tomato3", "tomato4", "steelblue4")) +
  labs(x= "HDI-Level", y="Anteil vollständig Geimpfte (in %)",
       title="Verteilung vollständig Geimpfte pro HDI-Level")

# Deskriptive Statistik für HDI-Level Gruppen (Median, Quantile, usw.)
describeBy(Stichprobe$people_fully_vaccinated_per_hundred, group = Stichprobe$hdi_level)
```

Abbildung 3: R Code Boxplot nach HDI-Level

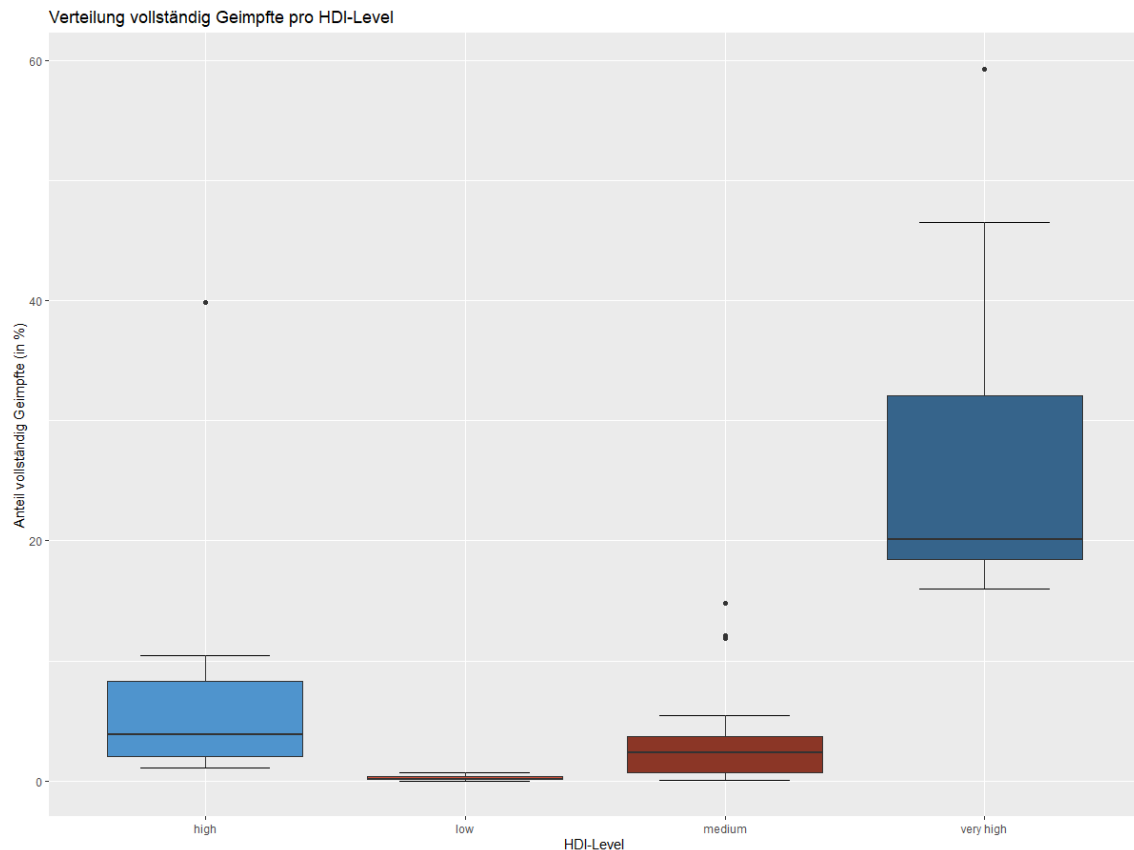


Abbildung 4: Boxplot nach HDI-Level

Anhand des Boxplots lässt sich ein unterschiedlicher Impffortschritt je HDI-Level feststellen. Dabei lässt sich schnell erkennen, dass die Länder mit einem HDI-Level von «very high» am weitesten vorangeschritten sind als andere Länder. Länder mit dem HDI-Level «low» sind im Vergleich fast kaum mit den Impfungen weitergekommen. Gleichzeitig lassen sich einige Ausreisser bei den HDI-Levels «very high», «high» und «medium» erkennen. Anhand der vorliegenden Tabelle ist ebenfalls mit der Betrachtung des Mittelwertes (Mean) ersichtlich, dass Länder mit einem HDI-Level von «very high» mehr vollständig geimpfte Personen aufweisen als andere Länder.

High	Low	Medium	Very High
n: 22	n: 14	n: 16	n: 28
Mean: 6.29	Mean: 0.24	Mean: 3.97	Mean: 26.1
Median: 3.82	Median: 0.17	Median: 2.38	Median: 20.07
Min.: 1.1	Min.: 0.01	Min.: 0.04	Min.: 16.01
Max: 39.85	Max: 0.66	Max: 14.82	Max: 59.3

Tabelle 4: Deskriptive Statistik für Stichprobe pro HDI-Level

Um die Hypothese mithilfe von schliessender Statistik endgültig zu beantworten, werden die Daten anhand eines Regressionsmodell untersucht und bewertet. Dazu wird zuerst ein Punktdiagramm der Stichprobe erstellt mit der Anzahl vollständig geimpfte Personen auf der X-Achse und dem HDI-Wert auf der Y-Achse. Damit die Unterscheidung der Länder je nach Kontinent ersichtlich ist, werden die Länder anhand des Kontinents farblich markiert.

```
# Punktdiagramm erstellen, um den Fortschritt grafisch darzustellen, aufgeteilt pro Continent
ggplot(Stichprobe) +
  aes(x = `people_fully_vaccinated_per_hundred`,
      y = `human_development_index`,
      color = continent) +
  labs(x= "Anteil vollständig Geimpfte (in %)", y= "HDI-Level",
       title = "Weltweiter Impffortschritt",
       subtitle = "Basierend auf der Stichprobe") +
  geom_point(size = 4)
```

Abbildung 5: R Code Punktdiagramm «Weltweiter Impffortschritt»

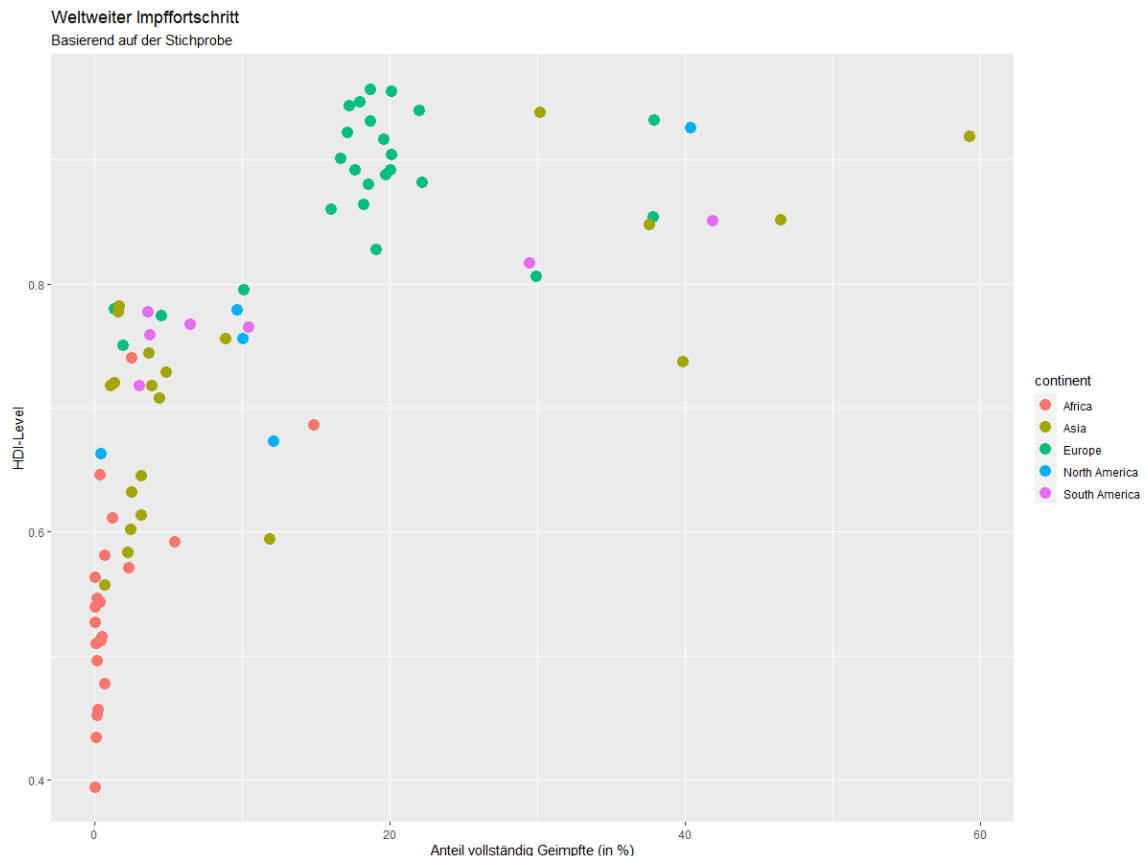


Abbildung 6: Punktdiagramm «Weltweiter Impffortschritt»

Nun wird die Stichprobe nach Kontinenten aufgeteilt und in einem Punktediagramm dargestellt. Durch die farbliche Markierung ist der Anteil von vollständig geimpften Personen in den einzelnen Ländern gut erkennbar. Dabei weisen europäische Länder einen hohen Anteil von vollständig geimpften Personen auf als z.B. afrikanische Ländern. Auffallend ist die grosse Verteilung der asiatischen Länder, hier gibt es mittlerweile schon Länder in welcher mehr als 30% der Bevölkerung vollständig geimpft wurden. Hingegen gibt es bei dieser Kategorie einen sehr hohen Anteil von Ländern mit einem niedrigem Impffortschritt (< 10% der Bevölkerung). Anhand des Punktdiagramms lässt sich klar erkennen, dass Länder mit hohem HDI weiter mit den Impfungen vorangeschritten sind als Länder mit niedrigerem HDI. Jedoch lassen sich einige Ausreisser identifizieren. Insbesondere in Asien.

Um die Hypothese endgültig zu beantworten, wird die Güte der Stichprobe getestet. Dabei wird zuerst ein Regressionsmodell erstellt, um die Güte zu berechnen. Aufgrund des maximalen Wertes des HDIs (=1) wird von einer nichtlinearen Regression ausgegangen.

```
# Annahme Non-Linearer Regression. Polynomiale Regression wird erstellt
ggplot(Stichprobe) +
  aes(x = 'people_fully_vaccinated_per_hundred',
      y = 'human_development_index') +
  labs(x = "Anteil vollständig Geimpfte (in %)", y = "HDI-Level",
       title = "Weltweiter Impffortschritt",
       subtitle = "Basierend auf der Stichprobe") +
  geom_point(size = 4) +
  stat_smooth(method = 'lm', formula = y ~ log(x))

# Güte des Modells berechnen, um die Hypothese zu beantworten
modelx <- lm(formula = Stichprobe$human_development_index
             ~ log(Stichprobe$people_fully_vaccinated_per_hundred))

summary(modelx)
# --- R-Quadrat = 0.7252
# --- p-value: < 2.2e-16
```

Abbildung 7: R Code Nichtlineares Regressionsmodell

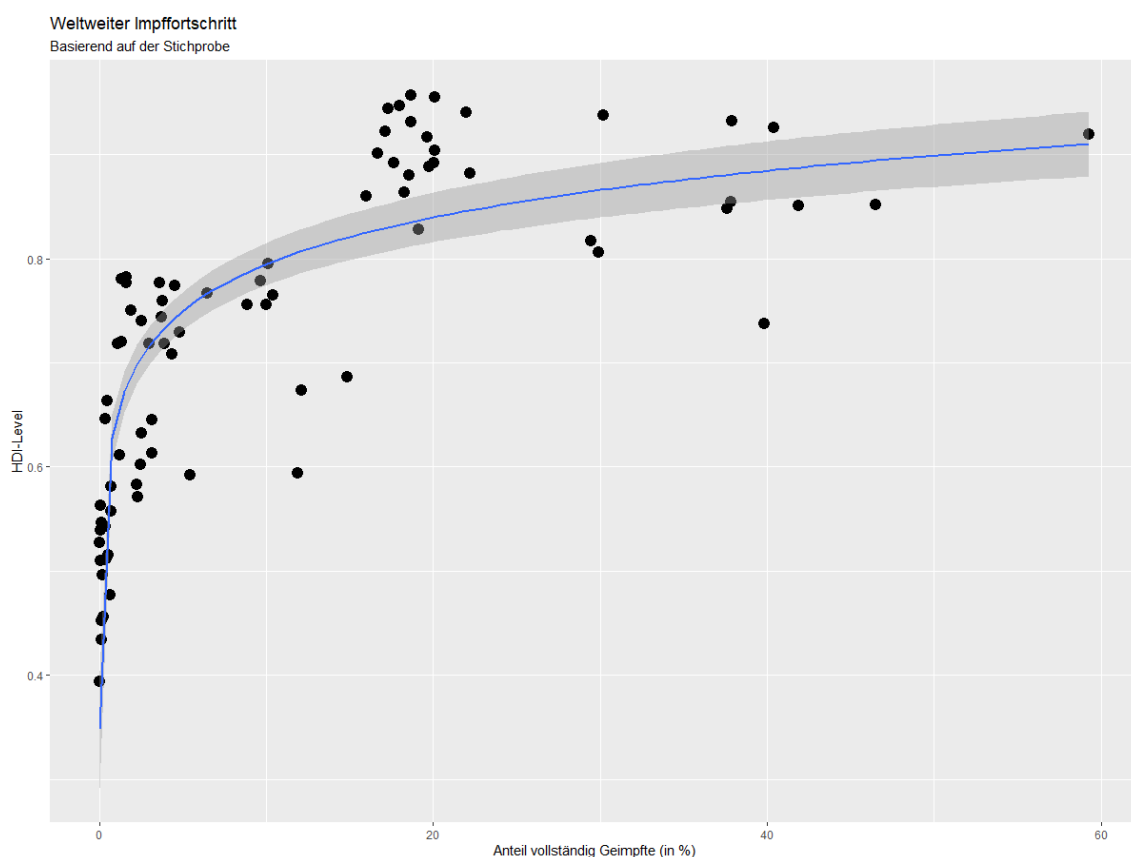


Abbildung 8: Nichtlineares Regressionsmodell

In der Abbildung 8 wird klar eine nichtlineare Regression der Stichprobe in Form einer polynominale Verteilung angezeigt. Dabei ist wieder ersichtlich, dass je höher der HDI-Wert, desto weiter vorangeschritten der Impffortschritt ist.



```
Call:
lm(formula = Stichprobe$human_development_index ~ log(Stichprobe$people_fully_vaccinated_per_hundred))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.211916 -0.050470  0.000832  0.063080  0.179313

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    0.645705   0.010802   59.77  <2e-16 ***
log(Stichprobe$people_fully_vaccinated_per_hundred) 0.064714   0.004511   14.35  <2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.08148 on 78 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7252,    Adjusted R-squared:  0.7216
F-statistic: 205.8 on 1 and 78 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Abbildung 9: Modellberechnung Hypothese 1

Aus der Berechnung des Modells ergeben sich u.a. folgende Werte:

$$R^2 = 0.7252$$

$$p\text{-Wert} < 2.2e-16$$

Bei der oben abgebildeten Berechnung wurde die Auswirkung der Anteile vollständig Geimpfte auf den HDI-Wert gemessen. Im vorliegenden Modell lassen sich die abhängige Variabel (HDI-Level) um 72.52 % durch die unabhängige Variabel (Anteil vollständig Geimpfte in %) erklären, was eine gute Erklärung des Modells erlaubt. Zudem beträgt der p-Wert kleiner als  $2.2e-16$ , was somit sehr nach am Wert 0 liegt. Dies bedeutet, dass der p-Wert tiefer ist als 0.05. Daher kann die Hypothese 1 nicht verworfen werden. Der Anteil vollständig Geimpfte hat einen stark signifikanten Einfluss auf den HDI-Wert. Länder mit einem hohen Entwicklungsgrad schreiten bei den COVID-19 Impfungen tatsächlich schneller voran als Länder mit einem tiefen Entwicklungsgrad. In der nachfolgenden Darstellung wird der Impffortschritt der Stichprobe auf einer Weltkarte mittels Tableaus dargestellt. Je dunkler die Farbe, desto weiter vorangeschritten der Impffortschritt.

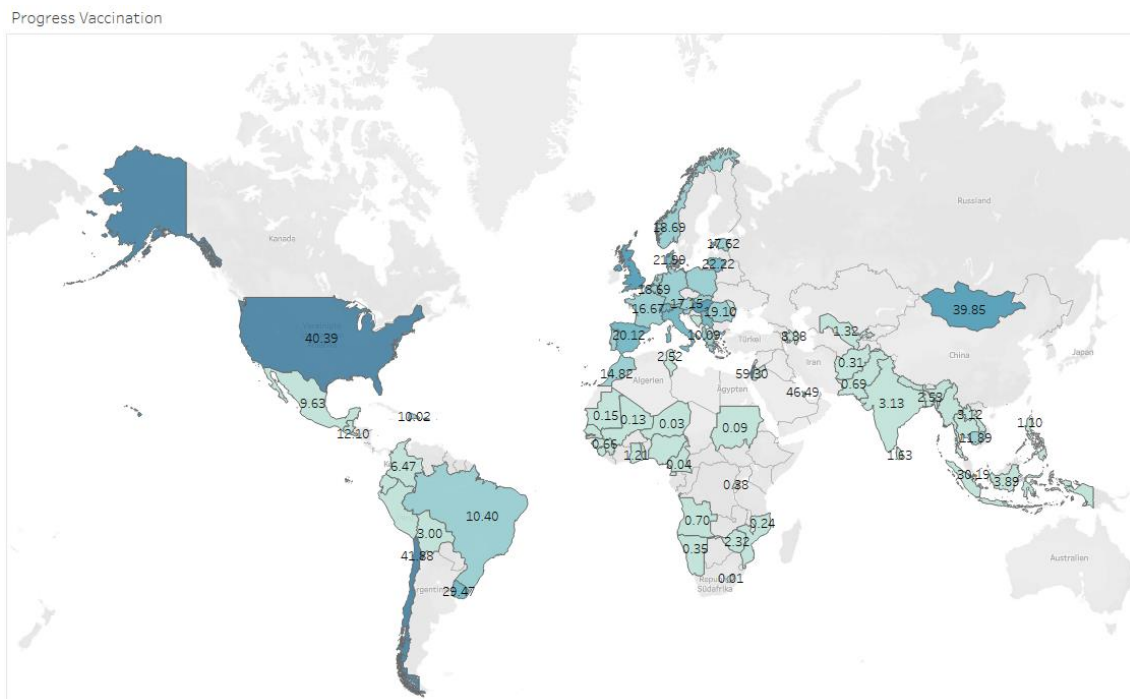


Abbildung 10: Tableau: Weltweiter Impffortschritt

## 4.2 Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

Die vorliegende Hypothese untersucht die Verwendung der einzelnen Impfstoffe auf der Welt. Aufgrund der fehlenden Informationen zu verabreichten Impfungen pro Impfstoff lässt sich die Hypothese nicht mit statistischen Auswertungen beantworten. Deshalb wird der ersichtliche Unterschied in der Zulassung der Impfungen bei den verschiedenen Ländern anhand von Tableau grafisch dargestellt. So lassen sich die Unterschiede schnell erkennen. Bei den dargestellten Ländern handelt es sich um diejenige, welche in der Stichprobe aufgeführt sind.

### Astra Zeneca

Die folgende Abbildung 11 zeigt die Länder, welche Astra Zeneca als Impfstoff zugelassen haben. Auch wenn es sich beim vorliegenden Datensatz nur um eine Stichprobe handelt, ist schnell erkennbar, dass der Impfstoff auf unterschiedlichen Kontinenten zugelassen wurde. So wurde der Impfstoff in vielen Ländern von Europa, Südamerika, Afrika und Asien zugelassen.

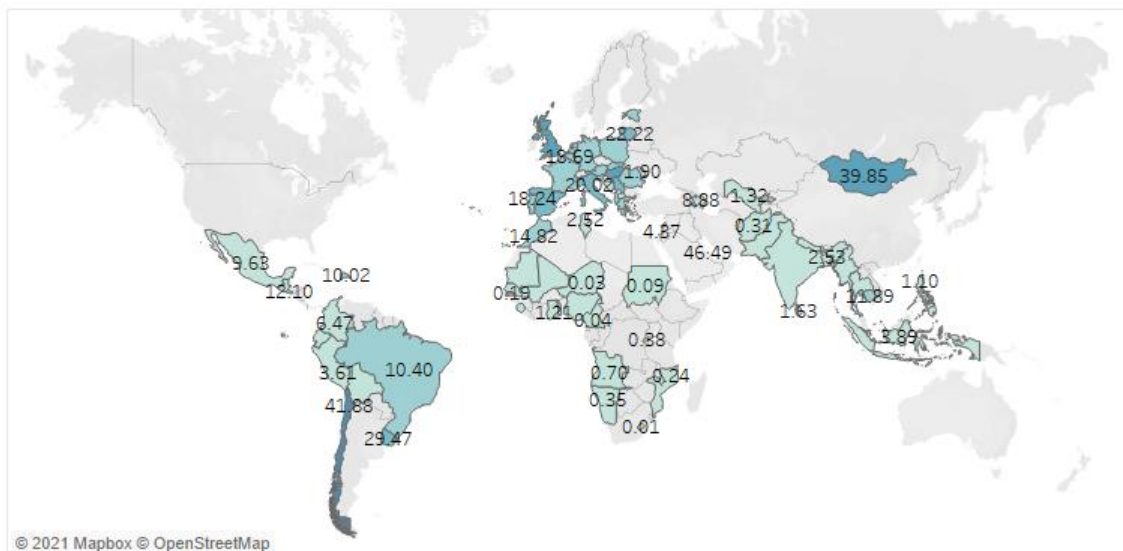


Abbildung 11: Tableau: Astra Zeneca

Beim Impfstoff BioNTech/Pfizer lässt sich erkennen, dass der Impfstoff vor allem auf der westlichen Hemisphäre der Welt vorzufinden ist (Nord-, Süd-Amerika und Europa). Vereinzelt haben Ländern in Afrika und in Asien den Impfstoff ebenfalls zugelassen. Jedoch handelt es sich hierbei nur um eine minimale Anzahl von Ländern.



Der Impfstoff Moderna lässt sich anhand der vorliegenden Datensätze vor allem in Nordamerika und in Europa vorfinden. Bei diesem Impfstoff gibt es noch eine geringere Anzahl von Ländern in den übrigen Kontinenten, welche den Impfstoff zugelassen haben. Im Gegensatz zu BioNTech/Pfizer wurde Moderna in osteuropäischen Ländern (insbesondere in Südosteuropa) weniger zugelassen.



### Johnson & Johnson

Dieser Impfstoff ist in Nordamerika und Europa vertreten. Im Gegensatz zu Moderna ist der Impfstoff in weniger Ländern in Europa zugelassen. Skandinavische Länder und Grossbritannien verwenden den Impfstoff nicht.

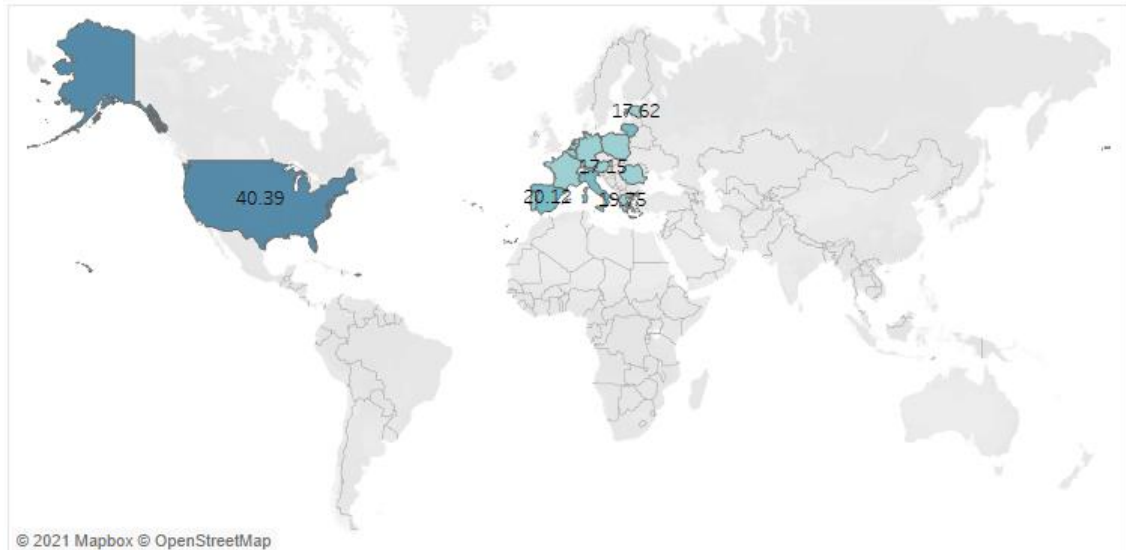


Abbildung 14: Tableau: Johnson & Johnson

### Sinopharm

Anhand der Stichprobe lässt sich erkennen, dass der Impfstoff nicht in Nordamerika und kaum in Europa zugelassen worden ist. Lediglich einzelne Staaten in Südosteuropa haben Sinopharm zugelassen. Der Impfstoff lässt sich vor allem in Afrika, Südasien und z.T. in Südamerika vorfinden. Dabei ist eine grössere Verwendung in Afrika ersichtlich.



Abbildung 15: Tableau: Sinopharm

### Sinovac

Die Verwendung von Sinovac entspricht in etwa der Verwendung von Sinopharm. Jedoch wird dieser Impfstoff vor allem in Südamerika und Südostasien angewendet.

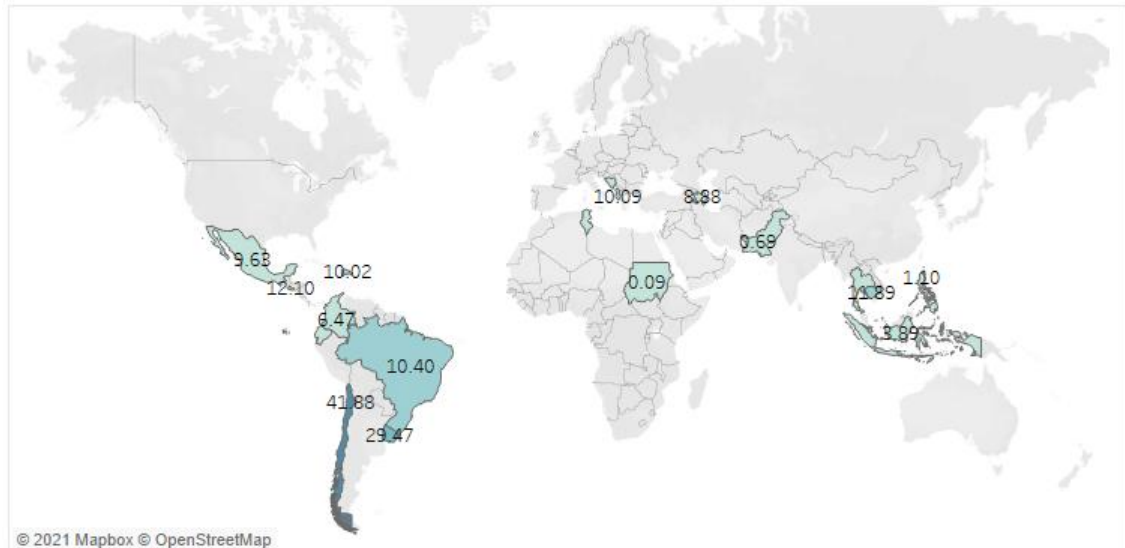


Abbildung 16: Tableau: Sinovac

### Sputnik V

Anhand der Stichprobe haben nur wenige Länder diesen Impfstoff zugelassen. Vor allem in Asien, Afrika, Südamerika und in Südosteuropa wird der Impfstoff verwendet. Es lässt sich feststellen, dass Sputnik V weniger auf der Welt zugelassen wurde als die Impfstoffe von westlicher und chinesischer Herstellung.

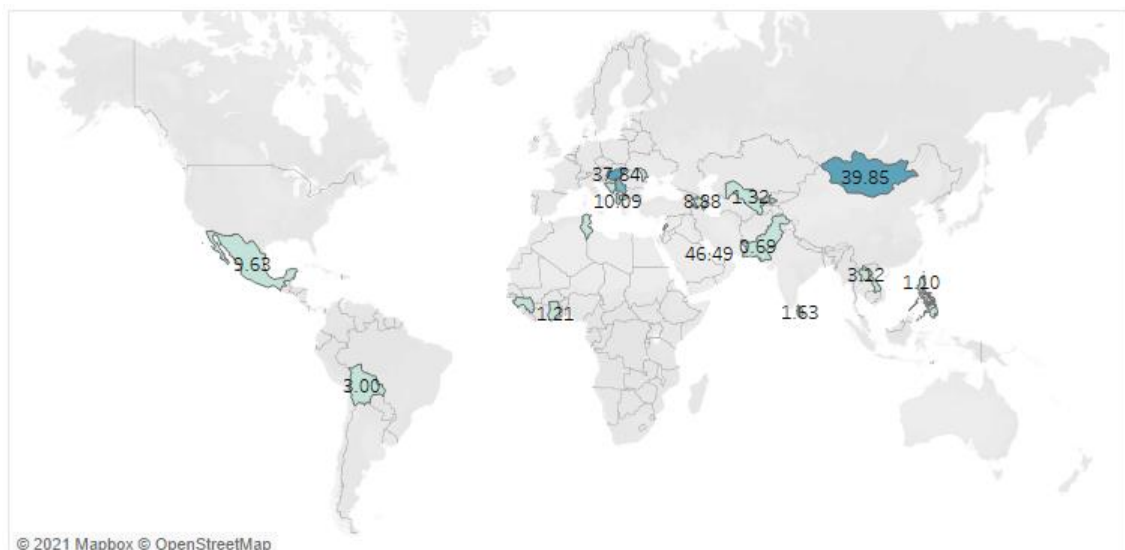


Abbildung 17: Tableau: Sputnik V

### 4.3 Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate

Für die Hypothese 3 untersuchte die Projektgruppe die Korrelation zwischen der Anzahl geimpfter Personen und der Anzahl Todesfälle. Für die grafische Auswertung der Daten wurde für diese Hypothese Tableau genutzt. Die bereinigten Daten wurden in einem ersten Schritt in Tableau eingelesen. Anschliessend wurden verschiedene Ansichten erstellt, um daraus ein optimales Dashboard zu generieren, das die relevanten Daten für die Beantwortung der Hypothese 3 liefert. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten für die verschiedenen Länder wurde mittels der entsprechenden Funktion in Excel durchgeführt.

Im Verlaufe der Projektarbeit und durch das Coaching mit dem Dozenten, Dr. Daniel Benninger, stellte sich heraus, dass für die Beantwortung der Hypothese 3 weitere Faktoren eine zentrale Rolle spielen und somit berücksichtigt werden müssen, damit eine aussagekräftige und allgemeine Aussage generiert werden kann. Allerdings sind die weiteren Faktoren teilweise schwer quantifizierbar. Zudem fehlte es am benötigten Datenmaterial dieser Faktoren, damit die Hypothese 3 abschliessend ausgewertet werden konnte. Die Faktoren, die weder eine Verifizierung noch eine Falsifizierung der Hypothese 3 ermöglichen, werden im nachfolgenden Kapitel 4.3.1 beschrieben.

#### 4.3.1 Zusätzliche Einflussfaktoren für Hypothese 3

##### **Mutationen des COVID-Virus**

Laut aktuellen Medienberichten kam es zu verschiedenen Mutationen des Virus. Die Mutationen seien leichter übertragbar als die vorherige Variante und weist zudem eine höhere Reproduktionszahl auf, dass die Sterblichkeit in allen Altersgruppen erhöht. Allerdings geht aus den COVID-Tests nicht hervor, um welche Virus-Mutation es sich bei der getesteten Person handelt. Deshalb kann keine genaue Zuordnung gemacht werden. Auch das Ausmass und die genauen Unterschiede der Mutationen sind schwer einzuschätzen. Zudem geht aus der Übersicht des Robert Koch Instituts (RKI) hervor, dass Menschen, die bereits die ursprüngliche Variante des Virus in sich tragen oder mit dem hierfür erstellten Impfstoff geimpft wurden, möglicherweise weniger gut vor einer Infektion eines der mutierten Versionen geschützt sind (RKI, 2021).

##### **Strenge der Massnahmen (Stringency-Index)**

Sämtliche Länder treffen seit Beginn des COVID-Aufkommens Vorkehrungen, um die Ausbreitung einzudämmen. Allerdings sind die Massnahmen von Land zu Land und teilweise auch von Region zu Region verschieden. Bei den Massnahmen handelt es sich bspw. um den flächendeckenden Einsatz von Hygiene-Masken in Innenräumen oder an Orten, wo es zu grossen Menschenansammlungen kommt. Zudem kommt es unter anderem zu Sperrungen von Lokalitäten, wie Einkaufsläden, Restaurationsbetrieben, Fitness-Centren, Schulen, etc. Auch werden Veranstaltungen verboten (BAG, 2021b).

Allerdings gibt es in der Datensammlung OWID vom Projekt des Global Change Data Lab den so genannten «Stringency»-Index. Diese Werte werden vom Oxford COVID-19 Government Response Tracker (OxCGRT) gesammelt und in einer Ordinalskala, die von 0 bis 100 skaliert ist, erfasst. Der OxCGRT hat das Ziel, die getroffenen Massnahmen der Regierungen auf den Ausbruch des Corona-Virus weltweit und konsequent zu verfolgen

und zu vergleichen. Dieser Index soll die Strenge der eingesetzten, strategischen Massnahmen eines Landes beziffern und somit einen Vergleich ermöglichen. Wie oben im Abschnitt erwähnt, reichen die Werte von 0 = keine Massnahmen bis hin zu 100 = Lock-down (Hale et al., 2021). Somit kann der Stringency Index die Anzahl Neuansteckungen und somit auch die Anzahl Todesfälle beeinflussen, wobei zu berücksichtigen ist, dass der Impffortschritt weiter voranschreitet und auch dieser Umstand die Anzahl Todesfälle beeinflusst. Dieser Stringency-Faktor liefert somit einen Anhaltspunkt über die Strenge der Massnahmen in einem Land, womit bei der Interpretation der Visualisierungen auch diese Perspektive berücksichtigt werden kann.

### **Dunkelziffer**

Es ist damit zu rechnen, dass es Personen gibt, die trotz einer Ansteckung mit dem COVID-19 Virus keinen Arzt aufsuchen. Gründe hierfür können bspw. weniger stark ausgeprägte Symptome sein, die nach einigen Tagen verschwinden. Epidemiologinnen und Epidemiologen gaben an, dass möglicherweise 80-90% der Infizierten nicht gefunden werden, was eine Studie der Universität Genf untermauert (SRF, 2020). Auch seitens NDR wird berichtet, dass die Dunkelziffer anfangs bei 90 Prozent lag. Allerdings wird angefügt, dass sich die Dunkelziffer in einem Jahr bis auf 30% reduziert habe (NDR, 2021a).

### **Unterschiedliche Arten von Impfstoffen & Impffortschritt**

Aufgrund des Impffortschritts und somit der Tatsache, dass immer mehr Personen gegen das COVID-19 Virus geimpft werden, sinkt die Wahrscheinlichkeit eines Todesfalls. Denn der Impfstoff reduziert das Ansteckungs- und Erkrankungsrisiko der geimpften Person. Des Weiteren schützen Impfungen vor der Übertragung der Erreger auf andere Personen. Somit werden auch ungeimpfte Personen geschützt. Zudem sind durch die Impfung die Erreger dem Körper bekannt. Im Falle einer Ansteckung kann der Körper schneller auf die Bedrohung reagieren und die Viren unschädlich machen. Aus diesem Grund kann eine Impfung die Symptome des Krankheitsverlaufs milder ausfallen lassen (BAG, 2021a).

Wie aus Kapitel 4.2 hervorgeht, werden weltweit verschiedene Arten von Impfstoffen eingesetzt und unterscheiden sich unter anderem an ihrem Typ und in ihrer Wirksamkeit (vfa., 2021).

Gemäss dem Norddeutscher Rundfunk (NDR) sinkt die Wahrscheinlichkeit bei geimpften Personen an COVID-19 zu erkranken um bis zu 95%. Studien zeigen, dass der volle Schutz der Impfung bspw. beim Impfstoff von Biontech in sieben Tagen nach der Impfung einsetzt, wohingegen bei Moderna erst nach 14 Tagen nach der zweiten Impfung. Aktuell ist jedoch bspw. nicht geklärt, wie lange ein solcher Impfstoff hält (NDR, 2021b).

### **Alterskategorien und demographische Gruppen**

Für die Impfung werden in der Schweiz besonders gefährdete Personen priorisiert und gehören zur ersten Zielgruppe. Danach folgen das Gesundheitspersonal mit Patientenkontakt sowie Betreuungspersonal von besonders gefährdeten Personen. Anschliessend kommen die engen Kontakte, wie bspw. Haushaltsmitglieder oder betreuende Angehörige von besonders gefährdeten Personen. Die Zielgruppe 4 wird aus Personen in Gemeinschaftseinrichtungen mit erhöhtem Infektions- und Ausbruchsrisko (bspw. Behindertenheime) gebildet. Zur Zielgruppe 5 gehören schliesslich Erwachsene, die nicht unter die Zielgruppen 1-4 fallen (BAG, 2021a).



Aufgrund dieser Impfstrategie, wo besonders gefährdete Personen prioritär geimpft werden, soll sowohl das Ansteckungsrisiko als auch die Sterberate gesenkt werden (BAG, 2021a). Für die Hypothese 3 bedeutet dies, dass mit dem Voranschreiten des Impffortschritts und somit die Impfung der Zielgruppen 1-5, das Risiko sowohl einer Ansteckung als auch eines Todesfalls gesenkt wird.

### **Saisonaler Effekt**

Im Frühling und im Sommer, wenn die Temperaturen steigen und höher sind als in den Herbst- und Wintermonaten, sinkt die Erkältungsgefahr bspw. durch Grippeviren. Auch beim COVID-19 Virus gehen Wissenschaftler davon aus, dass der saisonale Effekt einen Einfluss haben kann. Der Direktor des Instituts für Virologie des Uniklinikums Essen, Ulf Dittmer, sagt, dass die saisonbedingte Verbreitung der Viren über die Atemwege sehr komplex ist und aus diesem Grund nicht auf einzelne Faktoren reduziert werden können. Denn nebst den Jahreszeiten beeinflusst bspw. auch das Verhalten des Menschen selbst den Pandemieverlauf. Das RKI geht allerdings davon aus, dass sich das Virus in den Herbst- und Wintermonaten besser verbreitet im Gegensatz zu den Sommermonaten (Tagesspiegel Online, 2021).

### **4.3.2 Visualisierung der Datenanalyse**

Trotz der Nicht-Verifizier- und Falsifizierbarkeit der Hypothese 3 geht die Projektgruppe nachfolgend auf die ermittelten Ergebnisse ein. Denn die vermutete Tendenz, dass zwischen dem Voranschreiten des Impffortschritts und der Sterbefälle pro Tag eine negative Korrelation besteht, kann bei den Ländern Israel, Schweiz, England und USA mittels Berechnung des Korrelationskoeffizienten bestätigt werden. Ausser bei Chile zeigt sich eine positive Korrelation. Zudem wurde zur Abbildung, in der die total geimpften Personen und die täglichen Todesfälle gegenübergestellt werden, auch eine Abbildung des Stringency Index hinzugefügt. Dies soll aufzeigen, welche Strenge die Massnahme der einzelnen Länder zu gegebenem Zeitpunkt aufwies. Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass die nachfolgenden Auswertungen aufgrund der in Kapitel 4.3.1 erwähnten Gründen, mit Vorsicht zu betrachten und interpretieren sind.



## Chile

Die Werte bei Chile weisen einen leicht positiven Korrelationskoeffizienten von 0.328 auf, was auf eine leicht positive Korrelation der Daten schliessen lässt. Das bedeutet, je mehr neue Impfungen verabreicht werden, desto höher ist die Anzahl Todesfälle. Dieser Umstand würde die Hypothese 3 für Chile falsifizieren.

New Deaths vs Total Vaccinations Chile

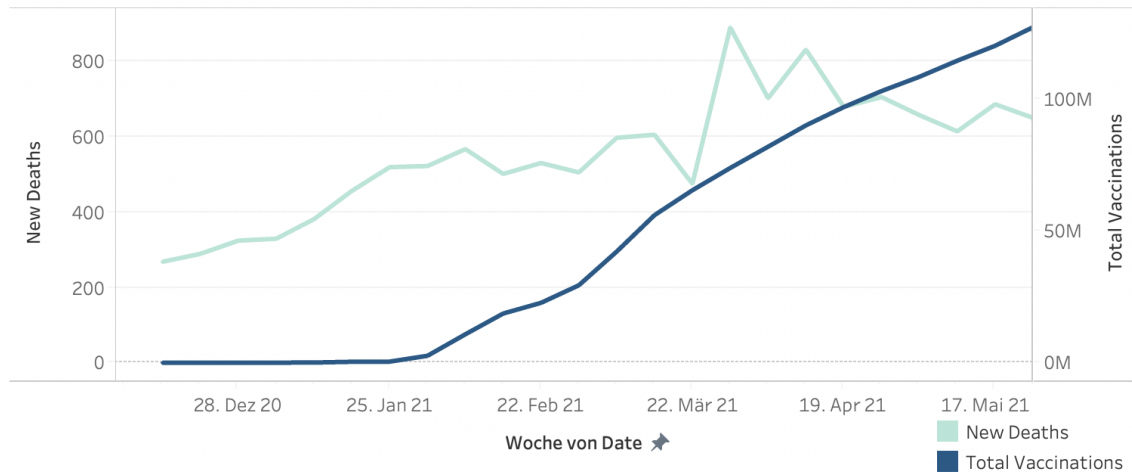


Abbildung 18: Chile: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung

## Stringency Index Chile

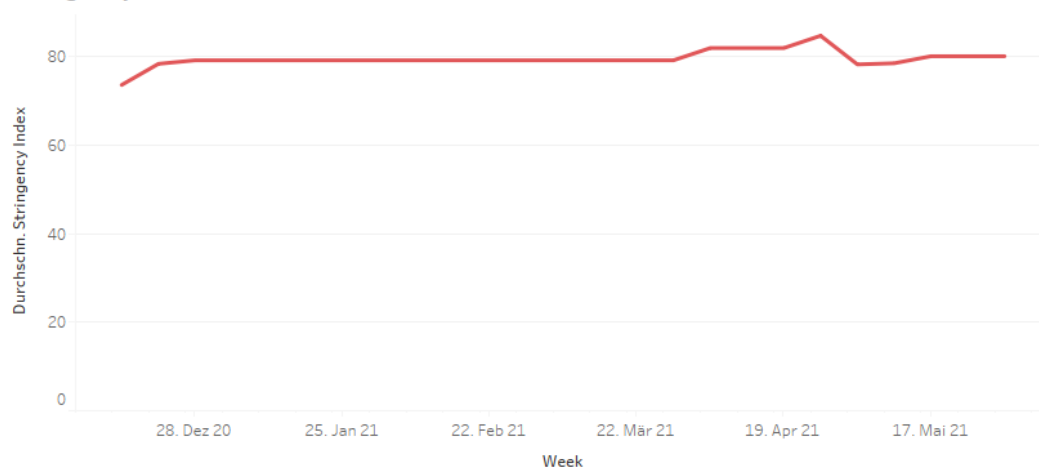


Abbildung 19: Chile: Stringency Index, eigene Darstellung

## Israel

Die Daten von Israel haben einen Korrelationskoeffizienten von -0.630 ergeben. Somit wäre die gestellte Hypothese zu verifizieren. Denn je weiter der Impffortschritt schreitet, desto weniger neue Todesfälle sind zu verzeichnen.

New Deaths vs Total Vaccinations Israel

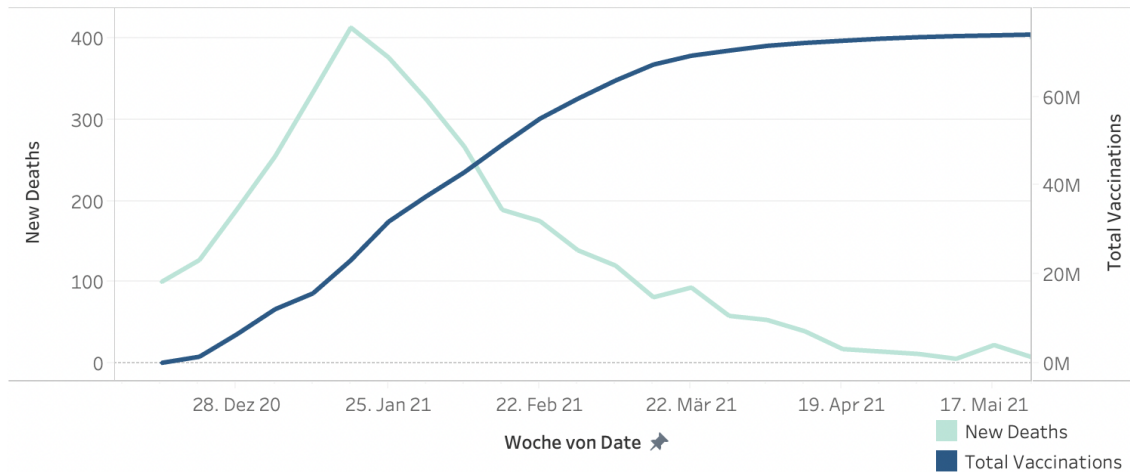


Abbildung 20: Israel: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung

Stringency Index Israel

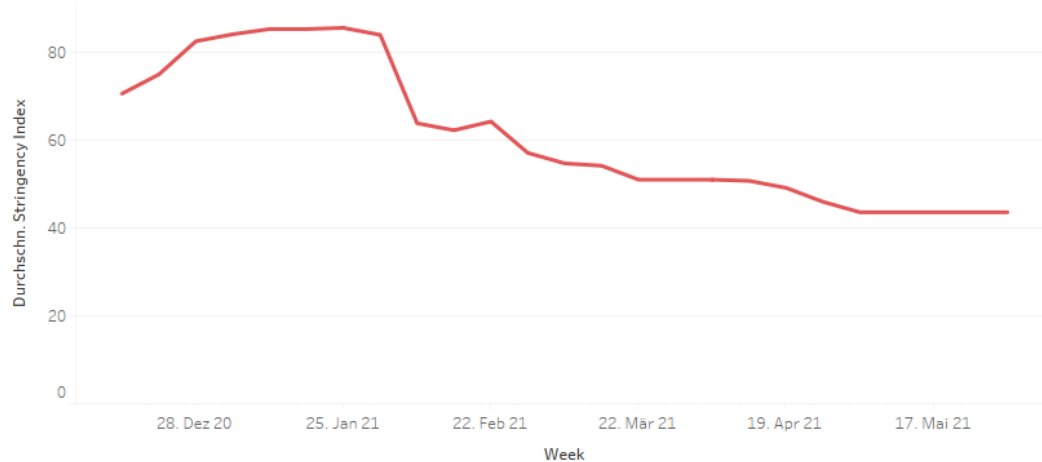


Abbildung 21: Israel: Stringency Index, eigene Darstellung

## Schweiz

Auch in der Schweiz resultiert, ähnlich wie bei Israel, ein negativer Korrelationskoeffizient von  $-0.474$ . Deshalb kann auch für die Schweiz die Hypothese 3 unter Berücksichtigung von Kapitel 4.3.1 verifiziert werden.

New Deaths vs Total Vaccinations Switzerland

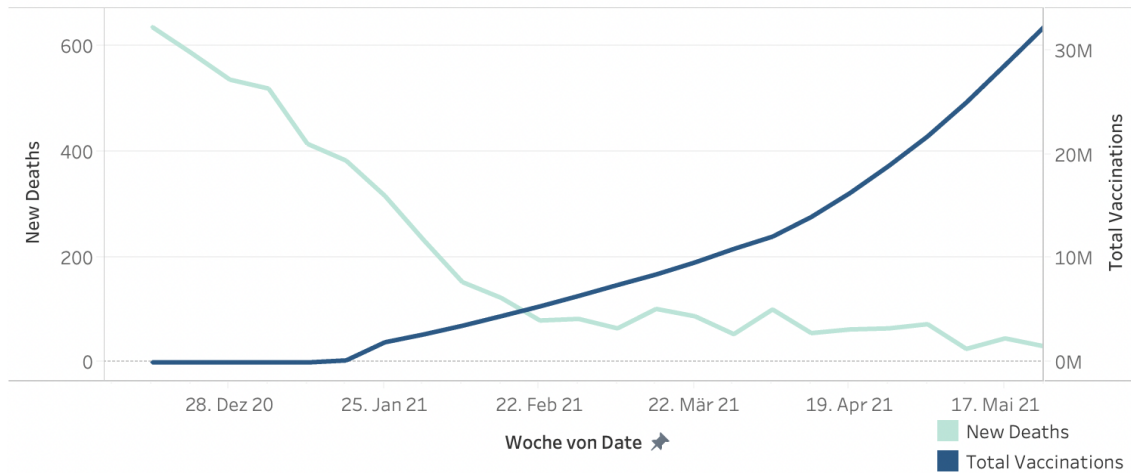


Abbildung 22: Schweiz: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung

Stringency Index Switzerland

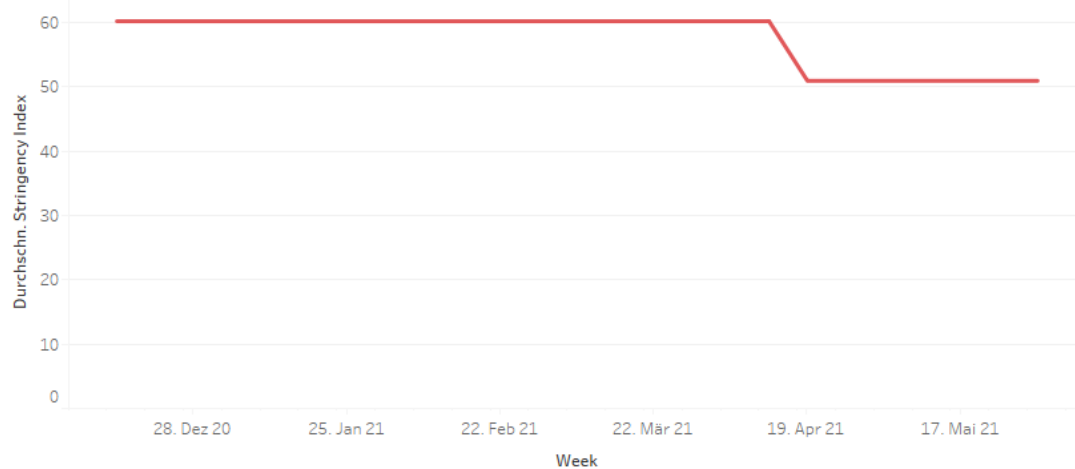


Abbildung 23: Schweiz: Stringency Index, eigene Darstellung

## United States

Bei den Vereinigten Staaten wurde ein Korrelationskoeffizient von  $-0.779$  berechnet, weshalb auch in diesem Fall die Hypothese 3 verifiziert werden kann. Wie anhand der Visualisierung ersichtlich ist, führt ein Anstieg der geimpften Personen zu einer Reduktion der Anzahl neuer Todesfälle.

New Deaths vs Total Vaccinations United States

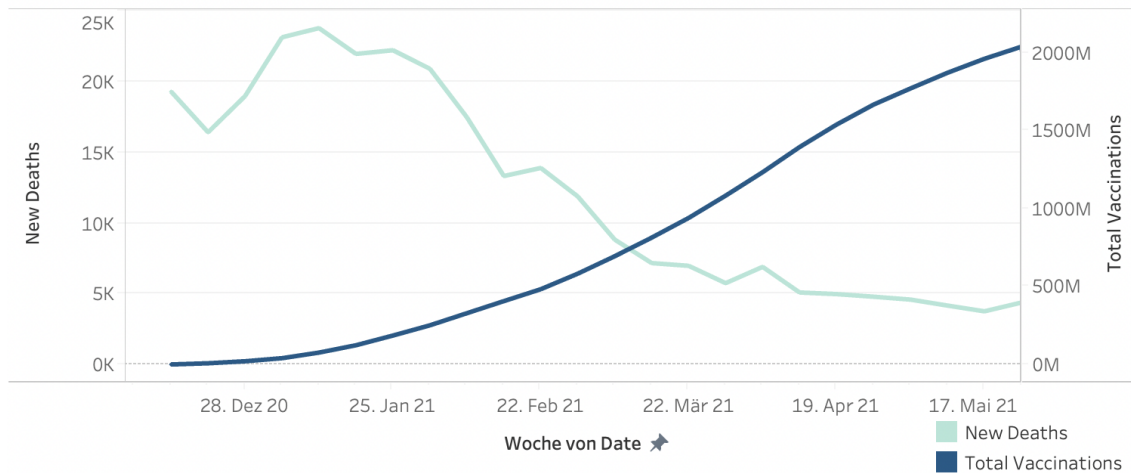


Abbildung 24: United States: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung

Stringency Index United States

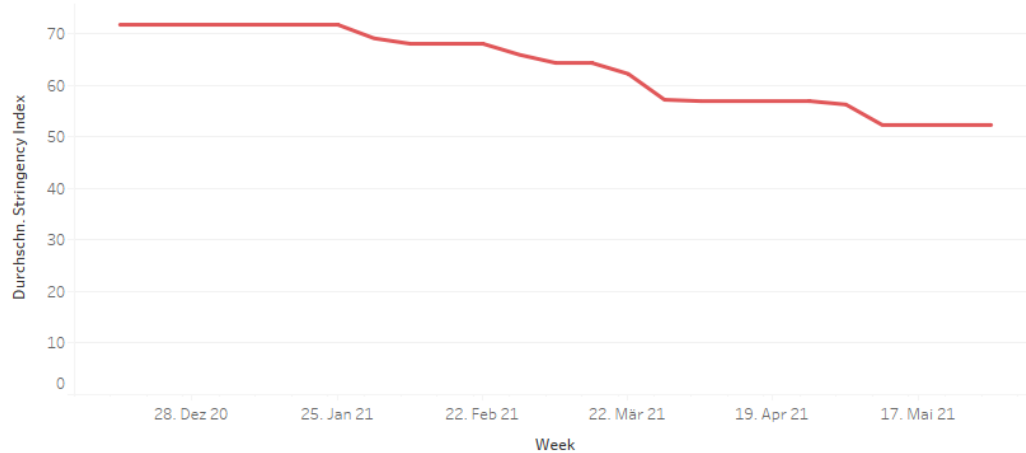


Abbildung 25: United States: Stringency Index, eigene Darstellung

## Vereinigtes Königreich

Für das Vereinigte Königreich wurde ein Korrelationskoeffizient von  $-0.774$  errechnet. Dieser Wert ist beinahe so tief, wie bei den Vereinigten Staaten und besagt, dass ein starker, negativer Zusammenhang besteht. Aus diesem Grund kann auch für das Vereinigte Königreich die Hypothese 3 verifiziert werden.

New Deaths vs Total Vaccinations United Kingdom

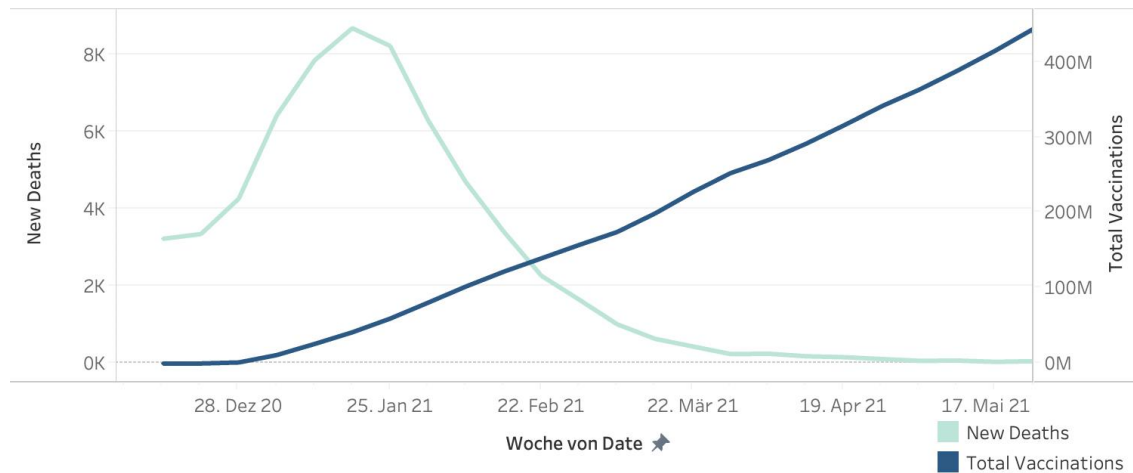


Abbildung 26: UK: New Deaths vs. Total Vaccinations, eigene Darstellung

Stringency Index United Kingdom

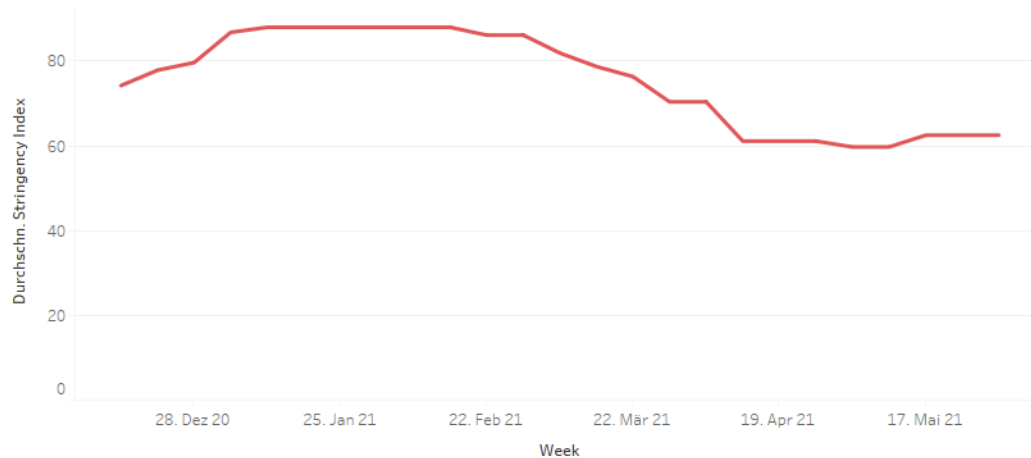


Abbildung 27: UK: Stringency Index, eigene Darstellung

## 5 Fazit und Reflexion

Die im Kapitel 4 analysierten Daten und die gewonnenen Informationen wurden mittels Tableaus visualisiert und teilweise mit RStudio statistisch ausgewertet. Für die Darstellung der Daten wurden sowohl die konzeptionellen Regeln als auch die Wahrnehmungsregeln und die semantischen Regeln des International Business Communication Standards (IBCS) berücksichtigt. In diesem Kapitel zieht das Projektteam für jede Hypothese ein Fazit. Eine Reflexion zur Case Study schliesst das Kapitel ab.

### Hypothese 1

Aus den statistischen Auswertungen geht hervor, dass Länder mit einem höheren Entwicklungsgrad schneller bei den COVID-19 Impfungen voranschreiten als Länder mit einem niedrigeren Entwicklungsgrad. Aus der Analyse der Stichprobe zeigte sich, dass vor allem Länder mit einem HDI-Level unter 0.8 weniger schnell mit den Impfungen voranschreiten (mehrheitlich  $< 10\%$ ). Vor allem Länder mit einem tiefem HDI (low, medium) insbesondere afrikanische Länder sind bei den Impfungen im Rückstand. Für diese Länder müssen seitens der internationalen Gesundheitsorganisationen und Entwicklungshilfen Unterstützung angeboten werden, in der Beschaffung von weiteren Impfdosen.

### Hypothese 2:

Bei der Untersuchung der Hypothese 2 konnte festgestellt werden, dass Impfstoffe aus westlicher Fabrikation (BioNTech/Pfizer, Moderna, Johnson&Johnson und Astra Zeneca) häufiger auf der Welt zugelassen werden als chinesische und russische Impfstoffe. Es gibt zwischen den westlichen Impfstoffen jedoch vereinzelt Unterschiede. Astra Zeneca und BioNTech/Pfizer wurden auch in anderen Kontinenten wie Südamerika, Afrika und Asien zugelassen. Moderna und Johnson&Johnson hingegen ausschliesslich in Europa und Nordamerika. Die chinesischen Impfstoffe Sinovac und Sinopharm werden mehrheitlich in Südamerika, Afrika, Südasien und in Südosteuropa verwendet. Sputnik V wurde von den untersuchten Impfstoffen nur von den wenigsten Ländern zugelassen und lässt sich am häufigsten in Südosteuropa und in Asien vorfinden.

### Hypothese 3

Die Analyse der fünf Ländern (Chile, Israel, Schweiz, Vereinigte Staaten und UK) haben ergeben, dass die COVID-19 Impfungen eine negative Korrelation auf die Sterberate aufweist. Nur in Chile konnte keine negative, sondern eine leicht positive Korrelation festgestellt werden. Anhand der vorliegenden Daten lässt sich somit einen Einfluss der Impfungen auf die Sterberate bestimmen. Jedoch kann die Aussage nicht abschliessend verifiziert/falsifiziert werden, da für die definitive Bestimmung weitere Faktoren hinzugenommen werden müssten, für welche jedoch z.T. Datenmaterial fehlt (Mutationen des Corona-Virus, saisonaler Effekt, Alterskategorien und demographischen Gruppen, usw.).

### Reflexion

Die Erarbeitung der Case Study war für das Projektteam herausfordernd aber höchst interessant. Aufgrund der Aktualität der Thematik rund um die COVID-19 Pandemie und durch OWID standen gut aufbereitete Datensätze zur Verfügung. Des Weiteren hat kein Mitglied des Projektteams zuvor Erfahrungen mit RStudio oder Tableau gesammelt und somit neue Fähigkeiten erlernt. Bei der Erarbeitung der Case Study haben die Schritte Collecting Data und Analyzing Data am meisten Zeit beansprucht. Damit aussagekräftige Informationen gewonnen werden konnten, hat sich das Projektteam Anfang Juni dazu

entschieden, nochmals die aktuellen Datensätze von OWID herunterzuladen und aufzubereiten. Schliesslich konnte das Projektteam im Allgemeinen durch das Modul BINA für den Berufsalltag wichtige Erfahrungen zur Auswertung und korrekten Visualisierung von Daten sammeln.

Das Projektteam versuchte für die Hypothese 2 die Anzahl verabreichte Impfungen pro Impfstoff zu untersuchen. Jedoch mangelte es an entsprechenden Daten, da in OWID die benötigte Art von Daten nur für ungefähr 10 Länder zu Verfügung stehen und diese mehrheitlich aus europäischen Ländern stammen. Aus diesem Grunde konnte die Hypothese 2 nicht mittels statistischer Berechnungen beantwortet werden. Stattdessen konnte durch grafische Darstellung mit Hilfe von Tableau dennoch ein wesentlicher Unterschied festgestellt werden.

Wie in Kapitel 4.3.1 bereits erwähnt, fehlte es auch bei der Beantwortung der Hypothese 3 an benötigtem Datenmaterial hinsichtlich weiterer Faktoren. Um dennoch eine Analyse vornehmen zu können, wurde dabei die Korrelation der Länder vorgenommen, welche am weitesten gemäss der gezogenen Stichprobe mit den Impfungen vorangeschritten sind. Dazu wurde ebenfalls die Schweiz herangezogen.

## **6 Anhang A: Github Repository**

Link zum Github Repository der vorliegenden Case Study:

[https://github.com/milanmarkovic90/BINA\\_FS21\\_Case-Study\\_COVID-19-Global-Vaccination](https://github.com/milanmarkovic90/BINA_FS21_Case-Study_COVID-19-Global-Vaccination)



## 7 Anhang B: Präsentation (Pitch Deck)

Das Pitch Deck wurde mittels Sway erstellt und ist unter den folgenden Link zu finden:

<https://sway.office.com/eCmUGEL9wUVabDrt?ref=Link>

### Inhalt

- Hypothesen und Datenquellen
- Hypothese 1: Impffortschritt
- Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe
- Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate
- Ergebnisse und Reflexion

18. Juni 2021

2

### Hypothesen und Datenquellen

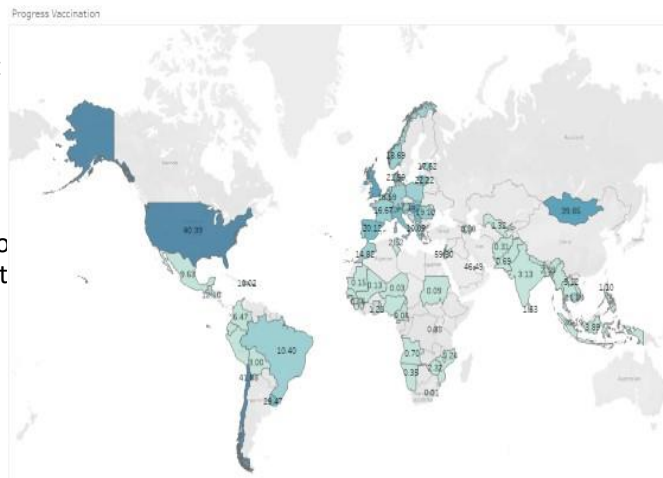
<b>H1</b>	Länder mit hohem Entwicklungsgrad schreiten bei den COVID -19 Impfungen schneller voran als Länder mit einem tiefen Entwicklungsgrad.
<b>H2</b>	Es gibt einen ersichtlichen Unterschied in der Verwendung der Impfstoffe zwischen den einzelnen Kontinenten und Regionen der Welt.
<b>H3</b>	Die verabreichten Impfungen haben eine negative Korrelation auf die Sterberate pro untersuchtem Land.
<b>Datenquellen</b>	Master-File von Our World In Data (OWID) Zugelassene Impfstoffe pro Land von OWID Human Development Index vom UNDP

18. Juni 2021

4

## Hypothese 1: Impffortschritt

- Weltweiter Impffortschritt anhand der Stichprobe
- (80 Länder mit einer gleichmässigen Verteilung des HDIs)
- Je dunkler die Farbe, desto weiter vorangeschritten ist der Impffortschritt des jeweiligen Landes.

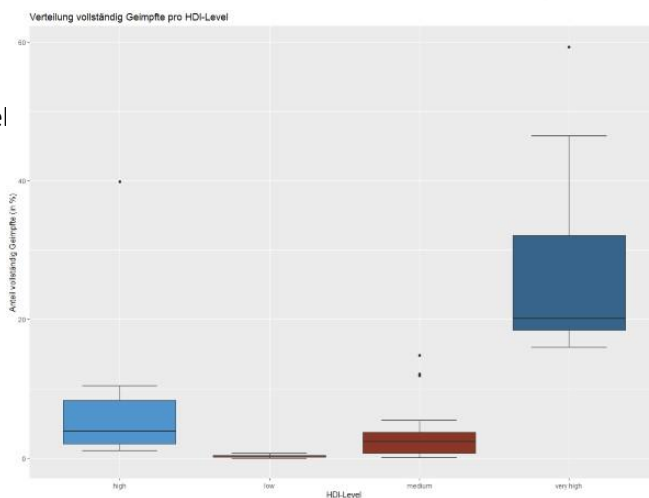


18. Juni 2021

6

## Hypothese 1: Impffortschritt

- Unterschiedlicher Impffortschritt nach HDI-Level
- Länder mit einem HDI-Level von «very high» sind am weitesten vorangeschritten
- Länder mit einem HDI-Level «low» konnten bisher kaum Fortschritte verzeichnen

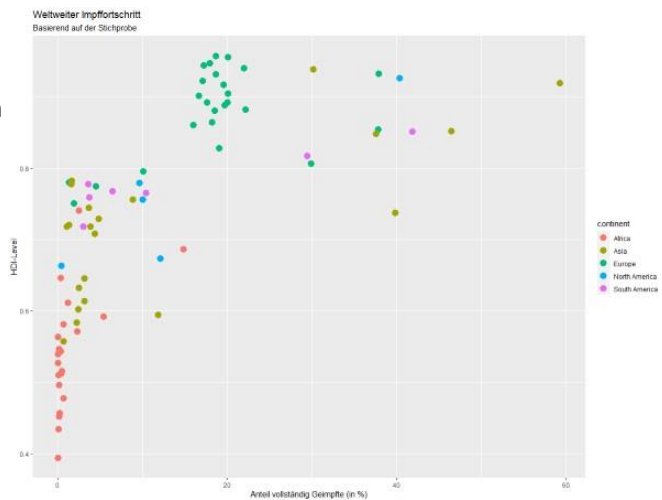


18. Juni 2021

7

## Hypothese 1: Impffortschritt

- Europäische Länder weisen einen relativ hohen Anteil von vollständig geimpften Personen als bspw. afrikanische Ländern
- Grosse Verteilung der asiatischen Länder ersichtlich
- Länder mit hohem HDI sind weiter mit den Impfungen vorangeschritten sind als Länder mit niedrigerem HDI

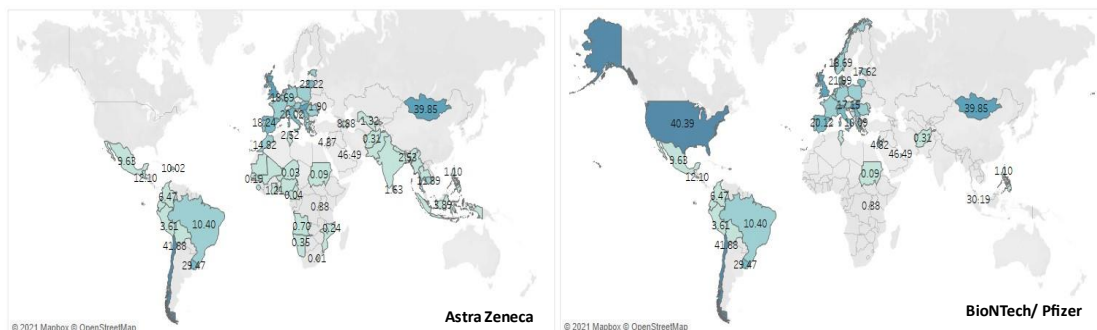


18. Juni 2021

8

## Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

- Die vorliegenden Bilder zeigen, welche Impfstoffe in welchen Ländern zugelassen wurden.

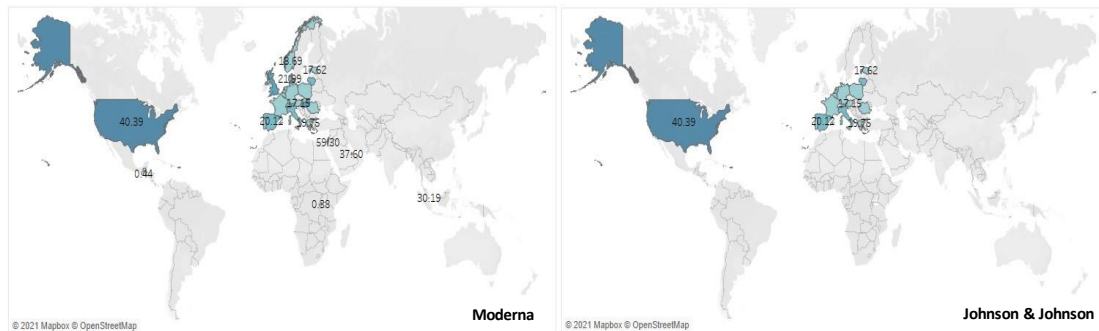


18. Juni 2021

10

## Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

- Die vorliegenden Bilder zeigen, welche Impfstoffe in welchen Ländern zugelassen wurden.

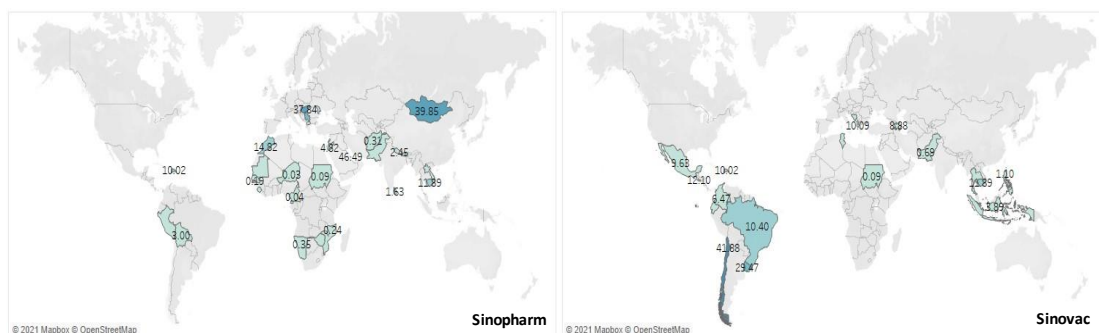


18. Juni 2021

11

## Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

- Die vorliegenden Bilder zeigen, welche Impfstoffe in welchen Ländern zugelassen wurden.



18. Juni 2021

12

## Hypothese 2: Eingesetzte Impfstoffe

- Die vorliegenden Bilder zeigen, welche Impfstoffe in welchen Ländern zugelassen wurden.

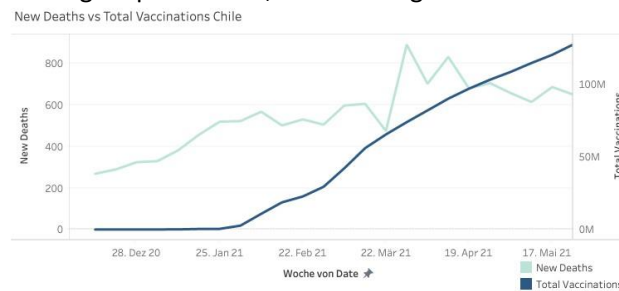


18. Juni 2021

13

## Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate

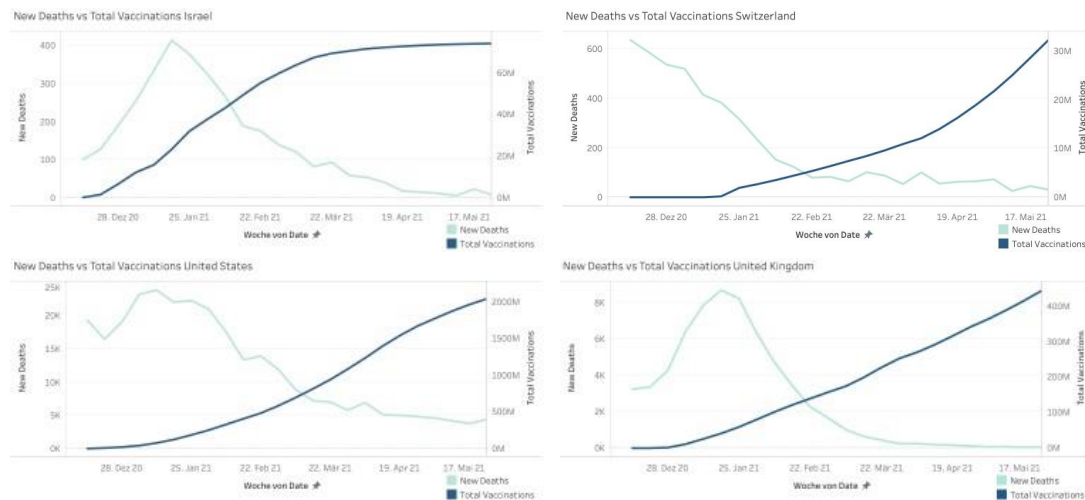
- Die vorliegenden Bilder stellen die Korrelation zwischen der Anzahl geimpfter Personen und der Anzahl Todesfälle dar.
- Bei sämtlichen untersuchten Ländern- ausser Chile- konnte eine negative Korrelation festgestellt werden.
- Je mehr Personen geimpft werden, desto weniger neue Todesfälle treten auf.



18. Juni 2021

15

## Hypothese 3: Einfluss auf die Sterberate



18. Juni 2021

16

## Ergebnisse und Reflexion

### H1

Der Impffortschritt hat einen stark signifikanten Einfluss auf den HDI-Level.

Länder mit einem sehr hohen HDI-Wert schreiten bei den COVID-19 Impfungen schneller voran als ärmere Länder.

Diese Hypothese konnte mittels statistischer Berechnungen beantwortet werden.

### H2

Es gibt Unterschiede in der Zulassung der einzelnen Impfstoffe.

Impfstoffe aus westlicher Fabrikation werden häufiger in westlichen Ländern verwendet, wohingegen russische und chinesische COVID-19 Impfstoffe vor allem in ärmeren Regionen (Afrika, Süd-Amerika, Süd-Asien) zugelassen werden.

Diese Hypothese konnte aufgrund nicht genügend Daten nicht mittels statistischer Berechnungen beantwortet werden, sondern der ersichtliche Unterschied wurde mittels grafischer Darstellungen auf Tableau untersucht.

### H3

Aufgrund der untersuchten Daten konnte festgestellt werden, dass der Impffortschritt einen signifikanten Einfluss auf die Sterberate hat.

Die Hypothese konnte nicht abschliessend durchgeführt werden, da für die definitive Bestimmung weitere Faktoren hinzugenommen werden müssten.

Diese Faktoren bilden u.a. folgende Kriterien: Mutationen des COVID-Virus, Strenge der Massnahmen (Stringency-Index), Dunkelziffer, usw.

18. Juni 2021

18

## 8 Literaturverzeichnis

- BAG, Bundesamt für Gesundheit. (ohne Datum). Coronavirus: Krankheit, Symptome, Behandlung. Abgerufen 16. Mai 2021, von <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov/krankheit-symptome-behandlung-ursprung.html>
- BAG, Bundesamt für Gesundheit. (2020, Februar 25). Neues Coronavirus COVID-19: Erster bestätigter Fall in der Schweiz. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/das-bag/aktuell/medienmitteilungen.msg-id-78233.html>
- BAG, Bundesamt für Gesundheit. (2021a, Juni 15). Coronavirus: Massnahmen und Verordnungen. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/krankheiten/ausbrueche-epidemien-pandemien/aktuelle-ausbrueche-epidemien/novel-cov/massnahmen-des-bundes.html>
- BAG, Bundesamt für Gesundheit. (2021b, Oktober 6). Coronavirus: Impfung. <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/coronavirus/Corona-Langzeitstudie-Dunkelziffer-der-Infektionen-gesunken,elisa116.html>
- BAG, Bundesamt für Gesundheit. (2021c, Dezember 1). Zweiter Covid-19-Impfstoff für die Schweiz zugelassen. <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/das-bag/aktuell/medienmitteilungen.msg-id-81926.html>
- BR24. (2021, Mai 11). Welche Corona-Impfstoffe gibt es und wie funktionieren sie? BR24. <https://www.br.de/nachrichten/wissen/welche-coronavirus-impfstoffe-gibt-es-und-wie-funktionieren-sie,SJRUHQ7>
- dguv.de. (2020, September 24). Corona: Entstehung und Verbreitung. <https://www.dguv.de/de/praevention/corona/allgemeine-infos/index.jsp>
- FU Berlin. (2010, Oktober 19). Human Development Index (HDI). 24.05.2021. [https://www.lai.fu-berlin.de/e-learning/projekte/vwl\\_basiswissen/Umverteilung/Human\\_Development\\_Index\\_\\_HDI\\_/index.html](https://www.lai.fu-berlin.de/e-learning/projekte/vwl_basiswissen/Umverteilung/Human_Development_Index__HDI_/index.html)
- Hale, T., Angrist, N., Goldszmidt, R., Kira, B., Petherick, A., Phillips, T., Webster, S., Cameron-Blake, E., Hallas, L., Majumdar, S., & Tatlow, H. (2021). OXFORD COVID-19 Government Response Stringency index. <https://data.humdata.org/dataset/oxford-covid-19-government-response-tracker>
- mdr.de. (2020, Dezember 30). Jahresrückblick 2020 zum Coronavirus | MDR.DE. <https://www.mdr.de/nachrichten/jahresrueckblick/corona-chronik-chronologie-coronavirus-102.html>
- mdr.de. (2021, Februar 22). Die Welt in Zahlen: 111 Länder impfen noch nicht gegen das Coronavirus | MDR.DE. <https://www.mdr.de/nachrichten/welt/panorama/welche-laender-noch-nicht-gegen-corona-impfen-102.html>

- NDR, N. R. (2021, November 5). Corona-Langzeitstudie: Dunkelziffer der Infektionen gesunken. <https://www.ndr.de/nachrichten/schleswig-holstein/coronavirus/Corona-Langzeitstudie-Dunkelziffer-der-Infektionen-gesunken,elisa116.html>
- OWID. (2021, Mai 24). About. Our World in Data. <https://ourworldindata.org/about>
- RKI, R. K. I. (2021, Juni 15). Übersicht zu besorgniserregenden SARS-CoV-2-Virusvarianten (VOC). [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Virusvariante.html](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Virusvariante.html)
- Ruvic, D. (2021). (REUTERS, Hrsg.) Abgerufen am 14. Juni 2021
- SRF, S. R. und F. (2020, Juni 8). Corona und die Dunkelziffer. <https://www.srf.ch/news/schweiz/corona-und-die-dunkelziffer-250-000-bis-400-000-haben-sich-mit-dem-coronavirus-angesteckt>
- Tagesspiegel Online. (2021, März 23). Wie saisonale Effekte auf das Virus wirken. <https://www.tagesspiegel.de/wissen/der-fruehling-und-corona-wie-saisonale-effekte-auf-das-virus-wirken/27027458.html>
- UNDP. (2021, Mai 24). Human Development Index (HDI) | Human Development Reports. <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>



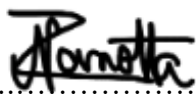
## Erklärung

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit resp. die von uns ausgewiesene Leistung selbständig, ohne Mithilfe Dritter und nur unter Ausnützung der angegebenen Quellen verfasst resp. erbracht haben.

St.Gallen, 18. Juni 2021

Kokkinis Jannis: 

Ünal Zafer: 

Zanotta Nicoleta: 

Markovic Milan: 