

«Covid19 Impact auf die Mobilität in der Stadt Zürich»

Scripting Leistungsnachweis der Gruppe 6

Abgegeben am 30.11.2020

Eingereicht von:

Alexander Furrer
Steinhaldenstr. 67i
8002 Zürich

Christian Cuppone
Brandstrasse 13
8610 Uster

Anil Oezkan
Feldpark 6
6300 Zug

Inhalt

1.	Einleitung	3
1.1.	Hintergrund und Motivation	3
1.2.	Konkrete Fragestellungen	3
1.3.	Abgrenzung und Einschränkungen der Analyse.....	4
2.	Daten.....	4
2.1.	Genereller Datenbeschrieb	4
2.2.	Konkrete Datenquelle	4
2.3.	Datenaufbereitung in Python	5
2.4.	Datenaufbereitung Koordinaten.....	5
3.	Methoden – Analyse der Daten	6
3.1.	Übersicht der Verteilung des Verkehrs in der Stadt Zürich	6
3.2.	Analyse des motorisierten Verkehrs.....	8
3.3.	Analyse des Fahrradverkehrs.....	10
3.4.	Analyse des Fussgängerverkehrs	12
3.5.	Analyse der Lockdown Periode.....	13
4.	Schlussbemerkungen	16
4.1.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	16
4.2.	Inventar der Files für die Abgabe	18

1. Einleitung

1.1. Hintergrund und Motivation

In der persönlichen Beobachtung und in der medialen Berichterstattung konnte während der ersten Pandemie-Welle ein erheblicher Einfluss auf die Mobilität der Bevölkerung festgestellt werden. Nach dem vom Bundesrat am 16. März 2020 verordneten Lockdowns waren die Strassen praktisch leer. Gemäss verschiedenen Berichten in Presse und Fernsehen, ist die Mobilität aber mit den ersten Lockerungen nach dem Lock-Down bis im Sommer 2020 wieder auf das Vorjahres-Niveau zurückgekehrt.

Die NZZ bezog sich in einem Artikel vom 18.5.2020 auf einen Mobilitätsindikator der auf einen Datensatz der Konjunkturforschungsstelle (KOF) der ETH Zürich zurückgeht. Dieser misst eine Vielzahl von Indikatoren wie die mittels Smartphone-App gemessenen zurückgelegten Tagesdistanzen, die täglichen ÖV-Frequenzen, Flugbewegungen und das Verkehrsaufkommen im Individualverkehr. Auf dieser Basis hat die NZZ auch folgende Graphik veröffentlicht (welche zwischenzeitlich mit Daten bis Oktober aktualisiert wurde).

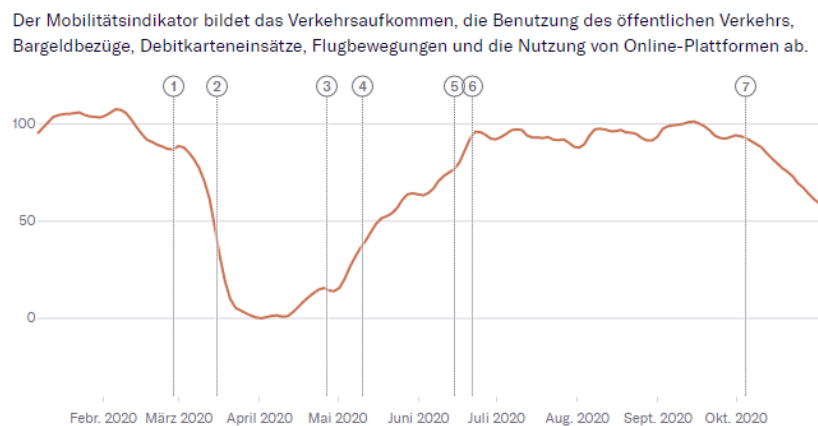


Abb. 1: NZZ Online vom 12.11.2020

Die Frage, die wir uns aber stellen, ist ob diese Berichte auch auf der Basis von belastbarem und transparent zugänglichem Datenmaterial belegt werden können. In dieser Arbeit soll daher geprüft werden, ob sich dieses Bild anhand von effektiv gemessenen Verkehrsbewegungen im motorisierten Individualverkehr, im Veloverkehr und bei den Fussgängern in der Stadt Zürich belegen lässt. Zudem soll auf der Basis dieser Daten auch versucht werden, zusätzliche Informationen zum Verkehrsaufkommen über die Zeit und zum Verkehrsmix zu extrahieren.

1.2. Konkrete Fragestellungen

- Wie sieht das Verkehrsaufkommen in der Stadt Zürich aus über das Jahr?
- Kann der Lockdown vom März 2020 auch in den Daten gesehen werden?
- Wie sieht das im Vergleich zwischen 2019 und 2020?
- Ist der Verkehr nach dem Lockdown tatsächlich wieder auf Vorjahresniveau zurückgekehrt? (Juli19 zu Juli20)
- Hatte der Lockdown einen nachhaltigen Einfluss auf das Tagesverhalten der Verkehrsteilnehmer?
- Wo sind die höchsten Verkehrsaufkommen? Vor und nach dem Lockdown?

1.3. Abgrenzung und Einschränkungen der Analyse

Die wichtigste Einschränkung dieser Arbeit ist, dass wir den öffentlichen Verkehr nicht in diese Analyse aufgenommen haben. Für einzelne Fragen und insbesondere zur Veränderung des Verkehrsmix wären diese Daten auch noch wichtig gewesen. Grundsätzlich könnten diese Daten in einer zweiten Phase aber auch nachträglich noch mit in diese Analyse integriert werden.

Grundsätzlich betrachten wir die Daten vom 1.1.2019 bis zum Datum der Ausführung dieser Analyse (30.11.2020). Für alle jahresübergreifenden Vergleiche vergleichen wir jeweils Perioden, die in 2019 und in 2020 verfügbar sind. Während einige Analysen auf Monatszahlen beruhen wird es in der Arbeit aber auch Auswertungen zur effektiven Lockdown-Periode geben, die hier als die Zeit zwischen dem 16.03.2020 und dem 19.04.2020 definiert ist.

2. Daten

2.1. Genereller Datenbeschrieb

Um das im Kapitel 1 beschriebene Vorhaben umzusetzen brauchen wir verlässliche Daten zum Verkehrsaufkommen und wir wollen dies am Beispiel der Stadt Zürich machen.

Solche Daten sind in Form von Verkehrszählungen verfügbar welche die Stadt Zürich öffentlich zur Verfügung stellt. Diese Daten sind im Detail beschrieben auf

https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/ted_taz_verkehrszaehlungen_werte_fussgaenger_velo
https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/sid_dav_verkehrszaehlung_miv_od2031

Im Kern sind dies Daten, die durch im Asphalt eingelassene Induktionsschlaufen generiert werden, sobald ein Fahrzeug oder ein Fussgänger diese überquert. Für den motorisierten Individualverkehr gibt es in Zürich insgesamt 93 Zählstellen, pro Stunde und Richtung einen Messwert speichern. Das ergibt pro Jahr ca. 1.63 Millionen Messungen. Für Velofrequenzmessungen werden 27 Messstellen eingesetzt und für Fussgänger deren 20. Bei diesen beiden Messungen werden die Messresultate alle 15min abgelegt was ebenfalls zu einem Datensatz von ca. 1.6 Millionen Einträgen pro Jahr führt. Für Fussgänger und Velo Zählungen liegt zudem eine Liste vor mit konstanten Korrekturfaktoren, die auf der Basis von manuellen Zählungen erhoben wurden. Diese Korrekturen sind für unsere Vergleiche allerdings von untergeordneter Relevanz, da wir primär eine relative Betrachtung einnehmen. Wir haben diese Korrekturfaktoren daher nicht berücksichtigt.

2.2. Konkrete Datenquelle

Die Daten der Zählung des motorisierten Individualverkehrs stellt die Stadt in je einem CSV-File pro Jahr zur Verfügung. Wir brauchen die Files der Jahre 2019 und 2020 welche hier verfügbar sind:

https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/6212fd20-e816-4828-a67f-90f057f25ddb/resource/44607195-a2ad-4f9b-b6f1-d26c003d85a2/download/sid_dav_verkehrszaehlung_miv_od2031_2020.csv
https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/6212fd20-e816-4828-a67f-90f057f25ddb/resource/fa64fa70-6328-4d47-bcf0-1eff694d7c22/download/sid_dav_verkehrszaehlung_miv_od2031_2019.csv

Analog gibt es je einen Link pro Jahr zum Datensatz «Velo und Fussgänger» welche wir ebenfalls für 2019 und 2020 verwenden werden:

https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/83ca481f-275c-417b-9598-3902c481e400/resource/b9308f85-9066-4f5b-8eab-344c790a6982/download/2020_verkehrszaehlungen_werte_fussgaenger_velo.csv
https://data.stadt-zuerich.ch/dataset/83ca481f-275c-417b-9598-3902c481e400/resource/33b3e7d3-f662-43e8-b018-e4b1a254f1f4/download/2019_verkehrszaehlungen_werte_fussgaenger_velo.csv

2.3. Datenaufbereitung in Python

In einem ersten Schritt werden die Datenfiles direkt ab der Webpage je in ein Pandas Dataframe geladen. Aufgrund der ansehnlichen Datenmenge dies dauert pro File zwischen 1 bis 2 Minuten.

Als Ausgangslage für die nachfolgenden Analysen wollten wir für die Kategorien Auto, Velo und Fussgänger je ein einziges Dataframe über die ganze Zeitperiode zu haben. Dazu mussten die geladenen Daten zunächst in mehreren Schritten bereinigt, zurechtgeschnitten und ergänzt werden. Für Auto, Velo und Fussgänger wurden daher je einzeln die folgenden Datenbereinigungen durchgeführt:

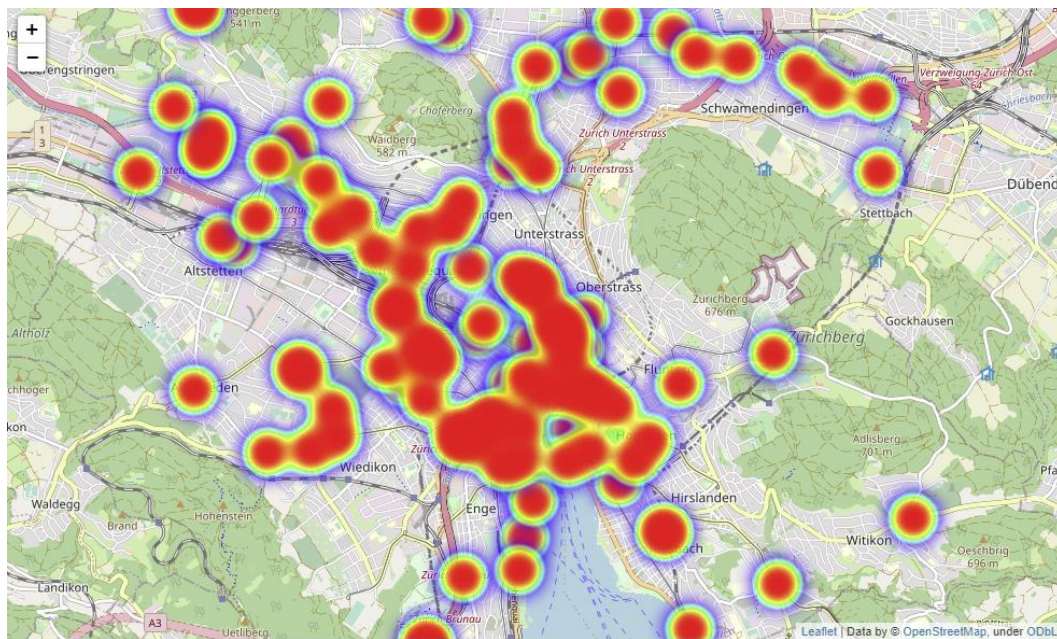
- 2019 und 2020 zusammenhängen
- Datumsfeld splitten und Jahr, Monat, Tag und Stunde in separaten Feldern speichern
- Kolonnen einschränken auf die zu verwendenden Datenfelder
- Richtungsgetrennte Messdaten pro Zeitpunkt zusammenführen (bei Velo und Fussgänger)
- Kolonnen einheitlich beschriften
- Index neu setzen
- NULL-Werte ausschliessen (waren bloss ca. 120'000)

Die drei so transformierten Files werden zur persistenten Speicherung in ein CSV geschrieben und bilden die Basis für die weiteren Analysen.

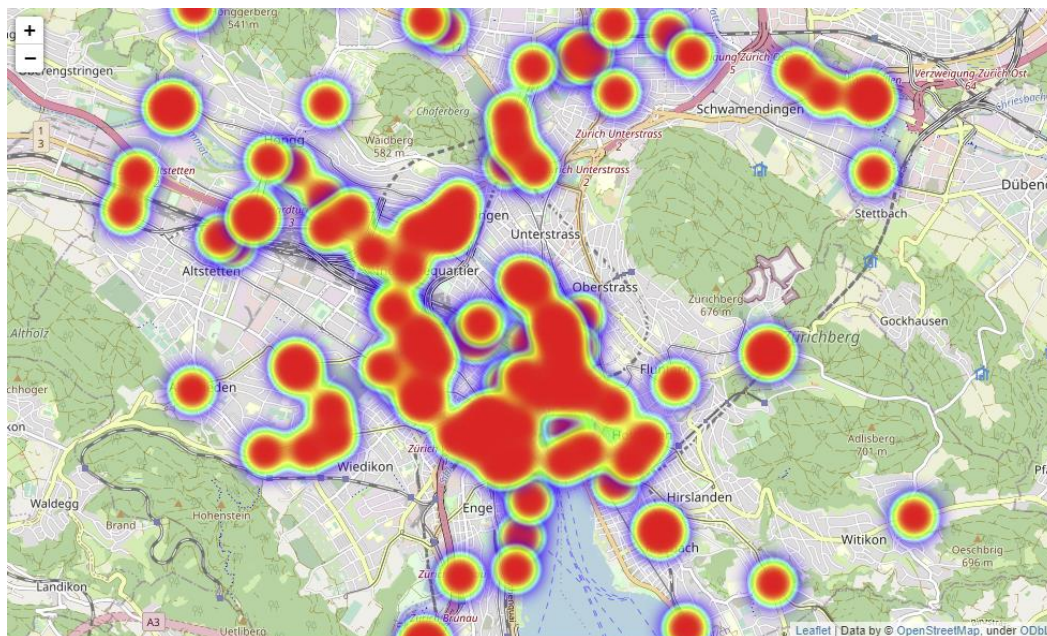
2.4. Datenaufbereitung Koordinaten

Hier ist noch anzumerken, dass für die Aufbereitung der Koordinaten, die für die Darstellung der Daten auf einer Karte benötigt werden, noch eine weitere recht aufwändige Aufbereitung nötig ist. Die von *data.stadt-zuerich.ch* zur Verfügung gestellten Daten beinhalten nämlich Koordinaten die nach der Schweizer Norm CH1903+/LV95 angegeben sind. Die Karten-libraries in Python (Folium, Google) brauchen aber den WGS34 Standard. Daher müssen die Koordinaten zuerst von CH1903+ auf CH1903 und von da auf WGS34 umgerechnet werden. Diese Berechnungen sind im Jupiter-Notebook mit dem Code für die Kartenherstellung inkludiert.

Nach dieser Transformation können die Messstationen auf der Karte eingezeichnet werden:



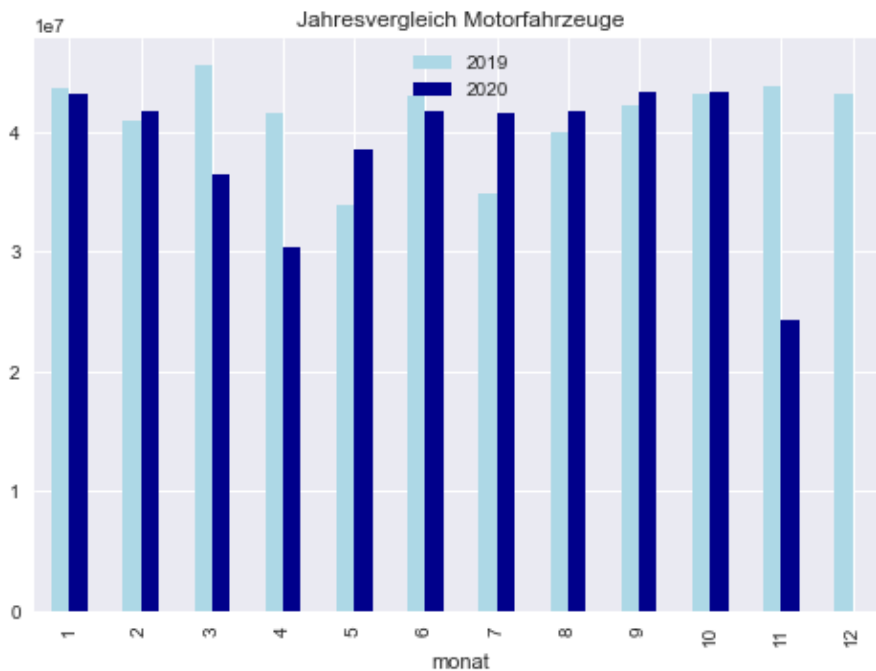
Vergleicht man aber diesen Gesamtverkehr nun mit den Werten während der effektiven Lockdown-Periode im März bis April 2020, dann ergibt sich der etwas enttäuschende Befund, dass praktisch kein Unterschied auszumachen ist.



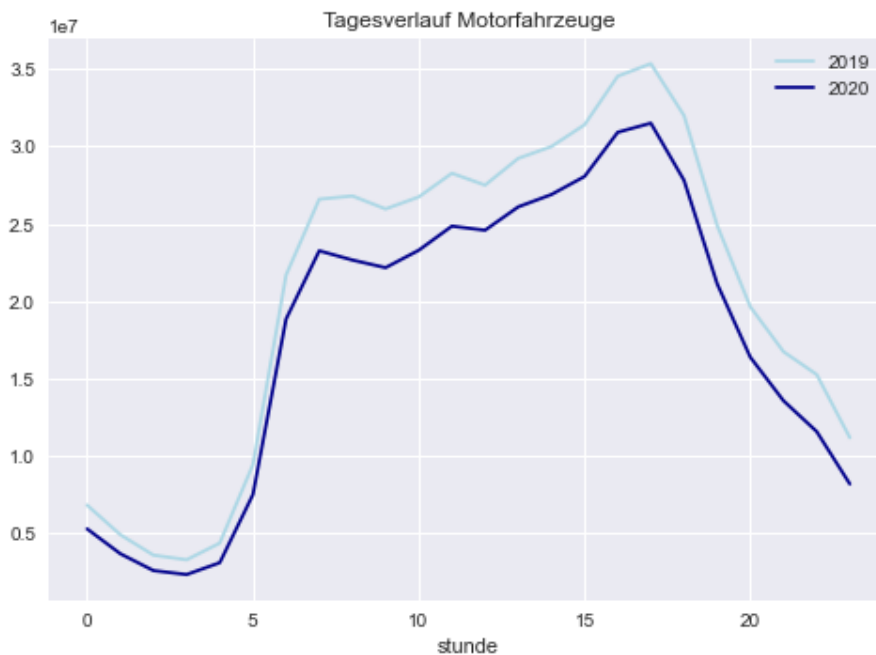
Betrachtet man die unterliegenden Zahlen, dann ist dieses Bild aber etwas irreführend, lässt sich doch – wie in den folgenden Kapiteln noch zu zeigen ist – bei allen Verkehrsmitteln ein Einbruch der Zahlen in der Lockdown-Periode 2020 feststellen.

3.2. Analyse des motorisierten Verkehrs

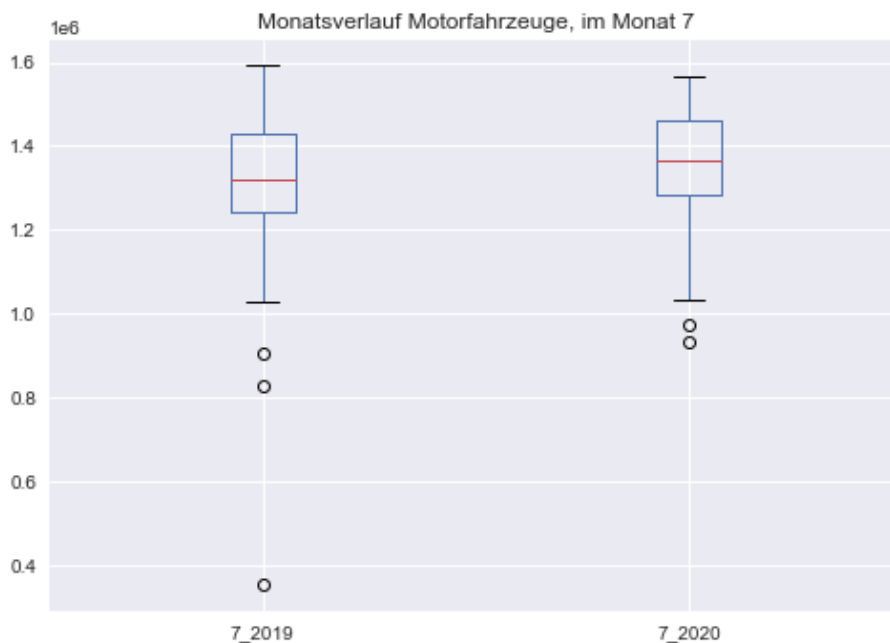
Verkehrsvolumen: Betrachtet man die Verteilung des motorisierten Verkehrs insgesamt über alle Messtellen, über das ganze Jahr 2019 und allen verfügbaren Daten für 2020, so kann im März und April 2020 eindeutig ein Einbruch in den Zahlen gesehen werden und auch die in den Medien behauptete Rückkehr der Volumen in den Folgemonaten kann hier klar abgelesen werden. Die Zahlen für den Monat November 2020 können aber natürlich noch nicht mit dem Vorjahr verglichen werden, da diese Periode noch gar nicht abgeschlossen ist. Die y-Achse entspricht hier 10 Millionen Fahrzeugen total (beide Richtungen).



Tagesverlauf: Betrachtet man die Volumenverteilung insgesamt über die Tagesstunden im Vergleich zwischen 2019 und 2020 können keine besonderen Auffälligkeiten beobachtet werden. Die Zahlen sind für 2020 grundsätzlich tiefer, was einerseits auf die Monate März und April 2020 zurückgeht, aber auch auf die noch fehlenden Werte für die Resttage im November und den Dezember.



Monatsvergleich: Schaut man sich nun aber das Verkehrsvolumens der motorisierten Verkehrs im Juli 2019 und 2020 an, hat man da eine gut vergleichbare Grundlage um die These zu prüfen, ob die Volumen nach dem Lockdown wieder auf das Niveau des Vorjahres zurückgegangen sind. Der Boxplot zeigt und da klar, dass dies der Fall ist, dass sich zudem die Streuung der Häufigkeiten zudem leicht verengt hat und dass es im Juli 2020 auch weniger Ausreisser von Tagen mit sehr wenig Verkehr gegeben hat. (Skalierung der y-Achse: absolute Zahlen).

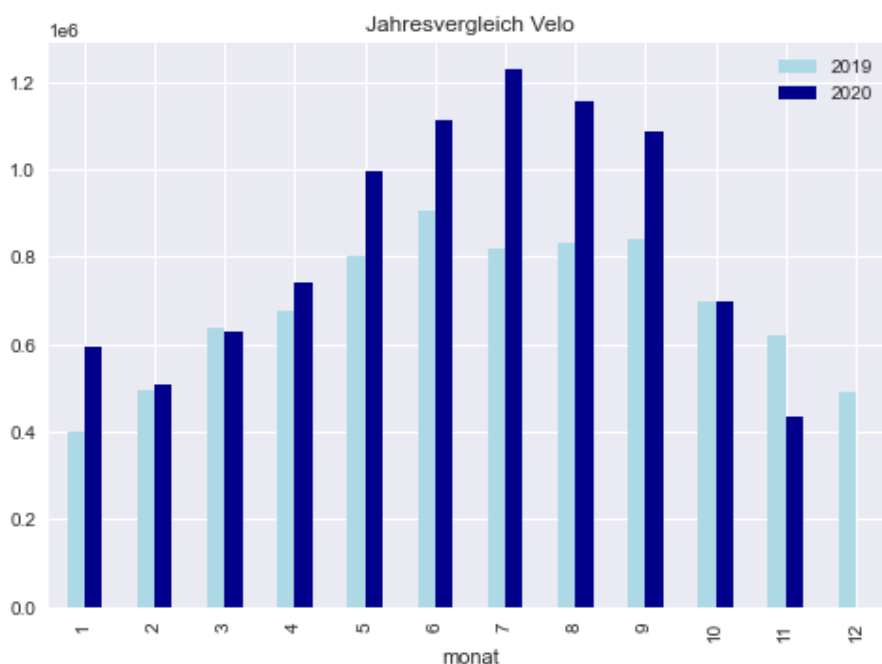


Geografische Verteilung: Betrachtet man die Verteilung der Messpunkte für den motorisierten Verkehr in der Stadt Zürich kann das folgende Bild gezeigt werden.

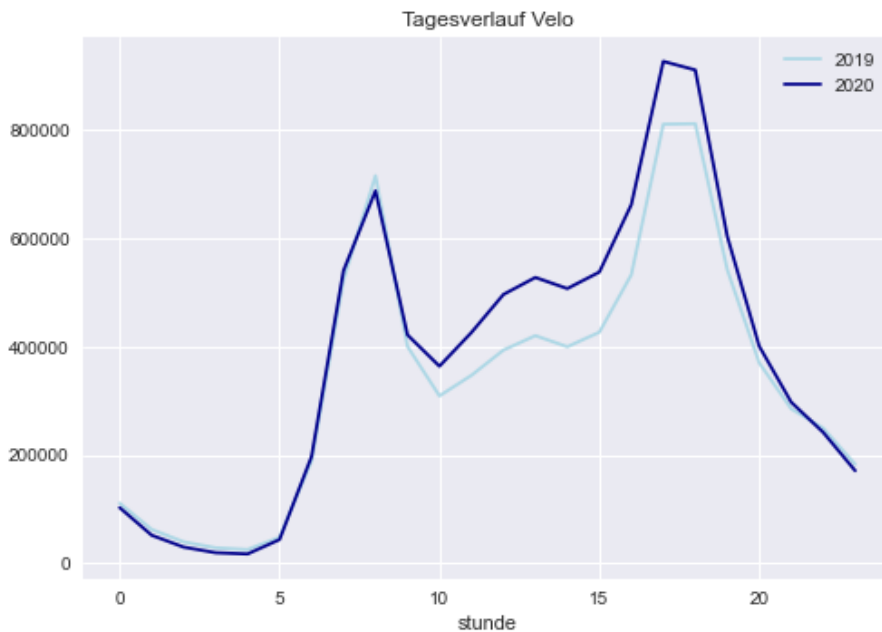
Interessant ist hier insbesondere wie sich die Verkehrsvolumen auf die verschiedenen Messpunkte verteilen.

3.3. Analyse des Fahrradverkehrs

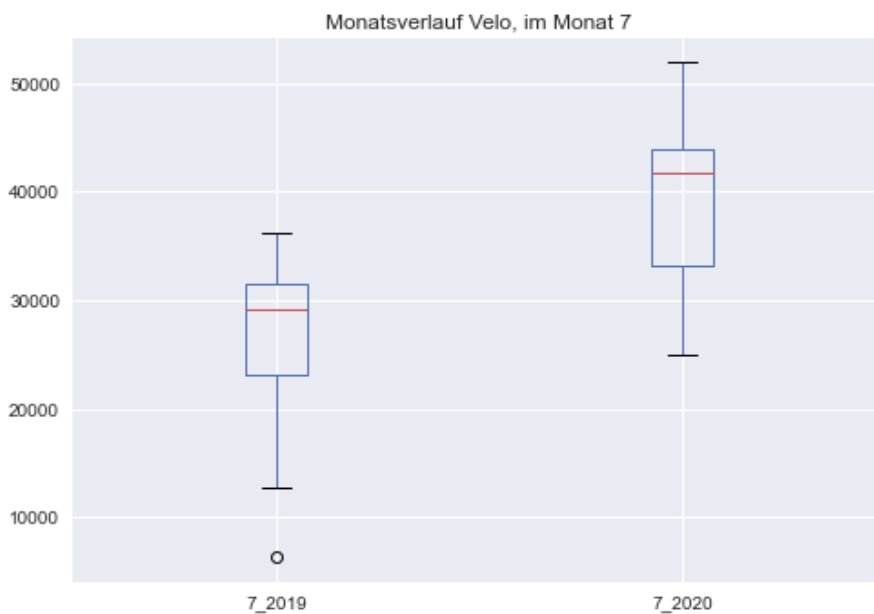
Verkehrsvolumen: Betrachtet man die die Entwicklung der Anzahl Velos in der Stadt Zürich, fällt zunächst die steigende Tendenz und die weniger überraschende Saisonalität auf. Während im Sommer mehr Velos auf der Strasse sind als im Winter, kann für fast alle Monate festgestellt werden, dass die Zahlen im Jahresvergleich zugenommen haben. Einzige Ausnahme ist der Pandemiemonat März 2020: da haben sich selbst die Velofahrer etwas zurückgenommen und sind zumindest nicht öfter ausgefahren als im Vorjahr. Hier stellt die y-Achse die Bewegungen in Millionen dar.



Tagesverlauf: Bei der Volumenverteilung über die Tagesstunden im Vergleich zwischen 2019 und 2020 ist vor allem interessant, dass sich der Unterschied zwischen den Jahren nicht im morgendlichen Pendlerverkehr zeigt: der bleibt praktisch stabil. Aber in den späteren Morgenstunden bis hinein in den frühen Abend kann eine erhöhte Benutzung des Fahrrads festgestellt werden. In den späteren Abendstunden ist dann wieder wenig Unterschied auszumachen. Auch hier muss natürlich noch berücksichtigt werden, dass im Jahr 2020 noch Daten für die Resttage November und den Dezember fehlen.



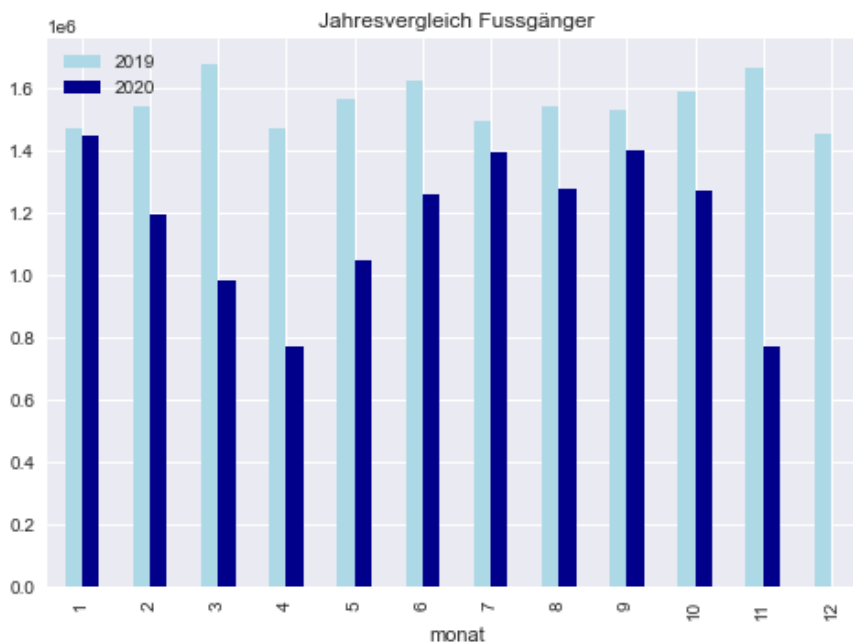
Monatsvergleich: Für unsere leitende Fragestellung, ob sich das Verkehrsvolumens nach dem Lockdown wieder auf Vorjahresniveau eingependelt hat, wird auch hier wie beim motorisierten Verkehr der direkte Monatsvergleich anhand der Daten für den Monat July herangezogen. Und da muss man klar sagen, dass sich die Volumen nicht nur erholt haben sondern offensichtlich gestiegen sind. Das gilt für den Durchschnitt, Median und auch für die 25% und 75% Quantile. (Skalierung der y-Achse: absolute Zahlen).



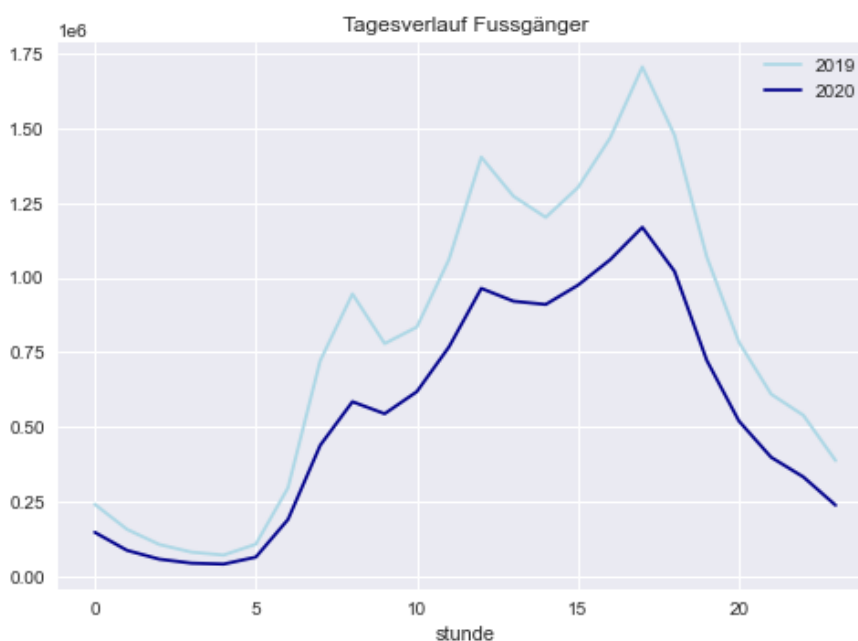
Geografische Verteilung: Auch hier wird die geographische Visualisierung des Verkehrsaufkommens in der Stadt ZH auf der Karte vorgenommen.

3.4. Analyse des Fussgängerverkehrs

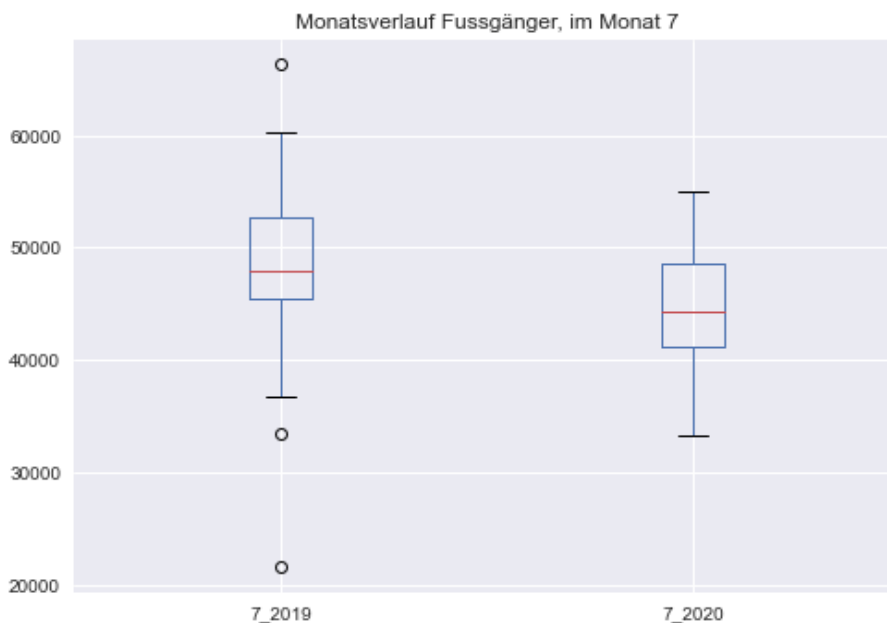
Verkehrsvolumen: Wenn wir uns nun der Verteilung der Fussgängerverkehrs zuwenden zeigen sich die nächsten Überraschungen in unserer Untersuchung. Erstens ist der Fussgängerverkehr bereits im Februar gegenüber den Zahlen vom Vorjahr eingebrochen, also bereits vor der hier als Lockdown definierten Periode und damit auch früher als bei den Fahrrädern oder dem motorisierten Verkehr. Zweitens haben sich die Zahlen viel langsamer erholt und das Niveau des Jahres 2019 nie mehr ganz erreicht. In der Grafik werden die Zahlen auf der y-Achse in Millionen angegeben.



Tagesverlauf: Bei der Betrachtung der Volumenverteilung über die Tagesstunden im Vergleich zwischen 2019 und 2020 lassen sich hingegen keine Besonderheiten feststellen: die tieferen Volumen verteilen sich gleichartig über die Tagesstunden.



Monatsvergleich: Auch für die Fussgänger machen wir hier den Vergleich der Zahlen im Juli. Dabei sehen wir insbesondere, dass neben dem tieferen Schnitt die Streuung sowohl am oberen wie auch am unteren Ende abgenommen hat. (Skalierung der y-Achse: absolute Zahlen).



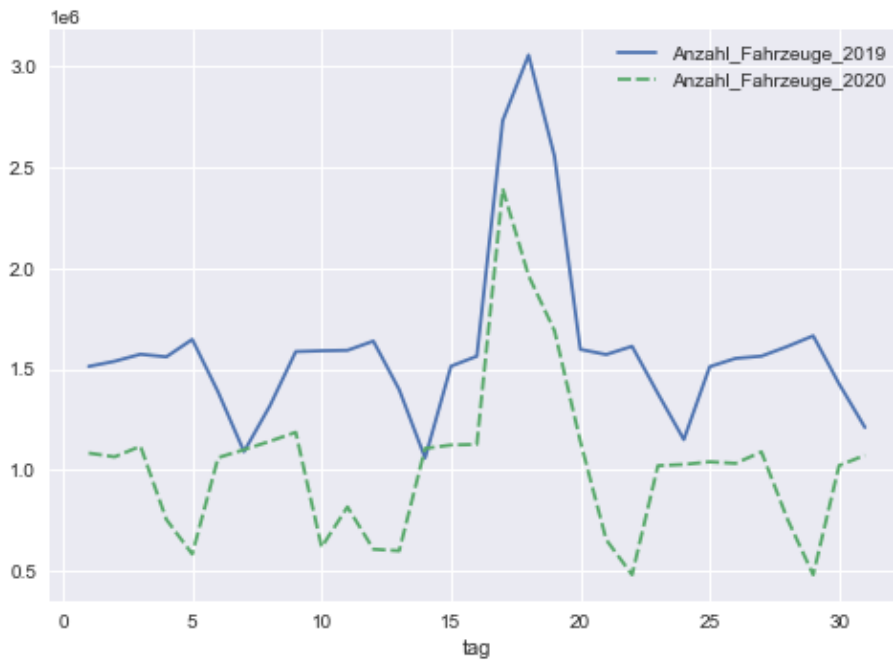
Geografische Verteilung: Auch hier wird die geographische Visualisierung des Verkehrsaufkommens in der Stadt ZH auf der Karte vorgenommen.

3.5. Analyse der Lockdown Periode

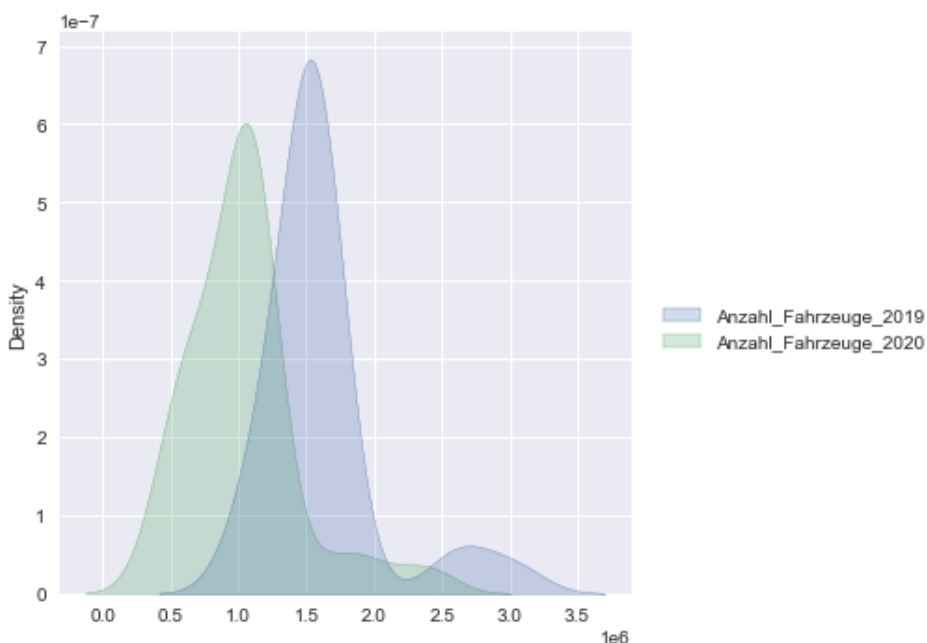
Für die Analyse der Lockdown Periode wird der Datensatz für die drei Verkehrsmittel je zunächst eingeschränkt über das Datum ($\geq 2020-03-17$ und $<2020-04-20$). Dann wird die Anzahl der Bewegungen pro Tag ermittelt für die Lockdown-Periode. Zudem werden die Daten aus der gleichen Periode von 2019 in gleicher Weise als Vergleichswerte bereitgestellt für den Vergleich.

Auf dieser Basis kann dann die grafische Darstellung der Periode gemacht werden, wo man die täglichen Frequenzen pro Verkehrsmittel mit der gleichen Periode aus dem Vorjahr vergleichen kann.

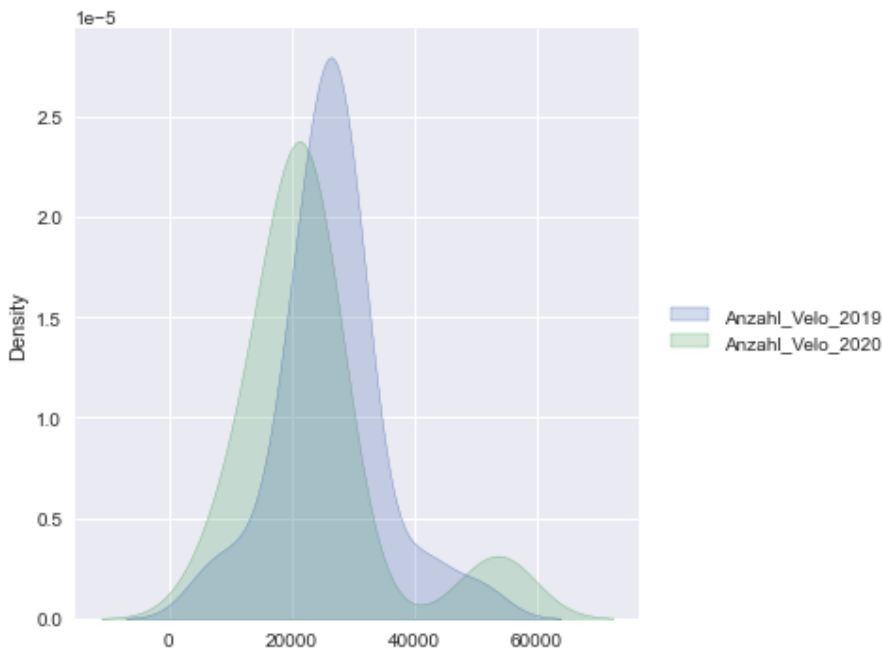
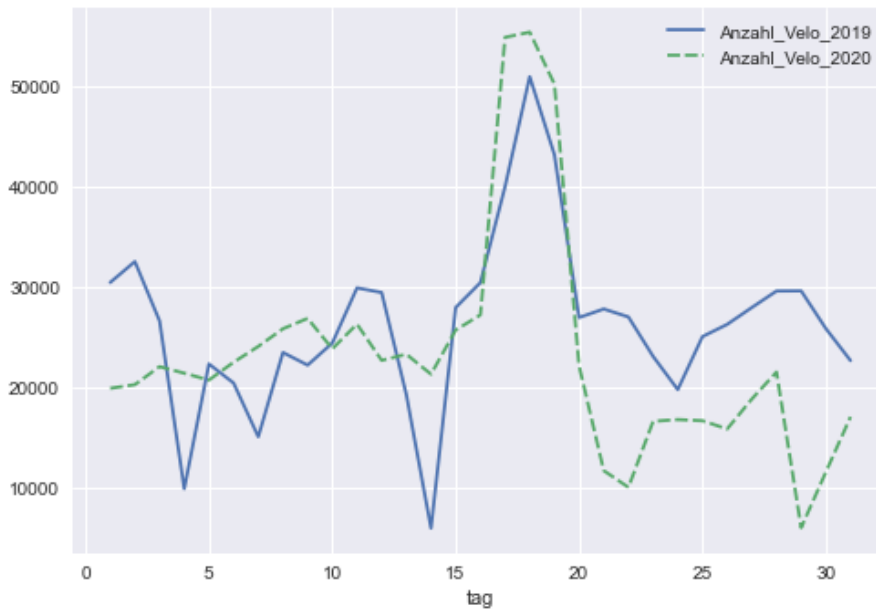
Für den *motorisierten Verkehr* ergibt dies zunächst einmal folgendes Bild, bei dem man klar den Einfluss des Lockdowns an allen Tagen sehen kann.



Interessant ist hier auch eine statistische Sicht auf die Verteilung der Volumina. Auch da kann mittels der Darstellung der Dichtefunktion klar gezeigt werden, dass die Frequenzen in der Lockdown Periode 2020 wesentlich tiefer waren als in der Vergleichsperiode des Vorjahres. Das erhöhte Vorkommen von Volumen im Bereich von ca. 2.75 Mio müsste noch genauer analysiert werden um dazu eine Erklärung liefern zu können.

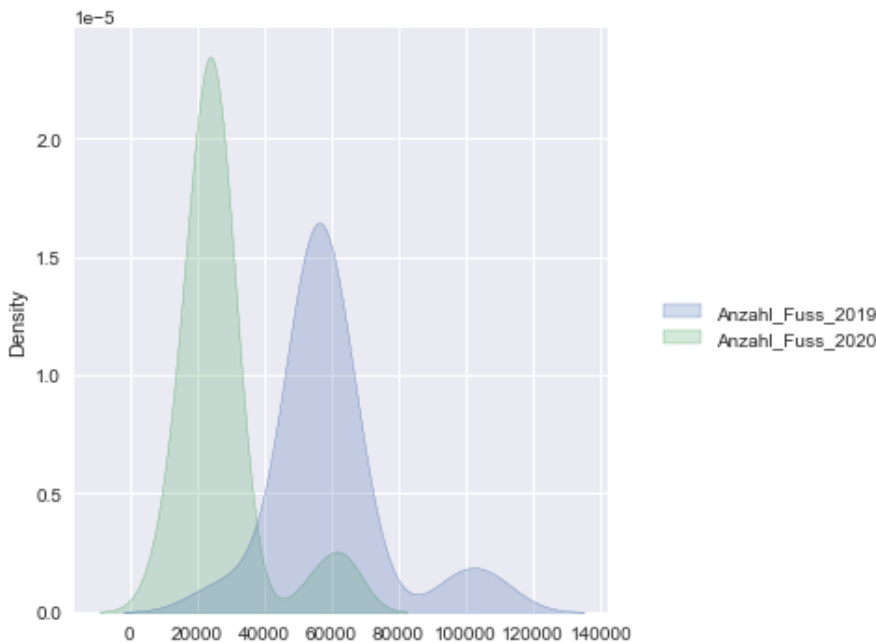
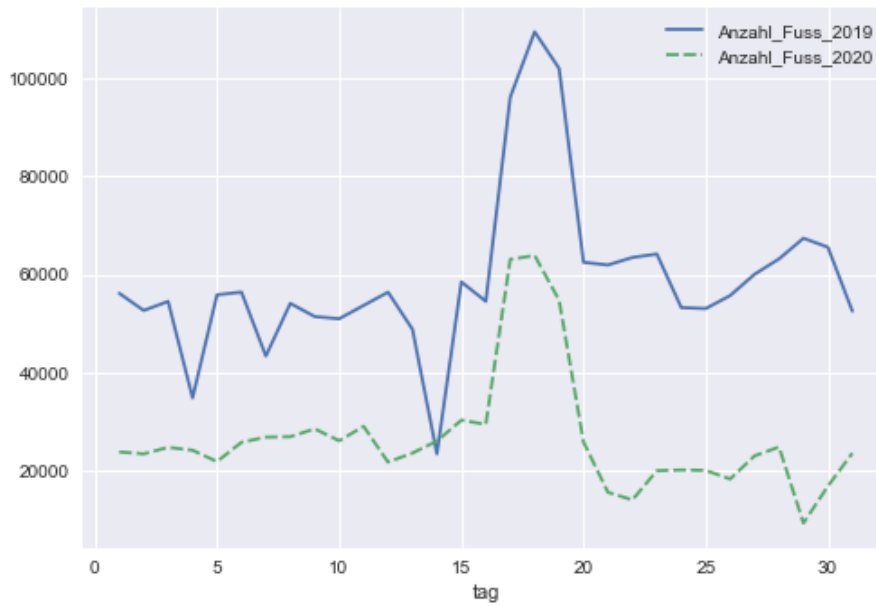


Wendet man diese Analyse nun analog auf die Velofahrer an, ergibt sich dagegen über die Zeit und bezüglich der Dichteverteilung ein anderes Bild.



Man sieht hier zwar gut, dass auch die Velofahrer während der Lockdown Phase leicht weniger auf der Strasse waren, der Einbruch ist hier aber viel weniger offensichtlich als bei den Motorfahrzeugen.

Und betrachtet man zum Schluss nun auch noch die Fussgänger in der Stadt Zürich, dann rundet sich das Bild ab und es ist klar auszumachen, dass die Fussgänger den grössten Einbruch der Zahlen während der Lockdown Periode aufweisen.



4. Schlussbemerkungen

4.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Aus all diesen Analysen lässt die die Eingangs gestellte Frage, ob sich die in den Medien behauptete Rückkehr der Verkehrsvolumen nach dem Lockdown der ersten Welle empirisch mit Daten erhärten lässt, nicht ganz eindeutig beantworten.

Einerseits sieht man im motorisierten Individualverkehr, der in diesen Datensätzen die höchsten Zahlen ausweist, dass es in der Tat eine Rückkehr zu den Werten gegeben hat, wie sie vor der ersten Welle gemessen wurden.

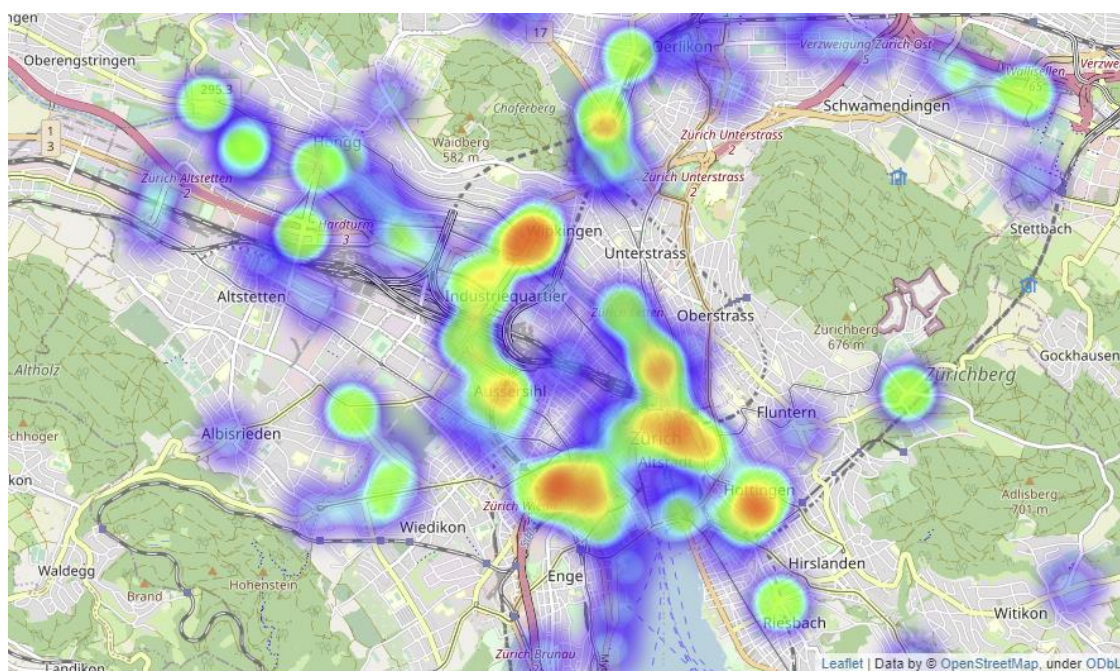
Beim Veloverkehr muss man hingegen sagen, dass sich da ein anderes Bild zeigt: in den Sommermonaten waren die Volumina wesentlich höher als im Vorjahr und auch während dem Lockdown ging der Velo-Verkehr nur sehr geringfügig zurück.

Bei den Fussgängern kann man festhalten, dass die Frequenzen nicht mehr auf das Niveau vor der ersten Welle zurückgekommen sind und dass die behauptete Rückkehr zu Normalität im Verkehrsverhalten nicht korrekt ist.

Aus der Kombination dieser Informationen könnte man nun (vorschnell) schliessen, dass eine Verlagerung von den Fussgängern auf das Velo stattgefunden hat. Eine solche Schlussfolgerung zieht allerdings nicht in Betracht, dass uns hier in dieser Analyse nicht sämtliche Verkehrsmittel zur Verfügung gestanden haben. Um das Bild abzurunden müsste diese Studie um die Daten des öffentlichen Verkehrs erweitert werden.

Ein weiterer Punkt, der in der Analyse noch zu berücksichtigen wäre, ist der Umstand, dass es für die verschiedenen Verkehrsmittel eine unterschiedliche Anzahl Messpunkte gibt wodurch sich auch unterschiedliche Volumen ergeben. Das wird zwar zum Teil ausgeglichen über die höhere Messfrequenz bei Velo und Fussgänger, führt aber immer noch zu einer Untergewichtung von Velo und Fussgänger.

Zudem können wir auch nicht beurteilen ob die Messpunkte auch wirklich ein repräsentatives Bild des Gesamtverkehrs abgeben oder ob allenfalls bestimmte Verkehrsströme nicht berücksichtigt werden, die wichtig wären um das Gesamtbild zu sehen. Eine Heatmap der Verteilung der Messpunkte selbst (also nicht der gemessenen Frequenzen, sondern die schlichte Anzahl Messstellen) deutet auf eine ungleiche Verteilung der Messstellen hin.



Insgesamt aber sicher interessant festzustellen, dass auch bezüglich der Frage, ob und wie sich die Lockdown-Periode auf das Verkehrsverhalten ausgewirkt hat, noch viele Details zu klären wären, bevor man zu solchen Behauptungen kommen kann, wie sie oft und mehr oder minder unreflektiert in den Medien publiziert werden.

4.2. Inventar der Files für die Abgabe

Der für die Analyse verwendete Code ist wie verlangt in Jupiter Notebook-Files verfügbar. Aufgrund der Aufgabenverteilung im Team und aufgrund der Struktur dieses Projektes, sind die folgenden Files in der hier aufgelisteten Sequenz auszuführen:

1. Datenaufbereitung.ipynb
2. AuswertungVerkehrsmittel.ipynb
3. AuswertungLockdown.ipynb
4. KoordinatenAufbereitungKarten.ipynb