

**TECHNISCHE
HOCHSCHULE
LÜBECK**

TECHNISCHE HOCHSCHULE LÜBECK
FACHBEREICH INFORMATIK UND SOFTWARETECHNIK
Informatik / Softwaretechnik, B.Sc.

Intelligente Systeme

Autor	Matr.-Nr.
Tim Lüneburg	321226
Denis Alipkina	326771

Wintersemester 2021 & 2022
Lünebeck - 19. Juni 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabe Reisezeitoptimierung	4
1.1	Ausgangssituation und Zielsetzung	4
1.2	Aufgabenstellung	5
2	Aufbau des Codes	6
2.1	Transportmittel	6
2.1.1	Taxi	6
2.1.2	Strassenbahn	6
2.2	Hauptbahnhof	6
2.3	Schlange	6
2.4	Datei Speicherung	6
2.4.1	Tuple	7
2.4.2	Triple	7
3	Aufgabe 1	8
3.1	Überprüfung der Fahrzeiten	8
3.2	Ergebnis	9
3.2.1	Strassenbahn	9
3.2.2	Taxi	10
4	Aufgabe 2	11
4.1	Konzept zum Verhalten am Hauptbahnhof / Simulation	11
4.2	Ergebnis	11
5	Aufgabe 3	13
5.1	Konzept	13
5.2	Ergebnis	13

Abbildungsverzeichnis

3.1	Verteilung der Fahrzeiten der Strassenbahn	8
3.2	Verteilung der Fahrzeiten des Taxi	9
3.3	Strassenbahn	9
3.4	Taxi	10
4.1	Taxi und Strassenbahn im Vergleich	12
4.2	Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn	12
4.3	Schlange beim Taxi wenn wir uns entscheiden	12
5.1	Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn	13
5.2	Reisezeiten im Vergleich	14

1 Aufgabe Reisezeitoptimierung

1.1 Ausgangssituation und Zielsetzung

In dieser Aufgabe soll ein einfaches Reisezeit-Optimierungsproblem mittels Computersimulation untersucht werden. Dazu betrachten wir folgende Situation:

Wir kommen am Hauptbahnhof einer Stadt an und möchten von dort aus möglichst schnell einen bestimmten Ort in der Stadt erreichen. Als Verkehrsmittel stehen Straßenbahn und Taxi zur Auswahl. Beide fahren ungefähr an derselben Stelle ab.

Die Straßenbahn fährt alle 5 Minuten und braucht im Mittel 1000 Sekunden zu unserem Zielort. Die Fahrzeit der Straßenbahn ist jedoch leichten Schwankungen unterworfen, die normalverteilt sind mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 10.

Taxis treffen mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,01 pro Sekunde ein. Allerdings kann es am Taxistand eine Schlange geben, die bei unserer Ankunft am Bahnhof eine Länge zwischen 0 und 10 hat. Alle Längen haben dieselbe Wahrscheinlichkeit. Die mittlere Fahrzeit eines Taxis zu unserem Zielort beträgt 500 Sekunden, ist aber wegen wechselnder Verkehrssituationen größeren Schwankungen unterworfen, die normalverteilt sind mit Mittelwert 0 und Standardabweichung 50.

Wir möchten nun herausfinden, wie wir uns verhalten sollten, wenn wir zu einem zufälligen Zeitpunkt am Bahnhof eintreffen und unseren Zielort möglichst schnell erreichen wollen.

Das Maß für unsere Betrachtung ist die Reisezeit, die die Zeit vom Eintreffen am Bahnhof bis zum Erreichen unseres Zielorts misst (also inklusive der Wartezeit am Bahnhof).

1.2 Aufgabenstellung

Entwickeln Sie eine Software zur Beantwortung der folgenden Fragen:

1. Wie groß ist die mittlere Reisezeit, wenn nur die Straßenbahn oder nur das Taxi verfügbar ist?
2. Wie sollte man sich verhalten, wenn beide verfügbar sind und man seinen Zielort im Mittel mit möglichst geringer Reisezeit erreichen möchte? Weisen Sie anhand berechneter Reisezeiten nach, dass Sie eine günstige Wahl getroffen haben.
3. Wie sollte man sich verhalten, wenn beide verfügbar sind und man die maximal zu erwartende Reisezeit möglichst gering halten möchte? Weisen Sie auch hier anhand berechneter Reisezeiten nach, dass Sie eine günstige Wahl getroffen haben.

Die Software ist in Java zu implementieren. Abzugeben sind der Quellcode der Java-Klassen sowie ein kurzer schriftlicher Bericht über die Bearbeitung und die Ergebnisse als PDF-Dokument.

2 Aufbau des Codes

2.1 Transportmittel

Die Klasse *Transportmittel.java* wird genutzt um entsprechende Transportmittel wie [Taxi](#) und [Strassenbahn](#) in dieser Aufgabe zu erweitern. Zusätzlich besitzt das Transportmittel die Möglichkeit zu dem [Hauptbahnhof](#) zu fahren und somit eine zufällige Wartezeit zu erzeugen.

2.1.1 Taxi

Die Klasse *Taxi.java* wird nur genutzt um eine Instanz von [Transportmittel](#) mit dem Typ Taxi und entsprechenden Parametern zu erstellen. Da das Taxi jede Sekunde mit einer Wahrscheinlichkeit von 1 Prozent am Hauptbahnhof eintrifft, unterscheidet sich die Simulation der Wartezeit von der Straßenbahn. In einer Schleife werden die Sekunden erhöht und die Wahrscheinlichkeit simuliert.

2.1.2 Strassenbahn

Die Klasse *Strassenbahn.java* wird nur genutzt um eine Instanz von [Transportmittel](#) mit dem Typ Strassenbahn und entsprechenden Parametern zu erstellen. Die Berechnung der Wartezeit ist eine zufällige Zahl zwischen 0 und 300 Sekunden.

2.2 Hauptbahnhof

Die Klasse *Hauptbahnhof.java* enthält in dieser Aufgabe eine Strassenbahn und ein Taxi, sowie die grundlegende Logik und Algorithmen was [Aufgabe 1](#), [Aufgabe 2](#) und [Aufgabe 3](#) betrifft. Hier finden die jeweiligen Simulationen statt.

2.3 Schlange

Die Klasse *Schlange.java* wird genutzt um eine Schlange bei einem [Transportmittel](#) zu simulieren. Dies wird vor allem vom Taxi genutzt.

2.4 Datei Speicherung

Die Klasse *DateiSpeicherung.java* wird dafür genutzt, berechnete Werte in einer *.csv* Datei zu speichern.

2.4.1 Tuple

Die Klasse *Tuple.java* erzeugt uns einen Tuple mit zwei Parametern, um uns das Speichern in einer Datei zu erleichtern.

2.4.2 Triple

Die Klasse *Triple.java* erzeugt uns einen Tuple mit drei Parametern, um uns das Speichern in einer Datei zu erleichtern.

3 Aufgabe 1

3.1 Überprüfung der Fahrzeiten

Bei dem Überprüfen der berechneten Fahrzeiten der Strassenbahn, zeigt sich wie erwartet eine [Gausglocke](#). Bei 1000 Sekunden liegt der Höhepunkt bzw. das (ungefähre) Maximum des Graphen. Dies liegt an der verwendeten Funktion zur Berechnung der Fahrzeitabweichung, welche ihren Mittelwert bei 0 hat.

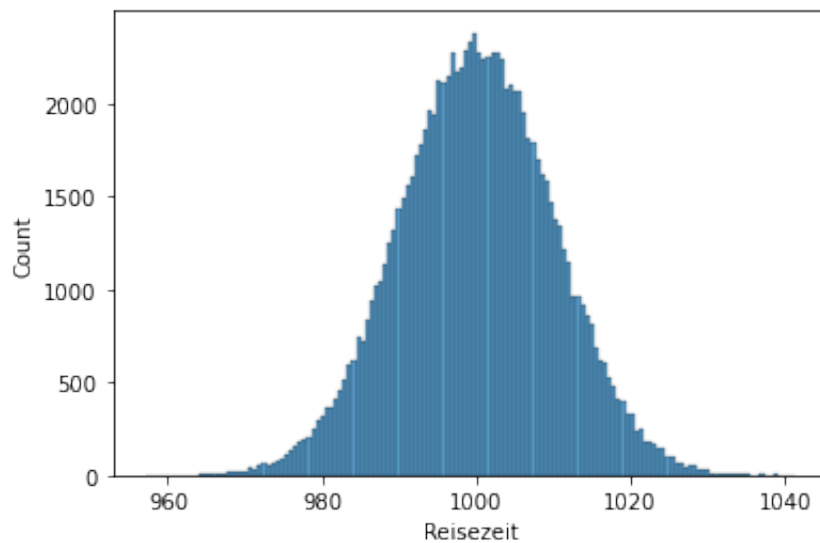


Abbildung 3.1: Verteilung der Fahrzeiten der Strassenbahn

Bei dem Überprüfen der berechneten Fahrzeiten des Taxi, zeigt sich ebenfalls wie erwartet eine [Gausglocke](#). Das Maximum bzw. die Extremstelle des Graphen liegt bei (ungefähr) 500 Sekunden. Dies liegt auch an der verwendeten Funktion zur Berechnung der Fahrzeitabweichung, welche ihren Mittelwert bei 0 hat.

Wenn man beide berechneten Fahrzeiten mit ein ander vergleicht, stellt man fest, dass die Fahrzeiten der [Verteilung der Fahrzeiten der Strassenbahn](#) wesentlich gebündelter um den Wert 1000 Sekunden liegen. Dies liegt an der geringen Standardabweichung von 10. Die Fahrzeiten bei der [Verteilung der Fahrzeiten des Taxi](#) entfernen sich viel weiter von den 500 Sekunden, was an der höheren Standardabweichung von 50 liegt.

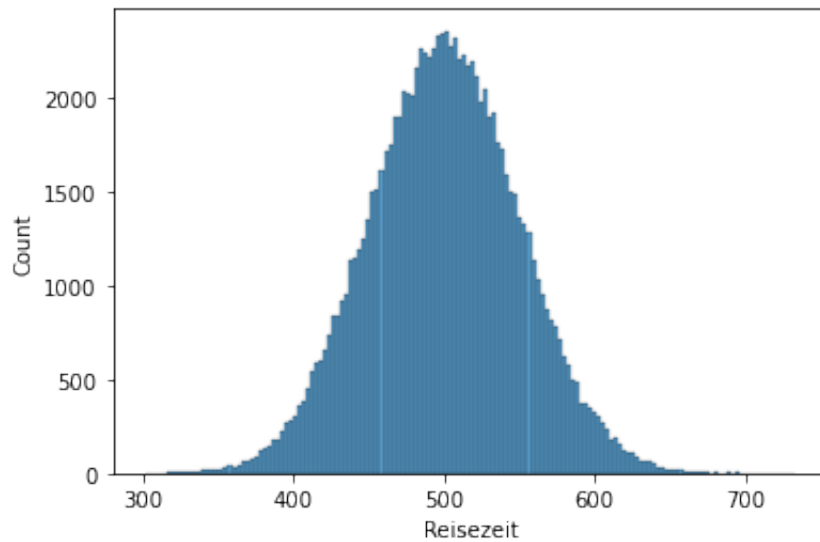


Abbildung 3.2: Verteilung der Fahrzeiten des Taxi

3.2 Ergebnis

3.2.1 Strassenbahn

Bei betrachten der Reisezeiten der Strassenbahn ist zu erkennen, dass der Mittelwert bei 1150 Sekunden liegt. Hierbei ist es wichtig zu erwähnen, dass die Reisezeit von 1150 Sekunden der Durchschnitt ist, aber nicht die am häufigsten auftretende Reisezeit ist. Man erkennt dass im Intervall 1030 - 1270 Sekunden die Häufigkeit gleich ist. Es ist also gleich wahrscheinlich eine Reisezeit von 1050 Sekunden wie ein Reisezeit von 1150 Sekunden zu haben. Zusätzlich erkennt man dass die Streuung bzw die Extremfälle wie 950 Sekunden nicht häufig vorkommen und keine große Distanz zu dem beschriebenen Intervall von 1030 - 1270 Sekunden haben.

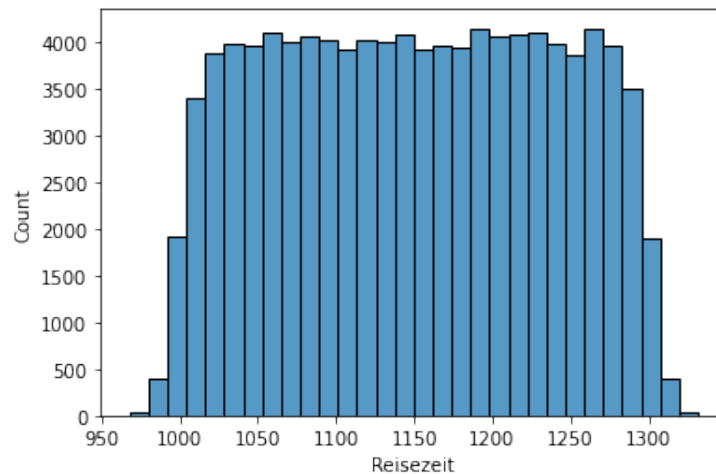


Abbildung 3.3: Strassenbahn

3.2.2 Taxi

Bei betrachten der Reisezeiten des Taxi ist zu erkennen, dass das Maximum bei ca 700 Sekunden ist. Man erkennt, dass der Höhepunkt des Graphen bei ca. 700 Sekunden ist. Da aber mehr Werte rechts vom Höhepunkt sind als links, befindet sich der Mittelwert rechts vom Höhepunkt. Die Berechnung der Simulation bestätigt dies mit dem Mittelwert 1094 Sekunden. Dies lässt sich auch ungefähr so am abschätzen. Im Mittel fährt das Taxi 500 Sekunden und im Mittel stehen 5 Personen in der Schlange. Da die Testpersonäuch in der Schlange steht, erhöht sich der Wert um 1. Bis ein Taxi am Stand ankommt, braucht man ca. 100 Sekunden ($1/100$ Wahrscheinlichkeit $\cdot 100$). Daraus entsteht die Abschätzung von $500 + (5 + 1) \cdot 100 = 1100$. Dies lässt sich auch ungefähr im Graphen erkennen. Man erkennt zusätzlich, dass der Großteil der Ausreiser sich rechts vom Mittelwert befinden. Es besteht also eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass die Reise länger dauern wird (im Vergleich zum Mittelwert) als weniger.

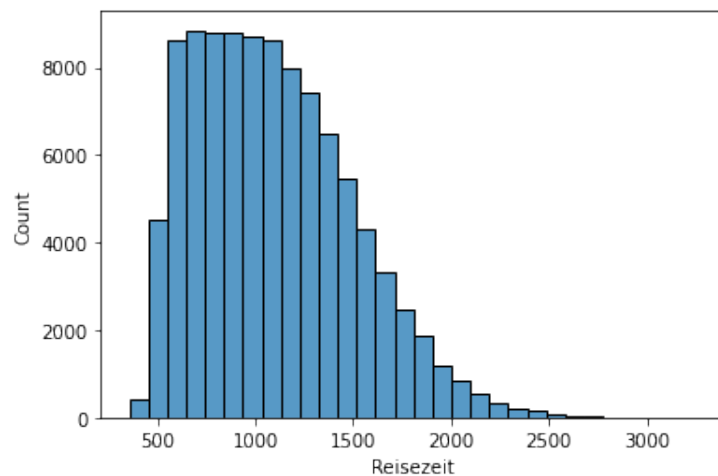


Abbildung 3.4: Taxi

4 Aufgabe 2

4.1 Konzept zum Verhalten am Hauptbahnhof / Simulation

Als Konzept zum Entscheiden ob wir die Strassenbahn oder das Taxi nehmen, haben wir uns gedacht, dass wenn man am Hauptbahnhof ankommt das Taxi und die Strassenbahn in betracht zieht. Der Algorithmus simuliert dann Folgendes:

Wir stellen uns in der Schlange beim Taxi an und schauen zeitgleich noch mit auf die Strassenbahn. Sollte die Straßenbahn am Hauptbahnhof ankommen bevor sich die Schlange bei dem Taxi aufgelöst hat, schauen wir uns an wie lang die Schlange des Taxi noch ist. Dann schätzen wir ab wie lange wir noch warten müssten bis unser Taxi ankommt und rechnen die durchschnittliche Fahrzeit des Taxi auf diese Wartezeit. Wenn diese Zeit weniger sein sollte als die durchschnittliche Fahrzeit der Strassenbahn, dann entscheiden wir uns weiter auf das Taxi zu warten. Sollte diese Schätzung nicht hinkommen, verlassen wir die Schlange und nehmen die Strassenbahn.

4.2 Ergebnis

Wenn wir uns so wie in dem [Konzept zum Verhalten am Hauptbahnhof / Simulation](#) beschrieben verhalten, erhalten wir eine neue durchschnittliche Reisezeit von ca. **978.70** Sekunden. Mit diesem Verhalten beziehungsweise dieser Strategie, haben wir im Vergleich mit den mittleren Reisezeiten aus der [Aufgabe 1](#) eine wesentlich geringere mittlere Reisezeit.

Wie in der [Abbildung 4.2 Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn](#) zu sehen ist, liegt die Verteilung der Auswahl zwischen Taxi und Strassenbahn relativ ausgeglichen, es wird sich jedoch häufiger für das Taxi entschieden.

Bei in Betrachtnahme von der [Abbildung 4.1 Taxi und Strassenbahn im Vergleich](#), ist zu erkennen, dass bei der Strassenbahn die Reisezeiten wesentlich gebündelter sind als bei dem Taxi. Zusätzlich fällt auf, dass ab einer Reisezeit von circa 1300 Sekunden nur noch Taxis vorhanden sind. Dies sind die Fälle, wo man sich auf Grund einer geringen Warteschlange für das Taxi entschieden hat und sehr viel Pech hatte. Man vermutet, dass die Schlange sich im Durchschnitt schneller auflöst, als in einzelnen Extremfällen der Fall ist. Z.B. wartet man statt vermuteter 300 Sekunden ganze 1000.

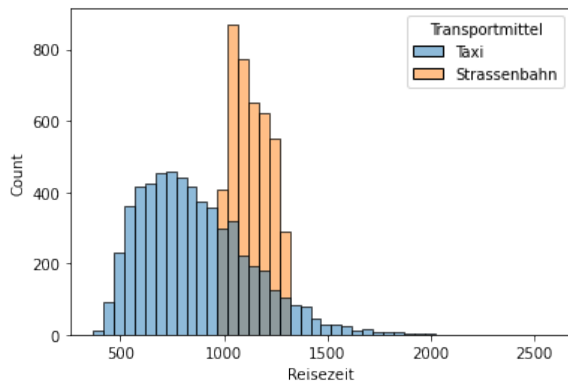


Abbildung 4.1: Taxi und Strassenbahn im Vergleich

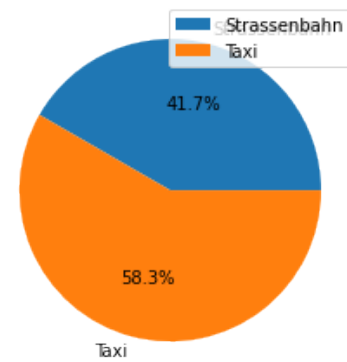


Abbildung 4.2: Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn

Bei Betrachtung der Schlangen Länge des Taxis, ist in der [Abbildung 4.3 Schlange beim Taxi wenn wir uns entscheiden](#) zu erkennen, dass nur die Schlangen Längen von 0 - 4 vertreten sind. Daraus ist zu schließen, dass wenn zu dem Ankunftszeitpunkt von der Strassenbahn noch eine Schlange von 5 bei dem Taxi ist es sich nicht mehr lohnt dort zu warten und sich für die Strassenbahn zu entscheiden.

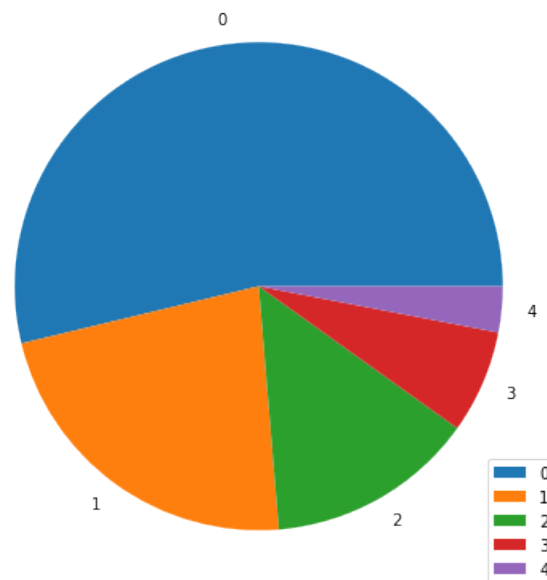


Abbildung 4.3: Schlange beim Taxi wenn wir uns entscheiden

5 Aufgabe 3

5.1 Konzept

Das Konzept ähnelt sehr dem [Konzept zum Verhalten am Hauptbahnhof / Simulation](#) aus [Aufgabe 2](#). Wir warten am Taxistand bis ein Taxi oder eine Straßenbahn ankommt. Sollte ein Taxi eintreffen und wir haben keine Schlange bei dem Taxi, fahren wir mit dem Taxi. Sollte jedoch die Straßenbahn eintreffen, wird die maximale Fahrzeit der Straßenbahn mit Hilfe von [Descriptive Statistics](#) und dem Perzentil bei 99 Prozent von "[Apache Common Maths](#)" berechnet. Dieser Wert wird mit der Summe der maximalen Fahrzeit und der maximalen Wartezeit bei dem Taxi abhängig von der Warteschlange verglichen. Die maximalen Werte beziehungsweise Schwellwerte basieren alle auf der Berechnung mit dem Perzentil von 99 Prozent. Wir wollen also dass 99 Prozent der berechneten Werte unter diesem Schwellwert liegen. Nach dem Vergleich wird klar, mit welchem Transportmittel man vermutlich am schnellsten und mit höherer Sicherheit nicht zu spät an seinem Ziel ankommt.

5.2 Ergebnis

Vermutet wird, dass die Straßenbahn das wesentlich sichere Transportmittel ist, da die Abweichungen bezüglich der Reisezeit nicht so hoch sind. Das Taxi wird von den Faktoren wie Schlängellänge, Pech bei der Ankunftszeit der Taxi und höheren Abweichungen der Fahrtzeiten beeinflusst. Da wir bei der Aufgabe die maximale Reisezeit so gering wie möglich halten wollen, betrachten wir die schlimmen Fälle, wo die Reisezeiten der Strassenbahn und Taxi sehr hoch sind. Das Taxi wird dem entsprechend nur in den Fällen gewählt, wenn der Schwellwert für die noch verbleibende Schlange geringer ist als der Schwellwert der Reisezeit von der Straßenbahn.

Wenn man die [Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn](#) betrachtet, ist fest zu stellen, dass wir wie erwartet, auf Grund der großen Schwankungen bei dem Taxi wesentlich öfter die Strassenbahn nehmen als das Taxi.

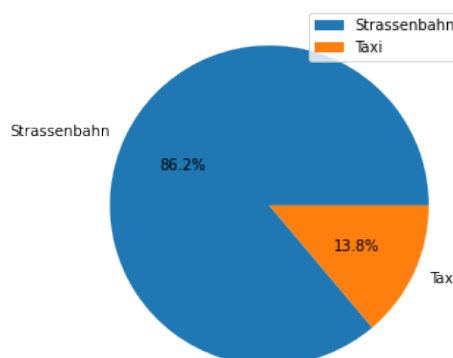


Abbildung 5.1: Verteilung zwischen Taxi und Strassenbahn

Dies liegt an den errechneten Schwellwerten, sollte also eine Strassenbahn gerade am Hauptbahnhof angekommen sein, lohnt es sich nur noch auf das Taxi zu warten, wenn wir die nächste Person sind. Die Schlange des Taxi hat demnach die Länge 0. Alles was darüber liegt würde die maximale Reisezeit mit dem Taxi sprengen. Weswegen wir besser auf sind die Strassenbahn zu nehmen um die maximale Reisezeit so gering wie möglich zu halten.

Wie auch in der [Abbildung 5.2 Reisezeiten im Vergleich](#) zu erkennen liegt die maximale Reisezeit des Taxi bei etwa **885.79** Sekunden und von der Strassenbahn bei etwa **1333.79** Sekunden. Diese Werte können jedoch durch die Standardabweichungen bei jedem durchlauf etwas variieren.

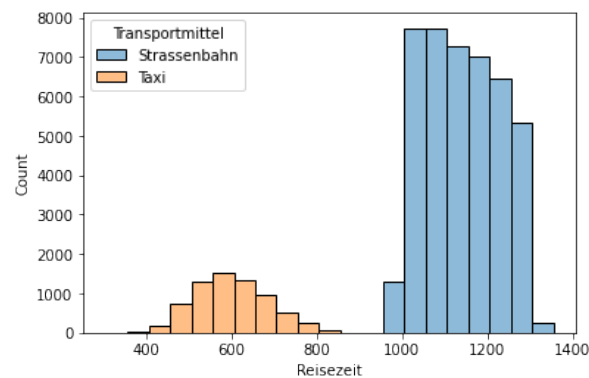


Abbildung 5.2: Reisezeiten im Vergleich