

# Erreichbarkeitsanalyse

## Mobilitätsberichterstattung

Methodische Vorgehensweise und Ergebnisse in  
Berlin-Pankow

GEFÖRDERT VOM

**Erstellt von:**

Professur für Verkehrsökologie

Technische Universität Dresden

Institut für Verkehrsplanung und Straßenverkehr

Fakultät Verkehrswissenschaften "Friedrich List"

Gerhart-Potthoff-Bau, POT 10, Hettnerstraße 1 01069 Dresden

Prof. Dr. Udo Becker, Projektleitung

Jan Peter Glock, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

<https://tu-dresden.de/bu/verkehr/ivs/voeko>

# 1 Inhalt

Glossar .....	4
1 Ziele der Erreichbarkeitsanalyse .....	4
2 Vorbereitung der Erreichbarkeitsanalyse.....	4
2.1 Das Straßen- und Wegenetz.....	4
2.1.1 Grundsätzliche Vorbereitung .....	5
2.1.2 Verkehrsrichtung.....	5
2.1.3 Höhenfelder/Elevation .....	6
2.1.4 Restriktionen .....	6
2.1.5 Zulässige Höchstgeschwindigkeiten (Tempolimits).....	7
2.1.6 Geschwindigkeiten, Fahrtdauer, Reisezeiten ( <i>Impedanzen</i> ).....	7
2.1.7 Barrieren.....	8
2.1.8 Kurven (Abbiegevorschriften) .....	9
2.1.9 Radverkehrsanlagen .....	10
2.2 Öffentlicher Personennahverkehr.....	10
2.2.1 TransitLines.....	10
2.2.2 Stops .....	11
2.2.3 Stops_Snapped2Streets.....	11
2.2.4 Connectors_Stops2Street.....	11
2.2.5 Streets_UseThisOne (Straßen- und Wegenetz).....	11
2.2.6 Heidekrautbahn.....	11
2.3 Aufbereitung der Ziele und Quellen.....	11
2.3.1 (Nah-)Erreichbarkeitsziele .....	12
2.3.2 Quellen .....	15
2.4 Aufbau des Network Dataset und Konfiguration des Network Analyst.....	16
2.4.1 Aufbau .....	16
2.4.2 Konfiguration (Verkehrsmittelanalyseeinstellungen) .....	19
3 Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse .....	19
3.1 Allokation von Quellen und Zielen .....	19
3.2 Analyse .....	20
3.2.1 Analyse – Versorgung mit Erholungsflächen.....	21
3.2.2 Analyse – Nähe zu Arbeitsplätzen .....	21
4 Darstellung der Ergebnisse.....	21
Literatur.....	23

## Glossar

Shapefile/Feature-Class	Speicherformat für Geodaten mit Attributen (nicht räumlichen Eigenschaften)
Point Feature	räumliche Daten in Punktform, z.B. zur Abbildung von GPS-Koordinaten oder Haltestellen; werden in Shapefiles oder Feature-Classes gespeichert
Line Feature	räumliche Daten in Linienform, z.B. zur Abbildung von Straßen oder Flüssen; werden in Shapefiles oder Feature-Classes gespeichert
Polygon Feature	räumliche Daten in Flächenform, z.B. zur Abbildung von Einzugsbereichen oder Seen; werden in Shapefiles oder Feature-Classes gespeichert

**Vorbemerkung:** Das Dokument enthält englische Fachbegriffe für Methoden (tools) der Geodatenbearbeitung und -analyse und Dateneigenschaften, die in Klammern oder kursiv wiedergegeben werden. Diese beziehen sich auf das Programm ArcMap aus ArcGIS for Desktop der Firma ESRI und werden in anderen GIS-Softwares mitunter anders benannt.

## 1 Ziele der Erreichbarkeitsanalyse

Die Erreichbarkeitsanalyse betrachtet, wie viel Zeit man von einem Ort zu einem anderen Ort braucht oder wie viele Orte man von einem gegebenen Ausgangspunkt aus erreichen kann. Im Rahmen der Mobilitätsberichterstattung hat die Erreichbarkeitsanalyse zum Ziel, Orte zu identifizieren an denen:

- die Bewohner\*innen Ziele der Daseinsgrundfunktionen (siehe 2.3 für die gewählten Ziele und eine Betrachtung des Begriffs der Daseinsgrundfunktion) zu Fuß nicht gut erreichen können;
- die Bewohner\*innen Ziele der Daseinsgrundfunktionen nicht gut mit dem ÖPNV erreichen können;
- die Bewohner\*innen Ziele der Daseinsgrundfunktionen mit dem ÖPNV wesentlich schlechter erreichen können als mit dem MIV;
- über die Daseinsgrundfunktionen hinaus eine niedrige Angebotsvielfalt herrscht;
- die Verfügbarkeit, also Erreichbarkeit, von Arbeitsplätzen geringer ist.

## 2 Vorbereitung der Erreichbarkeitsanalyse

Grundlage einer GIS-basierten Erreichbarkeitsanalyse ist ein digitales Netzwerk aus räumlich verorteten Daten – also Geodaten. Dieses sog. *Network Dataset* muss einerseits die Straßen und Wege und andererseits alle Orte, für die man Aussagen erhalten möchte, beinhalten. Es müssen also sowohl die Ausgangspunkte (Quellen) der zu berechnenden Wege als auch die Ziele integriert werden. Für multimodale Fragestellungen wurden in Mobilbericht außerdem die Fahrplandaten des ÖPNV eingelesen und Orte integriert, an denen ein Umstieg zwischen den verschiedenen Modi möglich ist (Haltestellen). Diese Geodaten müssen jeweils mit Informationen verknüpft sein, die die Analyse erst ermöglichen (z.B. Länge des Straßenabschnittes, Durchfahrts- oder Durchgangsverbote, Art des Ziels oder welche Busse an einer Haltestelle abfahren). Zur Vorbereitung der Analyse wurden also diverse Daten akquiriert und zweckgemäß aufbereitet. Das *Dataset* wird dann in den *Network Analyst* eingespeist, um die Erreichbarkeitsanalyse durchzuführen.

### 2.1 Das Straßen- und Wegenetz

Datengrundlage:

- OSM roads-Shapefile Brandenburg (mit Berlin) von Geofabrik, Januar 2018
- Detailnetz Berlin als WFS aus dem FISBroker, zuletzt aktualisiert Dezember 2017.

Es wurde eine Kombination der beiden Datensätze verwendet, um die jeweiligen Vorteile nutzen zu können. Diese sind auf Seiten der OSM Daten die räumliche Detailtreue – selbst kleine Schleichwege sind enthalten. Dagegen sind die offiziellen Daten mit einer ID versehen, die es ermöglicht, weitere offizielle Datensätze einfach zu verknüpfen, wie z.B. zu Maximalgeschwindigkeiten (2.1.5), Einbahnstraßenregelungen (2.1.2) oder Luftverschmutzung (für die Umweltgerechtigkeitsanalyse als Teil der Mobilitätsberichterstattung). Im Nachhinein lässt sich sagen, dass der Aufwand durch die Kombination beider Datensätze den Nutzen in der Genauigkeit der Analyseergebnisse nicht rechtfertigt. Eine Entscheidung für den einen oder anderen Datensatz muss auf Basis der Zielstellung und Datenverfügbarkeit individuell getroffen werden, wobei z.B. die Frage im Raum steht, ob die OSM Daten für das in Frage stehenden Analysegebiet verlässlich sind und welche weiteren Analysen neben der Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt werden sollen.

### 2.1.1 Grundsätzliche Vorbereitung

Die Daten wurden mit Hilfe einer Feature-Class der Administrativen Grenzen des Bezirks Pankow inklusive eines 2km großen Puffers ausgeschnitten. Diese Eingrenzung erlaubt es die Datenmenge und somit den Aufwand für Aufbereitung und Rechenzeit zu minimieren. Gleichzeitig erlaubt der resultierende Raum, dass für Bewohner\*innen von Bereichen am Rand des Bezirkes auch Ziele außerhalb Pankows in die Analyse integriert werden können, sollten keine Ziele innerhalb des Bezirkes näher sein.

In den OSM-Daten wurden alle Reitwege entfernt, da Reiten als Fortbewegungsart nicht in die Analyse integriert wurde. Die OSM-Daten wurden dann innerhalb des Landes Berlin um die Straßenklassen bereinigt, die mit hochwertigeren Hintergrundinformationen auch im Detailnetz vorlagen. Dies geschah über die *highway* Klassen mit dem Befehl „fclass = 'motorway' OR fclass = 'motorway\_link' OR fclass = 'primary' OR fclass = 'primary\_link' OR fclass = 'secondary' OR fclass = 'secondary\_link' OR fclass = 'tertiary' OR fclass = 'tertiary\_link'“ .

Die beiden Datensätze wurden zusammengefasst (*merge*) und *identicals* (über Geographie bzw. *shape*) ohne *tolerance* gelöscht. Die OSM-Daten wurden zudem innerhalb des Bezirks Pankow händisch um weitere, sich mit den FISBroker Daten doppelnde Features bereinigt. Dies war nötig, da die korrespondierenden Features der beiden verschiedenen Feature-Classes teilweise weder flächendeckend über gleiche Attribute verfügten, noch über die gleiche räumliche Identität automatisch ausgewählt werden konnten und Tools, die eine räumliche Identität herstellen könnten – z.B. *integrate* – beide Feature-Classes manipuliert und somit verfälscht hätten.

Die einzelnen Features wurden dann an allen Kreuzungspunkten geteilt (*planarize*) um im späteren Netzwerk Datenset überall das Abbiegen zu erlauben (wo nicht durch anderweitige Restriktionen verboten).

### 2.1.2 Verkehrsrichtung

Um den Vorgaben des *Network Analyst* von ArcGIS zu genügen, wurden die in den Grundlagendaten bereits enthaltenen Angaben zur Verkehrsrichtung in neuen Feldern vereinheitlicht. Von der Kategorisierung der Verkehrsrichtung durch Buchstaben (R, G und B) im FISBroker und (B, F und T) den OSM Daten zur numerischen Kategorisierung durch 1, 0 und -1; wobei 1 = Verkehrsrichtung in

Digitalisierungsrichtung, 0 = Verkehrsrichtung beidseitig und -1 = Verkehrsrichtung entgegen Digitalisierungsrichtung. Zusätzlich wurden alle Straßen an denen die Quellen unterschiedliche Angaben machten mit Google Maps überprüft. Dabei wurden zusätzliche Einbahnstraßen gefunden und integriert.

### 2.1.3 Höhenfelder/Elevation

Um den Vorgaben des *Network Analyst* von ArcGIS zu genügen, wurden die in den Grundlagendaten bereits enthaltenen Angaben zur Straßenebene in neuen Feldern vereinheitlicht. Von (-5) – 8 (layer) und F und T (bridge, tunnel) in den OSM Daten, sowie (-2) – 2 (Ebene) in den FISBroker Daten zu (-2) – 2 (Ebene). Um die Höhenfelder für das Netzwerk Datenset nutzbar zu machen, wurden außerdem die Felder *Ebene\_Anfang* und *Ebene\_Ende* hinzugefügt. Jede räumliche Situation um ein Feature mit einer Ebene anders als 0 wurde dann händisch angepasst um die Realität möglichst genau zu modellieren. Nach einem Routenwahl-Test wurden alle Autobahn- und Gewässerüber- und -unterquerungen noch einmal händisch überprüft, um fehlerhafte Abbiegemöglichkeiten zu korrigieren. Dies geschah ungeachtet der Tatsache, ob in den Basisdaten eine Ebene anders als 0 angegeben war, da im Test Fehler in den Grundlagendaten gefunden wurde.

### 2.1.4 Restriktionen

Nicht jedes Verkehrsmittel ist auf jeder Straße und jedem Weg erlaubt. Im *Network Analyst* werden daher Restriktionen angegeben um z.B. den MIV von der Nutzung von Radwegen oder den Radverkehr von der Nutzung von Autobahnen auszuschließen. Restriktionen für verschiedene Verkehrsteilnehmende wurden in extra Feldern auf Basis der Straßenklassen bzw. OSM *highway-tags*, sowie nach händischer Analyse mit Google und Google Street-View vergeben. Für den MIV gilt dadurch z.B., dass er nicht auf Wegen der Straßenklasse „track (OSM-Beschreibung: „Roads for mostly agricultural or forestry uses“) oder niedriger fahren kann. Wenn Wege in Kleingartenanlagen (KGAs) offensichtlich Privat waren (z.B. „Privatgelände“ oder „Betreten Verboten“-Schild oder etwa ein Tor vorhanden), wurde diesen die Restriktion KGA zugewiesen. So wurden über das neue Attributfeld *restrict* folgende Restriktionen erstellt

Numerischer Attribut-Code	Eigenschaft	Betroffene Straßenklassen
1	Nur für den MIV nutzbar	fclass = 'motorway' OR fclass = 'motorway_trunk' OR STRKLASSE2 = 'AUBA'
2	Nur für Rad- und Fußverkehr nutzbar	fclass = 'track' OR fclass = 'track_grade1' OR fclass = 'track_grade2' OR fclass = 'track_grade3' OR fclass = 'cycleway' OR fclass = 'footway' OR fclass = 'pedestrian' OR STRKLASSE2 = 'FUBR' OR STRKLASSE2 = 'FUWE' OR STRKLASSE2 = 'PARK' OR STRKLASSE2 = 'PLAT' OR STRKLASSE LIKE 'F'
3	Nur für den Fußverkehr nutzbar	fclass = 'steps' OR fclass = 'track_grade4' OR fclass = 'track_grade5' OR fclass = 'path'
4	Kleingartenanlage	STRKLASSE = 'KGA'
5	Privatstraße	STRKLASSE = 'P'

6	Grundsätzlich nicht befahrbar	Manuel identifizierte topologische Fehler, später gelöscht
0	Keine Restriktionen	Rest

### 2.1.5 Zulässige Höchstgeschwindigkeiten (Tempolimits)

Die zulässige Maximalgeschwindigkeit ( $V_{\text{Max}}$ ) pro Straßenabschnitt wurde für Abschnitte aus dem Detailnetz aus dem FISBroker Datensatz Tempolimits auf die Straßendaten übertragen, wobei die Verknüpfung über die Elementnummer hergestellt wurde. Einige Attribute konnten hierbei auf Grund fehlender Übereinstimmung nicht übertragen werden. Das Tool *transfer attributes* konnte mehr Attribute zuordnen, wobei die fehlerhaften Zuordnungen überproportional zunahmten. Das Tool wurde daher nicht benutzt. Bei Straßenabschnitten, für die keine  $V_{\text{Max}}$  existierte, wurden die durchschnittlichen  $V_{\text{Max}}$  je nach Straßenklasse zugeteilt (siehe 2.1.6).

### 2.1.6 Geschwindigkeiten, Fahrtdauer, Reisezeiten (*Impedanzen*)

Zur Ermittlung der Fahrtdauer bzw. Reisezeiten als Grundlage jeder Erreichbarkeitsanalyse wurde nach den Verkehrsmitteln MIV, Rad und Fuß unterschieden. Den Straßen- und Wegefeatures wurden drei entsprechende Geschwindigkeitsfelder (km/h) hinzugefügt. Grundlage war die SrV-Erhebung für Berlin 2013.

- Fußverkehr: 3,8km/h
- Fahrradverkehr: 11,3 km/h
- MIV: 20,9 km/h

Da die Erhebung die Gesamtreisezeit (komplexe Reisezeit) wiedergibt, spiegeln die Felder beim MIV auch die letzte Meile sowie beim Radverkehr auch den Zugang und das Vorbereiten des Fahrrades wieder. Wartezeiten an LSAs, Verzögerungen durch Abbiegen, Parksuchverkehr oder eine Simulation der letzten Meile muss daher nicht integriert werden. Allerdings werden dadurch auch Unterschiede in der real gefahrenen bzw. entsprechend simulierten Geschwindigkeit zwischen Straßen (z.B. Autobahn A114 versus eine Schotter-Straße in einer KGA) nicht beachtet und bei der Routenwahl nicht entsprechend priorisiert.

Für den MIV wurde daher auf Basis der Maximalgeschwindigkeiten ( $V_{\text{Max}}$ ) pro Straßenklasse (fclass bzw. STRKLASSE2) die Durchschnitts- $V_{\text{Max}}$  pro Klasse für alle Features (ca. 70.000) errechnet. So konnte auf Basis der Straßenklassenzugehörigkeit eine  $V_{\text{max}}$  auch für die Features ermittelt werden, denen quellseitig keine  $V_{\text{max}}$  zugewiesen war. Es wurde also die in 35 Prozent aller Features enthaltene  $V_{\text{Max}}$  auf 57 Prozent aller Features erhöht – die restlichen 43 Prozent aller Features sind für den MIV nicht befahrbar. Von diesen Features hatte keines quellseitig eine  $V_{\text{Max}}$  zugewiesen.

Durch dieses Vorgehen hat sich insgesamt die Durchschnitts- $V_{\text{Max}}$  von 30,4 km/h auf 29,6 km/h gesenkt. Grund hierfür ist die disproportionale Verteilung der Features ohne quellseitig zugewiesene  $V_{\text{Max}}$  zu Gunsten von Straßenklassen mit unterdurchschnittlicher  $V_{\text{Max}}$ . Die Feature-Angaben beziehen sich hier auf geteilte Features (*planarized*) im fertigen Netzwerk, wobei die Berechnung des Durchschnittes zuvor mit Werten aus den unzerlegten Feature-Classes gemacht wurde. Ansonsten wäre die Abweichung vom Originaldurchschnitt größer gewesen, da Straßenabschnitte mit quellseitig

geringerer  $V_{\text{Max}}$  (z.B. Anliegerwege) durch *planarize* (teilen an Kreuzungen) öfter geteilt werden, als solche mit höheren Geschwindigkeiten (z.B. lange Autobahnabschnitte).

Durch dieses Vorgehen konnte eine Gewichtung der Fahrtdauer mit den Straßenklassen durchgeführt werden, ohne dass sich im Gesamtnetz die empirisch erhobene Durchschnittsgeschwindigkeit des MIV aus dem SrV (20,9km/h) ändert. Vom MIV nicht befahrbare Abschnitte haben anstatt der Fahrtdauer auf Basis der mit der Durchschnitts- $V_{\text{Max}}$  gewichteten Durchschnittsgeschwindigkeit die Fahrtdauer „-1“ erhalten. Dies fungiert für den *Network Analyst* als Hinweis darauf, dass diese nicht in Analysen für den MIV integriert werden können.

Zudem wurden händisch Straßen- und Wegefeatures gefunden, die eine falsche Straßenklasse zugeordnet hatten. Diese sind für den MIV befahrbar, aber als nicht befahrbar gekennzeichnet gewesen. Es handelt sich dabei größtenteils um Hauszufahrten in KGAs. Da hier auch bewohnte Gebäude existieren, wurde diesen *Kanten* die Geschwindigkeit 11,13 km/h zugewiesen, die als Durchschnittsgeschwindigkeit für Privatstraßen errechnet wurde.

Genauere, straßenabschnittsfeine Geschwindigkeitsdaten wären nur für ausgewählte Straßen und einen nicht repräsentativen Zeitraum zugänglich bzw. müssten käuflich erworben werden. Die durch die SrV-Daten entstehende Ungenauigkeit wird hingenommen, da für die straßenabschnittsfeinen Durchschnittsgeschwindigkeits-Daten wiederum die letzte Meile kompliziert und mit diversen ungenauen Annahmen modelliert werden müsste.

Es wurde keine zusätzliche Geschwindigkeitsklasse für Kinder oder Rollstuhlfahrer\*innen gebildet, da entsprechende Durchschnittsgeschwindigkeiten in der empirischen Literatur nicht geringer sind als die vom SrV ausgewiesene Durchschnittsgeschwindigkeit (Granacher et al. 2010; Eberhardt, Himbert; 1977). Die Geschwindigkeit aus dem SrV (3,8kmh) entspricht in etwa der Räumgeschwindigkeit der Berliner Fußverkehrsstrategie auf Basis der RiLSA für Mobilitätseingeschränkte (1m/s; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, 2016).

Auf Basis der Geschwindigkeiten wurden dann für jedes Feature Reisezeiten (t) berechnet, die als Grundlage für die Erreichbarkeitsanalyse dienen:

Reisedauer pro Verkehrsmittel in Minuten:  $t = \left( \frac{\text{Länge}}{\frac{v \cdot 1000}{60}} \right)$ ; wobei v je nach Verkehrsmittel:

- MIV: Geschwindigkeit errechnet aus SrV-Durchschnittsgeschwindigkeit und  $V_{\text{Max}}$  des Straßenabschnittes
- Fuß: Durchschnittsgeschwindigkeit aus SrV
- Rad: Durchschnittsgeschwindigkeit aus SrV
- Die Reisedauer für den ÖPNV bestimmt sich aus den Fahrplandaten (siehe 2.2) und basiert nicht auf den einzelnen Straßen- und Wegefeatures des Netzwerkes

### 2.1.7 Barrieren

Teilweise ist die Durchfahrt von eigentlich nutzbaren Straßen- und Wege für alle oder einzelne Verkehrsmittel versperrt. Solche Sperren sind in den OSM-Daten zwar als „Barriers“ enthalten, aber nicht den Kanten (Straßen- und Wegefeatures) zugeordnet. Eine automatische Zuordnung war hier nicht möglich, da eine große Menge an Barrierefeatures an Kreuzungspunkten der falschen Kante zugeordnet wurden. Allerdings wurden automatisiert Features gelöscht, die außerhalb des Bezirkes



und des 2 Km-Radius um den Bezirk herum lagen, die mit dem *tag* „access=yes“ ausgestattet waren und die mehr als 10 Meter von jeder Kante entfernt lagen. Die Daten aus dem Netzwerk Dataset „OSM Berlin Germany Streets Motorcar Network Dataset (ArcGIS 9.3.1 Layer Package)“ wurden daraufhin für jede Barriere-Klasse händisch aufbereitet.

#### 2.1.7.1 Gate

Alle point-Features, die näher an einem für Autos gesperrten Feature lokalisiert waren als an einem für Autos befahrbaren oder näher an einem für Autos befahrbaren, das für Autos in einer Sackgasse endet, wurden gelöscht. Tore waren nach Prüfung an keinem Ort eine Behinderung für den Fuß- oder Radverkehr. Tore an für Autos befahrbaren Straßen wurden einzeln geprüft und Straßen entsprechend angepasst (*highway=footway* oder *STRKLASSE=F* oder *P*). Alle Straßen-Features, die gleichzeitig die nächsten Features zu einem Tor waren und nicht eine Sackgasse für Autos, wurden dabei mit dem *tag=service* auf *STRKLASSE=F* geändert. Letzteres, nachdem Stichprobenartig überprüft wurde, welche Wirkung Tore an service-features haben. Die restlichen 44 Features wurden manuell kontrolliert, wobei 8-mal auf Basis der Barrieren die Durchfahrt für MIV auf den entsprechenden Straßenfeatures gesperrt wurde.

#### 2.1.7.2 Bollard

Alle point-Features, die näher an einem für Autos gesperrten Feature lokalisiert waren als an einem für Autos befahrbaren, wurden gelöscht, da *bollards* ohnehin nur Autos aufhalten. Bei allen anderen Features wurde per Einzelprüfung geschaut, wie der Verkehr behindert wird und teilweise das betroffene Straßenfeature für Autos gesperrt (*highway=footway* oder *STRKLASSE=F* oder *P*).

#### 2.1.7.3 Cushion, bump, hump, chicane, cycle barrier

Alle Features gelöscht, da die Elemente keinen Zugang verhindern.

#### 2.1.7.4 Cord, ditch

Alle Features nach einzelner Überprüfung gelöscht.

#### 2.1.7.5 Fence

Alle Features gelöscht, da keine Durchwegung betroffen war.

#### 2.1.7.6 Entrance

Alle Features gelöscht, da als Durchgang generell offen.

### 2.1.8 Kurven (Abbiegevorschriften)

Abbiegevorschriften werden im Network Analyst mit Hilfe sogenannter Kurven analysiert. Als Datengrundlage wurden dazu die OSM Daten aus dem Netzwerk Dataset „OSM Berlin Germany Streets Motorcar Network Dataset (ArcGIS 9.3.1 Layer Package)“ genutzt. Eine Einzelüberprüfung ergab dabei einige Fehler, weshalb zusätzlich zu den fehlerhaften OSM-Daten alle Straßen mit Straßengrün oder anderer baulichen Trennung zwischen den Spuren beider Fahrtrichtungen, aber auch Kurven mit einem besonders steilen Abbiegewinkel mit Hilfe von Google Maps resp. Street View überprüft wurden. Im Ergebnis wurden so 335 Abbiegevorschriften erstellt.

Um den Bezug der Kurven zu den Straßenkantenfeatures nicht zu verlieren, nachdem am *Network Dataset* etwas verändert wurde, gibt es in der Straßen-Feature-Class und der Kurven-Feature-Class feste Straßen-IDs. Über diese können die Kurven mit neuen IDs neuer Straßenfeatures (z.B. nach

*planarize* oder kopieren) verknüpft werden. zusätzlich muss die Feature-Class-ID geändert werden (*Edge\_1FCID*). Diese kann durch Rechtsklick auf die Straßen-Feature-Class in den *properties (general)* durch Klick auf die drei Punkte neben dem Namensfeld eingesehen werden.

### 2.1.9 Radverkehrsanalagen

Radverkehrsanalagen wurden aus den folgenden zwei Gründen nicht explizit beachtet. Erstens, ist das normative Grundverständnis der ersten Mobilitätsberichterstattung des Bezirks Pankow das Ermöglichen von Teilhabe. Um allen Pankower\*innen Teilhabe zu ermöglichen müssen Ziele möglichst einfach, sicher und günstig erreichbar sein. In diesem Sinne sind das Zufußgehen und der ÖPNV dem Rad überlegen, weil sie einer größeren Gruppe an Menschen zugänglich sind und Teilhabe erlauben. Das Rad ist also weniger inklusiv. Als zweiter, praktischer Grund für den Ausschluss des Radverkehrs aus der Analyse kann die empirisch erhobene Durchschnittsgeschwindigkeit für den Radverkehr in Berlin aus der SrV (2013) genannt werden. Diese Geschwindigkeit korreliert zu 100 Prozent mit der Geschwindigkeit für das Zufußgehen und ist lediglich um den Faktor 3 schneller. Gegenüber der fußläufigen Erreichbarkeit bietet eine Analyse der Raderreichbarkeit also keinen zusätzlichen Vorteil, so lange der Radverkehr nicht auf eigenen, nur dem Radverkehr zugewiesenen und räumlich von den anderen Straßen und Wegen unabhängigen Kanten führe. Durch eine Überprüfung der als Radverkehrsanalage ausgewiesenen Kanten des Straßen- und Wegenetzes konnte festgestellt werden, dass dieser Fall nicht existierte, es also keinen Radweg gibt, der nicht einer anderen Kante im Straßen- und Wegenetz zugeordnet werden konnte.

## 2.2 Öffentlicher Personennahverkehr

Als Datengrundlage für die Analyse der Erreichbarkeit mit dem ÖPNV wurden GTFS Daten von August 2019 des Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg genutzt.<sup>1</sup> Diese GTFS Daten enthalten Informationen zu Haltestellen, Routen des gesamten Nahverkehrs und den entsprechenden An- und Abfahrtszeiten. Die Daten wurden durch das ESRI-Tool *Add GTFS to network dataset* eingelesen und georeferenziert, sowie mit der in ihrer räumlichen Ausprägung fertig editierten Feature-Class des Straßen- und Wegenetzes verbunden.

Dabei wurden automatisch die Feature-Classes „TransitLines“ (ÖPNV), „Stops\_Snapped2Streets“ (Haltestellenausgänge zur Straße), „stops“ (Haltestellenausgänge zum ÖPNV), „Connectors\_Stops2Street“ (line features, die die Verbindung zwischen Haltestellenausgang zur Straße und zum ÖPNV darstellen) sowie „Streets\_UseThisOne“ (eine neue Feature-Class für das Straßen- und Wegenetz, wobei Haltestellenausgänge zum ÖPNV nicht weiter als 100 Meter vom nächsten Straßenfeature entfernt liegen konnten (*restrict\_location = 0*; siehe 3.1)).

### 2.2.1 TransitLines

Diese Feature-Class ist in ihrer räumlichen Ausprägung ein Netzwerk von geraden Verbindungen zwischen Haltestellen des VBB Netzes, die die realen Routen – nicht aber deren Geographie – widerspiegelt. Während die OSM Daten zu Routen des ÖPNV lagetreu sind, enthalten sie keine

---

<sup>1</sup> <https://www.vbb.de/unsere-themen/vbbdigital/api-entwicklerinfos/datensaetze/alte-datenstze>

Informationen zum Fahrplan, was eine Simulation der Fahrtdauer sehr verzerrt. Die räumliche Verzerrung der Feature-Class „TransitLines“ hingegen spielt keine Rolle, da die Fahrtzeit hier nicht über die Feature-Länge, sondern die im VBB Fahrplan angegebene Fahrtdauer berechnet wird.

### 2.2.2 Stops

Diese Feature-Class enthält die in den GTFS Daten angegebenen Haltestellen als lage-treue Punkte.

### 2.2.3 Stops\_Snapped2Streets

Diese Feature-Class enthält Kopien der Stop Features, die auf den nächstgelegenen Ort des nächstgelegenen Straßen- und Wegenetz Features *gesnappt* wurden.

### 2.2.4 Connectors\_Stops2Street

Diese Feature-Class verbindet die beiden Stop Feature-Classes. Alle Features mit einer Länge von 0 wurden gelöscht, da hier die Features der Stops Feature-Class lagegleich mit denen der Stops-Kopien sind und somit eine Verbindung nicht nötig ist (ca. 12.200 von 12.900 Features). Das bedeutet, dass hier die Haltepunkte des ÖPNV direkt am Straßen- und Wegenetz liegen (z.B. Bushaltestellen am Straßenrand).

### 2.2.5 Streets\_UseThisOne (Straßen- und Wegenetz)

Das ursprüngliche Straßen- und Wegenetz wurde durch das Tool so manipuliert, dass nochmals an jeder Kreuzung und Haltestelle ein *split* (ähnlich *planarize*) vorgenommen wurde, um den Wechsel von einer Kante auf die andere zu ermöglichen.

### 2.2.6 Heidekrautbahn

Die private Heidekrautbahn ist nicht Bestandteil der GTFS-Fahrplandaten des VBB. Sie fährt vom End-Haltepunkt Karow aus Richtung Brandenburg. Ein sehr arbeitsintensives manuelles Einpflegen der Fahrplandaten erscheint auch auf Grund der Tatsache, dass nur der End-Haltepunkt im Bezirk Pankow liegt, nicht praktikabel.

## 2.3 Aufbereitung der Ziele und Quellen

Die Auswahl der Ziele basiert auf der Idee der Daseinsgrundfunktionen. Diese Funktionen werden räumlichen Zielen zugeschrieben, die Grundbedürfnisse jedes Menschen erfüllen können, wie Schulen oder Einkaufsgelegenheiten. Obwohl diese Ziele nicht öffentlich geführt werden müssen, sondern auch privatwirtschaftlich organisiert sein können, wie z.B. Supermärkte, muss seitens der Verwaltung eine flächendeckende Versorgung sichergestellt werden. Grundmaxime ist es dabei auch, Teilhabe zu ermöglichen. Welche menschlichen Bedürfnisse und dementsprechend Daseinsgrundfunktionen grundlegend sind, ist nicht einheitlich definiert. Laschinger und Lötcher (1975, 125) verbinden die von Partzsch im Rahmen der Debatte um die funktionale Stadt dargelegten

Grunddaseinsfunktionen (vgl. Partzsch, 1964) mit entsprechenden Zielen, die sie Daseinsgrundfunktionsstellen nennen. Die *Social Exclusion Unit* (2003, 129) sieht mit ihrem Fokus auf Teilhabe Arbeitsplätze, Krankenhäuser, Lebensmittelgeschäfte, Grundschulen und Bushaltestellen als wesentliche Versorgungsziele an. Mit dem gleichen Fokus werden im *Teilhabeatlas Deutschland* (Sixtus et al., 2019) die Erreichbarkeiten von Apotheken, Hausärzten, Supermärkten respektive Discountern, Grundschulen, Oberschulen sowie von Haltestellen des öffentlichen Personennahverkehrs betrachtet. Schwarze (2015, 180) sieht bei der Betrachtung von Naherreichbarkeit Grundzentren, Lebensmittelgeschäfte, Hausärzte, Kinderbetreuungen, Grundschulen und Seniorenbegegnungsstätten als grundlegende Ziele an.

Bedürfnis	Grunddaseinsfunktionen	Daseinsgrundfunktionsstellen	Ziel
Erwerb	Arbeitsfunktion	Arbeitsstelle	Arbeitsplatz
Schlafen, Kochen	Wohnfunktion	Wohnstelle	Wohnung, Haus
Regenerieren, Unterhalten	Erholungsfunktion	Erholungsstelle	Park, Kino
Erarbeiten von Wissen und Erkenntnissen	Bildungsfunktion	Bildungsstelle	Schulhaus, Universität
Versorgung i.e. S.	Versorgungsfunktion	Versorgungsstelle	Laden, Praxis

Table 1: Verknüpfung von Bedürfnissen, Grunddaseinsfunktionen und Orten (Laschinger und Lötscher, 1975, 125)

Auf dieser Grundlage wurden die zu analysierenden Ziele ausgewählt. Dabei wurden neben Grundschulen wie bei Schwarze auch Kindergärten als Ziele im Sinne der Bildungsfunktion, aber auch der Arbeitsfunktion (Kinderbetreuung ermöglicht Teilnahme der Eltern am Arbeitsmarkt) integriert. Als wesentlicher Teil der gesetzlich reglementierten Gesundheitsversorgung wurden neben Hausärzten auch Apotheken integriert. Partzsch Erholungsfunktion wird im Rahmen der Naherreichbarkeitsanalyse durch Spielplätze bzw. qualifizierte Grünflächen betrachtet. Das von Laschinger und Lötscher genannte Kino wurde als Erholungsziel gemeinsam mit Theatern und Museen als Kultureinrichtungen in die Erreichbarkeitsanalyse mit ÖPNV und MIV integriert, da hier nicht von einem täglichen Bedarf ausgegangen wird, der fußläufige Erreichbarkeit notwendig macht. Zudem wurden in dieser Analyse der Erreichbarkeit von Zielen, die nicht der alltäglichen Bedürfnisbefriedigung dienen, Grundschulen als Äquivalent zu weiterführende Schulen betrachtet, sowie Krankenhäuser als weiteres unverzichtbares Ziel der Gesundheitsversorgung.

### 2.3.1 (Nah-)Erreichbarkeitsziele

Für die Naherreichbarkeit (auch *neighbourhood level accessibility* oder *Nachbarschaftliche Erreichbarkeit von Zielen der alltäglichen Bedürfnisbefriedigung*) sind gewisse Ziele aus einer Nachhaltigkeits- und Gerechtigkeitsperspektive heraus besonders wichtig. Dies sind Ziele des täglichen Bedarfs, die wesentliche Grundbedürfnisse abdecken und daher auch für sozial benachteiligte Gruppen gut erreichbar sein müssen. Darunter fallen aber auch Ziele für Kinder, denen weitere, kompliziertere und auch gefährliche Wege noch weniger zuzumuten sind als Erwachsenen. Für diese Ziele wird die Erreichbarkeitsanalyse nur fußläufig und nicht für den MIV, ÖPNV oder Radverkehr durchgeführt. Gewisse Ziele müssen aus einer Nachhaltigkeits- und Gerechtigkeitsperspektive heraus nicht zwingend fußläufig erreichbar sein (auch wenn das ein normatives Ideal darstellt). Für diese Ziele wird eine Analyse mit den Verkehrsmitteln ÖPNV bzw. MIV durchgeführt. Die in diesem Sinne analysierten Ziele sind (Ziele der Naherreichbarkeit in kursiv):

Versorgung(-sstelle)      *Supermarkt*  
                                   *Allgemeinmediziner (Hausarzt)*  
                                   *Apotheke*  
                                   Krankenhaus

Bildung(-sstelle)	<i>Kindergarten</i> <i>Grundschule</i> Weiterführende Schule
Erholung(-sstelle)	<i>Spielplatz</i> <i>Grünfläche</i> Kultureinrichtung (Kino, Theater, Museum)
Arbeit(-sstelle)	Gebäude mit Gewerbenutzung

### 2.3.1.1 Supermärkte

Datengrundlage: OSM durch overpass-turbo.eu-export, „supermarket“

Es wurden einige Ziele aus dem Datensatz gelöscht, da sie nicht alle für den täglichen Gebrauch nötigen Produkte im Sortiment hatten (z.B. Reformhäuser oder Delikatessenläden). Außerdem wurden zwei attributlose Datenpunkte als Discounter identifiziert und zwei weitere Punkte gelöscht, da die entsprechenden Läden nicht mehr existierten. Zusätzlich wurde ein neuer Supermarkt integriert, der im Datensatz nicht eingepflegt war.<sup>2</sup>

### 2.3.1.2 Spielplätze

Datengrundlage: FISBroker, OSM durch overpass-turbo.eu-export, „playground“

Spielplätze wurden in den Grenzen Berlins aus der FISBroker Quelle geladen, da die OSM Quelle hier zu großen Teilen aus nichtöffentlichen bis halb-öffentlichen Spielplätzen bestand. In den Brandenburger Grenzgebieten zu Pankow wurden händisch weitere öffentlich zugängliche Spielplätze aus OSM integriert. Diese wurde einer Feature-Class mit *Zentroiden* der FISBroker Spielplätze hinzugefügt. Dabei wurden für Spielplätze, die nur als *Polygon* vorhanden waren, die Eingänge erstellt, indem die Schnittpunkte zwischen dem Polygonrand und den Kanten des Wegenetzes berechnet wurden. Falls Spielplatzpolygone keinen Schnittpunkt aufwiesen, wurde ein Centroid berechnet.

### 2.3.1.3 Grünflächen

Die Analyse der Versorgung mit Erholungsflächen erforderte eine Erreichbarkeitsanalyse vorhandener, geeigneter Flächen und einen Abgleich mit dem potenziellen Erholungsbedarf. Das Vorgehen für diese Analyse finden Sie im Methodenbericht Umweltverträglichkeits- und Umweltgerechtigkeitsanalyse auf Basis folgender Datengrundlage:

- erholungswirksame Grünanlagen, aus dem Grünflächeninformationssystem (GRIS)
- Schutzgebiete nach Naturschutzrecht der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klima (SenUVK)
- Rasterkarte des Gesamtlärmindex (zur Messung von Grünflächen, die durch die Lärmbelastung keine Erholung bieten), aus der Strategischen Lärmkartierung, FIS Broker

---

<sup>2</sup> Nachtrag 20.04.2020: Zwei Supermärkte im Stadtteil Buch (Zepernicker Straße) sind in den für die Analyse genutzten Daten nicht vorhanden, da diese beiden Läden weder zum Zeitpunkt des Datendownloads eröffnet waren, noch vor der Analyse anderweitig gefunden wurden.

#### 2.3.1.4 Schulen

Datengrundlage: Standorte Öffentlicher Schulen in Berlin wurden aus dem FISBroker geladen.

Aus dem Datensatz wurden solche Features entfernt, bei denen es sich nicht um öffentliche Schulen für die Unter- oder Oberstufe hielt, sondern z.B. für die Lehrer\*innenbildung.

Nach Auskunft des Schul- und Sportamtes Berlin Pankow ist es nicht gängig, dass Pankower Grundschüler\*innen in Brandenburger Gemeinden die Schule besuchen (2018 waren es 2 Schüler). Daten aus der Bildungsstatistik für das Schuljahr 2017/2018 bestätigen das auch für Gymnasien und die Integrierten Sekundarschulen<sup>3</sup>. Es wurde daher beschlossen, keine Brandenburger Schulen als Ziele zu integrieren. Allerdings sind im selben Schuljahr 21% aller Pankower Schüler\*innen auf Integrierten Sekundarschulen, 18% aller Pankower Gymnasialschüler\*innen und 3% aller Pankower Grundschüler\*innen auf Berliner Schulen außerhalb Pankows gegangen. Es wurde daher beschlossen, solche Schulen in einem Umkreis von 2km um Pankow zu integrieren.

#### 2.3.1.5 Allgemeinmediziner

Datengrundlage: Arztsuche der Kassenärztlichen Vereinigung Berlin, OSM durch overpass-turbo.eu-export, „doctor“

Allgemeinmediziner mit hausärztlicher Versorgung wurden aus einer vollständigen Liste aller Arztpraxen ausgewählt, da nur erstere eine umfassende hausärztliche Versorgung gewährleisten können. Die Daten wurden über ALKIS-Adressen in Pankow und in einem 5 Kilometer Radius um Pankow geokodiert. Dabei wurden Hausnummernzusätze bis auf 4 Ausnahmen nicht beachtet und im einmaligen Fall einer im ALKIS nichtexistierenden Adresse das nächst höher nummerierte Haus gewählt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Ziele falsch geokodiert wurden, wenn in Pankow und einem Umkreis von 2 Kilometer zwei Straßen sowohl den gleichen Namen als auch die gleichen Hausnummern haben. Zudem wurden 5 weitere in Brandenburg ansässige Allgemeinmediziner aus OSM integriert.

#### 2.3.1.6 Apotheken

Datengrundlage: Bezirk (Herr Reimann); OSM durch overpass-turbo.eu-export, „pharmacy“

Zusätzlich zu den Apotheken aus OSM wurden 14 Apotheken aus einem nicht öffentlich zugänglichen Datensatz des Bezirkes übernommen, die im OSM-Datensatz nicht schon repräsentiert waren. Ansonsten wurden die OSM-Punkte genutzt, da diese lagetreuer waren.

#### 2.3.1.7 Krankenhäuser

Datengrundlage: Verzeichnisse der Krankenhäuser und Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen (Stand 31.12.2012) des Statistischen Bundesamt und OSM durch overpass-turbo.eu-export, „hospital“

---

<sup>3</sup> <https://www.bildungsstatistik.berlin.de/visualisierung/circle/>

Gelöscht wurden das Krankenhaus des Maßregelvollzugs, ein Krankenhaus und zwei Spezialkliniken sowie Krankenhäuser ohne Versorgungsvertrag, da diese entweder nicht öffentlich zugänglich sind oder keine umfassende medizinische Versorgung gewährleisten. Im Umkreis von 5 Kilometern um den Bezirk Pankow gibt es in Brandenburg keine Krankenhäuser, weshalb nur Berliner Krankenhäuser in die Analyse einfließen.

### 2.3.1.8 Kultureinrichtungen

Datengrundlage: OSM durch [overpass-turbo.eu-export](http://overpass-turbo.eu-export), „theater“, „cinema“, „museum“.

Aus dem Datensatz waren zwei Theater und ein Museum weder benannt noch auf Google Maps identifizierbar. Diese wurden daher gelöscht.

### 2.3.1.9 Arbeitsplätze

Datengrundlage: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte pro Planungsraum (PLR), Stand 12.2019 (Statistisches Landesamt Berlin-Brandenburg), ALKIS Gebäudeflächen, Stand 08.2018 (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen)

Als Indikator für die Menge der vorhandenen Arbeitsplätze wurde die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten herangezogen. Zur Aufbereitung der Ziele wurden die Beschäftigten pro PLR auf Gebäude disaggregiert. Äquivalent zur *Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm (VBEB)*, werden dazu die Gebäudefläche, die Geschosshöhe und die Gebäudekennziffer (GFK) genutzt. Letztere trifft eine 4-stufige Einteilung über die Gebäudefunktion und die entsprechenden Wohnanteile. Dabei können Gebäude in 25 %-Stufen von 0 (reines Geschäftsgebäude) bis 100 % (reines Wohngebäude) eingeteilt werden. Die GFK wird für die Berechnung umgekehrt, so dass 100% nicht für ein reines Wohngebäude, sondern ein reines Geschäftsgebäude steht. Somit werden Beschäftigte bzw. Arbeitsplätze nur auf Gebäude mit einem Anteil an Geschäftsfläche verteilt.

Zunächst wird der Zähler aus der Multiplikation der Gebäudezahlen gewonnen. Für diesen wird dann die Summe pro PLR durch *summarize* bestimmt, die der Nenner ist. Mit dem Bruch wird nun die Beschäftigtenzahl des PLR auf die Gebäude übertragen:

$$Beschäftigte_{Geb} = \frac{(Fläche_{Geb} * 0,8) + (Geschosshöhe_{Geb} * h) + (100 - GFK_{Geb})}{\sum_{BLK} (Fläche_{Geb} * 0,8) + \sum_{BLK} (Geschosshöhe_{Geb} * h) + \sum_{BLK} (100 - GFK_{Geb})} * Beschäftigte_{BLK}$$

Wobei: h = Geschosshöhe, angenommen mit 3 m (nach VBEB) und 0,8 = Umrechnungsfaktor Bruttogeschossfläche nach Wohnfläche

## 2.3.2 Quellen

Als Datengrundlage für die Quellen, also die Ausgangspunkte der Erreichbarkeitsanalyse, wurden ALKIS Adressen genutzt. Diese wurden mit Daten zur Anzahl der Bewohner\*innen verknüpft, um Aussagen darüber zu erhalten, wie viele Pankower\*innen Ziele in einer bestimmten Zeit erreichen.

Wie in 2.3.1.9 wurden hier die auf Blockebene vorhandenen Einwohnerdaten nach der VBEB auf Wohngebäude verteilt (siehe dazu auch Methodenbericht Umweltverträglichkeits- und Umweltgerechtigkeitsanalyse, Verknüpfung mit aktuellen Einwohnerdaten). Die so auf die Gebäude verteilten Einwohner\*innen werden nun weiter auf Adressen verteilt, da Wohngebäude auch mehrere Adressen besitzen können. Dazu wurden die Adressen zunächst mit einem *spatial join* auf die bewohnten Gebäude verschnitten, um die Zahl der Adressen pro Gebäude zu erhalten. Dann wurden mit einem *spatial join* die Gebäude mit den Punkten verschnitten, wodurch nun jede Adresse die Einwohner\*innenzahl des Gebäudes und die Menge der Adressen des Gebäudes beinhaltet.

Für bewohnte Gebäude, die im ALKIS-Adressverzeichnis keine zugewiesene Adresse hatten (ca. 9 Prozent der Gebäude), wurden zusätzlich Zentroide errechnet, die in der Analyse äquivalent zu den Adresspunkten genutzt wurden. Dies ist z.B. bei neueren Bauten oder Gebäuden der Fall gewesen, die nur im ALKIS aus verschiedenen Polygonen bestehen, aber eigentlich eine Adresse „darstellen“ (z.B. mehrere Hinterhäuser). Diese Zentroide wurden mit den übrigen Adressen per *merge* zusammengefügt, wobei beide *Shapefiles* entweder *point* oder *multipoint Shapes* enthalten müssen. Zuletzt wurden die Einwohner\*innen ungewichtet auf alle Adressen verteilt. Adressen ohne zugeordnete Bewohner\*innen wurden gelöscht. Dies war in wenigen Ausnahmefällen der Fall, wenn Adressen nicht zu einem Wohnhaus gehörten oder wenn sich ein im ALKIS als Wohngebäude bezeichnetes Haus in einem Block befand, in dem laut Einwohnermelderegister 12/2018 keine Einwohner\*innen gemeldet sind. Es ist dabei davon auszugehen, dass die Einwohnermelderegisterdaten aktueller und verlässlicher sind als die des ALKIS.

#### **Sonderaufbereitung für die Analyse der Versorgung mit Erholungsflächen**

Um auch Adressen, die nicht an Straßen liegen, in einer sogenannten *Service Layer Analyse* (siehe dazu auch Methodenbericht Umweltverträglichkeits- und Umweltgerechtigkeitsanalyse, Erholungsflächen) integrieren zu können, wurden für die Analyse der Erholungsflächen alle Adressen an die nächste Kante der Straßen- Wege-Feature Class *gesnapped* (wobei *restrict\_location = 0*; somit u.a. nicht Privatwege, Trampelpfade oder nur für MIV zugängliche Straßen). Dies ermöglicht es, genauere Service Layer Polygone zu erstellen und trotzdem alle Adressen, die innerhalb der definierten Maximalentfernung liegen, zu „erreichen“. Die Alternative, *generalisierte* Polygone zu erstellen, führt dahingegen dazu, dass auch Adressen „erreicht“ werden, die außerhalb der Maximalentfernung liegen.

Für die Analyse der Versorgung mit Erholungsflächen wurden zudem die mit Einwohnern\*innen verbundenen Zentroide der Gebäude außerhalb Pankows als Quellen genutzt. Dies wurde bezüglich der Genauigkeit für ausreichend befunden, da diese Quellen nur indirekt in die Ergebnisse der Analyse eingehen – als Einwohner\*innen, die sich auch im Einzugsbereich einer Erholungsfläche befinden.

## 2.4 Aufbau des Network Dataset und Konfiguration des Network Analyst

### 2.4.1 Aufbau

Das letztendliche Netzwerk besteht aus mehreren Shapefiles, die in der bisherigen Aufbereitung entstanden sind und als Datenquellen eingehen (siehe Abbildung 1 :



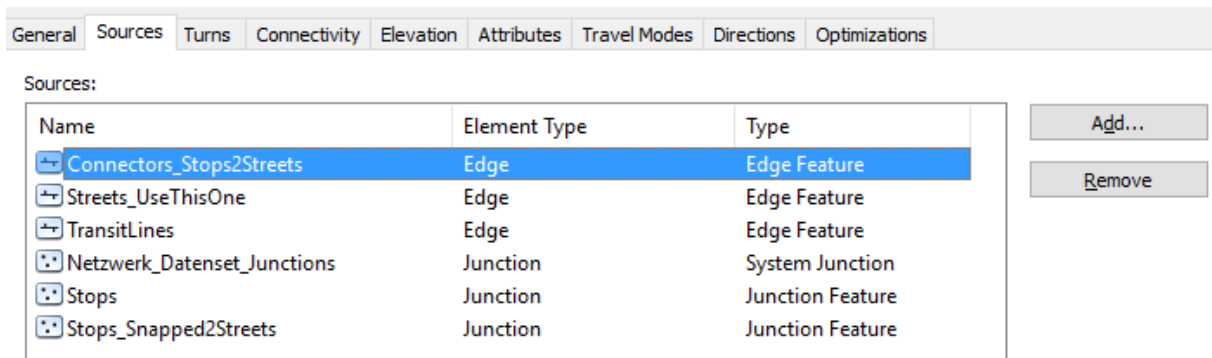


Abbildung 1: Screenshot der Netzwerk-Datenquellen

Diese Datenquellen fungieren als einzelne Netzwerkelemente, die über Konnektivitätsregeln verknüpft werden müssen.

#### 2.4.1.1 Konnektivität

Konnektivität bezeichnet die Verbindungen zwischen Netzwerkquellen und damit die Möglichkeiten, als Verkehrsteilnehmer\*in von einem Netzwerk auf ein anders zu wechseln. Eine Verbindung ist möglich, wenn mindestens zwei Netzwerke in einer gleichen Netzwerkgruppe sind. Das vorliegende Netzwerk besteht dabei aus mehreren Quellen, die drei Gruppen zugeordnet werden (siehe Abbildung 2):

- Gruppe 1: Straßennetzwerk, ÖPNV Ein- bzw. Ausgänge von Straßen
- Gruppe 2: Wege zwischen ÖPNV Ein- bzw. Ausgängen von Straßen und Zugängen zum Ein- und Ausstieg in die öffentlichen Verkehrsmittel, Ein- und Ausstieg in die öffentlichen Verkehrsmittel, ÖPNV Ein- bzw. Ausgänge von Straßen
- Gruppe 3: Ein- und Ausstieg in die öffentlichen Verkehrsmittel, ÖPNV Netzwerk

Connectivity Groups:

Source	Connectivity Policy	1	2	3
Connectors_Stops2Streets	End Point	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Streets_UseThisOne	Any Vertex	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TransitLines	End Point	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Stops	Honor	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Stops_Snapped2Streets	Override	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abbildung 2: Einstellung der Konnektivität zwischen den drei Konnektivitätsgruppen

#### 2.4.1.2 Netzwerkattribute

Durch Netzwerkattribute bekommen Netzwerkelemente, also Kanten, Eigenschaften zugewiesen, die verkehrsträgerspezifisch ihre Nutzung beeinflussen. Die Attribute beeinflussen somit auch die Erreichbarkeit von Zielen, sobald zum Erreichen eines Zieles die entsprechende Kante genutzt wird oder idealerweise genutzt würde. Es gibt Kostenattribute, die der Nutzung gewisse Kosten zuweisen, die aufgebracht werden müssen (z.B. Reisezeit) und Restriktionsattribute, die eine Nutzung der Kante verbieten können.

##### 2.4.1.2.1 Kostenattribute (Impedanzen)

Kostenattribute bezeichnen die theoretischen Widerstände, die bei der Benutzung von verschiedenen Netzwerk-Kanten von verschiedenen Verkehrsteilnehmer\*innen überwunden werden

müssen. Sie stellen somit eine Regel da, die die Benutzung von Kanten bestimmt. Diese Widerstände sind im Falle des MobilBericht-Netzwerkes neben dem Standardattribut *Länge* die erstellten Attribute „TravelTime\_Car“, „TravelTime\_PedestrianWithTransit“ und „TravelTime\_BikeWithTransit“ (siehe Abbildung 3). Für Straßen und Wege wird diesen Attributen die jeweilige Reisezeit in Minuten, errechnet aus den durchschnittlichen Geschwindigkeiten und den Kantenlängen je Verkehrsteilnehmer (siehe 2.1.6), zugewiesen. Für Kanten des ÖPNV werden den beiden „WithTransit“-Attributen die GTFS Fahrplandaten zugewiesen, während für das „Car“ Attribut eine negative Impedanz festgelegt wird. Letztere funktioniert wie eine Restriktion, wodurch die Kanten mit diesem Attribut für den MIV nicht mehr benutzbar sind. Für den Zugang oder Ausgang vom ÖPNV zum Straßen- und Wegenetz gilt für den MIV dasselbe, während für Fuß- und Radverkehr die Reisezeit nach 2.1.6 für Fußverkehr gilt.

#### 2.4.1.2.2 Restriktionsattribute (Beschränkungen)

Restriktionsattribute bezeichnen Beschränkungen, die es bestimmten Verkehrsteilnehmer\*innen verbieten, bestimmte, mit den entsprechenden Restriktionen versehenen, Kanten zu benutzen. Dadurch können z.B. Fußwege für den MIV oder Autobahnen für Fußgänger und Radfahrer gesperrt werden. Hierfür werden die Restriktionsattribute mit den in Kapitel 2.1.4 erstellten Restriktionen verknüpft. Genauso können Kanten nur richtungsweise benutzt werden (Einbahnstraße) oder nur bestimmte Kanten nacheinander befahren werden (Abbiegevorschriften). Die folgenden Restriktionen werden angewandt, um Kanten für bestimmte Verkehrsteilnehmer\*innen auszuschließen (siehe auch Abbildung 3):

Zweck	Name des Attributes	Attributwert bzw. <i>Evaluator</i>
<b>Kein Zufußgehen</b>	restricted4pedestrians	restrict = 1
<b>Kein Radfahren</b>	restricted4bikes	restrict = 1 AND restrict = 3
<b>Kein MIV</b>	restricted4cars	restrict = 2 AND restrict = 3
<b>Keine Nutzung, da KGA</b>	restrictKGA	restrict = 4
<b>Keine Nutzung, da privat</b>	restrictPrivat	restrict = 5
<b>Einbahnstraßenregelung</b>	Oneway	from-to: restrict = -1, to-from: restrict = 1
<b>Abbiegebeschränkung</b>	Restricted_Turns	Wird automatisch als erkannt und als <i>constant</i> aktiviert

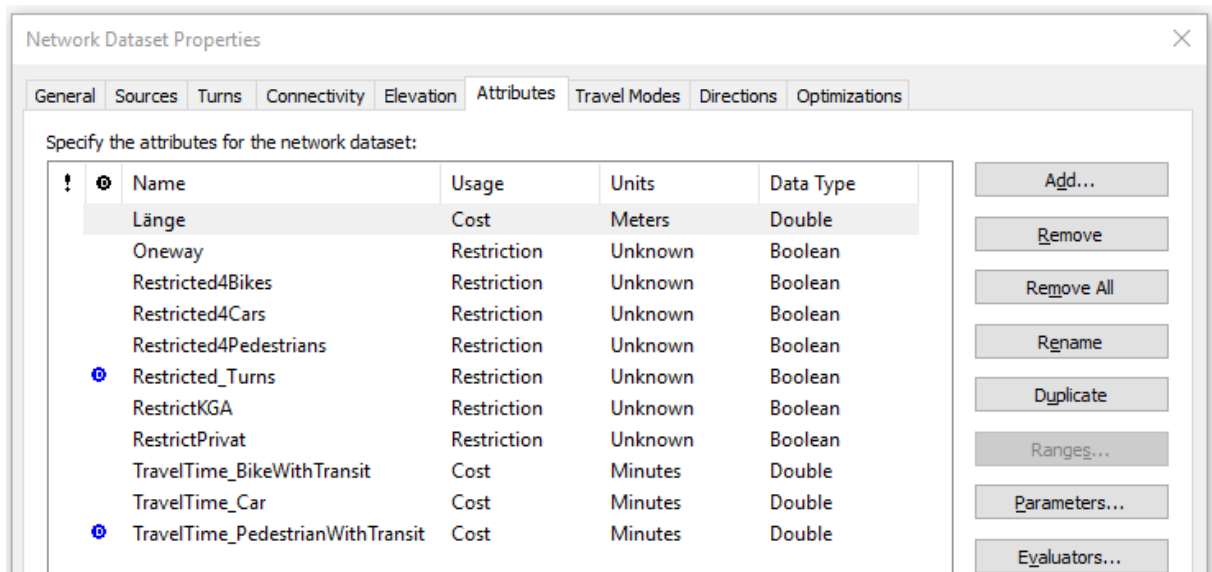


Abbildung 3: Screenshot der genutzten Netzwerkattribut

### 2.4.2 Konfiguration (Verkehrsmittelanalyseinstellungen)

Je nachdem, für welches Verkehrsmittel eine Erreichbarkeitsanalyse durchgeführt werden soll, müssen vor Ausführung diejenigen Netzwerkattribut aktiviert werden, die für das jeweilige Verkehrsmittel gelten sollen. Zudem gibt es Einstellungen, die jedes fertige Network Dataset automatisiert enthält und die ebenfalls vor jeder Analyse angepasst werden müssen. Für die Mobilitätsberichterstattung des Bezirkes Berlin Pankow wurden folgende Einstellungen genutzt:

	Zufußgehen	Zufußgehen mit ÖPNV	MIV
<b>Startzeit verwenden</b>		X	
<b>TravelTime_PedestrianWithTransit</b>	X	X	
<b>TravelTime_Car</b>			X
<b>Oneway</b>			X
<b>Restricted_Turns</b>			X
<b>Wenden nur an Sackgassen (und Kreuzungen)</b>			X
<b>RestrictPrivat</b>	X	X	X
<b>RestrictKGA</b>			
<b>Restricted4Cars</b>			X
<b>Restricted4Pedestrians</b>	X	X	

## 3 Durchführung der Erreichbarkeitsanalyse

### 3.1 Allokation von Quellen und Zielen

Die Allokation von Quellen und Zielen bezeichnet das Verknüpfen der Adressen und jeweiligen Ziele als Punkte mit dem Netzwerk. Dabei gilt es zu beachten, wie weit die Netzwerkkanten (Straßen und Wege) von dem jeweiligen Punkt, der mit ihnen verknüpft werden kann entfernt sein dürfen. Außerdem muss beachtet werden, dass nicht an jede Kante verknüpft werden kann. Logisch ist, dass die Punkte (vorstellbar als Eingänge) nicht an Kanten binden sollten, die ausschließlich vom ÖPNV (2.2) oder MIV (z.B. Autobahnen) befahren werden. Genauso sollten Punkte nicht an Kanten binden,

die ausschließlich von Fuß- oder Radverkehr genutzt werden können, wenn eine Analyse mit dem MIV geplant ist (dies betrifft auch Analysen, in denen die Erreichbarkeit mit anderen Verkehrsmitteln betrachtet wird, wenn diese mit Analysen der MIV-Erreichbarkeit verglichen werden sollen). Daher wird im Folgenden die Allokation von Quellen und Zielen ausführlicher beschrieben.

Bei der Netzwerkanalyse der Naherreichbarkeit (Fuß) muss die Allokation von Quellen und Zielen anders geschehen als bei der Analyse mit MIV. Dazu wird das Attribut *restrict* aus 2.1.4 genutzt. Bei Analysen mit dem MIV (bzw. dem ÖPNV, wenn ein Vergleich stattfinden soll) werden Quellen und Zielen wie folgt zugeordnet:

*restrict = 0 OR restrict = 4 OR restrict = 5; Suchtoleranz 300 Meter*

Dadurch befinden sich die Elemente nur an von Fahrzeugen befahrbaren Kanten, inklusive Kleingartenanlagen und Privatwegen, nicht aber an Autobahnen oder landwirtschaftlichen Wegen. Letztere Einschränkung führt dazu, dass einige Bauernhäuser vergleichsweise weit weg von ihrem eigentlichen Standort verortet werden. Die geringe Fallzahl lässt dieses Vorgehen jedoch berechtigter erscheinen als die Bauernhäuser gar nicht in die Analyse zu integrieren – insbesondere vor dem Hintergrund, dass gerade die Bewohner solcher Standorte verkehrsinfrastrukturell schlecht angebunden sein könnten. Die Suchtoleranz wurde daher mit 300 Meter eher grob definiert. Zwei Adressen werden dadurch trotzdem nicht verortet und gehen daher nicht in das auf Blockebene gemittelte Ergebnis ein. Alternativ könnte man Landwirtschaftliche Wege für den MIV befahrbar machen. Die Datengrundlage bestehend aus den OSM-Straßenklassen *track*, sowie *track 1* bis *5* lässt allerdings eine Unterscheidung zwischen tatsächlich befahrbarem Weg und nicht befahrbarem Weg (z.B. Trampelpfad) nicht sicher zu.

Demgegenüber kann bei Analysen der Naherreichbarkeit jede Kante genutzt und daher auch für die Allokation genutzt werden. Quellen und Ziele werden daher wie folgt zugeordnet:

*NOT restrict = 1 AND NOT restrict = 6, Suchtoleranz 300 Meter*

Nun kann einerseits die Analyse der fußläufigen Erreichbarkeit mit Bindung von Quellen und Zielen an Fußwege durchgeführt werden (über *restrict\_location*) (Naherreichbarkeit) und gleichzeitig kann ein Vergleich zwischen Fußverkehr und MIV berechnet werden (über den Reisezeitindex zwischen ÖPNV mit Fußverkehr und MIV), da durch die Allokation mit der obigen Beschränkung gleiche Parameter für beide Verkehrsmittel gesetzt werden. Es können also die Restriktionen des MIV und die Restriktionen des Fußverkehrs aktiviert resp. deaktiviert werden, ohne dass dadurch Netzwerkpositionen unerreichbar werden, weil z.B. eine Quelle einem Fußweg zugeordnet wurde.

### 3.2 Analyse

Die eigentliche Erreichbarkeitsanalyse wird mit einer *closest facility* Analyse mit jeweils einem Ziel pro Quelle durchgeführt (Ausnahmen sind hier die Erreichbarkeit von Grünflächen und Arbeitsläätzen, für die eine *service area* Analyse durchgeführt wird, da nicht die Erreichbarkeit des nächsten Zieles, sondern die Versorgungslage interessiert). Die Ziele (*facilities*) und Quellen (*incidents*) werden so durch Routen miteinander verbunden.

Um die im generierten Routenlayer enthaltenen Informationen zu den Reisezeiten auf Blockebene zu aggregieren, wird wie folgt vorgegangen. Die Routen werden zunächst per *join* mit den Incidents (*IncidentID* resp. *ObjectID*) verknüpft. Die entstandenen Incidents mit Informationen zur Reisezeit werden dann per *Spatial Join (one-to-one, intersect)* mit den Adressen verknüpft, wodurch jede Adresse eine Reisezeit zum entsprechenden Ziel erhält. Danach werden die Adressen auf die Blöcke, in denen sie sich befinden, aggregiert, indem ein weiterer *spatial join (one-to-one, intersect)* durchgeführt wird. Dabei wird der einfache Mittelwert der Reisezeit aller Adressen pro Block übertragen (*MEAN*). Ob die Aggregation der Wegelängen aller Wohngebäude zu den Zielen ungewichtet oder gewichtet über die jeweilige Einwohnerzahl erfolgen, sollte zuvor statistisch überprüft. Der zusätzliche Aufwand durch Gewichtung scheint nicht gerechtfertigt, da kein signifikanter Unterschied zwischen gewichteten und ungewichteten Werten pro Block existiert – diese korrelieren zu  $r=.999$  bei einem Signifikanzniveau von  $p=.01$ . Es wäre daher möglich, die Reisezeiten direkt aus dem Network Analyst auf die Blöcke zu übertragen, ohne den „Umweg“ über die Adressen zu gehen. Allerdings soll auch die Zahl der Personen wiedergegeben werden, die eine bestimmte Zeit brauchen um Ziele zu erreichen, wozu die ungemittelten Reisezeiten auf Adressebene benötigt werden. Um zum Beispiel eine Aussage wie „2% der Pankower brauchen länger als 20 Minuten“ tätigen zu können, muss das verschneiden mit der Adresse also erfolgen.

### 3.2.1 Analyse – Versorgung mit Erholungsflächen

Siehe Methodenbericht Umweltverträglichkeits- und Umweltgerechtigkeitsanalyse.

### 3.2.2 Analyse – Nähe zu Arbeitsplätzen

Für die Erreichbarkeit der Arbeitsplätze wurde in zwei Schritten vorgegangen. Erstens: MIV und ÖPNV Erreichbarkeitspolygone (*service layer*) werden für alle Wohnstandorte ermittelt, wobei Reisezeitbudgets von 10 bis 60 Minuten eingesetzt wurden. Diese geben Auskunft darüber, welche Strecke man innerhalb eines vorgegebenen Zeitbudgets vom Wohnort aus zurücklegen kann. Der *Network Analyst* bietet zur Erstellung solcher Erreichbarkeitspolygone die Funktion *service layer* an.

Im folgenden Schritt werden die erstellten Erreichbarkeitspolygone mit dem in Kapitel 2.3.1.9 erstellten Layer zur räumlichen Arbeitsplatzverteilung verknüpft. Dies kann in ArcGIS mittels der Funktion *spatial join* erfolgen, welche Informationen aus zwei oder mehreren übereinanderliegenden Layern miteinander verknüpft und als eigene Feature-Class ausgibt. Alle innerhalb des Polygons liegenden Arbeitsplätze sind innerhalb des Reisezeitbudgets vom jeweiligen Wohnstandort erreichbar. Die Zahl der Arbeitsplätze kann anschließend der Attributtabelle entnommen und exportiert werden.

## 4 Darstellung der Ergebnisse

Die Darstellung erfolgte durch eine Abstufung in qualitativen Erreichbarkeitsklassen verknüpft mit den zugehörigen Reisezeitdauern (Ausnahmen gelten für die Versorgung mit Erholungsflächen und die Erreichbarkeit von Arbeitsplätzen). Für Ziele der Naherreichbarkeit wurde dabei auf die Erkenntnisse aus der SrV-Zusatzbefragung zur *Lebensqualität im Stadtviertel* zurückgegriffen, um die Klassengrenzen zu bestimmen: Sehr gute Naherreichbarkeit: bis 9 Minuten, gute Naherreichbarkeit: bis 13 Minuten, befriedigende Erreichbarkeit: bis 20 Minuten. Für Ziele mit größeren Reisedauern

konnten keine validen empirischen Ergebnisse herangezogen werden, weshalb darüber hinaus nur noch in folgende Klassen unterteilt wurde: 20 bis 30 Minuten, über 30 Minuten. Zusätzlich wurde eine Naherreichbarkeits-Karte mit einer aggregierten Gesamterreichbarkeit aller Ziele erstellt

Für Weiterführende Schulen, Kultureinrichtungen und Krankenhäuser wurde eine einfache Skalierung in Datenunabhängigen Schritten vorgenommen:

- Bis 10 Minuten
- 10 bis 20 Minuten
- 20 bis 30 Minuten
- 30 bis 60 Minuten
- Über 60 Minuten

Zusätzlich wurden für diese drei Ziele Reisezeitverhältnisse zwischen MIV und ÖPNV erstellt. Dadurch können Fragen beantwortet werden wie „Wo muss etwas für gleichberechtigten Zugang zur Grunddaseinsversorgung getan werden?“. Dabei wurden nur solche Blöcke berücksichtigt, für die die genannten Ziele nicht im Bereich der guten Nahräumlichen Erreichbarkeit liegt, da hier davon ausgegangen werden kann, dass der Fußweg einer ÖPNV oder MIV Fahrt ohnehin vorgezogen wird.

## Literatur

- Eberhardt, W. & Himbert, G. (1977). Bewegungsgeschwindigkeiten: Versuchsergebnisse nichtmotorisierter Verkehrsteilnehmer. In *Verkehrsunfall* 15(4), S. 79-84. Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)
- Granacher, U., Mühlbauer, T., Bridenbaugh, S., Wehrle, A. & Kressig R. (2010). Altersunterschiede beim Gehen unter Einfach- und Mehrfachtigkeit. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 61 (11), S. 258-263.
- Laschinger, W. & Lötscher, L. (1975). Urbaner Lebensraum. Ein systemtheoretischer Ansatz zu aktualgeographischer Forschung. In: *Geographica Helvetica*, 3, S. 119-132
- Partzsch, D. (1964). Zum Begriff der Funktionsgesellschaft. In: *Mitteilungen des deutschen Verbandes für Wohnungswesen, Städtebau und Raumplanung*, 4, S. 3-10.
- Schwarze, B (2015). Eine Methode zum Messen von Naherreichbarkeit in Kommunen. Dissertation. TU Dortmund.
- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Hg.) (2016). Fußverkehrsstrategie für Berlin. Modellprojekt 4. Überprüfung der Grundsätze für eine fußverkehrs- freundliche Steuerung von Lichtsignalanlagen.
- Sixtus, F., Slupina, M., Sütterlin, Amberger, J. & Klingholz, R. (2019). Teilhabeatlas Deutschland. Ungleichwertige Lebensverhältnisse und wie die Menschen sie wahrnehmen. Berlin-Institut für Bevölkerung und Entwicklung, Wüstenrot Stiftung.
- Social Exclusion Unit (Hg.) (2003). *Making the Connections: Final Report on Transport and Social Exclusion*. London