

# DWVG Simulation der Auswirkungen eines nachhaltigen urbanen Logistikkonzepts auf den Straßenverkehrsfluss und verkehrsbedingte Emissionen

Nina Eylert  
Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm  
Fakultät Bauingenieurwesen  
Keßlerplatz 12, 90489 Nürnberg

E-Mail: eylertni86859@th-nuernberg.de

Betreuer der Abschlussarbeit: Prof. Dr.-Ing. Ralf Bogdanski  
(Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Fakultät Betriebswirtschaft)

## Zusammenfassung

Auf der letzten Meile der Paketzustellung wird seit einigen Jahren das Lastenrad als nachhaltige Alternative eingesetzt. Es ist emissionsarm und benötigt weniger Verkehrsraum als ein konventionell eingesetzter Transporter. Um die logistischen Nachteile (Nutzlast, Ladevolumen, Geschwindigkeit) auszugleichen, setzt die Nutzung bisher ein Mikro-Depot-Konzept voraus und kann so in Innenstädten umgesetzt werden. Dies ist jedoch mit wirtschaftlichen Hürden und häufig mit mangelnder Standortverfügbarkeit verbunden.

Im Projekt Haltestellenkonzept des PedeListics-Teams soll diese Problematik gelöst werden. Hierbei ist geplant, den logistischen Umschlagsprozess von einem Transporter auf ein Lastenrad nicht in Mikro-Depots, sondern mit Wechselbehältern an logistisch geeigneten Bushaltestellen in freien Zeitfenstern durchzuführen. An dieser Bushaltestelle trifft beispielsweise ein Transporter ein und lädt einen bereits vorsortierten Wechselbehälter auf ein dort wartendes Lastenrad. Die Haltestelle wird somit nur als Übergabeort und nicht zur Sortierung genutzt und von dort stellt das Lastenrad die Pakete im umliegenden Zielgebiet aus (siehe Abbildung 1).

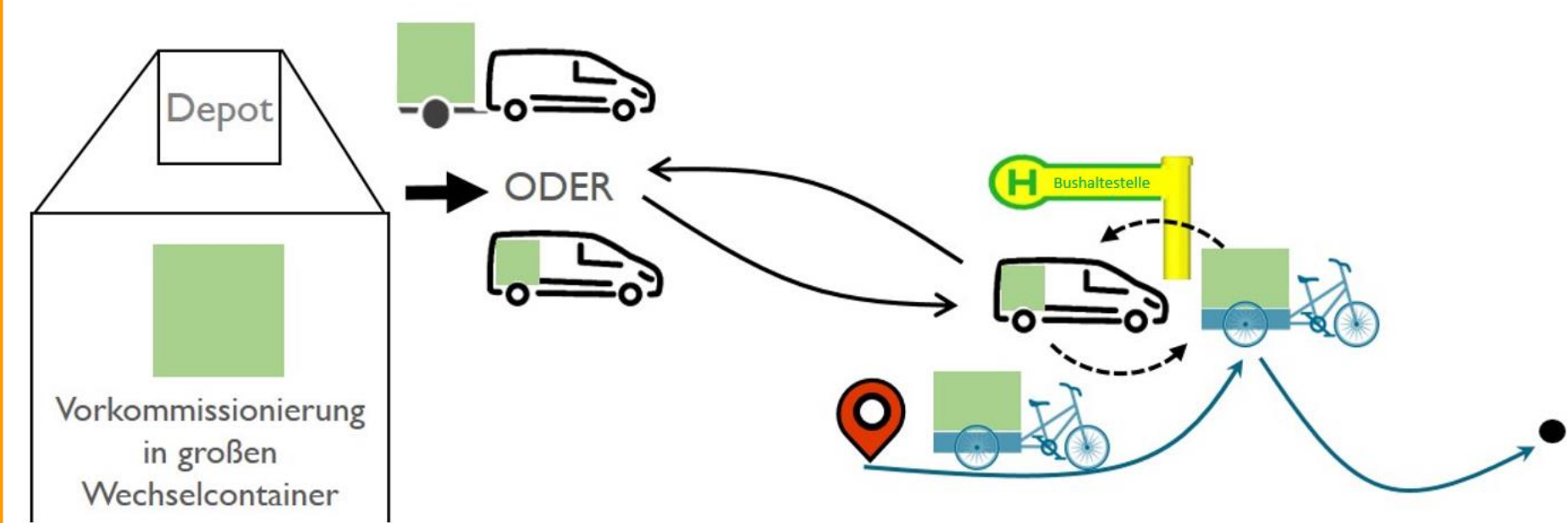


Abbildung 1: Darstellung des Umschlagsprozesses von einem Transporter auf ein Lastenrad an einer Bushaltestelle, Quelle: PedeListics

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit werden als Teil des Projektes die Auswirkungen des logistischen Prozesses an einer Bushaltestelle auf den Verkehrsfluss und auf die Emissionen des fließenden Verkehrs untersucht. Dieser Prozess wird in verschiedenen Simulationsszenarien verglichen.

## Ziel der Arbeit

Mit der Forschungsfrage: „Stellt der Prozessschritt der Integration eines Lastenrades auf der Infrastruktur des ÖPNV einen beeinflussenden Faktor auf den Straßenverkehrsfluss und dessen Emissionen dar?“ ist diese Forschungsarbeit Teil des Projektes. Dabei wurde der logistische Prozess in mikroskopischen Simulationsszenarien mit PTV Vissim abgebildet und verglichen. Für die Höhe des maximalen Einflusses wurde jeweils das „Worst-Case“-Szenario dargestellt, also dass der Bus vor der Haltestelle warten muss, bis der Prozess fertig ist. Der Einfluss wurde an mehreren ausgewählten Bushaltestellen auf den Verkehrsfluss und dessen Emissionen ermittelt. Dabei wurden die Verkehrsdichte, Geschwindigkeit, Stau und weitere verkehrliche Messgrößen in verschiedenen Szenarien mit dem regulären Verkehrsfluss verglichen. Ebenso wurden ausgewählte Emissionswerte in der Simulation durch die Bosch-Berechnung verglichen. Der Einfluss wurde visuell und durch die ermittelten Messdaten gemessen.

## Lösungsansatz und Methode

Das methodische Vorgehen der Forschungsarbeit gliedert sich in drei Schritte. Zunächst mussten Bushaltestellen ausgewählt werden, an denen der logistische Umschlagsprozess möglich ist. Für eine reale Darstellung des Verkehrs musste eine Datengrundlage bestehen. Diese und das Verkehrsnetz der Umgebung der Haltestellen wurden dann in ein Simulationsprogramm eingespeist. Um den größtmöglichen Einfluss zu ermitteln, wurde angenommen, dass die Bushaltestelle durch den Prozess für den Bus nicht anfahrbar ist und eine Wartezeit vor der Bushaltestelle entsteht.

Für die Auswahl der Haltestellen wurde im Vorfeld durch das Auswahlverfahren des Projektteams PedeListics eine begrenzte Anzahl von Haltestellen in der Stadt Nürnberg festgelegt. Aus diesen 518 geeigneten Haltestellen wurden insgesamt acht Bushaltestellen betrachtet, welche durch verschiedene Auswahlkriterien ausgewählt wurden. Kriterien waren u.a.: Eignung für den Logistikprozess innerhalb eines 10-Minuten-Zeitfensters im Taktfahrplan der haltenden Buslinien. Um eine hohe Verkehrsbelastung zu erreichen, wurden Haltestellen ausgewählt, die zwar geeignet sind, aber z.B. an einer Kreuzung oder in der Nähe einer stark befahrenen Straße liegen.

Da das Simulationsmodell den realen Verkehrsfluss darstellen soll, werden die Daten aus Verkehrszählungen des Verkehrsplanungsamtes der Stadt Nürnberg verwendet. Damit können das Verkehrsaufkommen, die Verkehrsverteilung und Routenwahl abgebildet werden. Ergänzend wurden eigene Erhebungen durchgeführt. Um den stärksten Einfluss auf den Verkehrsfluss zu erhalten, wurde nur die Hauptverkehrszeit (HVZ) berücksichtigt.

Die Haltestellen werden als Simulationsmodell in PTV Vissim mit einem Radius von ca. 1 km des Verkehrsnetzes abgebildet. Für jede Haltestelle werden verschiedene Szenarien erstellt, da das Simulationsprogramm eine solche Verkehrsblockade nicht vorsieht. Davon wurden letztendlich zwei Szenarienvarianten durchgeführt, bei denen ein Bus nicht mehr in die Bushaltestelle einfahren kann und somit den Verkehr auf der Fahrspur blockiert (siehe Abbildung 2, 3). Zum Vergleich wurde der „reguläre Verkehr“ im Szenario Basisnetz erstellt. Der logistische Prozess wurde jeweils mit und ohne Pufferzeit in Zeiträumen von 3, 5, 7, und 10 Minuten dargestellt.

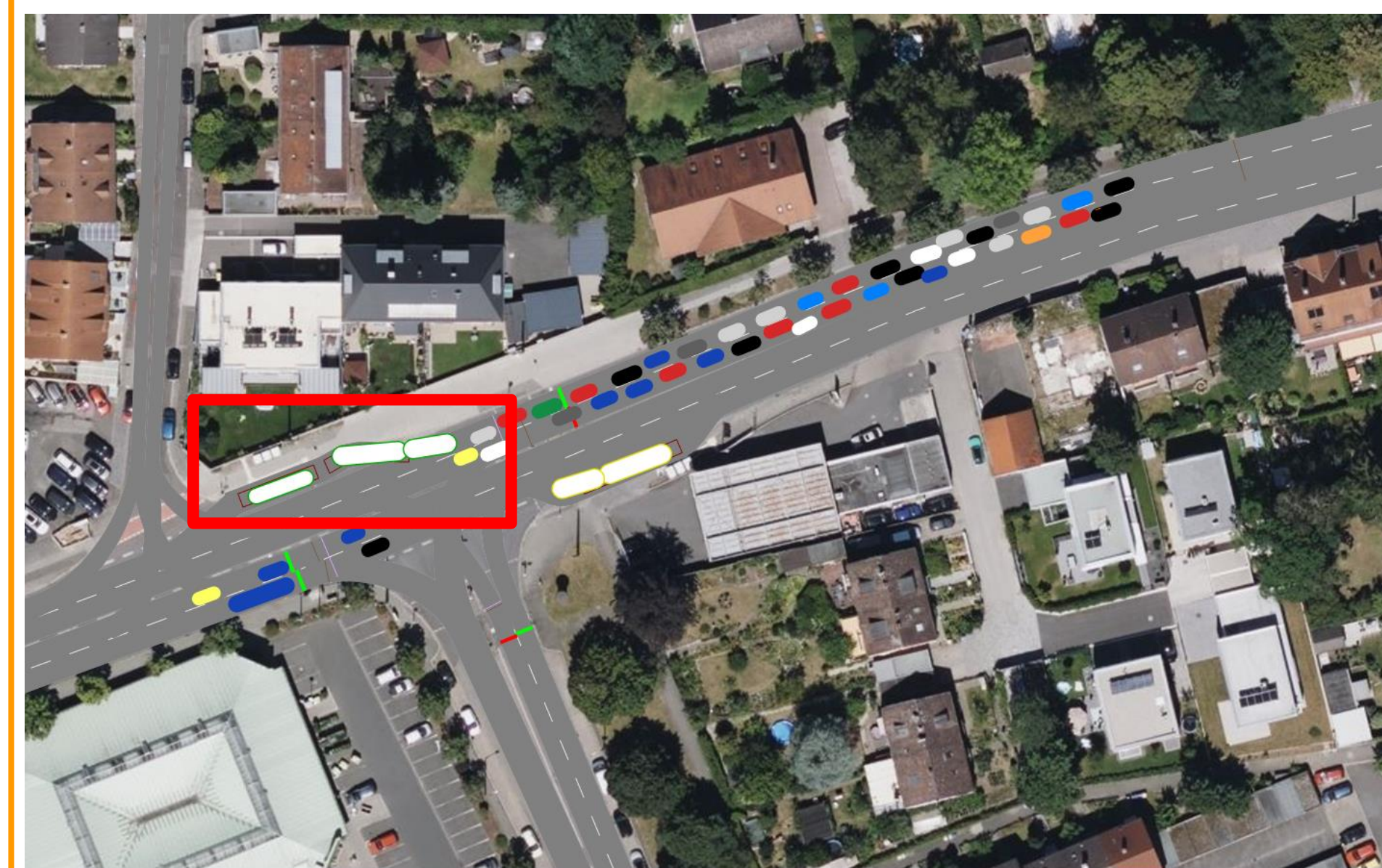


Abbildung 2: Haltestelle Happurger Str. in Nürnberg, Szenario Stopp vor Haltestelle: an der Haltestelle halten zwei Buslinien hintereinander, welche den Umschlagsprozess als Fahrzeug und den folgenden wartenden Bus darstellen, Quelle: eigene Darstellung.

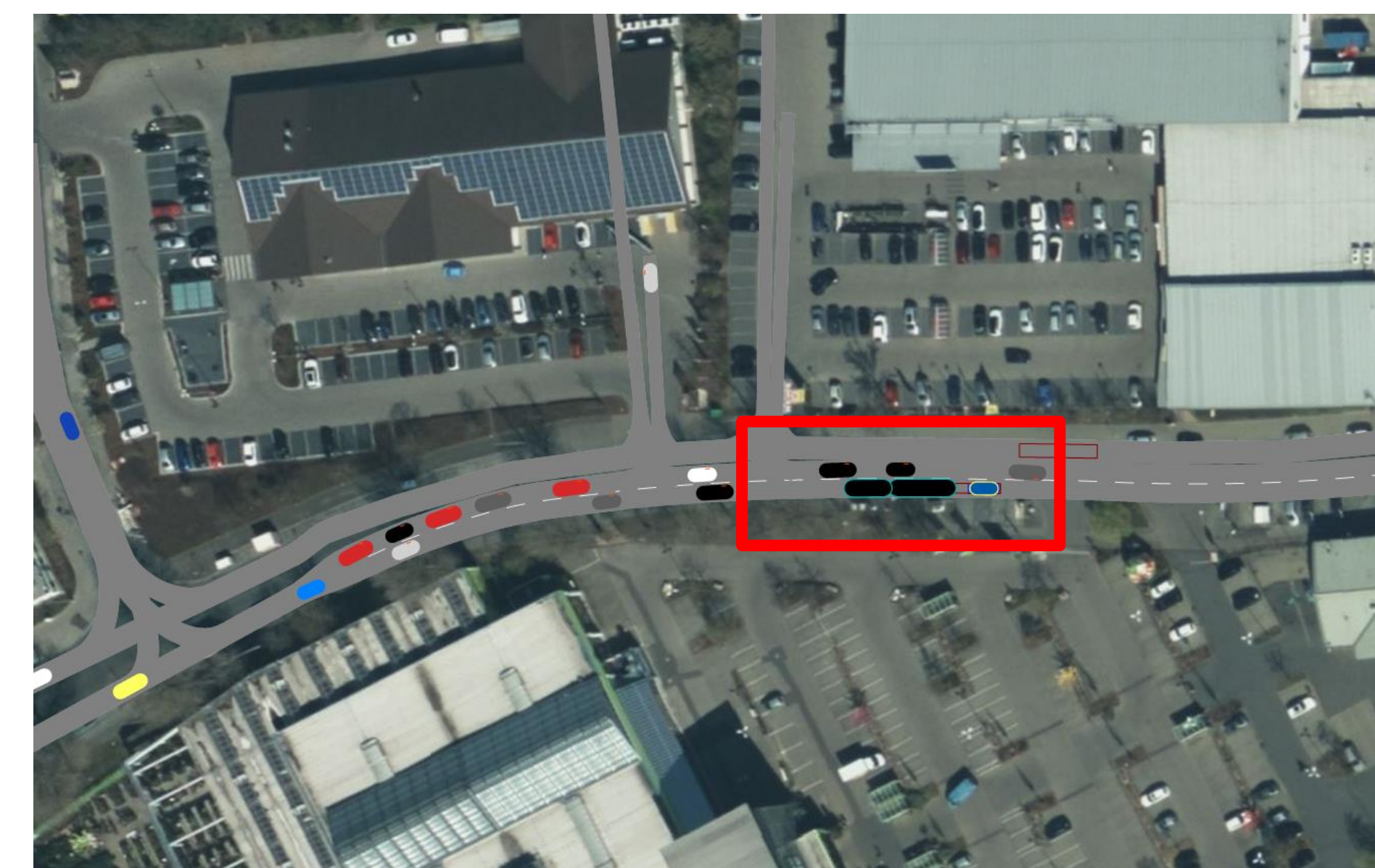


Abbildung 3: Haltestelle Geissestraße in Nürnberg, Szenario Parkplatz auf Haltestelle: am Anfang der Haltestelle hält ein Pkw auf einem Parkplatz, welcher den Umschlagsprozess als Fahrzeug und den folgenden wartenden Bus darstellt, Quelle: eigene Darstellung.

Die Ergebnisse der Verkehrs- und Emissionswerte werden durch das Programm tabellarisch und graphisch ausgegeben. Diese werden in einem Vergleich der höchsten und niedrigsten Szenarien analysiert und gegenübergestellt.

## Ergebnisse

### Einfluss auf den Verkehrsfluss

- Der Verkehrsfluss wird auf der gleichen Fahrspur bis ca. 50m vor der Bushaltestelle am meisten beeinflusst (sichtbar bei Fahrzeugreisezeit, Geschwindigkeit, Fahrzeugdichte – siehe Abbildung 4)
- Auf der Gegenfahrbahn und einmündenden Fahrspuren wird der Verkehrsfluss nur gering beeinflusst (sichtbar bei allen Verkehrsmesswerten – vgl. Abbildung 4)
- Die Stärke der Beeinflussung ist auch abhängig von Verkehrsgegebenheiten wie Lichtsignalanlagen in der Umgebung oder der Verkehrsstärke
- Bei einer steigenden Blockierzeit der Bushaltestelle kann nicht gleichzeitig mit einer ansteigenden Beeinflussung gerechnet werden



Abbildung 4: Haltestelle Happurger Str. - Vergleich der Fahrzeugdichte von Szenario Basisnetz und Szenario StopVHST10min, Nürnberg, Quelle: eigene Darstellung

### Einfluss auf die Emissionswerte

- Einfluss auf CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub>- und PM-Emissionen sehr ähnlich
- Vor der Haltestelle wird die gleiche Fahrspur ca. 70-100m beeinflusst
- Gegenfahrbahn und einmündende Fahrspuren werden nur gering beeinflusst
- Die beeinflussten Emissionsbereiche im Verkehrsnetz sind nicht immer übereinstimmend mit den Bereichen der Verkehrsflussparameter, wie beispielsweise an einer Lichtsignalanlage

## Ausblick

Die Einbeziehung des Umschlagsprozesses an einer Bushaltestelle zur Integration eines Lastenrades in die logistische letzte Meile hat Auswirkungen auf den lokalen Verkehrsfluss und die verkehrsbedingten Emissionen. Es ist jedoch zu beachten, dass der hier simulierte Verkehr in fast jeder Hinsicht eine Extremsituation darstellt, d.h. in der Hauptverkehrszeit mit jeweils 3 Buslinien und 3 Umschlagsprozessen pro Stunde in einem bereits hoch belastetem Verkehrsnetz und dass der Prozess immer mit einer Wartezeit für den Bus vor der Haltestelle verbunden ist. Die tatsächlichen Auswirkungen auf den Verkehr und die Emissionen würden daher bei einer realen Umsetzung des Prozesses deutlich geringer ausfallen.

Die Simulation als Methode für den Einfluss auf Verkehr und Emissionen kann für geplante Prozesse wie für die Integration eines Lastenrades an einer Bushaltestelle, aber auch für andere Standorte wie Liefer- und Ladezonen, innerstädtische Parkplätze oder andere Prozesse eingesetzt werden, da die tatsächliche Verkehrsbeeinflussung in Messwerten in der urbanen Logistik noch wenig erforscht ist.