

Detailergebnisse des Pilotversuchs aus der begleitenden Masterarbeit zur Grünen Welle für Rad Fahrende (GWRF) in der Schellingstraße

Untersuchungsfälle (Szenarien):

Es wurden 4 Szenarien untersucht:

- Grüne Welle für den MIV mit ÖPNV-Beschleunigung (MIV+ÖPNV)
- Grüne Welle für den MIV ohne ÖPNV-Beschleunigung (MIV-ÖPNV)
hierfür standen keine Radler-Probanden zur Verfügung
- GWRF mit ÖPNV-Beschleunigung (Rad+ÖPNV)
- GWRF ohne ÖPNV-Beschleunigung (Rad-ÖPNV)

Zusätzlich waren die Durchschnittsgeschwindigkeiten der Radler und die Transportleistung der jeweiligen Verkehrsmittel zu ermitteln.

Ergebnisse aus der Kennzeichenverfolgung, Daten der MVG und 1027 Messfahrten der Probanden

Gemessen wurden Reisezeiten und Anzahl der Stopps an LSA von 10 bzw. 11 Rad fahrenden Probanden mit GPS-Apps. Von Kraftfahrzeugen wurde die Reisezeit mit automatischer Kennzeichenverfolgung ermittelt. Reisezeiten der Busse wurden ebenfalls mit Kennzeichenverfolgung, jedoch zusätzlich freundlich unterstützt durch Daten der MVG bestimmt.

Die Versuche fanden im Juni 2017 bei ähnlichen Wetterbedingungen jeweils zwischen 08:00 und 10:00 ohne Probanden und 15:00 bis 19:00 mit Probanden statt. Es herrschte trockenes und sonniges Wetter mit Temperaturen zwischen 27 und 33 °C vor.

Reisezeitbetrachtung

Motorisierter Individualverkehr vormittags (08:00 h bis 10:00 h):

Richtung	Konstellation	Ø Reisezeit	Veränderung
W → O	MIV+ÖPNV	206 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	217 s	+5,3 %
	Rad-ÖPNV	191 s	-7,1 %
	MIV-ÖPNV	225 s	+9,4 %
O → W	MIV+ÖPNV	214 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	185 s	-13,0 %
	Rad-ÖPNV	160 s	-21,0 %
	MIV-ÖPNV	226 s	+ 5,7 %

Motorisierter Individualverkehr nachmittags (15:00 h bis 17:00 h):

Richtung	Konstellation	Ø Reisezeit	Veränderung
W → O	MIV+ÖPNV	202 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	194 s	- 4,0 %
	Rad-ÖPNV	180 s	- 11,0 %
	MIV-ÖPNV	198 s	-2,0 %
O → W	MIV+ÖPNV	231 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	201 s	-13,0 %
	Rad-ÖPNV	204 s	-12,0 %
	MIV-ÖPNV	235 s	+ 1,7 %

Busse vormittags (08:00 h bis 10:00 h):

Richtung	Konstellation	Ø Reisezeit	Veränderung
W → O	MIV+ÖPNV	236 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	233 s	-1,3 %
	Rad-ÖPNV	277 s	+17,0 %
	MIV-ÖPNV	306 s	+30,0 %
O → W	MIV+ÖPNV	220 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	220 s	+/-0,0 %
	Rad-ÖPNV	229 s	+4,0 %
	MIV-ÖPNV	283 s	+28,0 %

Busse nachmittags (15:00 h bis 19:00 h):

Richtung	Konstellation	Ø Reisezeit	Veränderung
W → O	MIV+ÖPNV	230 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	236 s	+2,5 %
	Rad-ÖPNV	278 s	+21,0 %
	MIV-ÖPNV	274 s	+19,0 %
O → W	MIV+ÖPNV	227 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	224 s	-1,5 %
	Rad-ÖPNV	250 s	+9,8 %
	MIV-ÖPNV	277 s	+22,0 %

Radler (nur nachmittags 15:00 h – 19:00h)

Richtung	Konstellation	Ø Reisezeit	Veränderung
W → O	MIV+ÖPNV	235 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	190 s	-19,1 %
	Rad-ÖPNV	165 s	-29,8 %
O → W	MIV+ÖPNV	227 s	(Bezugswert)
	Rad+ÖPNV	207 s	-8,7 %
	Rad-ÖPNV	170 s	-25,1 %

Aus diesen Werten kann abgeleitet werden:

Die ÖPNV-Beschleunigung der Buslinien wird von der Auslegung der GWRF, bzw. den MIV praktisch nicht beeinflusst. Die ermittelten Reisezeitänderungen der Busse haben sich kaum geändert und bewegen sich mit marginalen Änderungen zum Ausgangswert im Rahmen der Messungenauigkeit.

Die Geschwindigkeit des MIV muss sich auf der Schellingstraße den Radlern und Bussen anpassen, da kaum Überholgelegenheiten bestehen. Daher ergibt sich, dass der MIV in diesem Streckenzug zu den beobachteten Tageszeiten sogar von der GW für Radler profitiert.

Ebenso wirkt sich die ÖPNV-Beschleunigung in der Schellingstraße nur geringfügig auf den MIV aus, da Busse an Haltestellen nur selten überholt werden können.

Für Radler ergibt sich ein anderes Bild:

Sie profitieren auch bei ÖPNV-Beschleunigung mit Reisezeitminderungen bis zu knapp 20% (= 20 bis 45 Sekunden auf einer Strecke von 1 km) stark von der GWRF. Hier hat die ÖPNV-Beschleunigung größere Auswirkungen, denn Radler können haltende Busse des öfteren passieren. Ohne ÖPNV-Beschleunigung liegt daher die Reisezeitminderung zwischen 25 und bis nahezu 30%.

Anzahl der Halte von Radlern an LSA

Die Halte der Radler verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Kreuzungen:

Richtung	Szenario	Straße					Summe Halte	Fahrten	Halte pro Fahrt
		Luisen	Arcis	Barer	Türken	Amalien			
W → O	MIV+ÖPNV	-	103	150	129	87	469	175	2,7
	Rad+ÖPNV	-	47	58	58	19	182	199	0,9
	Rad-ÖPNV	-	9	24	28	11	72	140	0,5
O → W	MIV+ÖPNV	78	96	112	128	-	414	179	2,3
	Rad+ÖPNV	21	52	100	54	-	227	198	1,1
	Rad-ÖPNV	6	23	31	47	-	107	136	0,8

Haltewahrscheinlichkeit für Radler

Richtung	Szenario	Luisenstr.	Arcisstr.	Barerstr.	Türkenstr.	Amalienstr.
W → O	MIV+ÖPNV	-	59%	86%	74%	50%
	Rad+ÖPNV	-	24%	29%	29%	10%
	Rad-ÖPNV	-	6%	17%	20%	8%
O → W	MIV+ÖPNV	44%	54%	63%	72%	-
	Rad+ÖPNV	11%	26%	51%	27%	-
	Rad-ÖPNV	4%	17%	23%	35%	-

Die Anzahl der Halte, sowie die Haltewahrscheinlichkeit sinken mit passender GWRF stark ab. Auch der Einfluss der ÖPNV-Beschleunigung ist hoch, trotzdem wirkt auch bei hoher Beeinflussungsfrequenz durch die statistisch alle 2,5 Minuten fahrenden Busse die GWRF.

Halte bzw. Haltewahrscheinlichkeiten des MIV und der Busse konnten nicht betrachtet werden, da für diese Fahrzeugarten keine kleinteiligen GPS-Tracks vorliegen. Deshalb können hier nur die Reisezeiten für die Durchfahrt der Pilotversuchsstrecke betrachtet werden.

Progressionsgeschwindigkeit der Radler

Gemittelt über alle Fahrten der Probanden stellten sich in den Untersuchungskonstellationen folgende Geschwindigkeiten ein:

Szenario	Geschwindigkeit	Höchsttemperatur
MIV+ÖPNV	19,7 km/h	32,8 °C
Rad+ÖPNV	20,0 km/h	31,5 °C
Rad-ÖPNV	21,6 km/h	27,2 °C

Bei der Ermittlung dieser Geschwindigkeit wurden Anfahr- und Bremsvorgänge sowie Standzeiten an LSA herausgefiltert. Die Angabe repräsentiert damit die Durchschnittsgeschwindigkeit auf freier Strecke.

Interessant dabei ist, dass sich eine indirekte Proportionalität der gefahrenen Geschwindigkeit zur Außentemperatur andeutet. Gespräche mit den Probanden hatten auch ergeben, dass das Radeln bei hohen Temperaturen als anstrengender empfunden wurde.

Neben planbaren Faktoren wie Steigung und Gefälle, ergibt sich so das Indiz, dass die nicht planbaren Größen Wind und Außentemperatur ebenfalls Einfluss auf die Fahrgeschwindigkeit der Radler nehmen. Wegen des weiten Geschwindigkeitsspektrums der Radler werden somit aufgrund äußerer Bedingungen nicht immer die selben Radler die für sie optimale Grüne Welle vorfinden können. Bei Rückenwind profitieren dann die etwas langsameren, bei Gegenwind die schnelleren Radler stärker von der Grünen Welle.

Verkehrsmittelübergreifende Betrachtung (Personentransportleistung)

Eine weitere Aufgabe der Untersuchung war, die Personentransportleistung der verschiedenen Verkehrsarten MIV, Bus und Rad zu ermitteln, um die Wirkung der jeweiligen Koordinierung in Relation zu setzen.

Neben der Anzahl von Fahrzeugen wurde auch der Besetzungsgrad dieser Fahrzeuge ermittelt.

Fahrtrichtung	Fahrzeuge im Zeitraum 15:00 – 19:00
W → O	653 Fzg
O → W	845 Fzg

Der Besetzungsgrad der Fahrzeuge lag bei 1,36 Personen pro PKW. Der Anteil von LKW, Transportern und Handwerkerfahrzeugen betrug 7%. Abzüglich dieser 7% ergibt sich für die Kfz eine Personentransportleistung von:

Fahrtrichtung	Personen (Kfz) 15:00 – 19:00 h
W → O	826 Personen
O → W	1069 Personen

Mit dem Rad bewegten sich in der selben Zeitspanne:

Fahrtrichtung	Radler 15:00 – 19:00 h
W → O	941 Personen
O → W	931 Personen

Die Transportleistung der Busse ist ebenfalls in beiden Fahrtrichtungen in etwa gleich. Die MVG stellten Belegungszahlen der Busse zur Verfügung, nach denen die Busse in jeder Fahrtrichtung mit durchschnittlich 24 Personen besetzt waren.

Über 4 Stunden fahren somit bei 2 Linien im 10-Minuten-Takt demnach je 48 Busse pro Fahrtrichtung.

Fahrtrichtung	Busse (152 & 153) 15:00 – 19:00 h
W → O	1152 Personen
O → W	1152 Personen

Mit diesen Werten können die jeweiligen Anteile der drei untersuchten Verkehrsarten an der Personentransportleistung bestimmt werden:

Verkehrsart	W → O		O → W	
	Anzahl	Anteil	Anzahl	Anteil
MIV	826	28,3%	1069	33,9%
Busse	1152	39,5%	1152	36,5%
Rad	941	32,2%	931	29,5%
(gesamt)	2919		3152	

Somit ergibt sich ein annähernd ausgeglichener Anteil jeder untersuchten Verkehrsart an der gesamten Personentransportleistung. Über Einflüsse von Witterungsbedingungen können aus den erhobenen Daten keine Aussagen gemacht werden, da die Witterungsbedingungen an allen Versuchstagen ähnlich gut waren.

In Summe ergibt der Vergleich der Messwerte zwischen der Ausgangssituation (MIV+ÖPNV) mit der GWRF (Rad+ÖPNV) einen Gewinn für die Mehrzahl der über die Schellingstraße fahrenden Personen. In Richtung W → O entsteht im Betrachtungszeitraum bei 2919 Personen ein durchschnittlicher Gewinn von 21 Sekunden pro Person. In der Gegenrichtung (O → W) beträgt der durchschnittliche Zeitgewinn bei 3152 Personen 10 Sekunden pro Person. Den Nutzerinnen und Nutzern des ÖPNV entsteht kein Nachteil.

Im hypothetischen Fall Rad-ÖPNV, also der GWRF ohne ÖPNV-Beschleunigung, entstünde zwar ebenfalls ein Zeitgewinn in diesen Größenordnungen bei erheblichem Komfortgewinn für die Radler, da deren Anfahr- und Haltevorgänge erheblich verringert würden. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass die festgestellte große Bandbreite der Verlustzeiten bei Bussen zu Verspätungen führt. Damit ist das Erreichen von Anschlussverbindungen gefährdet und aus einem Zeitverlust von 30 und mehr Sekunden der Busse ergeben sich durch Verpassen der Anschlüsse für die Fahrgäste plötzlich 10 oder gar mehr Minuten.

Ergebnisse einer Befragung von Radlerinnen und Radlern während der Testszenerien im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Technischen Universität München

Während die Testszenerien in der Schellingstraße geschaltet waren, wurde an den Endpunkten der Grünen Welle eine Befragung von insgesamt 387 Radlerinnen und Radlern durchgeführt (die Probanden der Messfahrten wurden nicht befragt). Dabei wurden deren Eindrücke über ihre Fahrt durch den in den Szenarien

- GWRF mit ÖPNV-Beschleunigung
- GWRF ohne ÖPNV-Beschleunigung
- Grüne Welle MIV mit ÖPNV-Beschleunigung

geschalteten Streckenabschnitt zwischen der Amalien- und Luisenstraße abgefragt, sowie demografische Informationen über die Zusammensetzung des Radverkehrs im

Untersuchungsbereich erhoben:

- Nahezu (Werte gerundet)
 - 52% der befragten Radlerinnen und Radler sind bis zu 30 Jahre alt
 - 18% gehören der Altersgruppe 31 – 40 Jahre an
 - 13% der Altersgruppe 41 – 50 Jahre
 - 11% der Altersgruppe 51 – 60 Jahre
 - 5% der Altersgruppe 61 – 70 Jahre
 - 2% der Altersgruppe über 70 Jahre
- Gut 51 % nutzen die Schellingstraße in ihrem Alltag „sehr häufig“
- Die Geschlechter waren mit 47,55 % Radfahrerinnen und 52,45% Radlern annähernd gleich verteilt
- Beinahe 40% aller Befragten befuhren den gesamten Untersuchungsabschnitt
- jedoch 21% befuhren nur einen Abschnitt und querten dabei nur eine LSA

Radlerinnen und Radler, die im Verlauf der Pilotversuchsstrecke auf die Schellingstraße einbogen, hatten zunächst systembedingt praktisch immer einen Halt an der für sie ersten LSA im Verlauf der Schellingstraße. Deshalb ist insbesondere die Auswertung derjenigen Befragten von Interesse, welche die gesamte Strecke befuhren:

	Szenario			Gesamt
	Rad+ÖPNV	MIV+ÖPNV	Rad-ÖPNV	
Durchfahrene LSA	325	295	145	765
Halte an LSA	154	175	60	389
Halte prozentual	47,4%	59,3%	41,4%	50,8%

Die objektiven Ergebnisse der Messfahrten zeigen also im Grundsatz die selbe Tendenz, wie die Ergebnisse der Befragung.

Die subjektive Wahrnehmung der Befragten fiel demnach jedoch schwächer aus, als es die Messergebnisse erwarten ließen. Es kann angenommen werden, dass zusätzlich verkehrsbedingte Haltevorgänge in Kreuzungsnähe oftmals den Eindruck erwecken, eine LSA sei im Zulauf „Rot“ gewesen. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass teilweise der Halt an der ersten LSA der Pilotversuchsstrecke als Halt in der Grünen Welle interpretiert und wiedergegeben wurde. Dieser Halt an der ersten LSA ist jedoch Voraussetzung dafür, dass bei Rot ankommende Radler mit der Grünen Welle „synchronisiert“ werden.

Zudem wurden die Messfahrten mit Studentinnen und Studenten unternommen, die eine wesentlich homogenere Altersstruktur aufwiesen, die in die Altersgruppe „unter 30 Jahre“ fällt. Bei der Befragung war diese Altersgruppe lediglich mit 52% vertreten.

Zum Motivationseffekt befragt gaben die Befragten an, dass nach eigener Aussage über 75% die Schellingstraße öfter mit dem Fahrrad nutzen würden, wenn dort eine GWRF installiert wäre. Allerdings geht der Großteil der Befragten zu Fuß oder nutzt den ÖPNV, wenn sie nicht das Fahrrad wählen. Nur 13% gaben an, sonst hauptsächlich ein Motorrad oder den PKW zu nutzen. Um also einen Effekt auf die Verkehrszusammensetzung zu untersuchen, müssten auch Autofahrerinnen und Autofahrer befragt werden.