

Auswertung der Verkehrsversuche Protected Bike Lanes

411-166-A

Datum: 17.07.2023



Auftraggeberin

Landeshauptstadt München
Mobilitätsreferat
Implerstraße 9
81371 München

Auftragnehmerin

PB Consult GmbH
Rothenburger Straße 5
90443 Nürnberg

Bearbeitung

Julia Böhm
0911 322 39 31
julia.boehm@pbconsult.de

PB Consult
Planungs- und Betriebsberatungsgesellschaft mbH
Rothenburger Str. 5
90443 Nürnberg
Telefon: +49-911 32239-0
Telefax: +49-911 32239-10

www.pbconsult.de
info@pbconsult.de

Weitergabe an Dritte

Alle von der PB CONSULT GmbH zur Verfügung gestellten Unterlagen (Berichte, Pläne, Tabellen etc.) oder Teile daraus dürfen vom Auftraggeber und Projektbeteiligten nur zum projektrelevanten Gebrauch verwendet werden. PB CONSULT GmbH bittet bei Veröffentlichungen vorab informiert zu werden, um entsprechend auf Rückfragen Dritter reagieren zu können. Die Weitergabe an Dritte – ohne konkreten Projektbezug – bedarf einer gesonderten Zustimmung der PB CONSULT.

*Alle Hintergrundkarten stammen aus OpenStreetMap und stehen unter der Open Data Commons Open Database Lizenz (ODbL).

Inhalt

1.	Hintergrund.....	1
2.	Evaluation des Verkehrsversuchs	4
2.1.	Sichtbarkeit	4
2.2.	Haltbarkeit.....	9
2.3.	Unterhalt.....	15
2.3.1.	Straßenreinigung	15
2.3.2.	Winterdienst.....	18
2.3.3.	Entwässerung.....	19
2.3.4.	Gesamtbewertung Unterhalt	19
2.4.	Kosten	20
2.5.	Verkehrssicherheit	21
2.6.	Anpassungen	22
2.7.	Sonstiges.....	24
2.7.1.	Feuerwehr	24
2.7.2.	Polizei	25
2.7.3.	Nutzung der Radfahrstreifen	25
3.	Fazit	26
4.	Verzeichnisse	28
	Abbildungsverzeichnis	28
	Tabellenverzeichnis	28
5.	Anhang	29

1. Hintergrund

Bei geschützten Radfahrstreifen, „Protected Bike Lanes“ (PBL) werden zusätzlich zu den Markierungen auf der Fahrbahn Schutzelemente zur baulichen Trennung des Radverkehrs vom MIV angebracht. Dadurch wird ein dauerhafter Schutz gegen das Befahren durch Kraftfahrzeuge oder unrechtmäßiges Parken geboten. Bei Grundstückszufahrten, Einmündungen und Haltestellen werden die Schutzelemente unterbrochen, um eine Zufahrt zu ermöglichen. Befinden sich seitlich der Radfahrstreifen Ladezonen oder Parkplätze, wird ebenfalls auf Schutzelemente verzichtet.

Bisher wurden PBL hauptsächlich in temporären Versuchsführungen oder als Interimslösung von Baumaßnahmen eingesetzt. Aktuell liegt noch für keines der bisher verwendeten Schutzelemente eine offizielle zertifizierte Zulassung für den Einsatz im Dauerbetrieb vor. Daher steht noch nicht abschließend fest, ob solche Elemente für den alltäglichen Dauerbetrieb geeignet sind und wie sie sich auf die Verkehrssicherheit, den Straßenunterhalt und das Verkehrsgeschehen auswirken. Um diese Fragen zu klären, hat die Landeshauptstadt München einen Verkehrsversuch eingerichtet, der entsprechend dokumentiert und gutachterlich begleitet wurde. Ziel dieses Verkehrsversuchs war demnach eine fundierte Bewertung der Anwendung sowie ein Vergleich zwischen den Elementen. Letztlich sollte eine Einschätzung der Eignung zum dauerhaften und stadtweiten Einsatz der Elemente gegeben werden.

Für den Verkehrsversuch wurden an folgenden Straßen die jeweiligen Schutzelemente angebracht:

Tabelle 1: Übersicht der getesteten Schutzelemente

Nr.	Lage	Schutzelement
1	Domagkstraße zwischen Hans-Döllgast-Straße und Haltestelle Domagkstraße	 Leitschwellen (weiß) mit Klemmfliex
2	Domagkstraße östlich der Haltestelle Domagkstraße und kurz vor dem Beginn der Parkbucht in Fahrtrichtung Osten westlich der Alfred-Arndt-Straße	 Klebebord

3	Brienner Straße (Nordseite) zwischen Karolinenplatz und Arcisstraße	 <p data-bbox="938 472 1385 506">WandORCA CycleLane-Separator</p>
4	Kapuzinerstraße (Nordseite) zwischen Thalkirchner Straße und Pestalozzistraße	 <p data-bbox="938 808 1406 882">BordsteinORCA CycleLane-Separator</p>
5	Plinganserstraße (Ostseite) zwischen ggü. Dudenstraße und Am Harras	 <p data-bbox="938 1196 1054 1234">Leitbord</p>

In Abbildung 1 ist die Lage der fünf Teststrecken mit den jeweiligen Elementen im Stadtgebiet zur Übersicht dargestellt.



Abbildung 1: Lage der Teststrecken im Stadtgebiet

Die fünf Teststrecken wurden über einen einjährigen Zeitraum wöchentlich auf Beschädigungen kontrolliert. Basierend auf Fotodokumentationen, Interviews mit der Straßenreinigung sowie dem Winterdienst, der Zusammenstellung der Anschaffungs-, Reparatur- und Betriebskosten sowie verkehrlichen Meldungen wurden fünf Aspekte untersucht und bewertet:

- 1) Sichtbarkeit – bei Tag, Trockenheit, Schnee, Nacht, Dämmerung, Nässe
- 2) Haltbarkeit – Beschädigungen und optische Beeinträchtigungen
- 3) Unterhalt – Straßenreinigung, Winterdienst und Entwässerung
- 4) Kosten – Anschaffung, Reparatur und Betrieb
- 5) Verkehrssicherheit – Unfallgeschehen

Im Folgenden werden diese Aspekte je Teststrecke untersucht und vergleichend gegenübergestellt. Abschließend wird auf Grundlage der Ergebnisse eine Einschätzung gegeben, welche Elemente für den dauerhaften Betrieb in der Landeshauptstadt München geeignet sind.

2. Evaluation des Verkehrsversuchs

2.1. Sichtbarkeit

Eine gute Sichtbarkeit der Elemente muss gegeben sein, damit ein An- oder Überfahren der Elemente durch Kraftfahrzeuge vermieden werden kann und die Elemente auch von Radfahrenden gut gesehen werden. Im Folgenden werden die Elemente in verschiedenen Wetterlagen und Lichtverhältnissen gezeigt. Betrachtet wird die Sichtbarkeit bei Schnee, Dämmerung sowie bei Nacht und Nässe. Auf Grundlage der Fotodokumentation wird untersucht, welche objektiven Aspekte sich auf die Sichtbarkeit der Elemente auswirken. Darauf aufbauend erfolgt schließlich die Bewertung der Sichtbarkeit der Elemente.

Trotz der Objektivität der herausgearbeiteten Aspekte ist die gesamtheitliche Bewertung der Sichtbarkeit der Elemente subjektiv beeinflusst. Daher ist die Bewertung der Sichtbarkeit in Kombination mit den Aspekten der Haltbarkeit und der Verkehrssicherheit zu betrachten.

Tabelle 2: Fotodokumentation zur Sichtbarkeit

Leitschwelle mit Klemmfix	
Bei Tag und Trockenheit	Bei Schnee
Bei Dämmerung	Bei Nacht und Nässe

Quelle: ESG



Klebebord

Bei Tag und Trockenheit



Bei Schnee



Bei Dämmerung



Bei Nacht und Nässe



WandORCA

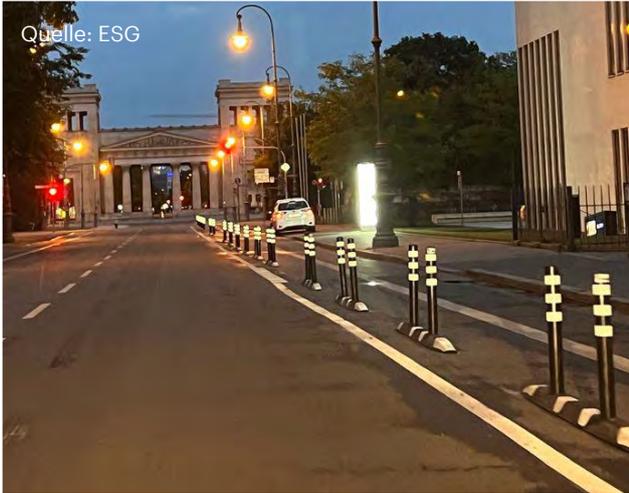
Bei Tag und Trockenheit



Bei Schnee



Bei Dämmerung



Bei Nacht und Nässe



BordsteinORCA

Bei Tag und Trockenheit



Bei Schnee



Bei Dämmerung



Bei Nacht und Nässe



Leitbord

Bei Tag und Trockenheit



Bei Schnee



Bei Dämmerung



Bei Nacht und Nässe



Gemäß der Fotodokumentation ist zu erkennen, dass folgende Aspekte einen Einfluss auf die Sichtbarkeit nehmen:

- Farbe
- Form
- Anzahl der Reflektoren

Grundsätzlich sind die weißen Elemente insbesondere bei Dunkelheit und Nässe besser zu erkennen als die schwarzen Elemente. Teilweise können die linienförmigen, flachen Elemente (Leitschwellen, Klebeborde und BordsteinORCA) schwierig von Markierungen unterschieden werden, sodass diesbezüglich vertikale Elemente (WandORCA) einen Vorteil aufweisen. Auch der Leitbord ist durch seine höhere Form und der in der Lage erhöhten Reflektoren gut von Markierungen zu unterscheiden. Vor allem Reflektoren bieten gerade bei schlechten Sichtverhältnissen eine gute Sichtbarkeit. Daher ist die Anbringung von Reflektoren in regelmäßigen Abständen ein ausschlaggebender Faktor für die Sichtbarkeit. So sind die WandORCA durch die angebrachten Reflektoren trotz der schwarzen Farbe stets sehr gut erkennbar. Bei erhöhtem Schneefall werden die flachen Elemente durch Schnee verdeckt, sodass nur vertikale Elemente (Baken, WandORCA) erkennbar sind (siehe Tabelle 2). Hier sind ebenfalls WandORCA sowie die Elemente mit regelmäßig eingebauten Klemmfixen (Leitschwelle, Leitbord) von Vorteil. Resultierend aus diesen Beobachtungen wird

geschlussfolgert, dass für die Gewährleistung einer guten Sichtbarkeit bei allen Witterungsbedingungen linienförmige, flache Elemente durch ausreichend vertikale Elemente gekennzeichnet sein müssen. Diese müssen dabei mit Reflektoren versehen werden.

Die Sichtbarkeiten wurden zunächst einzeln für die verschiedenen Witterungs- und Sichtverhältnisse (Kategorien: Tag, Nacht und Nässe, Schnee) bewertet. Für die Bewertung der Sichtbarkeiten je nach Kategorie wurden gem. Tabelle 3 Punkte von 1 (sehr schlechte Sichtbarkeit) bis 5 (sehr gute Sichtbarkeit) vergeben.

Tabelle 3: Bewertungsskala zur Sichtbarkeit

Sichtbarkeit	Gewichtung	Bewertungsskala						
bei Tag	40%	sehr gute Sichtbarkeit	5	4	3	2	1	schlechte Sichtbarkeit
bei Nacht und Nässe	40%	sehr gute Sichtbarkeit	5	4	3	2	1	schlechte Sichtbarkeit
bei Schnee	20%	sehr gute Sichtbarkeit	5	4	3	2	1	schlechte Sichtbarkeit

Für eine gesamtheitliche Bewertung der Sichtbarkeit wurden die Punkte je Einzelkategorie entsprechend ihrer Gewichtung addiert. Daraus resultiert folgende Bewertung:

Tabelle 4: Bewertung der Sichtbarkeit

Sichtbarkeit	Gewichtung	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
bei Tag	40 %	4	3	5	3	5
bei Nacht und Nässe	40 %	4	4	5	3	5
bei Schnee	20 %	2	1	4	1	2
Gesamt	100 %	3,6	3	4,8	2,6	4,4

Zur Verbesserung der Sichtbarkeit der Klebeborde wurden nachträglich drei feste Leitbaken montiert. Auch bei den BordsteinORCA wurden zur Erhöhung der Sichtbarkeit drei orangefarbene Poller eingebaut. Diese Anpassungen sind in Kapitel 2.6 beschrieben.

2.2. Haltbarkeit

Zur Bewertung der Haltbarkeit wurden Beschädigungen, sonstige auftretende Probleme und deren Ursachen (z.B. Beschädigungen durch Kfz-Verkehr, Wiedereinflüsse usw.) sowie die Notwendigkeiten von Reparaturen und Ersatz täglich kontrolliert und wöchentlich dokumentiert.

Die Ergebnisse werden im Folgenden für jede Teststrecke zusammengefasst.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Haltbarkeit

Leitschwelle mit Klemmfix:	
Schäden:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Wiederkehrende Verschiebungen der Elemente durch das Anfahren von Fahrzeugen 2. Beschädigung der Leitbake (untere rechte Ecke verbogen ca. KW2) 3. Klemmfix fehlend (KW6)
Sonstige Probleme:	Verschmutzungen (siehe 3. bei „Schäden“)
Reparaturen:	Leitschwellen müssen immer wieder ausgerichtet werden
Austausch/Ersatz:	Fehlender Klemmfix wurde ersetzt (14.02.2023)



Klebebord		
Schäden:	<ol style="list-style-type: none"> 1. abgebrochene Elementstücke durch wiederholtes rechtswidriges Befahren (18 Elemente) 2. Leitbake wurde erheblich beschädigt durch rechtswidriges Befahren (KW 45) 3. Kompletter Bruch eines Elementes durch rechtswidriges Befahren (18.01.2023) 4. Abbruch der Leitbake durch rechtswidriges Befahren; wurde vermutlich aus Sicherheitsgründen aus dem Verkehrsraum beseitigt (18.01.2023) 5. Entfernung eines Klebebordes (14.02.2023), da sich Klebeverbindung gelöst hat 	
Sonstige Probleme:	keine	
Reparaturen:	keine	
Austausch/Ersatz:	<ol style="list-style-type: none"> 1. 20 Klebebord 2. Ortsfeste Leitbake: Austausch 21.11.2022, nach 18.01.2023 Wiederaufbau erfolgt 	

WandORCA		
Schäden:	1. Verbogene Leitbake durch rechtswidriges Befahren (KW 27)	 <p>1.</p>
Sonstige Probleme:	1. Leichte Beschädigungen der Farbschicht (an fünf Pollern); Ursache unklar	 <p>1. 1.</p>
Reparaturen:	keine	
Austausch/Ersatz:	keine	
BordsteinORCA		
Schäden:	1. Verbogene Leitbake durch rechtswidriges Befahren (KW 27)	 <p>1.</p>
Sonstige Probleme:	1. Verschmutzung der weißen Fläche	 <p>1.</p>
Reparaturen:	keine	
Austausch/Ersatz:	keine	

Leitbord		
Schäden:	keine	
Sonstige Probleme:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reifenabrieb an Vielzahl der Elemente durch rechts-widriges Befahren 2. Verschmutzungen der weißen Elemente 3. Unfallschaden am 16.03.2023: Bruch eines Elementes, 12 Elemente mit Schrammspuren, Warnbake beschädigt 	    
Reparaturen:	Aus- und Wiedereinbau von zwei Elementen (24.03.2023)	
Austausch/Ersatz:	Austausch von zehn Elementen und einer Warnbake (24.03.2023)	

Für das Bewertungskriterium der Haltbarkeit wurde zwischen den Kategorien „Beschädigungen“ und „optische Beeinträchtigungen“ unterschieden. Die Bewertungsskala für die Kategorien ist Tabelle 6 zu entnehmen. Während 5 Punkte an Elemente vergeben wurden, die keine Schäden bzw. keine optischen Beeinträchtigungen aufwiesen, wurden Elemente mit vielen und erheblichen Schäden bzw. vielen und erheblichen optischen Beeinträchtigungen nur mit einem Punkt bewertet. Im

Rahmen der Gesamtbewertung wurden Schäden auf Grund der größeren Auswirkungen auf die Haltbarkeit mit 80 % stärker gewichtet als optische Beeinträchtigungen (20 %).

Tabelle 6: Bewertungsskala zur Haltbarkeit

Haltbarkeit	Gewichtung	Bewertungsskala						
nach Beschädigungen	80%	keine Schäden	5	4	3	2	1	viele Schäden
nach optischen Beeinträchtigungen	20%	keine optischen Beeinträchtigungen	5	4	3	2	1	starke optische Beeinträchtigungen

Von den fünf getesteten Elementen sind Beschädigungen, die durch mehrere Ereignisse entstanden sind, lediglich bei den Klebeborden erfasst worden. Insgesamt wurden aufgrund der Schäden 20 Elemente ausgetauscht. Die Anbringung zusätzlicher Baken zwischen den Klebeborden zur Erhöhung der Sichtbarkeit erfolgte bereits Ende Juli. Im Anschluss wurden jedoch weiterhin Beschädigungen erfasst. Diese wurden demnach in Bezug auf die Anfälligkeit für Beschädigungen am schlechtesten bewertet (1 Punkt). Im Gegensatz dazu wurden kaum Verfärbungen der weißen Klebeborden vermerkt. Demzufolge ist das Material gegenüber Verschmutzungen resistent, sodass für diese Kategorie 4 Punkte vergeben wurden.

Auf der Teststrecke mit den Leitschwellen musste ein Klemmfix ausgetauscht werden. Der Grund für das Fehlen des Klemmfixes ist unklar, dennoch ist der Verlust unabhängig von der Ursache mit in die Bewertung miteinzubeziehen. Darüber hinaus wurden wiederkehrende Verschiebungen der Elemente beobachtet, die ein Nachrichten erforderten. Dieses Problem kann durch eine Verschraubung der Elemente im Boden behoben werden, was zu einer Erhöhung der Punktzahl führen würde. Gem. Punkt 5.3 des BAST-Prüfzeugnisses ist der Einsatz der Leitschwelle sowohl mit als auch ohne Verschraubung zugelassen. Die Elemente sind unterseitig grundsätzlich mit rutschhemmenden Gummischeibchen ausgestattet, deren Wirkung im Rahmen des Verkehrsversuchs getestet werden sollte. Daher wurden keine Verschrauben während des Versuchs nachträglich vorgenommen. Auf Grund der genannten Beschädigungen wurde die Leitschwelle mit Klemmfix mit 3 Punkten bewertet. Der optische Zustand der Leitschwellen hat sich im Verlauf des Verkehrsversuchs verschlechtert. Die Elemente sind sehr anfällig für Verschmutzungen, sodass für diese Kategorie lediglich 2 Punkte vergeben wurden.

Beim Leitbord wurden bis auf Reifenabriebe in den ersten 9 Monaten keine Schäden verzeichnet. Im zehnten Monat ist ein Element durch einen Auffahrunfall gerissen, weitere zehn Elemente wiesen Schrammspuren auf und eine Warnbake wurde beschädigt. Da sich die Schäden auf einen konkreten Vorfall konzentrieren und trotz der Abriebspuren keine weiteren Schäden entstanden sind, was die Robustheit der Elemente verdeutlicht, wird der Leitbord mit 4 Punkten bewertet. Abgesehen von den Reifenabrieben wurden nur geringe Verschmutzungen der Elemente festgestellt, sodass die Kategorie der optischen Beeinträchtigung mit 4 Punkten bewertet wurde.

An vier Teststrecken (außer Plinganserstr.) wurden die Leitbaken beschädigt. Die Anbringung der Leitbaken (Zeichen 605) ist zu Beginn der PBL gem. § 43 Absatz 3 Anlage 4 Abschnitt 1 VwV-StVO zwingend erforderlich, um vorübergehende Hindernisse zu kennzeichnen. Bei dauerhaften Hindernissen sind Leitplatten (Zeichen 626 gem. § 43 Absatz 3 Anlage 4 Abschnitt 2 VwV-StVO) einzurichten. Gem. §§ 39 bis 43 Randnummer 43 VwV-StVO dürfen Verkehrszeichen nicht innerhalb der Fahrbahn aufgestellt werden. In der Regel sollte der Seitenabstand von Verkehrszeichen innerhalb geschlossener Ortschaften 0,50 m, keinesfalls weniger als 0,30 m betragen. Dies wird analog auf die Elemente angewandt, sodass demnach bei der Aufstellung der Elemente Sicherheitsabstände von jeweils 0,30 m mittels Sperrflächen einzuhalten sind.

Ausgenommen von Beschädigungen der Leitbaken, die unabhängig vom Elementtyp erforderlich sind, wurden an den restlichen zwei getesteten Elementtypen (WandORCA und BordsteinORCA) keine weiteren Schäden verzeichnet. Die Haltbarkeit dieser Elementtypen ist in der Kategorie „Beschädigungen“ somit mit der vollen Punktzahl zu bewerten. Für WandORCA wurden nur geringe Verfärbungen (4 Punkte) festgestellt, während die weißen Flächen der BordsteinORCA durch Verschmutzungen optisch beeinträchtigt wurden (3 Punkte).

Anhand des Vergleichs der Haltbarkeiten zwischen den Elementtypen werden somit erhebliche Unterschiede erkennbar. Die Gesamtbewertung der Haltbarkeiten ist in Tabelle 7 zur Übersicht dargestellt. Das Kriterium der Haltbarkeit ist essenziell für die Bewertung der Eignung der Elemente für den dauerhaften Einsatz. Daher kann bereits nach der Untersuchung dieses Kriteriums geschlossen werden, dass insbesondere Klebeborde (1,6 Gesamtpunkte) und Leitschwellen mit Klemmfix ohne Verschraubungen (2,8 Punkte) für den dauerhaften Einsatz ungeeignet sind. Leitborde, WandORCA und BordsteinORCA schneiden in der Bewertung der Haltbarkeit alle drei mit mind. 4 Punkten gut ab.

Tabelle 7: Bewertung der Haltbarkeit

Haltbarkeit	Gewichtung	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
nach Beschädigungen	80 %	3	1	5	5	4
nach optischen Beeinträchtigungen	20 %	2	4	4	3	4
Gesamt	100 %	2,8	1,6	4,8	4,6	4

2.3. Unterhalt

Zur Untersuchung der Eignung der Elemente für die Straßenreinigung und den Winterdienst wurden die Arbeiten an zwei Einsatztagen fotografisch dokumentiert. Ergänzend wurden für eine fundierte Bewertung Interviews mit dem zuständigen Einsatzpersonal geführt. Zusätzlich wurden beim Baureferat die eingehenden Berichte der beauftragten Firmen eingeholt und ausgewertet. Diese beinhalteten zusätzlich eine Einschätzung der Auswirkungen der PBL bezüglich der Entwässerung. Die Bewertung der Eignung der PBL für die Straßenreinigung, den Winterdienst und für eine funktionierende Entwässerung wurde entsprechend der Bewertungsskala in Tabelle 8 für das Kriterium „Unterhalt“ zusammengefasst.

Tabelle 8: Bewertungsskala zum Unterhalt

Unterhalt	Gewichtung		Bewertungsskala					
Straßenreinigung	30%	Reinigung problemlos	5	4	3	2	1	Reinigung problematisch
Winterdienst	30%	Räumung problemlos	5	4	3	2	1	Räumung problematisch
Entwässerung	40%	Entwässerung problemlos	5	4	3	2	1	Entwässerung problematisch

2.3.1. Straßenreinigung

Die nachstehende Fotodokumentation in Tabelle 9 fasst den Zustand der Teststrecken vor und nach der Straßenreinigung zusammen. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass die Reinigung aller Teststrecken erfolgreich durchgeführt werden konnte. Während die Radfahrstreifen vor der Montage der Elemente zusammen mit der Fahrbahn mit Großkehrmaschinen gereinigt wurden, sind bei den PBL Kleinkehrmaschinen, die auch für Radwege eingesetzt werden, notwendig. Dies stellt einen erhöhten Zeit-, Personal- und Materialaufwand im Vergleich zu einfachen Radfahrstreifen dar, der sich auf alle Teststrecken bezieht und somit unabhängig vom Elementtyp ist.

In der Regel werden zwei Einsatzkräfte zum Kehren und eine Einsatzkraft zum Fahren des Kehrfahrzeugs eingesetzt. Dadurch wird eine gründliche Reinigung auch von den Flächen, die nicht von der Kehrmaschine erfasst werden, ermöglicht. Durch die Aufkantungen der Elemente sind geringere Geschwindigkeiten für die Kehrmaschinen notwendig. Eine positive Auswirkung der PBL ist die gegebene Sicherheit der Einsatzkräfte vor Rasern auf der Fahrbahn. Die Domagkstraße (West und Ost) wird durch eine von der Stadt München beauftragten Firma gereinigt, da der Standort außerhalb des Vollanschlussgebietes liegt, für deren Reinigung die Stadt München selbst zuständig ist. Im Inventar für die Reinigung der Domagkstraße sind demnach grundsätzlich keine Kleinkehrmaschinen enthalten. Daher werden diese aktuell für die Reinigung der PBL in der Domagkstraße ausgeliehen. In Zukunft werden bei Beibehaltung oder Einrichtung von PBL für eine abgestimmte, vollständige Reinigung zusätzliche Kehrmaschinen und zusätzliches Personal gefordert, was im Jahresplanungsbudget zu berücksichtigen ist. Dafür müsste zudem die Organisation umgestellt werden.

Auch in den Interviews der Einsatzkräfte der Straßenreinigung wurden in allen Teststrecken die gleichen genannten Probleme angesprochen. Unterschiede je nach Elementtyp bestehen hinsichtlich der Straßenreinigung somit nicht. Die Fragebögen zu den Interviews sind im Anhang beigefügt.

Im Rahmen der Fotodokumentation wurde festgestellt, dass die Elemente Flächen für zusätzliche Ablagerungen von Laub und Verschmutzungen bieten. Gerade abgelagertes feuchtes Laub kann für Radfahrende eine Gefahr darstellen. Da dieser Faktor vorwiegend standortspezifisch ist, kann hier keine Bewertung gem. der Größe der abgelagerten Laubmenge erfolgen. Dennoch kann geschlussfolgert werden, dass Elemente mit Lücken (Klebeborde, WandORCA) einen Vorteil gegenüber den durchgehenden Elementen aufweisen, da sie weniger Fläche für Ablagerungen bieten.

Tabelle 9: Fotodokumentation der Straßenreinigung

Leitschwelle mit Klemmfix

Vor Straßenreinigung



Nach Straßenreinigung



Klebebord

Vor Straßenreinigung



Nach Straßenreinigung



WandORCA

Vor Straßenreinigung



Nach Straßenreinigung



BordsteinORCA

Vor Straßenreinigung



Nach Straßenreinigung



Leitbord

Vor Straßenreinigung



Nach Straßenreinigung



Darüber hinaus setzt sich Dreck in den Spalten zwischen oder unterhalb der Elemente ab, der nach längerer Zeit zu Pflanzenbildung führen könnte. Insbesondere offene Verschraubungen in den BordsteinORCA und Leitschwellen bieten Angriffsfläche für Ablagerungen. Da der Reinigungsvorgang selbst an allen Teststrecken problemlos stattfinden kann, erzielen Klebeborde, WandORCA und Leitbord 5 Punkte in der Bewertung. BordsteinORCA und Leitschwellen erhalten auf Grund der leichten Anfälligkeit für Ablagerungen in den offenen Verschraubungen 4 Punkte. Im Folgenden sind Nahaufnahmen unmittelbar nach der Straßenreinigung dargestellt.



Abbildung 2: Nahaufnahmen der Elementtypen nach der Straßenreinigung

2.3.2. Winterdienst

Beim Winterdienst gibt es keine festen Einsatztage, da nur bei Bedarf geräumt und gestreut wird. Bei Schneefall werden wie bei Radwegen Kleinfahrzeuge mit Räumschild zum Räumen und Streuen der Teststrecken eingesetzt (siehe Abbildung 3). Demnach besteht beim Vorgang selbst als auch beim flächenhaften Ergebnis kein Unterschied im Vergleich zu Radwegen. Im Gegensatz dazu entsteht im Vergleich zu Radfahrstreifen ein Mehraufwand von ca. 60 bis 90 min je nach Schneefall pro Schneereignis, da diese nicht mit der Großkehrmaschine geräumt werden können.

Bei der Dokumentation der Teststrecken an einem Morgen, nach dem Schnee gefallen ist (siehe Tabelle 2), wird ersichtlich, dass der Zustand der Teststrecken schlechter ist als der Zustand der anliegenden Fahrbahnen, begründet durch die höheren Mengen an auftauenden Streustoffen auf den Fahrbahnen. Ein weiteres Problem ist die Beseitigung des geräumten Schnees, für den Platz benötigt wird. Bei Schneefall verbleibt Schnee auf den PBL. Der Vorteil dabei ist, dass der Schnee von der Fahrbahn an der PBL verbleibt und nicht wie vorher auf den Radfahrstreifen geschoben wird und somit die nutzbare Breite des Radfahrstreifen weitestgehend erhalten bleibt. Nachteilig ist, dass durch Frost-Tau-Wechsel Tauwasser über den Radfahrstreifen läuft und die Gefahr der überfrierenden Nässe auch längere Zeit nach dem Schneereignis besteht. Ein weiterer Nachteil

ist, dass die linienförmigen Elemente der PBL durch den Schnee überdeckt werden und die Sichtbarkeit der PBL nur durch die vertikalen Elemente gewährleistet wird. Dies birgt sowohl für die Radfahrenden als auch für die Winterdienstleistenden ein Sicherheitsrisiko. Die Sicherheit für Radfahrende wird dadurch im Vergleich zu Radfahrstreifen ohne Elemente verringert (siehe Kapitel 2.1). Bei größeren Schneemengen fällt der gehäufte Schnee von den Elementen auf die PBL, wodurch ein Nachräumen erforderlich wird. Auf Grund der genannten Probleme beim Winterdienst werden alle fünf Elemente entsprechend der Bewertungsskala mit 3 Punkten bewertet.

Die von den Einsatzkräften ausgefüllten Fragebögen zum Winterdienst sind dem Anhang zu entnehmen.



Abbildung 3: Einsatzfahrzeug für den Winterdienst von vorne

2.3.3. Entwässerung

Eine funktionierende Entwässerung ist im Tiefbau essenziell. Während die PBL mit Lücken zwischen den Elementen (WandORCA, Klebeborde) grundsätzlich eine Entwässerung ermöglichen, stellen durchgängige Elemente (Leitschwellen, BordsteinORCA, Leitborde) eine bauliche Barriere dar. Da PBL nachträglich auf die Straße montiert werden, muss somit die Auswirkung der durchgängigen PBL auf die Entwässerung geprüft werden. Gegebenenfalls müssen an entsprechenden Stellen Entwässerungslücken hergestellt werden. So wurden in der Kapuzinerstraße Entwässerungslücken durch die Entfernung von je drei BordsteinORCA-Elementen auf Höhe der Sinkkästen geschaffen. Im Vergleich zu den durchgängigen Elementen, bei denen eine Prüfung der Entwässerung und ggf. eine Unterbrechung der Elemente erforderlich ist, sind demnach die aus Einzelementen bestehenden PBL (WandORCA, Klebeborde) in der Planung vorteilhaft. Ein erhöhter Bedarf an Entwässerungslücken, erfordert mehr Endstücke der jeweiligen Elemente, welche wiederum in der Anschaffung teurer sind als die Mittelstücke. Ob das Setzen von regelmäßigen Entwässerungslücken die Anschaffungskosten erhöht, ist jedoch unklar, da weitere Faktoren (Größe der Lücken, Häufigkeit der Lücken) wiederum die Anzahl der benötigten Elemente reduzieren können. Im Rahmen des Verkehrsversuchs konnten an den Teststrecken keine Probleme bei der Entwässerung festgestellt werden. Somit werden WandORCA und Klebeborde mit 5 Punkten bewertet und Leitschwellen, BordsteinORCA und Leitborde wegen der Notwendigkeit zur Prüfung der Entwässerung mit 4 Punkten.

2.3.4. Gesamtbewertung Unterhalt

Entsprechend der Gewichtung der einzelnen Kategorien (Straßenreinigung, Winterdienst und Entwässerung) ergibt sich für das Kriterium Unterhalt folgende Bewertung:

Tabelle 10: Bewertung des Unterhalts

Unterhalt	Gewichtung	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
Straßenreinigung	30 %	4	5	5	4	5
Winterdienst	30 %	3	3	3	3	3
Entwässerung	40 %	4	5	5	4	4
Gesamt	100 %	3,7	4,4	4,4	3,7	4,0

2.4. Kosten

Einen weiteren wesentlichen Aspekt der Evaluation der PBL stellt die Auswertung der anfallenden Kosten dar. Dafür wurden die Betriebskosten sowie die Materialkosten für die erstmalige Anschaffung und für die Reparatur betrachtet. In die Punktbewertung fließen lediglich die Anschaffungskosten mit ein, da die Betriebskosten unabhängig vom Elementtyp sind und die Reparaturkosten bereits über das Kriterium der Haltbarkeit in der Bewertung vertreten sind. Demnach wurde für die Bewertung folgende Skala herangezogen:

Tabelle 11: Bewertungsskala der Kosten

Kosten	Gewichtung	Bewertungsskala
Anschaffung	100%	hohe Kosten 5 4 3 2 1 niedrige Kosten

Die Skala basiert dabei auf der gleichmäßigen Aufteilung der Differenz zwischen dem preiswertesten und teuerstem Element auf die fünf Punkte. Die Anschaffungskosten sind in Tabelle 12 zum Vergleich der fünf Teststrecken zusammengefasst. Die einzelnen Positionen sind aus Datenschutzgründen nicht zu veröffentlichen. Die Anschaffungskosten für die Anbringung der PBL variierten zwischen 19.500 € und 51.800 €. Arbeiten, die unabhängig vom eingebauten Elementtyp sind, wie z.B. das Abfräsen von bestehenden Markierungen oder das Aufbauen einer Tagesbaustelle, sollten nicht in die vergleichende Bewertung der Teststrecken miteinfließen. Daher wurden die Materialkosten der jeweiligen Elemente gesondert betrachtet. Die Länge der Teststrecke beeinflusst die Anzahl der einzubauenden Elemente. Da die Teststrecken unterschiedlich lang sind, wurden demnach die Materialkosten der Elemente pro Meter berechnet. Die Klebeborde wiesen mit 113 €/m die geringsten Materialkosten pro Meter auf und wurden demnach mit 5 Punkten bewertet (siehe Tabelle 13). Leitborde und WandORCA schnitten mit 319 €/m und 332 €/m am schlechtesten ab (1 Punkt). Die Materialkosten der BordsteinORCA lagen mit 332 €/m zwischen der genannten Kostenspanne und werden somit mit 3 Punkten bewertet.

Tabelle 12: Zusammenstellung der Anschaffungskosten je Teststrecke

Anschaffungskosten	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
Gesamtkosten	19.499 €	46.232 €	45.132 €	48.206 €	51.802 €
davon Materialkosten	13.188 €	30.811 €	34.250 €	33.624 €	40.201 €
Materialkosten pro Meter	113 €/m	141 €/m	332 €/m	235 €/m	319 €/m

Tabelle 13: Bewertung der Kosten

Kosten	Gewichtung	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
Anschaffung	100 %	5	5	1	3	1

Zusätzlich zu den Anschaffungskosten fielen folgende Umbau- und Reparaturkosten an:

Umbau- und Reparaturkosten	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
Umbaukosten	-	Keine	6.152 €	7.154 €	2.454 €
Umbaukosten pro Meter		Angaben	60 €/m	50 €/m	19 €/m
Reparaturkosten	2.466 €	1.711 €	-	-	3.284 €
Reparaturkosten pro Meter	21 €/m	8 €/m			26 €/m

Die Umbaumaßnahmen sind in Kapitel 2.6 beschrieben.

Bei der Betrachtung der Betriebskosten wurde zwischen Mehrkosten für die Straßenreinigung und für den Winterdienst unterschieden. Wie im Kapitel 2.3.1 und 2.3.2 beschrieben geht im Vergleich zu einfachen Radfahrstreifen mit den angebrachten Elementen ein erhöhter Zeit-, Personal, und Materialaufwand für die Reinigung einher, der zu Mehrkosten führt. Gem. den Angaben des Baureferats München (T22) entstehen durch die angebrachten PBL durchschnittlich Mehrkosten von etwa 10 €/Tag/100 m für die Straßenreinigung. Beim Winterdienst gibt es keine festen Einsatztage, da nur bei Bedarf geräumt und gestreut wird. Für den Einsatz des Winterdienstes auf den Teststrecken ist gem. den Angaben des Baureferats mit Mehrkosten von etwa 75 €/Tag/100 m zu kalkulieren. Im Vergleich zu Radwegen bestehen die genannten Mehrkosten jedoch nicht. Die Reinigungs- und Winterdienstkosten sind unabhängig vom Elementtyp und wurden somit nicht in die Gesamtbewertung miteinbezogen. Unterschiede entstehen nur beispielsweise durch den Reinigungsturnus und der unterschiedlichen Zuständigkeit zwischen Vollanschlussgebiet und Außenbezirken und den damit verbundenen vertraglichen Ausgestaltungen sowie der in den Außenbereichen marktabhängigen Preisgestaltung.

Neben den Kosten für Straßenreinigung und Winterdienst fallen zudem Wartungskosten an. Im Rahmen des Verkehrsversuchs wurden tägliche Kontrollen der Teststrecken durchgeführt, die nach Abschluss des Projekts beendet werden. Für den dauerhaften Einsatz der Elemente außerhalb des Versuchs muss somit ein Wartungsaufwand definiert werden. Dieser Wartungsaufwand richtet sich nach der Anfälligkeit der Elemente, die mit einem unterschiedlichen Bedarf an Reparaturen und dem Austausch von Elementen einhergeht. Die Anfälligkeit der Klebeborde für Schäden kann durch auf der Fahrbahn liegenbleibende Bruchstücke die Verkehrssicherheit beeinträchtigen. Bei den Leitschwellen sind weiterhin wiederkehrende Verschiebungen der Elemente durch rechtswidriges Befahren zu erwarten, die ebenfalls zu einer Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit führen kann. Gem. den vorliegenden Dokumentationen und der Einschätzung der Firma, die mit der Kontrolle der Teststrecken beauftragt wurde, wird demnach für die Elemente in der Domagkstraße eine wöchentliche Wartung empfohlen. Die festgestellte Robustheit der restlichen Elementtypen erfordert nach der Einschätzung des Verkehrsversuchs über den regelmäßigen nach der Unterhaltsklasse der jeweiligen Straße festgelegten Kontrollturnus durch den Straßenbaulastträger hinaus keine zusätzliche Wartung.

2.5. Verkehrssicherheit

Die Evaluation des Verkehrsversuchs „Protected Bike Lanes“ (PBL) ist als Materialtest angelegt. Nach diesem Grundsatz erfolgte die Streckenauswahl. Ein Vorher-Nachher-Vergleich, z.B. wegen objektiver Sicherheitsprobleme im Bestand, war nicht Untersuchungskriterium und ist daher nicht aussagekräftig. Bevor ein Einsatz der Elemente zur Gefahrenabwehr empfohlen werden kann, muss zunächst sichergestellt werden, dass das entsprechende Material für einen gewissen Dauereinsatz geeignet ist. Dies ist mit dieser Untersuchung in den vorliegenden Fällen gemäß u.a. Bewertung

erfolgt. Der Vollständigkeit halber und auf Grund wiederkehrender Nachfragen zum Thema Verkehrssicherheit wurde im Rahmen des Verkehrsversuchs das Unfallgeschehen anhand von polizeilich gemeldeten Unfallzahlen (objektive Verkehrssicherheit) an den fünf Teststrecken untersucht. Der Nachbetrachtungszeitraum für die Analyse der Unfallzahlen deckt die Tage zwischen der Einrichtung der PBL (je nach Teststrecke zwischen 10.05.2022 und 06.07.2022) und dem 31.03.2023 ab. Somit wurden insgesamt mindestens 268 Tage zur Untersuchung des Unfallgeschehens berücksichtigt, was keinem vollen Jahr entspricht. Als Vergleichszeitraum wurde auf Grund der hohen Saisonalität im Radverkehr und im Sinne der Vergleichbarkeit der auf Tag und Monat gleiche Zeitraum des Vorjahres gewählt. Die Unfallkarten sind dem Anhang zu entnehmen.

Insgesamt sind die Örtlichkeiten, die für die Installation der PBL gewählt wurden, auch in der Vorbetrachtung unauffällig hinsichtlich des Unfallgeschehens. Im Nachbetrachtungszeitraum wurden lediglich zwei Unfälle auf den PBL polizeilich erfasst (Kapuzinerstraße am 14.07.2022, Domagkstraße West am 13.08.2022). Bei beiden Unfällen sind die PBL nicht unfallursächlich oder stehen nicht mit der Unfallursache in einem direkten Zusammenhang. Aus Verkehrssicherheitssicht spricht nichts gegen den Beibehalt der Anlagen unter Vorbehalt der bautechnischen Eignung der Kleb- borde in der Domagkstraße Ost. Nach Einschätzung des Mobilitätsreferats wird in der Kapuziner- straße der Versatz der Sicherungsbake in Richtung Fahrbahn am Beginn der PBL empfohlen, um den Eingang an der Engstelle zu verbreitern. In der Brienner Straße wird der Beibehalt der WandORCA explizit empfohlen, da diese, auch wenn sich dies nicht im Unfallgeschehen zeigt, wirk- sam vor unerlaubtem Bus- und Taxiparken auf dem Radfahrstreifen schützen. Behinderungen und Belästigungen des Radverkehrs werden dadurch verringert, sodass die Elemente eine präventive Verkehrssicherheitswirkung aufweisen. Das subjektive Empfinden der Verkehrssicherheit war nicht Bestandteil des Verkehrsversuchs. Es kann aber aufgrund von bisherigen Erfahrungswerten und unaufgefordert vorgetragendem Feedback von Nutzer*innen aber davon ausgegangen werden, dass an den Teststrecken das subjektive Verkehrssicherheitsempfinden der Nutzer*innen durch die PBL gesteigert werden konnte.

Aufgrund der o.a. Ausführungen fließt die Bewertung der Verkehrssicherheit nicht in die Gesamt- bewertung des Verkehrsversuchs ein. Erst für den späteren mehrjährigen Dauereinsatz im Straßen- raum ist der Aspekt der Verkehrssicherheit relevant, wobei die dafür zugrunde liegende Markie- rungsanordnung unabhängig von der Wahl des eingesetzten Elements und dessen materialtech- nischer Eignung gemäß der StVO getroffen wird. Ob und wo ein Radfahrstreifen aus Verkehrssi- cherheitsgründen zukünftig mittels Markierung einer Sperrfläche und der Einbringung von Protektions- elementen zu schützen ist, entscheidet die Straßenverkehrsbehörde nach Prüfung des Sachverhal- tes im Einzelfall.

2.6. Anpassungen

Während der Laufzeit des Verkehrsversuchs haben sich akute Probleme ergeben, die über bauliche Anpassungen innerhalb der Teststrecken behoben wurden. Diese Anpassungen sind in nachste- hender Tabelle zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 14: Vorgenommene Anpassungen der Teststrecken

Leitschwelle mit Klemmfix
Keine Anpassungen

Klebebord

Zur Verbesserung der Sichtbarkeit der Borde wurden drei feste Leitbaken montiert.



WandORCA

Zusätzliche Flexpoller wurden an Feuerwehrzufahrt angebracht, um unrechtmäßiges Beparken des Radfahrstreifens durch Taxen zu verhindern. Im Rahmen einer Testfahrt der Feuerwehr wurde die Umsetzbarkeit der Ein- und Ausfahrt über die Flexpoller bestätigt.

Elemente an Zufahrt zum israelischen Generalkonsulat wurden versetzt, um die Ein- und Ausfahrt zu vereinfachen.



BordsteinORCA

Schaffung von Entwässerungslücken auf Höhe der Sinkkästen: Entfernung von je drei Elementen, Anbringen von Endstücken, Setzen von Pollern zur Erhöhung der Sichtbarkeit



Leitbord

Schaffung einer Abbiegelücke zwischen den PBL



2.7. Sonstiges

2.7.1. Feuerwehr

Seitens der Feuerwehr wird angemerkt, dass für den dauerhaften Einsatz von PBL ein System bereitgelegt werden sollte, welches überfahren werden kann (von PKW, daher max. 8 cm). Diese können demnach an Stellen vorgesehen werden, die zur Hilfsfristerfüllung notwendig sind. Für den Einsatz starrer horizontaler Elemente müsste zuvor geprüft werden, ob das Gebiet durch Feuerwehreinsatzfahrzeuge in Anspruch genommen wird.

2.7.2. Polizei

Seitens der Polizei wird angemerkt, dass aus Einsatzgründen Protected Bike Lanes möglichst so ausgestaltet sein sollten, dass sie von Einsatzfahrzeugen (auch Pkw) von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) überfahren oder an geeigneten „Durchlassstellen“ in ausreichender Anzahl passiert werden können. Im Übrigen wurden keine Feststellungen getroffen.

2.7.3. Nutzung der Radfahrstreifen

Die Radfahrstreifen in der Plinganserstraße wurden zum Teil auch im Gegenverkehr genutzt. Durch die großzügige Breite zwischen den PBL und der Bordsteinkante wird dies jedoch nicht als unsicher empfunden. Nach Angaben von Radfahrenden tragen die erhöhten Elemente zu einem Sicherheitsempfinden bei. Die Umsetzung der Lücke zwischen den Elementen zur seitlichen Einfädelung wird positiv angemerkt.

In der Kapuzinerstr. wurde der mit 1,6 m dimensionierte Einlass am östlichen Beginn als zu schmal empfunden.

3. Fazit

Anhand des Verkehrsversuchs konnten die Stärken und Schwächen der verschiedenen Elementtypen herausgearbeitet werden. Die zur Bewertung herangezogenen Kriterien wurden entsprechend der Bedeutung ihrer Eignung für den dauerhaften Einsatz gewichtet. Da der Verkehrsversuch insbesondere als Materialtest dienen sollte, wurde das Kriterium der Haltbarkeit mit 40 % am stärksten gewichtet. Mit einer Gewichtung von 25 % und 30 % wurden weitere Schwerpunkte hinsichtlich der Bewertung der Sichtbarkeit und des Unterhalts gesetzt. Die Materialkosten sind hingegen kein essentielles Testkriterium, da diese ständigen Preisschwankungen des Marktes unterworfen sind und für einen mehrjährigen Einsatz letztlich die Unterhaltskosten für den Straßenbulasträger ausschlaggebend sind. Erst wenn es bei der Neuanschaffung um die Entscheidung zwischen zwei Elementen geht, die ansonsten beide für den Einsatz geeignet wären, wird der Anschaffungspreis nach aktuellem Marktangebot die Entscheidung beeinflussen. Die Gewichtung wurde daher als Randkriterium auf 5 % festgesetzt.

Kriterium	Gewichtung	Leitschwelle	Klebebord	WandORCA	Bordstein-ORCA	Leitbord
Sichtbarkeit	25%	3,6	3,0	4,8	2,6	4,4
Haltbarkeit	40%	2,8	1,6	4,8	4,6	4,0
Unterhalt	30%	3,7	4,4	4,4	3,7	4,0
Materialkosten	5%	5,0	5,0	1,0	3,0	1,0
Gesamt	100%	3,4	3,0	4,5	3,8	4,0
Platzierung		4.	5.	1.	3.	2.

Die Gesamtbewertung bildet klare Unterschiede zwischen den Elementtypen ab. WandORCA konnten die beste Gesamtpunktzahl (4,8 Gesamtpunkte) erreichen und stellen demnach den für die Zukunft für einen dauerhaften Einsatz zu favorisierenden Elementtyp dar. Der Verkehrsversuch hat gezeigt, dass WandORCA sowohl durch ihre Haltbarkeit als auch durch ihre Sichtbarkeit anhand der vertikalen Elemente überzeugen. Darüber hinaus bieten sie durch die regelmäßigen Lücken weniger Fläche für Ablagerungen z.B. von Laub und sind auch in Bezug auf die Entwässerung unproblematisch. Im Gegensatz zu den WandORCA rangieren Klebeborde am anderen Ende der Skala und erreichen die schlechteste Gesamtpunktzahl (3,0 Gesamtpunkte). Sie sind insbesondere wegen ihrer Anfälligkeit für Schäden und darüber hinaus wegen der nur mäßigen Sichtbarkeit nicht für einen dauerhaften Einsatz geeignet. Der Leitbord erreicht die zweithöchste Gesamtpunktzahl (4,0 Gesamtpunkte) und kann bei einem Einbau von regelmäßigen Entwässerungslücken ebenso wie der WandORCA für den mehrjährigen Einsatz empfohlen werden. Der Unterschied zum WandORCA besteht insbesondere in der massiveren und durchgängigen Barriere. Leitschwellen mit Klemmfix (3,4 Gesamtpunkte) können nur mit einer Verschraubung der Elemente sowie regelmäßigen Entwässerungslücken für den dauerhaften Einsatz empfohlen werden. BordsteinORCA konnten durch gute Haltbarkeit überzeugen und erreichten somit auch in der Gesamtwertung eine höhere Punktzahl (3,8 Gesamtpunkte) als Leitschwellen. Sie sind für einen dauerhaften Einsatz unter der Voraussetzung der Anbringung von Entwässerungslücken und der Ergänzung durch vertikale Elemente gut geeignet. Ohne die Ergänzung von vertikalen Elementen wird bei einem weiteren Ausbau von Radfahrstreifen zu Protected Bike Lanes vom Einsatz dieses Elementtyps auf längeren Strecken wegen seiner Sichtbarkeitsmängel insbesondere bei Schnee abgeraten.

Die herausgearbeiteten Erkenntnisse des Materialtests zur Bewertung der Elementtypen für den dauerhaften Einsatz sind auf vergleichbare Elemente von anderen Herstellern übertragbar, damit

ein produktneutrales Ausschreibungsverfahren durchgeführt und der Wettbewerbsgrundsatz gewahrt werden kann.

Die Elemente wurden während des Verkehrsversuch als temporäre Verkehrsführung betrachtet und analog zu den Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen täglich kontrolliert. Insgesamt wurde festgestellt, dass für den weiteren mehrjährigen Einsatz bei allen Elementen außer den Klebebor-den die Überprüfung im regelmäßigen nach der Unterhaltsklasse der jeweiligen Straße festgeleg-ten Kontrollturnus durch den Straßenbaulastträger ausreichend ist. Die Elemente können als mehr-jährige (Interims-)Lösungen zur Verbesserung des Schutzes der Radinfrastruktur eingesetzt wer-den. Zur Haltbarkeit der Elemente über den Versuchszeitraum hinaus können aufgrund der vorlie-genden Daten keine Prognosen abgegeben werden.

4. Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Teststrecken im Stadtgebiet.....	3
Abbildung 2: Nahaufnahmen der Elementtypen nach der Straßenreinigung.....	18
Abbildung 3: Einsatzfahrzeug für den Winterdienst von vorne.....	19

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der getesteten Schutzelemente	1
Tabelle 2: Fotodokumentation zur Sichtbarkeit	4
Tabelle 3: Bewertungsskala zur Sichtbarkeit	8
Tabelle 4: Bewertung der Sichtbarkeit.....	8
Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse zur Haltbarkeit.....	9
Tabelle 6: Bewertungsskala zur Haltbarkeit	13
Tabelle 7: Bewertung der Haltbarkeit	14
Tabelle 8: Bewertungsskala zum Unterhalt	15
Tabelle 9: Fotodokumentation der Straßenreinigung.....	16
Tabelle 10: Bewertung des Unterhalts.....	20
Tabelle 11: Bewertungsskala der Kosten.....	20
Tabelle 12: Zusammenstellung der Anschaffungskosten je Teststrecke.....	20
Tabelle 13: Bewertung der Kosten	20
Tabelle 14: Vorgenommene Anpassungen der Teststrecken	22

5. Anhang

Anlage 1: Fragebögen für die Interviews der Straßenreinigungskräfte

Anlage 2: Auswertung des Unfallgeschehens