

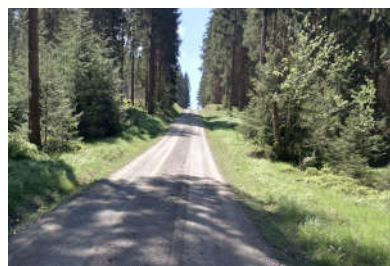
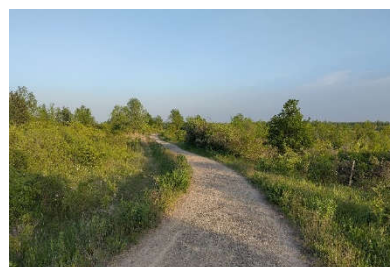
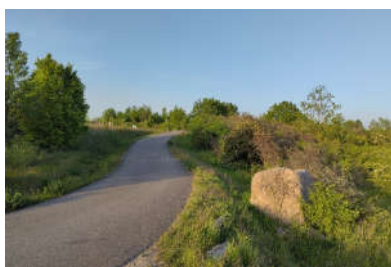
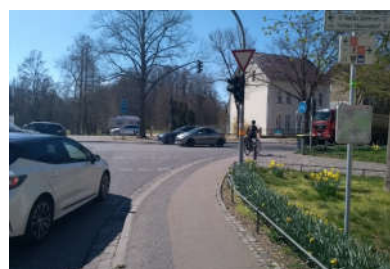


**HOFFMANN
LEICHTER**
Ingenieurgesellschaft

Verkehrsplanung | Straßenentwurf | Straßenverkehrstechnik | Immissionsschutz | Projektsteuerung

Fachgutachten

Perspektiven der Oberflächengestaltung von Radwegen im Land
Brandenburg



Leipzig | Oktober 2024



IMPRESSUM

Titel..... **Fachgutachten**
Perspektiven der Oberflächengestaltung von Radwegen im Land
Brandenburg

**Arbeitsgemeinschaft Fahrradfreundliche Kommunen
des Landes Brandenburg (AGFK)**
**c/o IPG Infrastruktur- und Projektentwicklungsge-
sellschaft mbH**
Auftraggeber.....
Burgstraße 30
14467 Potsdam

www.agfk-brandenburg.de

Bearbeitung..... **HOFFMANN-LEICHTER Ingenieurgesellschaft mbH**
Thomasiusstraße 2
04109 Leipzig

www.hoffmann-leichter.de

Projektteam..... Dipl.-Ing. Benjamin Schneider (Projektmanager)
Dipl.-Ing. (FH) José Kerschner
Michael van Moll

Ort | Datum..... Leipzig | Oktober 2024

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einführung	1
2	Überblick aktueller Regelwerke und Richtlinien	2
2.1	Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010).....	2
2.2	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24)	3
2.3	Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzzielen (E Klima 2022)	5
3	Anwendungspraxis im Land Brandenburg	6
4	Aktuelle Trends	8
4.1	Biobitumen	8
4.2	Grüner Asphalt	8
4.3	PlasticRoad® (NL).....	9
4.4	Solarplatten.....	10
4.5	Steinteppich Elastopave®	11
4.6	KlimaPhalt®	11
5	Umweltschutz	13
5.1	Notwendigkeit	13
5.2	Auswirkungen des Radwegebaus.....	13
5.3	Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung von Auswirkungen auf die Umwelt	15
5.4	Richtlinien und Regelwerke des Landes Brandenburg	20
5.5	Fazit Umweltschutz.....	21
6	Wurzelschutz	22
6.1	Notwendigkeit	22
6.2	Materialien	22
6.3	Methoden des Wurzelschutzes	23
6.4	Unterscheidung zwischen Bestandsbäumen und Neupflanzungen	25
6.5	Nachträglicher Einbau	26
6.6	Wahl des Wurzelschutzes.....	27
6.7	Neue Bauweise zur „Erhaltung von Bäumen beim Radwegbau“	28
6.8	Wurzelbrücken.....	30
7	Denkmalschutz	32
7.1	Notwendigkeit	32
7.2	Beispiel Landeshauptstadt Potsdam	33

7.3	Beispiel Dahme/Mark.....	33
7.4	Beispiel Göttingen (Niedersachsen)	34
7.5	Beispiel Hansestadt Hamburg	34
7.6	Beispiel Kopenhagen (Dänemark).....	35
7.7	Beispiel Utrecht (Niederlande)	36
7.8	Fazit und Bewertung.....	37
8	Fahrbahneinfärbungen / Markierungen.....	39
8.1	Warum wird markiert?	39
8.2	Wie wird markiert?.....	43
8.3	Fazit.....	44
9	Zusammenfassung	45
	Literaturverzeichnis	46
	Anlagen	52

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: PlasticRoad	10
Abbildung 2: Solarplatten	10
Abbildung 3: Oberfläche aus Elastopave	11
Abbildung 4: Durchlass (Leipzig)	15
Abbildung 5: Auf Steg geführter Radweg (Gifting LK Kronach)	15
Abbildung 6: Farbiger/Aufgehellter Asphalt	16
Abbildung 7: UNNI-2N-Pflaster	16
Abbildung 8: Wassergebundene Deckschicht (Leipzig)	17
Abbildung 9: Wassergebundene Deckschicht (Leipzig)	17
Abbildung 10: Verschiedene Oberflächen (Elberadweg Dresden)	18
Abbildung 11: Spurweg (Leipzig)	19
Abbildung 12: Anlage eines zweiten Fahrstreifens (Nordhorn)	19
Abbildung 13: Überblick Kunststoffe	23
Abbildung 14: Punktueller Wurzelschutz	24
Abbildung 15: Linearer Wurzelschutz	24
Abbildung 16: Punktueller Wurzelschutz	24
Abbildung 17: Linearer Wurzelschutz	25
Abbildung 18: Linearer Wurzelschutz (Trog)	25
Abbildung 19: Wurzelschutz	27
Abbildung 20: Konstruktiver Aufbau der neuen Bauweise	29
Abbildung 21: Abtrag Oberboden und Bewuchs	29
Abbildung 22: Vorbereitete Fläche mit Wurzellockstoff	29
Abbildung 23: Einbau Grobschotter als Unterbau	29
Abbildung 24: Einbau Oberbau nach RStO	29
Abbildung 25: Einbau von Wurzelbrücken aus Stahlbeton	30
Abbildung 26: Wurzelbrücke aus Stahl	30
Abbildung 27: Fahrbahnaufbau ohne und mit Geozellen	31
Abbildung 28: Potsdam – Brandenburger Straße	33
Abbildung 29: Dahme/Mark	33
Abbildung 30: Göttingen – Judenstraße	34
Abbildung 31: Hamburg – Eulenkamp	34
Abbildung 32: Hamburg – Frickestraße	34
Abbildung 33: Zweigeteilter Kreisverkehr (Kopenhagen)	35

Abbildung 34: Verschiedene Beläge (Kopenhagen).....	35
Abbildung 35: Abgeschliffenes Pflaster (Kopenhagen)	35
Abbildung 36: Utrecht.....	36
Abbildung 37: Utrecht.....	36
Abbildung 38: Geschliffener Waschbeton	38
Abbildung 39: Schutzstreifen (Leipzig).....	39
Abbildung 40: Radfahrstreifen (Leipzig).....	39
Abbildung 41: Geschützter Radfahrstreifen (Berlin).....	40
Abbildung 42: Fahrbahnrandmarkierung (Leipzig)	40
Abbildung 43: Sicherheitstrennstreifen (Leipzig).....	40
Abbildung 44: Radverkehrsflächen (Leipzig)	41
Abbildung 45: Markierter Konfliktbereich (Leipzig)	41
Abbildung 46: Aufgeweiteter Radaufstellstreifen	42
Abbildung 47: Piktogramm (Ludwigsfelde).....	42
Abbildung 48: Sharrow (Frankfurt/Main).....	42
Abbildung 49: Markierungsnägel (Ljubljana).....	43
Abbildung 50: Kölner Teller	43

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Bauweisen für Rad- und Gehwege gemäß RStO 12/24 Tafel 6	4
-----------	---	---

1 Einführung

Die Arbeitsgemeinschaft Fahrradfreundliche Kommunen des Landes Brandenburg und die Landesregierung Brandenburg haben sich die signifikante Erhöhung des Radverkehrsanteils am Gesamtverkehrsaufkommen im Land Brandenburg zum Ziel gesetzt. ¹

Zur Erreichung dieses Zieles ist eine gute und sichere Radverkehrsinfrastruktur notwendig. Die Qualität im Hinblick auf Komfort und Sicherheit einer guten und sicheren Radverkehrsinfrastruktur ist vor allem auch abhängig von der Oberflächengestaltung der Radverkehrsanlagen.

Das nachfolgende Fachgutachten zu *Perspektiven der Oberflächengestaltung von Radwegen im Land Brandenburg* soll Informationen, Hinweise und Empfehlungen bieten, um situationsbedingt die am beste geeignete Oberflächenbefestigung zu wählen. Neben der Wahl der geeigneten Oberfläche sind weitere Faktoren, wie Linienführung, Breite der Radverkehrsanlage, Führung an Knotenpunkten etc. bei jeder Planung zu beachten, damit eine Radverkehrsanlage eine attraktive Infrastruktur darstellt. Aus diesem Grund sind die nachfolgenden Ausführungen zur Oberflächengestaltung als ein wichtiger Baustein zu verstehen, um eine attraktive Radverkehrsführung herzustellen.

Im Fachgutachten soll zuerst ein Überblick über aktuell gültige Regelwerke und Richtlinien gegeben werden. Anschließend erfolgen Erläuterungen zur aktuellen Anwendungspraxis im Land Brandenburg. Weiter werden in den Themenfeldern „Aktuelle Trends“, „Umweltschutz“ und „Denkmalschutz“ Möglichkeiten aufgezeigt, eine entsprechend den Randbedingungen gute Radverkehrsanlage herzustellen. Als besonderes Thema wird der Themenkomplex „Wurzelschutz“ betrachtet. Abschließend wird auch noch auf Fahrbahneinfärbungen und Markierungen von Radverkehrsanlagen eingegangen. Abschließend werden im Kapitel 9 die Ergebnisse des Fachgutachtens zusammengefasst. Als eine weitere wichtige Arbeitshilfe werden in der Anlage Datenblätter verschiedener Oberflächenaufbauten einschließlich Beschreibung verschiedener Aspekte erläutert und sollen als Arbeitshilfe bei der Wahl, der zur jeweiligen Infrastruktur passenden Oberfläche unterstützen.

2 Überblick aktueller Regelwerke und Richtlinien

Zur Planung und Errichtung von Radverkehrsanlagen bietet die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) folgende Regelwerke und Richtlinien:

- Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010)
- Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24)
- Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzziele (E Klima 2022)

Die Inhalte dieser Richtlinien, welche sich auf die Oberflächengestaltung von Radverkehrsanlagen beziehen, werden im Folgenden zusammengefasst.

2.1 Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA 2010)

Gemäß den ERA ist die Wahl der Oberflächenbefestigung abhängig von den **Anforderungen**, die an die Fahrbahn gestellt werden. Es werden folgende Randbedingungen genannt, welche bei der Belagswahl zu beachten sind:

Radwege sollten eine dauerhaft **ebene Oberfläche** mit möglichst **geringem Rollwiderstand** aufweisen. Außerdem sollte sie eine **hohe Griffigkeit**, auch bei Nässe aufweisen und bei jeder Witterung gut befahrbar sein. Hierbei sind die Entwässerungseigenschaften zur Vermeidung von Pfützenbildung und aufspritzendem Schmutz, die Vermeidung von Staubbildung und eine gute Räumbarkeit bei Schnee zu beachten.

Weiterhin sollten sich Radwege auch gestalterisch ins Umfeld integrieren. Bei der Belagswahl sollte auf ein einheitliches Erscheinungsbild der Anlagen und auf die Materialoptik geachtet werden. Mit der geeigneten Belagswahl können auch Abgrenzungen zu anderen Verkehrsflächen verdeutlicht werden.

Neben diesen Aspekten ist in jedem Falle auch die Wirtschaftlichkeit (z.B. Kosten für Bau, Erhaltung und Instandsetzung) in die Abwägung zur Wahl der Oberflächenbefestigung einzubeziehen.

Gemäß ERA erfüllen **Asphaltdecken** diese Anforderungen am besten. Weiterhin sind Asphaltdecken mitunter variabel an die Umgebung anzupassen. Dies kann mittels Einfärbens des Mischgutes oder durch Pflasterungen im Randbereich erfolgen.

Hingegen sollte der Einsatz von **Pflasterdecken und Plattenbelägen** sorgfältig abgewogen werden, da ein höherer Rollwiderstand aufgrund des Fugenbildes zu erwarten ist. Um den Rollwiderstand zu minimieren können jedoch großflächige ungefastete Platten oder Steine verwendet werden.

Der Rollwiderstand bei **Deckschichten ohne Bindemittel** ist, gemäß den ERA, fast doppelt so hoch wie bei Asphalt- oder Betonsteindecken. Decken ohne Bindemittel sollten daher nur auf Freizeitwegen eingesetzt werden. Vorteile bieten sie hinsichtlich ihres günstigen Temperatur- und Feuchtigkeitsausgleiches besonders für landschaftlich sensible Bereiche. Hinsichtlich Bodenversiegelung sind jedoch keine Vorteile zu erkennen. Bei Wegen mit Deckschichten ohne Bindemittel ist auf ausreichende Querneigungen zu achten, um Oberflächenwasser schnell abführen zu können und damit Schäden an der Oberfläche zu reduzieren.

Ortbetondecken werden aufgrund ihres Fugenbildes nicht empfohlen und sollten höchstens ausserorts angewendet werden.

Für z.B. historische Innenstädte können **Pflasterbeläge aus Naturstein** genutzt werden. Hierfür sind geschnittene Steine zu verwenden und die Fugen anschließend zu vergießen. Natursteinpflasterbeläge sollten nur auf kurzen Abschnitten zum Einsatz kommen.²

2.2 Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24)

In den **Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 12/24)** werden für die Befestigung von Oberflächen folgende Bauweisen aufgeführt:

- Asphaltdecke
- Betondecke
- Pflasterdecke oder Plattenbelag
- Deckschicht ohne Bindemittel

Die detaillierten Aufbauten können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 1 Bauweisen für Rad- und Gehwege gemäß RStO 12/24 Tafel 6³

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Bauweisen	Asphalt		Beton		Pflaster (Plattenbelag)		ohne Bindemittel	
		30	40	30	40	30	40	30	40
	Dicke des frostsich. Oberbaus	30	40	30	40	30	40	30	40
Schotter- oder Kiestragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material									
1	Decke								
	Schotter- oder Kiestragschicht	15	15	15	15	15	15	25	25
	Schicht aus frostunempfindlichem Material	Σ 25	Σ 25	Σ 27	Σ 27	Σ 27	Σ 27	Σ 29	Σ 29
	Dicke der Schicht aus frostunempfindlichem Material ¹⁶⁾	-	15	-	13	-	13	-	11
ToB auf Planum									
2	Decke								
	Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschuttschicht	10	10	12	12	12	12	4	4
		Σ 10	Σ 10	Σ 12	Σ 12	Σ 12	Σ 12	Σ 4	Σ 4
	Dicke der Schotter-, Kiestragschicht oder Frostschuttschicht	20	30	18	28	18	28	26	36

6) Asphalttragdeckschicht oder Asphalttrag- und Asphaltdeckschicht, siehe auch Abschnitt 3.3.3

14) Auch geringere Dicke möglich

16) Aus 12 cm aus frostunempfindlichem Material, geringere Restdicke ist mit dem darüber liegenden Material auszugleichen

17) Bei einer 12 cm dicken Betondecke ist keine Verdübelung bzw. Verankerung möglich

20) Kann keine Belastung durch Fahrzeuge (Wartung und Unterhaltung) erfolgen, so ist auch $E_{v2} \geq 80$ MPa möglich

Die dargestellten Bauweisen und Schichtdicken erlauben das Befahren von Unterhaltungsfahrzeugen. Das Befahren durch weitere Kraftfahrzeuge ist in den Standardbauweisen nicht berücksichtigt. Hierfür sind die Schichtdicken gegebenenfalls zu erhöhen oder die Bauweise zu ändern. Dies trifft insbesondere auch im Bereich von Überfahrten für Kraftfahrzeuge zu. Folgen mehrere Überfahrten aufeinander, so ist zu prüfen, ob auch die Zwischenräume entsprechend befestigt werden. Der Einsatz von Plattenbelägen wird in diesen Fällen u.a. aufgrund häufiger Neigungswechsel nicht empfohlen.⁴

2.3 Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzzielen (E Klima 2022) ⁵

In Bezug auf die Oberflächengestaltung von Radwegen gibt die E Klima keine spezifischen Empfehlungen vor. Wichtig ist es, dass die Radweggestaltung den Klimaschutzzielen entspricht. Dies kann z. B. durch die Wahl der zu verwendenden Materialien erreicht werden. Einerseits sollten Beläge gewählt werden, welche eine hohe Lebensdauer besitzen und somit seltener ausgetauscht werden müssen. Andererseits sollten auch Beläge gewählt werden, welche eine geringe Wärmeabsorption aufweisen, um die Aufheizung der Umgebung zu minimieren.

Die Beläge sollten in jedem Fall auch so gewählt werden, dass sie von Radfahrenden auch akzeptiert und angenommen werden. Neben einer konsequenten Kontrolle ist auch die Unterhaltung (inkl. Reinigung und Winterdienst) der Wegbefestigungen unumgänglich und auch bereits bei der Belagswahl zu beachten. Dies unterstützt eine ganzjährige Befahrbarkeit und kann den Radverkehrsanteil am Gesamtverkehrsaufkommen erhöhen. Dadurch können der Anteil des motorisierten Individualverkehrs und damit einhergehende THG-Emissionen reduziert werden.

3 Anwendungspraxis im Land Brandenburg

Um einen Überblick über die aktuelle Anwendungspraxis bzgl. der Oberflächengestaltung von Radwegen im Land Brandenburg zu erhalten, wurden stellvertretend für das gesamte Bundesland drei Mitgliedskommunen der AGFK Brandenburg betrachtet.

Ausgewählt wurden hierbei die Stadt Treuenbrietzen (ca. 7.500 EW ⁶⁾, die Stadt Ludwigsfelde (ca. 29.400 EW ⁶⁾ sowie der Landkreis Dahme-Spreewald (ca. 180.000 EW ⁶⁾. Diese Mitgliedskommunen wurden mittels Fragebögen und persönlichen Gesprächen zur Anwendungspraxis befragt (Anlage 12).

Resultierend aus dieser Befragung ist erkennbar, dass selbstständig geführte Radwege sowie gemeinsame Geh- und Radwege vorwiegend mit Asphalt-, Beton- und Betonpflasterdecken befestigt werden. Waldwege, Wirtschaftswege etc., auf welchen ebenso der Radverkehr geführt wird, werden in der Regel mit wassergebundenen Deckschichten ausgebildet.

Es wird davon ausgegangen, dass diese Praxis im gesamten Land Brandenburg angewendet wird, sodass Radverkehrsanlagen in der Regel in Asphalt-, Beton- oder Betonpflasterbauweise hergestellt werden. Diese Einschätzung kann auch aufgrund von Erfahrungswerten bestätigt werden, welche sich durch Befahrungen, Planungen etc. im Land Brandenburg ergeben.

Die Mitgliedskommunen der AGFK stehen immer wieder vor den Herausforderungen, welche der Bau von Radverkehrsanlagen mit sich bringt. Diese liegen vorwiegend im Bereich Umwelt- aber auch Denkmalschutz. Oft werden durch den Gesetzgeber hohe Auflagen verlangt, welche die Planung von Radverkehrsanlagen verzögern oder auch den Abbruch von Radverkehrsprojekten nach sich ziehen.

Vor allem werden von den Naturschutzbehörden unversiegelte Befestigungen gefordert, um die Flächenversiegelung zu reduzieren und damit auch den Grundwasserhaushalt nicht zu beeinträchtigen. Andererseits sollten Radverkehrsanlagen auch einen gewissen Komfort bieten, damit sie auch von der Bevölkerung angenommen werden. Weiterhin stellen auch Bestandsbäume eine Herausforderung dar. Radwege sollten demnach mit einem Abstand von mindestens 4 m bzw. außerhalb des Kronenbereiches von Bäumen hergestellt werden. Dies steht auch der Forderung nach weniger Flächenverbrauch entgegen.

Die Naturschutzbehörden halten sich mit ihren Forderungen an gesetzliche Grundlagen und können von diesen nur in geringem Umfang abweichen. Daher erscheint es notwendig, dass diese gesetzlichen Grundlagen angepasst werden sollten, um den Bau von Radverkehrsanlagen im Sinne einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Mobilität zu beschleunigen und zu vereinfachen.

Die Abstimmung mit den Denkmalschutzbehörden stellt sich hingegen, laut den Mitgliedskommunen, etwas einfacher dar. Wobei auch hier teilweise hohe Hürden bestehen. Ein Beispiel aus Ludwigsfelde zeigt, wie konsequent die Denkmalschutzbehörde agiert. Hier soll eine bestehende Straße zu einer Fahrradstraße umgebaut werden. Die Straße befindet sich in einem unter Denkmalschutz stehendem Quartier. Daher ist es aus Sicht der Denkmalschutzbehörde nicht möglich, dass vorhandene Katzenkopfpflaster auszutauschen, oder so zu bearbeiten, dass eine komfortablere Oberfläche für Radfahrende entsteht (z.B. durch Abschleifen). Das Projekt scheint damit zu scheitern. Es bedarf also auch der teilweisen Anpassung denkmalschutzrechtlicher Gesetzesgrundlagen, damit der Radverkehr ausgebaut werden kann.

4 Aktuelle Trends

Mit der Zunahme eines höheren Umweltbewusstseins werden immer wieder neue Möglichkeiten zur Reduzierung von Umweltbelastungen entwickelt. Auch der Straßen- und Wegebau profitiert von diesem erstarkenden Bewusstsein, sodass neue Materialien und Verfahren erforscht werden. Eine Auswahl dieser Materialien und Verfahren wird im Folgenden erläutert.

4.1 Biobitumen

Asphalt besteht in der Regel aus den Komponenten Gesteinskörnung und Bitumen als Bindemittel. Bitumen wird aus Erdöl hergestellt, was einen hohen CO₂-Ausstoß nach sich zieht. Um diesen CO₂-Ausstoß zu reduzieren, wurde das sogenannte Biobitumen entwickelt.

Biobitumen wird aus biologischen Stoffen synthetisch hergestellt und ist somit nicht auf Erdöl basierend. Die Produktion von Biobitumen erfolgt durch die Vermischung von Asphaltenen (in der Natur vorkommender Kohlenwasserstoffharz) und Maltenen (gepresste Cashewschalen). Der Asphaltproduktionsprozess ist an allen vorhandenen Asphaltproduktionsanlagen möglich, wobei die Komponenten kalt beigemischt werden und an den Anlagen nur geringfügige technische Ergänzungen vorgenommen werden müssen. Durch die starke Reduzierung der Produktionswärme entsteht ein temperaturabgesenkter Asphalt. Weiterhin können die eingesetzten Maltene Kohlenstoffdioxid speichern, wodurch ein CO₂-reduzierter Asphalt entsteht. In ersten Testphasen konnte sich das Biobitumen bereits bewähren.^{7 8}

4.2 Grüner Asphalt

Grüner Asphalt ist ein in der Schweiz entwickelter Baustoff, welcher Kohlenstoffdioxid in Form von Pflanzenkohle speichert. Mit diesem Asphalt können laut Entwickler bis zu 30 % mehr CO₂ eingespart werden, als bei der Produktion verursacht werden.

Die Grundidee des grünen Asphaltes ist es, klimaschädliches Kohlendioxid im Asphalt zu binden und über Jahre zu speichern. Hierfür wird Grünschnitt, welcher beispielsweise entlang von Straßen und Bahntrassen anfällt, unter Sauerstoffabschluss erhitzt. Die daraus entstehende Pflanzenkohle beinhaltet das gesamte CO₂, welches die Pflanzen in ihrem Wachstumsprozess aus der Umwelt aufgenommen haben. Die entstandene Pflanzenkohle wird dem Asphalt beigemischt und sorgt so für eine Speicherung des Kohlendioxids. Der Asphalt kann wie herkömmlicher Asphalt eingebaut werden. Er ist geringfügig teurer, weist aber alle technischen Eigenschaften eines Standardasphaltes auf.⁹

Bewertung für das Land Brandenburg (Biobitumen & Grüner Asphalt)

Das Biobitumen und der „grüne Asphalt“ stellen Komponenten im Zuge eines etablierten Asphaltwegeaufbaus dar. Es ist wünschenswert, dass sich diese Materialien mehr und mehr durchsetzen, da sie entsprechend der Einschätzungen, welche sich aus den vorhandenen Erfahrungen ergeben, die gleichen Eigenschaften aufweisen, wie die herkömmlich eingesetzten Materialien. Sollte dies geschehen, können auch Städte und Kommunen im Land Brandenburg davon profitieren und damit ihren Wegebau klimafreundlicher gestalten. Ob das Material eingesetzt wird, ist abhängig von den Baulastträgern. Um die Durchsetzung dieser Materialien zu unterstützen, wird empfohlen Pilotprojekte mit Hilfe der Hersteller im Land Brandenburg zu starten.

4.3 PlasticRoad® (NL)

Statt dem herkömmlichen gebundenen Oberbau aus Asphalt oder Beton werden hier Module aus recyceltem Kunststoff zur Herstellung von Fahrbahnen vorgesehen (Abbildung 1). Die Bauteile weisen einen Hohlraum auf, in dem Platz für Ver- und Entsorgungsleitungen, aber auch für abfließendes Regenwasser zur Verfügung steht. Gerade in Gebieten mit hohem Grundwasserstand und in Kombination mit häufiger auftretenden Starkregenereignissen, kann mit dieser Modulbauweise ein Retentionsraum erzeugt und die Verkehrsanlage nachhaltig vor Beschädigungen geschützt werden.

Die Modulbauweise hat aber auch Nachteile. Bei Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten müssen ganze Module ausgebaut werden, wobei auch alle enthaltenen Ver- und Entsorgungsleitungen bauzeitlich unterbrochen werden müssen. Weiterhin kann durch die Benutzung der Oberfläche Mikroplastik abgelöst werden und in die Umwelt gelangen. Dieses Problem soll wiederum durch eine aufzubringende Beschichtung beseitigt werden. Inwiefern dies wirksam ist, wird derzeit noch durch den Hersteller überprüft.¹⁰

Weitere Informationen auch zum Wegeaufbau können dem Datenblatt in der Anlage 5 entnommen werden.

Bewertung für das Land Brandenburg

Die Module stellen eine interessante Lösungsmöglichkeit für das schnelle Bauen eines Radweges dar. Besonders in Bereichen mit hohem Grundwasserstand kann die „PlasticRoad“ vorteilhaft sein. Zu empfehlen ist diese Bauweise auch innerstädtisch, da sie ein Retentionsvolumen vorhält, welches bei Starkregenereignissen Niederschlagswasser unterhalb der Fahrbahn zurückhalten kann. Es wird davon ausgegangen, dass der Hersteller sich um die Lösung der genannten Probleme bemüht, sodass diese Bauweise perspektivisch auch im Land Brandenburg angewendet werden kann. Auch hier ist die Durchführung eines Pilotprojektes sicherlich vorteilhaft.



Abbildung 1: PlasticRoad
Quelle: PlasticRoad, 2024 ¹¹



Abbildung 2: Solarplatten
Quelle: TIMMERS, 2023 ¹²

4.4 Solarplatten

Solarplatten dienen in erster Linie der Erzeugung sauberer und erneuerbarer Energie. Hierfür werden auf vorhandene Oberflächenbefestigungen sehr feine, aber dennoch widerstandsfähige Photovoltaikplatten aufgeklebt (Abbildung 2). Zur Gewährleistung einer guten Bodenhaftung, besitzen die Platten eine strukturierte Oberfläche. Durch die Anwendung der Solarplatten können vorhandene Fahrbahnen wie Rad- und Gehwege zur Energiegewinnung genutzt werden. Die Nutzung von landwirtschaftlichen Flächen und ökologisch wertvollen Naturlandschaften zur Energieerzeugung kann damit reduziert werden. ¹³

Bewertung für das Land Brandenburg

Die genannten Solarplatten werden auf eine vorhandene, befestigte Oberfläche aufgebracht. Eine Anpassung des Wegeoberbaus ist nicht notwendig. Die Platten können hier als zusätzliche Maßnahme angesehen werden, um einen Radweg klimafreundlicher zu gestalten. Auch das Land Brandenburg sowie die Städte und Gemeinden des Landes können davon profitieren, in dem grüner Strom erzeugt wird, welcher im besten Falle direkt vor Ort genutzt wird (z.B. Radwegbeleuchtung). Auch hier sollte die Anwendungsfreundlichkeit durch ein Pilotprojekt erprobt werden.

4.5 Steinteppich Elastopave®

Elastopave ist ein Produkt von BASF, das geeignete Mineralmischungen mit einem Bindemittel aus Polyurethan so verklebt, dass eine stabile, wasser- und luftdurchlässige Deckschicht entsteht. Vorteile sind, dass Regenwasser problemlos versickert und damit der Grundwasserhaushalt nicht beeinträchtigt wird. Die Splittmischung ist weiterhin flexibel anpassbar, langlebig und pflegeleicht. Durch den Einsatz von verschiedenen Mineral- & Gesteinsarten sind eine Vielzahl von Gestaltungen möglich. Es wird auf herkömmlichen ungebundenen Tragschichten aufgetragen.^{14 15}



Abbildung 3: Oberfläche aus Elastopave
Quelle: BASF, 2024¹⁶

Weitere Informationen auch zum Wegeaufbau können dem Datenblatt in der Anlage 6 entnommen werden.

4.6 KlimaPhalt®

KlimaPhalt ist ein offenporiger Straßenbelag durch dessen Poren Regenwasser hindurchsickern kann. Hierdurch kann das anfallende Niederschlagswasser an Ort und Stelle in den Untergrund versickern, ohne den Grundwasserhaushalt zu stören.

Außerdem wird das Regenwasser teilweise im Aufbau des Wegebelags gespeichert und kann bei steigenden Temperaturen verdunsten. Dieser Prozess der **Verdunstungskälte** führt zu einer natürlichen Abkühlung der Umgebungstemperatur und wirkt somit als passives Kühlsystem, das den urbanen Wärmeinseleffekt weiter mildert.

KlimaPhalt reflektiert weiterhin durch seine helle Oberfläche einen großen Teil der Sonneneinstrahlung, was zu einer **geringeren Erwärmung** der Straßenoberfläche führt. Der offenporige Straßenbelag absorbiert zudem Schallwellen und reduziert so die **Lärmbelastung** für Anwohnernde erheblich.

Mikroplastik (z.B. Reifenabrieb) wird aus dem abfließenden Regenwasser gefiltert. Die offenporige Struktur hält gröbere Partikel zurück, bevor das Wasser weiter unten auf eine Vliessschicht trifft, die das Wasser noch viel gründlicher reinigen kann, bevor es in den Untergrund gelangt.

Darüber hinaus ist KlimaPhalt gemäß den Aussagen des Herstellers **frostsicher**. Selbst bei extremen Wetterbedingungen bleibt der Belag stabil und sicher, was die Wartungskosten und die Notwendigkeit von Reparaturen reduziert.

Um all diese Eigenschaften dauerhaft zu gewährleisten, wird empfohlen, die Verkehrsflächen in einem halbjährlichen bis jährlichen Turnus einer Nass- und Trockenreinigung mittels Kehrsaugmaschine zu unterziehen.^{17 18}

Weitere Informationen auch zum Wegeaufbau können dem Datenblatt in der Anlage 7 entnommen werden.

Bewertung für das Land Brandenburg (Elastopave & KlimaPhalt)

Die entwickelten Bauweisen Elastopave und KlimaPhalt stellen eine sehr gute Perspektive im Hinblick auf die Erhaltung des Grundwasserhaushaltes beim Radwegebau dar. Damit kann eine nahezu unversiegelte Fläche entstehen, welche durch die Umweltschutzbehörden beim Einsatz von herkömmlichen versiegelnden Oberflächen (z.B. Asphalt, Beton) oft kritisiert wird. Durch den Einsatz von hellen Deckschichten kann hier ebenso die Aufheizung des Belages sowie der Umgebung verringert werden. Ein Überqueren der Verkehrsfläche auch für Kleinstlebewesen kann damit erleichtert werden.

Weiterhin kann durch den Einsatz von Maschinen der Einbau in beiden Fällen unkompliziert und schnell vonstattengehen.

Auch für diese Bauweise sollte im Land Brandenburg ein Pilotprojekt gestartet werden. Nur durch den vorlaufenden Einsatz neuer Materialien und Bauweisen können neue Erkenntnisse gezogen werden und die anfangs eventuell höher liegenden Baukosten nachhaltig reduziert werden.

5 Umweltschutz

5.1 Notwendigkeit

Um den Anteil des Radverkehrs am Gesamtverkehrsaufkommen zu erhöhen und damit den Ausstoß klimaschädlicher Emissionen zu reduzieren, verfolgt das Land Brandenburg das Ziel neue Radverkehrsanlagen zu bauen. Radverkehrsplanung ist in erster Linie Angebotsplanung. Nur mit einem flächendeckenden, gut durchdachten und sicheren Radverkehrsnetz können mehr Menschen für das Radfahren motiviert werden.

5.2 Auswirkungen des Radwegebaus

Der Bau neuer Verkehrsinfrastruktur führt oft auch zu Nachteilen für den Naturhaushalt. Lebensräume von Tieren werden zerschnitten, Flächen werden versiegelt und heizen sich auf, Grundwasserhaushalte können beeinträchtigt werden. Auch beim Bau von Radwegen wird teilweise in sensible Bereiche eingegriffen. Um diese Eingriffe so gering wie möglich zu halten oder gar zu vermeiden ist eine intensive Planung und Abstimmung mit den Naturschutzbehörden unumgänglich.

Aus diesen Abstimmungen ergeben sich meist eine Vielzahl von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, welche durchgeführt werden müssen, um einen Radweg möglichst umweltschonend zu errichten. In erster Linie sollte es jedoch darum gehen, dass keine Notwendigkeit für Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen besteht, indem Eingriffe in den Naturhaushalt vermieden werden. Dies kann durch folgende Maßnahmen erzielt werden:

Möglichkeiten zur Verhinderung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen:

- Abweichen von Baustandards (z.B. tlw. Verringerung der Fahrbahnbreite)
- Ändern der Streckenführung (z.B. Führung von Radverbindungen entlang bestehender Forst- und Wirtschaftswege)
- Angleich von Streckenführungen an vorh. Gegebenheiten (z.B. Führung von Wegen um Bäume herum, dadurch aber höhere Anzahl von aufeinanderfolgenden Bögen)

Der Umfang der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen ist auch abhängig von der Wahl der Oberflächenbefestigung. Dies sorgt immer wieder für Konflikte zwischen den Beteiligten. Einerseits möchten die Straßenbaulastträger eine kostengünstige, dem Stand der Technik entsprechende und nachhaltige Lösung schaffen, andererseits möchten Umweltbehörden den Eingriff in die Naturhaushalte so gering wie möglich halten. Alle Beteiligten halten sich dabei an die für sie wichtigen gesetzlichen Grundlagen (z.B. Bundesnaturschutzgesetz [BNatSchG], ERA, Straßenverkehrsordnung [StVO] etc.). Hier bedarf es auch einer Anpassung der gesetzlichen Grundlagen, um Radwegbaumaßnahmen schneller umsetzen zu können.

Um eine geeignete Oberflächenbefestigung für einen Radweg zu ermitteln, muss darüber nachgedacht werden, welche Auswirkungen der Bau des Radweges hat. Hierbei können folgende Auswirkungen des Radwegebaus zum Tragen kommen:

Auswirkungen des Radwegebaus:

- Zerschneidung von Lebensräumen
- Versiegelung von Flächen & Aufheizung der Umgebung
- Störung des Grundwasserhaushaltes
- Zerstörung von Einzelbäumen, Baumreihen, Waldabschnitten durch Eingriffe in Wurzelwerk
- Ausstoß von Treibhausgasen und Notwendigkeit natürlicher Ressourcen beim Bau

5.3 Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung von Auswirkungen auf die Umwelt

Die genannten Auswirkungen gilt es zu reduzieren und zu vermeiden. Folgende Möglichkeiten bieten sich hierfür perspektivisch an:

Zerschneidung von Lebensräumen

Die Zerschneidung von Lebensräumen kann durch die Wahl der Oberflächenbefestigung nur schwer beeinflusst werden. Linienbauwerke sorgen in jedem Fall unabhängig von der Wahl der Befestigung für eine Barriere. Das Queren der Wege wird gerade für Kleinstlebewesen schwierig. Hierfür müssen bei Bedarf andere Quermöglichkeiten geschaffen werden. Beispielsweise können hier geeignete **Durchlässe** für Tiere (Abbildung 4) genannt werden. In besonderen Fällen kann darüber nachgedacht werden, den Radweg auf **Brücken und Stegen** (Abbildung 5) über einen sensiblen Bereich zu führen, was jedoch mit erhöhtem finanziellem Aufwand verbunden ist.



Abbildung 4: Durchlass (Leipzig)
Quelle: SIEVERT, 2024 ¹⁹



Abbildung 5: Auf Steg geführter Radweg (Gifting LK Kronach)
Quelle: Landratsamt Kronach, 2020 ²⁰

Auswirkung: Zerschneidung von Lebensräumen

Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung dieser Auswirkung:

- Herstellung von Durchlässen
- Führung des Weges auf Brücken und Stegen über sensible Bereiche

Versiegelung von Flächen, Aufheizung der Umgebung & Störung des Grundwasserhaushaltes

Die Versiegelung von Flächen und die damit mitunter einhergehende Aufheizung der Umgebung sowie die Störung des Grundwasserhaushaltes können durch verschiedene Maßnahmen reduziert bzw. vermieden werden.

Der Einsatz von **wasserdurchlässigen Belägen** (siehe Pkt. 4.5 & 4.6) sorgt dafür, dass anfallendes Niederschlagswasser direkt ins Grundwasser versickern kann. Dabei wird jedoch auch ein Teil des Wassers gespeichert und kann durch Verdunstung zur Abkühlung von Stadträumen beitragen. Hier können auch Dränasphalte und Dränbetone als Deckschichten zur Anwendung kommen.

Weiterhin kann durch die Anwendung von **farbigem / aufgehelltem Asphalt** (Abbildung 6) die Aufheizung der Oberflächen und damit auch die Aufheizung der Umgebung deutlich reduziert werden.

Eine weitere Möglichkeit stellt der **Einsatz von UNNI-2N-Pflaster** dar. Diese Pflasterbauweise zeichnet sich durch entsprechende Öffnungen in den einzelnen Steinen aus, welche wasserdurchlässig sind. Aufgrund des erhöhten Rollwiderstandes sollten jedoch auch Spuren ohne Öffnungen hergestellt werden (Abbildung 7).



Abbildung 6: Farbiges/Aufgehellter Asphalt

Quelle: GIEBELER, 2021 ²¹



Abbildung 7: UNNI-2N-Pflaster

Quelle: Kronimus, 2024 ²²

Der Einsatz von **wassergebundenen Deckschichten** bietet hingegen der allgemeinen Annahme keine positiven Effekte für den Grundwasserhaushalt gegenüber einer Asphalt- oder Betonbefestigung. ²³ Durch die Überrollungen verdichtet sich die Oberfläche nach und nach und wird dadurch wasserundurchlässig (Abbildung 8). Durch die ständige Benutzung können sich weiterhin Senken im Belag bilden, welche bei Niederschlag zu Pfützen werden. Das Wasser kann nicht abfließen und steht mitunter tagelang. Häufig weichen Radfahrende dann auf anliegende (Grün-) Flächen aus, wodurch auch diese durch eine regelmäßige Benutzung verdichtet werden und deren Versickerungsfähigkeit mit der Zeit nachlässt (Abbildung 9). Wassergebundene Deckschichten sind

daher nur bei geringer Frequentierung oder bei regelmäßiger Erneuerung und Unterhaltung zu empfehlen.



Abbildung 8: Wassergebundene Deckschicht (Leipzig)
Quelle: Eigene Abbildung



Abbildung 9: Wassergebundene Deckschicht (Leipzig)
Quelle: Eigene Abbildung

Auswirkung: Versiegelung von Flächen, Aufheizung der Umgebung & Störung des Grundwasserhaushaltes

Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung dieser Auswirkung:

- Einsatz von wasserdurchlässigem Asphalt
- Anwendung von farbigem / aufgehelltem Asphalt
- Einsatz von wasserdurchlässigen Pflasterbelägen
- Einsatz von wassergebundener Deckschicht ist nur bedingt zu empfehlen

Zerstörung von Einzelbäumen, Baumreihen, Waldabschnitten durch Eingriffe in das Wurzelwerk

Um der Zerstörung von Einzelbäumen, Baumreihen und Waldabschnitten durch Eingriffe in das Wurzelwerk entgegenzuwirken, können die nachfolgenden Perspektiven dienlich sein.

Durch die FGSV ist vorgesehen, eine neue **Bauweise zur Erhaltung von Bäumen** beim Radwegbau als Regelbauweise zu etablieren. Diese Bauweise hat zum Ziel, den Bodenabtrag der konventionellen Bauweise zu vermeiden und damit die Wurzeln der Bäume zu schonen. Weitere Informationen dazu sind unter Punkt 6.7 zu finden.

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen könnte die **Kombination verschiedener Oberflächenbefestigungen** darstellen. So können zum Beispiel die Wege großflächig mit einem komfortablen Belag wie z.B. Asphalt hergestellt werden. Um jedoch Bestandsbäume zu schützen, können in deren unmittelbaren Bereichen (leichte) Betonplatten verlegt werden, welche sich an die Wurzeln der Bäume anpassen können, ohne den Asphalt zu beschädigen. Hier ist jedoch weiterhin



Abbildung 10: Verschiedene Oberflächen (Elberadweg Dresden)

Quelle: tobiaso | Mapillary, 2019 ²⁴

Unterhaltungsaufwand notwendig, um die Betonplatten nach entsprechender Zeit wieder neu auszurichten. Zur Anwendung können hier mit Löchern versehene Betonplatten kommen, was dem Grundwasserhaushalt und der Bewässerung der Bäume zugutekommt.

Alternativ können auch sogenannte Wurzelbrücken aus Stahlbeton, Metall oder anderen Materialien zum Einsatz kommen. Diese überspannen das Wurzelwerk und beeinträchtigen es damit nicht. Das Wurzelwerk kann sich entsprechend ausbreiten, ohne die vorhandene Fahrbahn hochzudrücken. Weitere Informationen sind unter dem Punkt 6.8 zu finden.

Um die vorhandene Vegetation zu schützen, ist es außerdem möglich, die **Trasse in ihrer Lage- und Höheneinordnung anzupassen**, d.h. die Achse und die Gradienten der Trasse zu modifizieren. Führt man den Weg um vorhandene Bäume herum, können diese unter Umständen erhalten bleiben (siehe auch Abbildung 10). Ebenso kann eine Gradientenanhebung vorgesehen werden, um nicht in bestehendes Wurzelwerk einzugreifen. Eine Gradientensenkung kann hingegen für kleinere Böschungsbreiten sorgen und damit den Eingriff in umliegende Vegetation verringern.

Ebenso ist ein **Abweichen von Regelmäßigkeiten** möglich. Dies sollte jedoch nur in Einzelfällen in Betracht gezogen werden, da ein sicheres Begegnen auf dem Weg möglich sein sollte. Eine Alternative dazu wäre, statt eines breiten Radweges den Radweg um einen zweiten Fahrstreifen zu ergänzen. Auf den jeweiligen Fahrstreifen sollte jedoch dann ein Einbahnverkehr eingerichtet werden, um Begegnungskonflikte auszuschließen. Bei Radwegen in Kombination mit Wirtschaftswegen können **Spurwege** angelegt werden (Abbildung 11). Hierfür werden die Spuren in einer gebundenen oder gepflasterten und ebenen Bauweise hergestellt. Der Streifen zwischen den Spuren bleibt unversiegelt und kann mit Rasengittersteinen für das Überfahren befestigt werden. Ein komfortables Befahren kann hier jedoch nur für einspurige Fahrräder gewährleistet werden.



Abbildung 12: Anlage eines zweiten Fahrstreifens (Nordhorn)

Quelle: Stadt Nordhorn, 2024 ²⁵



Abbildung 11: Spurweg (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung

Auswirkung: Zerstörung von Einzelbäumen, Baumreihen, Waldabschnitten durch Eingriffe in das Wurzelwerk

Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung dieser Auswirkung:

- Anwendung der neuen Bauweise zur Erhaltung von Bäumen
- Kombination aus verschiedenen Oberflächenbefestigungen
- Anpassung der Trasse
- Abweichen von Regelmäßigkeiten

Ausstoß von Treibhausgasen und Notwendigkeit natürlicher Ressourcen beim Bau

Um den Ausstoß von Treibhausgasen sowie die Nutzung natürlicher Ressourcen beim Bau neuer Radverkehrsanlagen zu reduzieren, können neu entwickelte Baustoffe eingesetzt werden. Hierfür bieten sich die unter Punkt 4.1 und unter Punkt 4.2 beschriebenen Materialien „**Biobitumen**“ und „**Grüner Asphalt**“ an. Inwiefern diese Materialien beim Bau zugelassen sind, muss individuell mit dem Baulastträger abgestimmt werden.

Daneben kann auch für die ungebundenen Tragschichten **Recyclingmaterial (RC-Material)** eingesetzt werden. Vor dem Einbau müssen jedoch die Einbaubedingungen geprüft werden. Zu beachten sind hierbei unter anderem die anstehende Bodenart sowie der Abstand zum Grundwasser, aber auch die Eigenschaften des RC-Materials selbst (Zulassung, Materialklasse etc.). Allgemein kann festgehalten werden, dass recycelte Betonmaterialien bei durchlässigen Deckschichten und auf feuchtem Untergrund nicht einzubauen sind, da ausgewaschenes Feinmaterial den Wasserhaushalt beeinträchtigen kann. Des Weiteren sind RC-Materialien in Bereichen in welchen ein Trinkwasserschutzgebiet festgesetzt wurde in der Regel nicht zulässig.

Auswirkung: Ausstoß von Treibhausgasen und Notwendigkeit natürlicher Ressourcen beim Bau

Perspektiven zur Reduzierung/Vermeidung dieser Auswirkung:

- Einsatz von „grünem“ Asphalt
- Einsatz von Biobitumen
- Verwendung von Recyclingmaterial

5.4 Richtlinien und Regelwerke des Landes Brandenburg

Durch das Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft und das Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg wurde im Jahr 2011 der „**Gemeinsame Runderlass zur Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung bei der Errichtung von Radwegen**“ herausgegeben.²⁶

Die Kernaussage dieses Runderlasses ist, dass gegenüber anderen Straßenbauvorhaben die geringere Eingriffsrelevanz von Radwegen in die naturschutzrechtliche Bewertung einfließen soll. Hierbei sind folgende Aspekte bei der Bewertung zu berücksichtigen:

- geringere Ausbauumfang als bei sonstigen Verkehrsbauten
- Fehlen betriebsbedingter Beeinträchtigungen durch Lärm, Schadstoffe und Erschütterungen

- vernachlässigende Beeinträchtigungen des Klimas sowie der Grundwasserneubildungsrate (aufgrund der geringen Ausbaubreite)
- Bau von Radwegen auf vorhandenen Trassen (z.B. landwirtschaftliche Wege)
- Vermeidung von Störungen sensibler Landschaftsbereiche durch naturverträgliche Wegeführungen und Einpassung in das Landschaftsbild

Das Ziel des Runderlasses ist es, die notwendigen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen in erster Linie durch die **Anpflanzung von Alleen und Baumreihen** umzusetzen. Dieses Ziel wird auch durch Forderungen in der *„Alleenkonzeption 2030 des Landes Brandenburg“*²⁷ unterstützt. Demnach sind besonders bei Radwegen die Anpflanzungen von Alleen vereinfacht umzusetzen, da geringere Verkehrssicherheitsauflagen zu realisieren sind. Beispielweise sind geringere Abstände zu Bäumen einzuhalten. Hier muss jedoch das Wurzelwachstum der Bäume beachtet werden, damit keine Schäden an den Radwegbefestigungen auftreten. Weitere Hinweise zum Thema Wurzeln finden sich in Punkt 6. Als weitere Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen werden im *„Handbuch für die Landschaftspflegerische Begleitplanung bei Straßenbauvorhaben im Land Brandenburg“*²⁸, welches sich auf den genannten Runderlass bezieht, **Entsiegelungsmaßnahmen** sowie eventuelle Maßnahmen zur **Aufwertung von Bodenfunktionen** in Betracht gezogen.

5.5 Fazit Umweltschutz

Durch den Bau von Radwegen entstehen Eingriffe in den Naturhaushalt, welche ausgeglichen werden müssen. Der Umfang der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen orientiert sich an den gesetzlichen Vorgaben des Bundes (z.B. BNatSchG) und der Länder (z.B. der unter Pkt. 5.4 erwähnte Runderlass²⁶). Diese Vorgaben werden weiterhin Bestand haben. Um ein schnelleres Vorankommen bei der Herstellung von Radverkehrsinfrastruktur zu gewährleisten, ist eine Anpassung der gesetzlichen Grundlagen notwendig. Hierbei müssen in jedem Falle die positiven Auswirkungen des Radfahrens auf das Klima Berücksichtigung finden. Nichtsdestotrotz bieten auch die bisher bestehenden und aufgezeigten Perspektiven die Möglichkeit einen Radweg mit geringem Eingriff in die Umgebung herzustellen. Dafür bedarf es der Kompromissbereitschaft aller Beteiligten.

6 Wurzelschutz

6.1 Notwendigkeit

Ein entscheidender Punkt, um die Langlebigkeit eines Radweges zu gewährleisten, ist sicherzustellen, dass Bäume und ggf. auch Sträucher und Stauden, durch ihren oft unkontrollierten Wurzelwuchs, die Fahrbahndecke nicht anheben und unterirdische Installationen nicht beschädigen.

Die Folgen sind aufgerissene Fahrbahnen, in die Oberflächenwasser eindringen kann und später zu Frostschäden führen können. Radfahrende leiden unter einem sich reduzierenden Fahrkomfort und Kosten für Instandsetzungen nehmen weiter zu. Aber auch Bäume, deren Wurzeln durch Instandsetzungsmaßnahmen oftmals gekappt werden müssen, leiden unter diesen Konflikten.

Bäume sind entscheidend für die Luftqualität, bieten Schatten, Lebensraum für Tiere und fördern die Biodiversität, daher ist der Verzicht auf sie kaum tragbar. Umso wichtiger ist es, sich vorab Gedanken um einen geeigneten Wurzelschutz, der diese Konflikte löst, zu machen.

Wurzelschutz bedeutet aber auch, während der Baumaßnahme angrenzende Bestandsbäume nicht zu gefährden. Hierzu sollte ein Schutzradius um den Baum definiert werden, in dem keine Bauarbeiten stattfinden dürfen (Richtwert: Kronenradius + 1,50 m). Falls Arbeiten im Wurzelbereich unvermeidbar sind, sollten diese manuell und mit größter Vorsicht durchgeführt werden. Beispielsweise ist der Einsatz von schwerem Baugerät im Wurzelbereich zu vermeiden, um Bodenverdichtungen zu verhindern, die die Wurzelatmung beeinträchtigen könnten. Auch der Einsatz eines Saugbaggers ist ratsam, um Wurzeln nicht zu kappen, wenn es vermeidbar ist. Außerdem sollten freigelegte Wurzeln vor Austrocknung geschützt werden, indem ein Schutzgel aufgetragen wird oder größere Wurzeln mit wassergedrängten Tüchern abgedeckt werden.^{29 30 31}

6.2 Materialien

Langfristiger Wurzelschutz wird heute fast ausschließlich durch Techniken basierend auf **Kunststoffen** aus der Erdölraffinerie ermöglicht. Dieser Wurzelschutz bietet eine lange Lebensdauer mit geringem Materialeinsatz und geringen Kosten, außerdem geht der Einbau meist schnell und einfach vonstatten. Aus umwelttechnischer Sicht ist der Einbau von Wurzelschutz aus Kunststoffen kritisch zu hinterfragen. Jedoch befinden sich auch Systeme auf dem Markt, welche mindestens zum Teil aus recycelten Kunststoffen und beinahe immer zu 100 % recyclebar sind. Beispielsweise werden Materialien wie Polyethylen, Polypropylen oder Geotextil, welches meist auch aus Polypropylen-Faser hergestellt wird, eingesetzt.

Alternativen aus **biobasierten Kunststoffen**, die auf Maisstärke, Zuckerrohr oder Zellulose basieren, gewinnen zunehmend an Bedeutung und werden durch fortschreitende Entwicklung immer konkurrenzfähiger. Beispiele wären PLA-Kunststoff (Polylactid) basierend auf fermentierter Pflanzenstärke oder PHA-Kunststoff (Polyhydroxyalkanoate) basierend auf mikrobieller Fermentation.³²

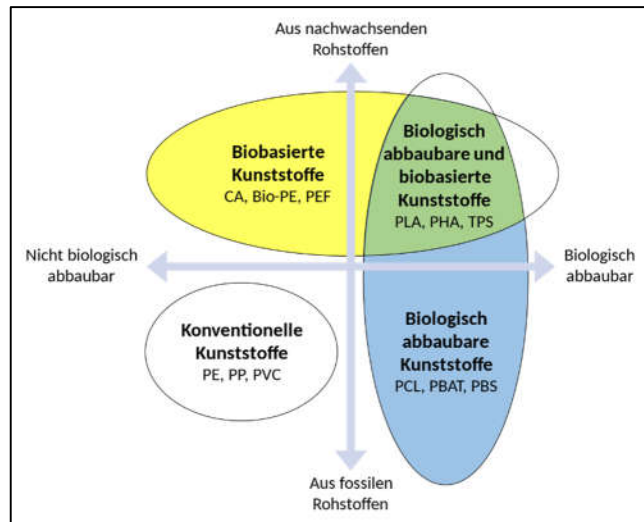


Abbildung 13: Überblick Kunststoffe

Quelle: European Bioplastics, 2021³³

Wurzelbarrieren aus Kunststoff sind entweder als Rollenware oder in Plattenbündeln erhältlich. Sie haben meist eine Stärke von 1–2 mm und bestehen aus den oben genannten Kunststoffen. Sie sind widerstandsfähig und für alle Arten von Wurzeln geeignet.

Ebenso ist der Einsatz von **Beton- oder Metallelementen** als Wurzelschutz möglich. Diese sind im Vergleich jedoch deutlich teurer und weniger flexibel als Kunststoff und Geotextil. Die Lebenserwartung und die Durchwurzelungssicherheit sind außerdem nicht unbedingt höher.

Beim Einsatz von **Geotextilien** sollte darauf geachtet werden, dass diese eine hochwertige Beschichtung haben und aus einem langlebigen Material hergestellt werden. Allerdings können Geotextilien aggressiven Wurzeln (z.B. Bambus, Essigbäume und Pappeln³⁴) wenig entgegenwirken.

Grundsätzlich sollten die Materialien möglichst langlebig, rissfest und strapazierfähig sein, damit der Radweg möglichst lange bequem befahrbar ist und keine vermeidbaren Kosten verursacht. Selbst „flexible“ Fahrbahnbeläge wie Asphalt oder Pflastersteine können den Wurzelwuchs oft nicht kompensieren, da auch diese sich anheben, aufreißen oder verschieben, was dann zur Abnahme der Befahrbarkeit beiträgt.

6.3 Methoden des Wurzelschutzes

Moderne Methoden unterscheiden sich im Wesentlichen zwischen **Wurzelsperren** und **Wurzelführungen**, wobei ersteres meist eine glatte Folie oder ein (beschichtetes) Gewebe darstellt, die nur die Eigenschaft besitzt, dass Wurzeln nicht hindurchwachsen können. Während zweiteres mit Rippen ausgestattet ist, welche dazu dienen die Wurzeln in die Tiefe zu leiten und damit zur Standsicherheit und Trockentoleranz des Baumes beitragen. Das ist sehr sinnvoll, da die meisten Baumwurzeln, wenn sie auf eine Barriere treffen, nur horizontal weiterwachsen. Sobald die Wurzeln auf eine weitere Barriere (Wurzelführung) stoßen, werden die Wurzeln in die Tiefe geleitet. Ansonsten würden sie immer weiter im Kreis wachsen und damit dem Baum keinen Halt und nur

wenige Nährstoffe und Wasser bieten. Daher sollten auch Wurzelsperren im Abstand von mindestens zwei Metern vom Stamm entfernt, eingebaut werden.

Des Weiteren kann zwischen **punktuell** und **linear** eingesetztem Wurzelschutz unterschieden werden. Gemeint ist damit, ob die Barriere um den Baum herum installiert wird (punktuell, Abbildung 14) oder entlang des Weges bzw. der Installation (linear, Abbildung 15).



Abbildung 14: Punktueller Wurzelschutz
Quelle: GEFA Produkte® Fabritz GmbH, 2024 ³⁵



Abbildung 15: Linearer Wurzelschutz
Quelle: Greenleaf GmbH & Co. KG, 2024 ³⁶

Die Wahl der Methode ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Beispielsweise sollten im Bereich von Alleen vorzugsweise lineare Bauteile eingesetzt werden, während im Bereich von Einzelbäumen die punktuelle Variante vorzuziehen ist (Abbildung 16). Hierbei ist besonders bei Flachwurzlern darauf zu achten, dass eine Wurzelführung im Wurzelschutzelement vorhanden ist. Dies kann eine gerippte Oberfläche sein, wobei die Wurzeln der Rippen in vertikaler Richtung folgen und sich außerhalb des Wurzelschutzes ausbreiten können. Dies sorgt für genügend Stabilität des Baumes.

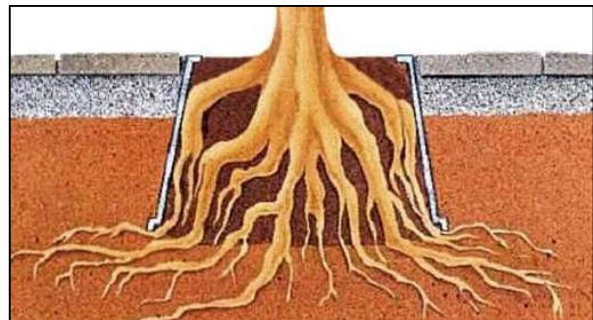


Abbildung 16: Punktueller Wurzelschutz
Quelle: Greenleaf GmbH & Co. KG, 2024 ³⁷

Die lineare Variante kann einerseits in einer bestimmten Tiefe entlang eines Bauwerks als vertikale Sperre eingebaut werden (Abbildung 15), andererseits kann die Sperre auch rund um die zu schützenden Anlagen gelegt werden (Abbildung 17 und Abbildung 18). Mit diesem System kann den Bäumen und deren Wurzelwerk möglichst viel Raum zur Verfügung gestellt werden.

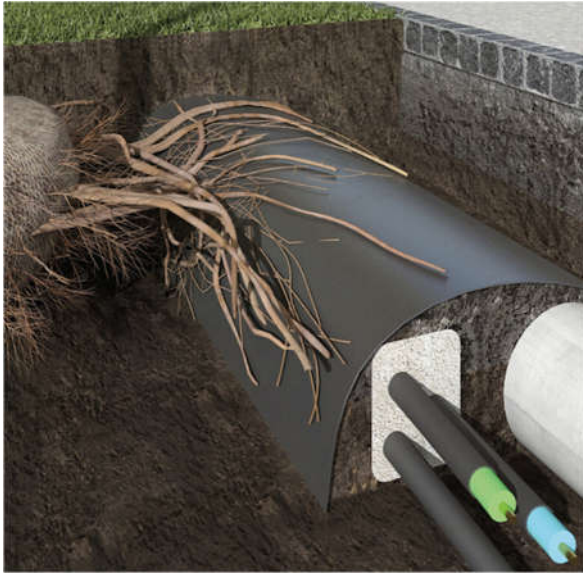


Abbildung 17: Linearer Wurzelschutz

Quelle: GEFA Produkte® Fabritz GmbH, 2024 ³⁸

Abbildung 18: Linearer Wurzelschutz (Trog)

Quelle: DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH, 2024 ³⁹

Bei der in Abbildung 17 dargestellten Variante ist darauf zu achten, dass im Leitungshavariefall in das Wurzelwerk des Baumes eingegriffen werden muss. Dies kann verhindert werden, indem die einzelnen Leitungen in Schutzrohren verlegt werden. Der Austausch der Leitungen ist damit ohne Eingriff ins Erdreich und Wurzelwerk möglich. ^{40 41}

6.4 Unterscheidung zwischen Bestandsbäumen und Neupflanzungen

Häufig sind **Bestandsbäume** naturschutzrechtlich geschützt und können nicht ohne weiteres entfernt werden. Wenn ein Radweg allerdings in der Nähe eines solchen Baumes gebaut werden soll, müssen einige Randbedingungen beachtet werden. Zum einen greift der schon erwähnte Bestandsschutz. Er schreibt vor, bestehende Wurzeln und deren Raum im Boden zu erhalten. Das impliziert u.a. die Schonung der Wurzelbereiche und damit die Vermeidung von Bauarbeiten innerhalb des Wurzelraumes. Für die Installation von Barrieren sind einige Schutzinstallationen nötig, um das bestehende Wurzelwerk nicht zu schädigen. Es ist zudem sicherzustellen, dass nach der Baumaßnahme weiterhin genug Sauerstoff und Wasser zu den Wurzeln geführt wird. Hier können Wurzelbrücken oder belüftete Wurzelräume eingesetzt werden. ^a

^a siehe auch: DIN 18920 Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen

Neupflanzungen sind dagegen einfacher zu handhaben. Zum einen ist die Auswahl der Baumart wichtig. Arten mit aggressiven Wurzelsystemen sind zum Beispiel zu vermeiden. Außerdem sollte vermieden werden, den Baum unmittelbar über oder neben Leitungen und Installationen zu platzieren, nicht zuletzt, um Arbeiten daran zu ermöglichen, ohne den Baum fällen zu müssen. Ist ein geeigneter Standort gefunden, sind um den Baum herum oder am Radweg entlang Wurzelbarrieren nötig, die noch vor dem Einpflanzen eingebaut werden sollten, da diese das zukünftige Wurzelwachstum lenken. Eine optimale Bodenvorbereitung fördert das Wurzelwachstum in die Tiefe bzw. in die gewünschte Richtung.

Empfehlungen im Umgang mit Bestandsbäumen und Neupflanzungen

- Sorgfältige Planung und Abstimmung mit Fachleuten für Baumpflege und Wurzelschutz bereits in der Planungsphase.
- Verwendung von langlebigen Wurzelbarrieren sowohl bei Bestandsbäumen als auch bei Neupflanzungen.
- Auswahl geeigneter Baumarten für Neupflanzungen, die weniger anfällig für Wurzelschäden sind.
- Überwachung der Fahrbahndecke und des Wachstums der Wurzeln, um frühzeitiges Versagen der Wurzelbarriere zu erkennen.

6.5 Nachträglicher Einbau

Der Einbau von Wurzelschutzelementen kann auch nachträglich bei bereits vorhandenen Radverkehrsanlagen erfolgen. In der Regel erfolgt dies maschinell. Ein großes Fräsrad hebt einen Graben aus, verlegt die Folie, verfüllt und verdichtet den Graben und reinigt den angrenzenden Weg in einem Arbeitsgang. Auf dem Markt gibt es auch Geräte mit kompakter Graben-Fräse und leichtem Gewicht, sodass der Einsatz auch auf schmalen, kurvenreichen Wegen möglich ist. Dadurch, dass die Fräse auch vorhandene Wurzeln durchtrennen kann, ist der Einbau des Wurzelschutzes auch neben vorhandenen Radwegen möglich. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine Wurzeln gekappt werden, die für den Erhalt des Baumes unerlässlich sind. ⁴²

6.6 Wahl des Wurzelschutzes

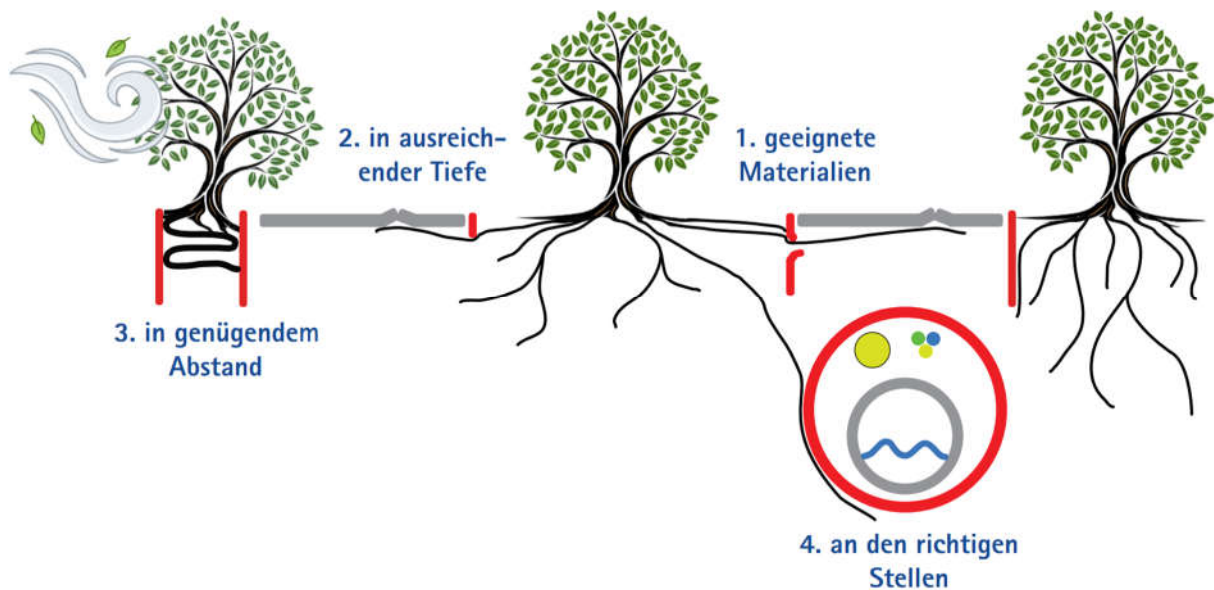


Abbildung 19: Wurzelschutz

Quelle: Eigene Abbildung

Die Wahl des geeigneten Wurzelschutzes ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Diese sind in Abbildung 19 dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben.

Faktor 1 – Material

Das Material sollte in erster Linie widerstandsfähig sein. Wurzelsperren aus Kunststoff erfüllen diese Anforderung am besten. Weiterhin sind auch Systeme aus Beton- oder Metallelementen sowie Geotextilien denkbar. Hier sollten jedoch immer die Kosten und der Nutzen in Betracht gezogen werden.

Faktor 2 – Einbautiefe

Die Einbautiefe der Barriere richtet sich vor allem nach der Art der Pflanzen, vor denen sie schützen soll. Verfügbare Produkte bieten Einbautiefen zwischen 0,30 m und 2,00 m.

Faktor 3 – Abstand

Um dem Baum möglichst viel Standsicherheit, Trockentoleranz und Nährstoffaufnahme zu ermöglichen, sollte ihm möglichst viel Raum gegeben werden. Bei **Wurzelsperren (glatte Oberfläche)** ist dieser Abstand auf mindestens 2,00 m Radius vom Stamm entfernt, festgesetzt. **Wurzelführungen (gerippte Oberfläche)** hingegen dürfen in näherem Abstand eingesetzt werden, da sie gezielt den Wurzelwuchs in die Tiefe leiten.

Gerade bei Flachwurzlern ist dies besonders wichtig, da sie Haupt- und Nebenwurzeln horizontal ausbilden. Sobald diese auf eine Barriere treffen, wachsen sie so lange horizontal an ihr entlang, bis sie einen Weg an ihr vorbei finden, oder von einer weiteren Barriere gezwungen werden in die Tiefe zu wachsen.

Dass Wurzeln zurück in Richtung des Baumes, oder an die Oberfläche wachsen, ist eher ungewöhnlich. Wurzeln die an der Oberfläche zu sehen sind, wurden entweder freigespült, oder sind durch das sogenannte sekundäre Dickenwachstum zum Vorschein gekommen. Diese Dickenzunahme der Wurzeln ist für viele Schäden an befestigten Oberflächen verantwortlich.

Faktor 4 – Ort

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Ökologie sollten Wurzelbarrieren nur dort eingebaut werden, wo sie auch von sinnvollem Nutzen sind, da sie bspw. wasserführende Schichten unterbrechen und in der Erde lebende Tiere beeinträchtigen könnten. Ersteres bewirkt u.U. eine erhöhte Gefahr vor Frosts Schäden und eine Verschlechterung des Wasserablaufs.

6.7 Neue Bauweise zur „Erhaltung von Bäumen beim Radwegebau“ ⁴³

Seitens der FGSV ist geplant eine neue Bauweise zur „Erhaltung von Bäumen beim Radwegebau“ zu etablieren. Ziel dieser Bauweise ist es, den meist bis zu einem halben Meter tiefen Bodenabtrag der herkömmlichen Bauweise zu minimieren bzw. zu vermeiden. Mit dieser Bauweise soll, während dem Bau, nicht mehr in die wurzelführenden Schichten eingedrungen werden. Die Wurzeln können sich somit weiterhin unterhalb des Radweges ausbreiten, ohne dabei in den Oberbau einzudringen und damit Schäden hervorzurufen.

Folgende Schritte sind zur Herstellung dieser Bauweise notwendig:

- Abtrag Oberboden mit Bewuchs (kein weiterer Bodenabtrag)
- Aufbringen eines Wurzellockstoffes zur Lenkung der Wurzeln
- Einbau eines Grobschotters als Unterbau | Dicke des Grobschotters abhängig von zu erreichender Tragfähigkeit (min. 45 MPa)
- Einbau der ungebundenen und gebundenen Oberbauschichten gemäß RStO

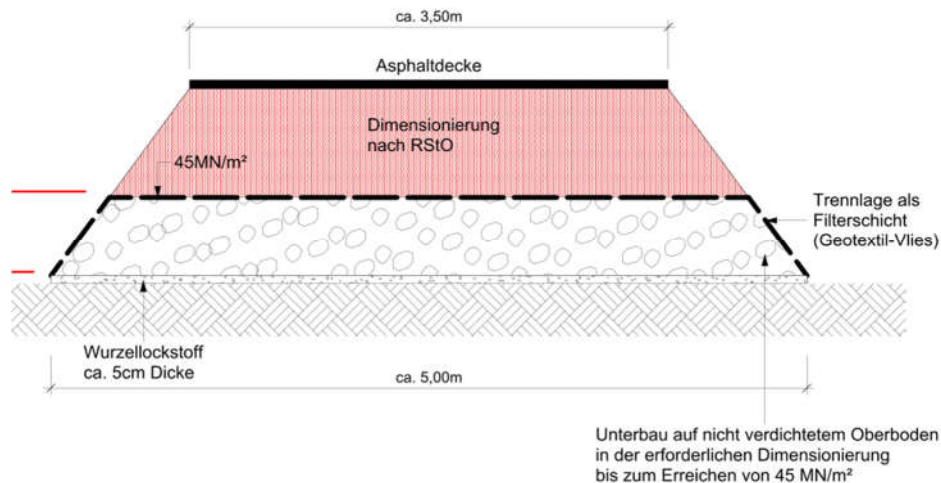


Abbildung 20: Konstruktiver Aufbau der neuen Bauweise

Quelle: DR. HEIDGER, S. 12, 2016 ⁴³

Abbildung 21: Abtrag Oberboden und Bewuchs

Quelle: DR. HEIDGER, S. 15, 2016 ⁴³

Abbildung 22: Vorbereitete Fläche mit Wurzellockstoff

Quelle: DR. HEIDGER, S.18, 2016 ⁴³

Abbildung 23: Einbau Grobschotter als Unterbau

Quelle: DR. HEIDGER, S.20, 2016 ⁴³

Abbildung 24: Einbau Oberbau nach RStO

Quelle: DR. HEIDGER, S.26, 2016 ⁴³

Laut Angabe des Landesbetriebes Straßenwesen Brandenburg wird derzeit ein Pilotprojekt im Land Brandenburg dazu vorbereitet und durchgeführt. Ergebnisse liegen dazu noch nicht vor. Seitens der FGSV sollte sich zu diesem Thema ein Arbeitskreis (AK 2.9.7 „Erhaltung von Bäumen beim Radwegbau“) konstituieren. Auch dies ist bisher nicht erfolgt.

6.8 Wurzelbrücken

Neben den genannten Möglichkeiten zum Schutz von Bäumen, gibt es weiterhin noch sogenannte Wurzelbrücken. Wie der Name bereits vermuten lässt, werden die Wurzeln mit diesen Konstruktionen überbrückt und somit vor einer Schädigung bewahrt. Hierfür gibt es verschiedene Systeme, wovon drei im Folgenden exemplarisch kurz erläutert werden.

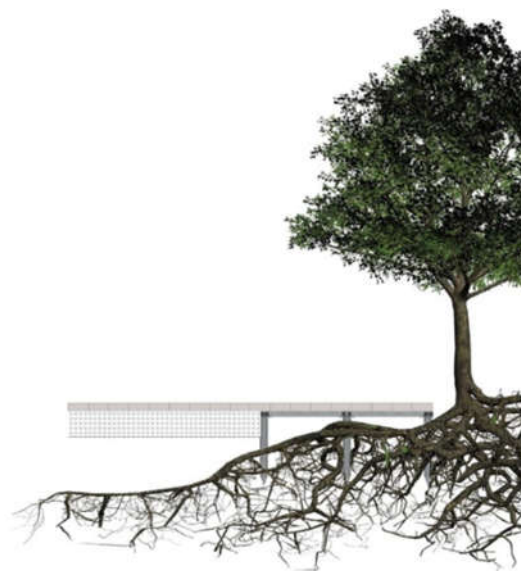
Wurzelbrücken aus Stahlbeton

Um Wurzelbrücken aus Stahlbeton herstellen zu können bedarf es der Herstellung von Fundamenten neben den Wurzeln. Auf diese Fundamente werden Bauteile aufgelegt, welche die Wurzeln überspannen. Aufgrund der geringen Stellfläche der Fundamente wird eine vollständige Verdichtung des Bodens und damit eine Beeinträchtigung des Wurzelwerkes verhindert. Diese Wurzelbrücken bieten sich für Einzelbäume an.⁴⁴



Abbildung 25: Einbau von Wurzelbrücken aus Stahlbeton
Quelle: Göttinger Tageblatt, 2024⁴⁵

Wurzelbrücken aus Metall



Die Wurzelbrücken bestehen aus Gittermodulen aus Stahl und sind hochbelastbar. Die Gittermodule werden auf Schraubfundamenten befestigt. Vor dem Einbau wird der Wurzelraum sondiert, anschließend werden die Fundamente schonend zwischen den Wurzeln eingeschraubt. Somit wird der Wurzelbereich geschützt und Beton in sensiblen Wurzelbereichen vermieden. Gegenüber Wurzelbrücken aus Stahlbeton sind Wurzelbrücken aus Metall flexibler in der Gestaltung.⁴⁶

Abbildung 26: Wurzelbrücke aus Stahl
Quelle: Greenleaf GmbH & Co. KG, 2024⁴⁷

Wurzelbrücken aus Geozellen / Geotextilien

Anstelle von Metallgittern, Betonbauweisen oder dem Aussparen des Bereichs um die Wurzeln herum, können Wurzelbrücken aus Geozellen eingesetzt werden. Diese werden direkt auf das Wurzelwerk gelegt und mit Material wie Kies und Erde gefüllt. Die horizontale Bauweise verteilt die Last optimal und schützt die Wurzeln. Ein Wurzelvlies verhindert, dass Wurzeln von unten in das Bauwerk wachsen. ⁴⁸

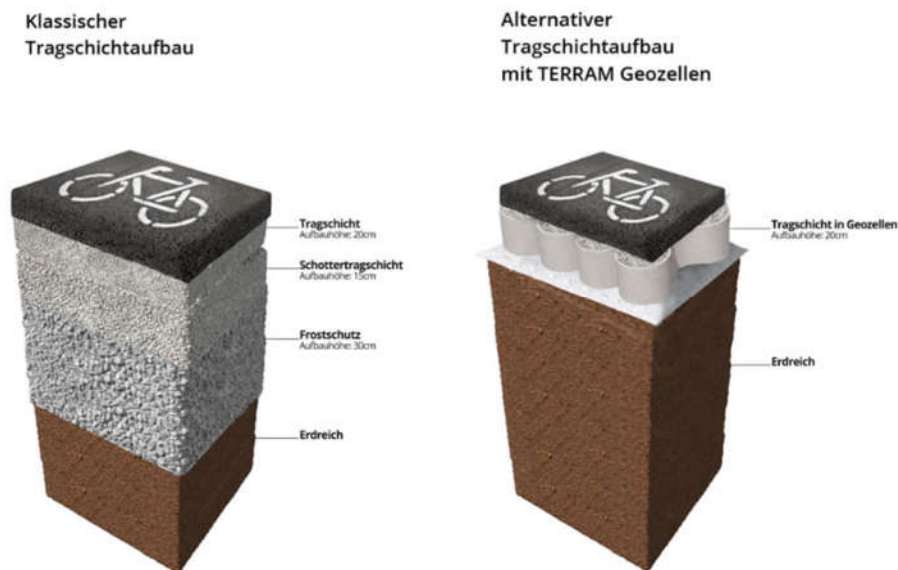


Abbildung 27: Fahrbahnaufbau ohne und mit Geozellen
Quelle: EcoTrade Leipzig GmbH, 2024 ⁴⁹

7 Denkmalschutz

7.1 Notwendigkeit

Bei der Planung und baulichen Umsetzung von Radwegen in historischen Bereichen spielt der Denkmalschutz eine herausragende Rolle. Hierbei müssen die historische Umgebung und die Bau-traditionen berücksichtigt werden, um die Baukultur zu fördern bzw. zu erhalten.

In der Regel wird bei der Planung von Radwegen eine sorgfältige Abwägung zwischen den Bedürfnissen der Radfahrenden und dem Schutz der historischen Umgebung vorgenommen. Hierfür ist bereits bei der Planung eine enge Zusammenarbeit mit den Denkmalschutzbehörden notwendig.

Um den Radverkehrskomfort und den Denkmalschutz in Einklang zu bringen, gibt es verschiedene Ansätze. Zum einen können Radwege so geplant werden, dass sie sich harmonisch in die historische Umgebung einfügen. Zum anderen können Radwege so geplant werden, dass sie die historische Umgebung ergänzen und bereichern, in dem sie z.B. eine barrierefreie Zugangsmöglichkeit zu historischen Denkmälern schaffen und somit die Zugänglichkeit für eine größere Anzahl von Personen bieten.

Möglichkeiten zur Reduzierung Konflikt Denkmalschutz versus Radverkehrskomfort:

- Harmonisches Einfügen der Radverkehrsanlage in die Umgebung (z.B. Linienführung optimieren, geeignete Materialwahl)
- Planung der Radverkehrsanlage als Ergänzung und Bereicherung der historischen Umgebung (z.B. Schaffung einer barrierefreien Zuwegung zu Denkmälern)

Im Folgenden werden richtungsweisende Beispiele zur Reduzierung des Konfliktes Radverkehrskomfort versus Denkmalschutz in historischen Innenstädten vorgestellt. Ausgewählt wurden hierfür jeweils zwei brandenburgische, zwei deutsche und zwei europäische Städte, welche einen guten Umgang mit der Thematik gefunden haben.

7.2 Beispiel Landeshauptstadt Potsdam

In Potsdam wurden **großformatige Natursteinpflastersteine** mit geschliffener Oberfläche und engen Fugen im Bereich von Fahrbahnen verlegt (z.B. Brandenburger Straße, siehe Abbildung 28). Das Natursteinpflaster spiegelt den historischen Kontext wider. Die geschliffene Oberfläche und die Größe der Steine erzeugen einen geringeren Rollwiderstand, als ungeschliffene und kleinere Steine und erhöhen somit nicht nur den Radverkehrskomfort, sondern auch die Barrierefreiheit im Allgemeinen.



Abbildung 28: Potsdam – Brandenburger Straße
Quelle: Eigene Abbildung



Abbildung 29: Dahme/Mark
Quelle: dsmm | Mapillary, 2020 ⁵⁰

7.3 Beispiel Dahme/Mark

In Dahme/Mark wurden zum Beispiel im Bereich der historischen Stadtmauer Wege für Radfahrende, aber auch für zu Fuß Gehende mit hohem Komfort angelegt, welche auch dem Denkmalschutz gerecht wurden und somit die historische Stadtmauer erfahr- und erlebbar machen (Abbildung 29). Hier wurden u.a. die Hauptfahrbahnen für den motorisierten Individualverkehr mit Kopfsteinpflaster hergestellt, die für den **Rad- und Fußverkehr** angelegten Wege wurden hingegen mit **rollwiderstandsärmeren Materialien** befestigt (z.B. Asphalt oder sandgeschlämmte Schotterdecken). Diese Wege wurden wiederum mit **Natursteinpflasterzeilen** eingefasst, um den Denkmalschutzcharakter zu wahren.

7.4 Beispiel Göttingen (Niedersachsen)

Die Stadt Göttingen hat für den Ausbau und die Gestaltung der Innenstadtstraßen ein Konzept erarbeiten lassen. Damit wurden verschiedene Gestaltungsprinzipien entwickelt, welche konsequent angewendet werden. Bezüglich der Erhöhung des Radverkehrskomforts werden die Fahrwege u.a. asphaltiert. Hierbei wird jedoch **aufgehellter Asphalt** verwendet, welcher den Farbton des in den Seitenräumen vorzufindenden Granit aufgreift. In Kreuzungsbereichen werden die Fahrwege mit Granitpflastersteinen befestigt. Dies soll den Vorrang des Fußverkehrs verdeutlichen.⁵¹



Abbildung 30: Göttingen – Judenstraße
Quelle: BMI / Stadt Göttingen, S. 30, 2019⁵¹

7.5 Beispiel Hansestadt Hamburg

In der Hansestadt wird u.a. die Kombination aus historischen Kopfsteinpflasterdecken und Asphaltdecken angewendet. Hier werden mitunter die Kernfahrbahnen für den motorisierten Verkehr in Kopfsteinpflasterbauweise ausgeführt, womit das historische Material Wiederverwendung findet. Die Radfahrstreifen in den **Seitenbereichen** werden hingegen **asphaltiert**, was den Radverkehrskomfort deutlich steigert.



Abbildung 31: Hamburg – Eulenkamp
Quelle: DIETZE, 2023⁵²



Abbildung 32: Hamburg – Frickestraße
Quelle: PAUSCH, 2016⁵³

Eine weitere Bauweise, welche in Hamburg Anwendung findet, ist die Herstellung der **Fahrbahn** in **Asphaltbauweise** und die Herstellung der Parkstreifen in Pflasterbauweise (Beispiel Frickestraße – Abbildung 32). Auch dies erhöht den Radverkehrskomfort. Der historische Charakter der Straße konnte dennoch erhalten bleiben.⁵⁴

7.6 Beispiel Kopenhagen (Dänemark)

Auch Kopenhagen setzt auf die **Trennung der Verkehrsflächen** für den motorisierten und den Radverkehr. Die Bereiche für den motorisierten Verkehr werden im historischen Umfeld mit Kopfsteinpflaster befestigt. Die Bereiche für den Radverkehr hingegen werden asphaltiert (Abbildung 33).⁵⁵



Abbildung 33: Zweigeteilter Kreisverkehr (Kopenhagen)
Quelle: HEGERFELD, 2018⁵⁶



Abbildung 34: Verschiedene Beläge (Kopenhagen)
Quelle: HEGERFELD, 2018⁵⁷

Weiterhin werden auch in Kopenhagen Bereiche des Fuß- und Radverkehrs so hergestellt, dass sie für die Benutzenden einen hohen Komfort aufweisen. Dies steigert zugleich auch die Barrierefreiheit. Es werden u.a. großformatige Natursteinplatten verlegt. Die Seitenbereiche werden hingegen mit kleineren Pflastersteinen hergestellt, sodass auch hier ein Bezug zum historischen Umfeld erlangt werden kann (Abbildung 34). Außerdem gibt es die Möglichkeit vorhandenes Pflaster so zu bearbeiten (Abschleifen), dass eine glattere Oberfläche entsteht (Abbildung 35). Hierfür ist das Pflaster jedoch aufwendig auszubauen, zu bearbeiten und wieder einzubauen.

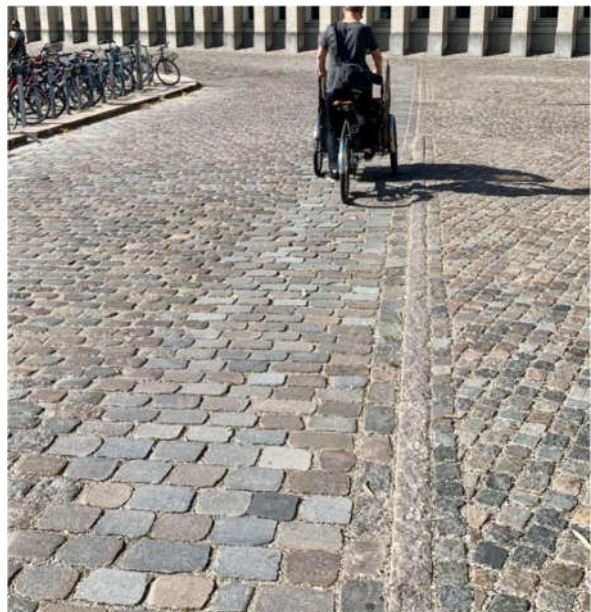


Abbildung 35: Abgeschliffenes Pflaster (Kopenhagen)
Quelle: SASSENSCHIEDT, 2023⁵⁸

7.7 Beispiel Utrecht (Niederlande)

In der Stadt Utrecht in den Niederlanden werden historisch bedingt gebrannte Ziegel als Pflaster verwendet (Abbildung 36). Sind diese neu verlegt, können sie einen hohen Komfort für Radfahrende bieten. Altes Pflaster kann jedoch zu einer Reduzierung des Fahrkomforts führen. Dies ist teilweise jedoch auch gewollt, um eine Reduzierung der Geschwindigkeit in hoch frequentierten Bereichen zu erlangen.



Abbildung 36: Utrecht
Quelle: UEDING, 2022 ⁵⁹



Abbildung 37: Utrecht
Quelle: UEDING, 2022 ⁶⁰

Weiterhin werden auch in Utrecht teilweise die Bereiche für den motorisierten und den Radverkehr getrennt. Die Kernfahrbahn wird mit historischem Pflaster ausgebildet, die Seitenbereiche für den Radverkehr werden hingegen asphaltiert (Abbildung 37). ⁶¹

7.8 Fazit und Bewertung

Um eine radverkehrsfreundliche Infrastruktur zu schaffen, welche auch dem Denkmalschutz gerecht wird, können Radverkehrsanlagen in historischen Städten mit **geschnittenem Natursteinpflaster** befestigt werden. Das Material hat eine ebene Oberfläche und kann gut von Radfahren befahren werden. Gleichzeitig fügt sich das Material sehr gut in historische Umgebungen ein. Durch Anwendung **verschiedener Steinformate und -farben** kann der historische Kontext noch stärker hervorgehoben werden. Bei Anwendung von Natursteinpflaster ist auf eine ausreichende **Griffigkeit** des Materials zu achten, um die Rutschgefahr zu minimieren. Hierfür sollten gesägte Steine verwendet werden.

Auch **Pflasterklinker** stellen eine geeignete Lösung zur Gestaltung von Oberflächen für Radverkehrsanlagen dar. Dies gilt insbesondere in Innenstädten, in denen bereits Pflaster aus gebrannten Ziegeln verlegt wurde. Auch hier ist auf eine ausreichende Griffigkeit sowie ein **dichtes Fugenbild** zu achten. Die Ziegelkanten sollten nicht abgefast sein.

Asphaltoberflächen erzielen einen sehr hohen Radverkehrskomfort. Um den denkmalschutzrechtlichen Anforderungen entgegenzukommen, ist es möglich den **Asphalt einzufärben** und damit eine Anpassung an die historische Umgebung zu erzielen. Nachteilig ist hierbei, dass eine Reparatur von gefärbten Asphaltflächen aufwendiger und damit teurer ist.

Weiterhin können Radwege in Asphaltbauweise mit **Natursteinpflasterstreifen eingefasst** werden, um den historischen Kontext herzustellen.

Zusammenfassend können damit folgende Hinweise und Empfehlungen gegeben werden:

Zusammenfassende Hinweise & Empfehlungen:

- Wenn Natursteinpflaster gefordert wird, sollte dieses eine **ebene, jedoch rutsch-feste Oberflächenstruktur** aufweisen.
- Die Anwendung **verschiedener Steinformate und -farben** kann den historischen Kontext stärken.
- Beim Einsatz von Pflastersteinen ist auf ein **dichtes Fugenbild** zu achten.
- **Farbiger Asphalt** kann sich besser in historische Bereiche einpassen als herkömmlicher schwarzer Asphalt.
- Asphaltierte Wege können mit **Natursteinpflasterstreifen eingefasst** werden.

Außerdem können bei der Planung von Radverkehrsanlagen in historischen Bereichen folgende weitere Hinweise und Empfehlungen relevant sein:

Weitere Hinweise & Empfehlungen:

- Radverkehrsanlagen sollten **um Denkmäler herum** – und nicht mittendurch geführt werden.
- Radverkehrsanlagen sind mit einem **angemessenen Abstand zu Denkmalen** anzulegen, um eventuelle Auswirkungen auf die Bausubstanz zu reduzieren.
- Auf vor allem einfarbiges und einformatiges **Betonsteinpflaster** sollte in historischen Innenstädten **verzichtet** werden.
- Unkomfortable Belagsarten sollten auf einer Länge von **max. 50 m** Anwendung finden (ggf. inkl. Information für Radfahrende z.B. Hinweisschild)
- Die Radverkehrsanlage sollte auch nach dem Bau **sorgfältig gepflegt** werden, um Schäden an den Denkmalen zu verhindern.
- In historischen Innenstädten sollten **keine farblichen Markierungen** verwendet werden. Stattdessen können **Markierungsnägel** verwendet werden.
- Bei entsprechender **Oberflächengestaltung** können sich auch **Betondecken** harmonisch in einen denkmalgeschützten Kontext einfügen (z.B. geschliffener Waschbeton (Abbildung 38)).
- Bei geeigneter Wahl des **Verbandes**, der **Steinformate** und der **Farbe** können auch Flächen aus Betonsteinpflaster genehmigungsfähig sein.

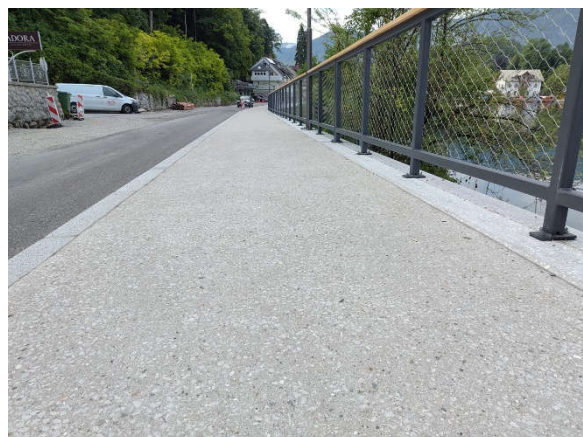


Abbildung 38: Geschliffener Waschbeton
(Bled / Slowenien)

Quelle: Eigene Abbildung

Diese und weitere Empfehlungen zum Radverkehr in historischen Stadtkernen können dem Handbuch „*Fahrradfreundliche historische Stadtkerne im Land Brandenburg*“ entnommen werden.⁶²

8 Fahrbahneinfärbungen / Markierungen

8.1 Warum wird markiert?

Radverkehrsanlagen werden aus verschiedenen Gründen markiert. Als einer der Hauptgründe ist die Markierung in der Strecke (z.B. Radfahrstreifen und Schutzstreifen) als auch das Hervorheben von Gefahrstellen zu nennen. Hier können vollflächige Markierungen, aber auch Fahrbahnbegrenzungsmarkierungen zum Einsatz kommen. Piktogramme unterstützen weiterhin die Erkennbarkeit einer Radverkehrsanlage.

Im Folgenden werden die unterschiedlichen Arten von Markierungen und Fahrbahneinfärbungen dargestellt und erläutert:

Schutzstreifen



Abbildung 39: Schutzstreifen (Leipzig)
Quelle: Eigene Abbildung

Schutzstreifen befinden sich am Fahrbahnrand und werden mit einer **gestrichelten Linie (Leitlinie gemäß Zeichen 340 StVO)** vom motorisierten Verkehr abgetrennt. Sie sind für den Radverkehr vorgesehen, dürfen aber bei Bedarf von anderen Fahrzeugen überfahren werden, z.B. bei Gegenverkehr auf engen Straßen. Gemäß den ERA sollen Schutzstreifen zusätzlich durch Fahrradpiktogramme verdeutlicht werden.⁶³

Radfahrstreifen

Radfahrstreifen sind durch eine **durchgezogene Linie (Zeichen 295 StVO, Breitstrich)** vom motorisierten Verkehr getrennt und dürfen ausschließlich vom Radverkehr benutzt werden. Ein Befahren durch Kraftfahrzeuge ist nur beim Kreuzen des Streifens an Einmündungen zulässig. Weiterhin können Radfahrstreifen auch mit einer vollflächigen Farbmarkierung versehen werden. Dies dient zum einen der Verdeutlichung der Radverkehrsführung andererseits können durch eine geeignete Farbwahl die Vorzüge des Radverkehrs unterstrichen werden (z.B. grün – positiver Effekt des Radfahrens auf das Klima).⁶⁴



Abbildung 40: Radfahrstreifen (Leipzig)
Quelle: Eigene Abbildung

Geschützte Radfahrstreifen (protected bike lanes)



Abbildung 41: Geschützter Radfahrstreifen (Berlin)

Quelle: Eigene Abbildung

Geschützte Radfahrstreifen sind erweiterte Radfahrstreifen und bieten den Radfahrenden ein höheres Maß an Sicherheit und Schutz. Sie werden mittels **durchgezogener Linien** und **Sperrflächen** vom motorisierten Verkehr getrennt. Zusätzlich können Einbauelemente wie Poller die Schutzwirkung erhöhen. Eine vollflächige Markierung ist auch hier möglich.

Fahrbahnrandmarkierung

Die Fahrbahnrandmarkierung signalisiert besonders auch im Dunkeln den Verlauf des Radweges mittels einer **durchgezogenen Linie (Zeichen 295 StVO, Schmalstrich)** und erhöht damit die Verkehrssicherheit. Fahrbahnrandmarkierungen werden zur Abgrenzung des Radweges zu angrenzenden Bereichen (Grünflächen, Gehwege etc.) eingesetzt. Zusätzlich können farbige Randmarkierungen eingesetzt werden, um beispielsweise den Verlauf einer Radschnellverbindung hervorzuheben.



Abbildung 42: Fahrbahnrandmarkierung (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung

Sicherheitstrennstreifen



Um sogenannte Dooring-Unfälle^b zu vermeiden, kann zwischen der Fahrbahn und einem anliegenden Längsparkstreifen ein Sicherheitstrennstreifen markiert werden.⁶³

Abbildung 43: Sicherheitstrennstreifen (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung

^b Dooring-Unfälle sind Unfälle, bei denen Radfahrende mit geöffneten Autotüren kollidieren.

Furtmarkierung



Abbildung 44: Radverkehrsfurten (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung

Eine Radverkehrsfurt ist eine Markierung, die eine Radverbindung über einen Knotenpunkt führt. Sie werden durch beidseitige **gestrichelte Linien** definiert. Diese Markierungen dienen dazu, den Vorrang der Radfahrer zu unterstreichen, der durch Verkehrszeichen angeordnet sein muss. Im Gegensatz zu Fußverkehrsfurten, die meist nur an Lichtsignalanlagen markiert sind, finden sich Radverkehrsfurten auch dort, wo eine Radverbindung entlang einer Vorfahrtsstraße oder einer anderweitig bevorrechtigten Straße verläuft. Sie definieren klar den Weg des Radverkehrs über Straßen und Kreuzungen.

Konfliktbereiche

Drei- oder vierarmige Knotenpunkte (Kreuzungen) und andere Konfliktbereiche werden mitunter durch **vollflächige Fahrbahnmarkierungen** hervorgehoben, um die Sichtbarkeit zu erhöhen und auf die besondere Vorsicht aller Verkehrsteilnehmenden hinzuweisen. Für diese Markierungen wird in der Regel die Farbe Rot verwendet. Zusätzlich sollten **Fahrradpiktogramme** aufgebracht werden.



Abbildung 45: Markierter Konfliktbereich (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung

Empfehlung:

Rote vollflächige Markierungen sollten nur in Bereichen angewendet werden, in denen eine explizite Gefahrenlage erkennbar ist, da aufgrund einer inflationären Anwendung die Signalwirkung dieser Markierung insgesamt abgeschwächt werden kann.

Hierfür ist ggf. die zuständige Unfallkommission anzuhören.

Aufgeweitete Radaufstellstreifen (ARAS)



Abbildung 46: Aufgeweiteter Radaufstellstreifen (Leipzig)

Quelle: Eigene Abbildung)

Fahrradaufstellstreifen sind Bereiche an LSA-gesteuerten Knotenpunkten, die dem Radverkehr ermöglichen, sich vor dem motorisierten Verkehr aufzustellen. Dies verbessert die Sichtbarkeit und gibt Radfahrenden die Möglichkeit sicherer in die richtige Position für das Abbiegen zu gelangen. Diese Aufstellstreifen können zusätzlich **vollflächig rot markiert** werden.

Piktogramme

Piktogramme werden zur Verdeutlichung einer Radverkehrsanlage auf die Fahrbahn aufgebracht. Hierbei gibt es verschiedene Symbole, welche auch von Stadt zu Stadt unterschiedlich sein können. Meist werden einfache Fahrrad-symbole verwendet. Mitunter zeigen diese auch die Fahrtrichtung an. Außerdem ist es möglich Verkehrszeichen als Piktogramme auf die Fahrbahn aufzubringen.



Abbildung 47: Piktogramm (Ludwigsfelde)

Quelle: Stadt Ludwigsfelde, 2020 ⁶⁵

Sharrows



Abbildung 48: Sharrow (Frankfurt/Main)

Quelle: GIEBELER, 2020 ⁶⁶

Eine spezielle Art von Piktogrammen sind die sogenannten Sharrows. Sharrows sind Markierungen auf der Fahrbahn, die das gemeinsame Nutzen der Straße durch den Rad- und motorisierten Verkehr signalisieren. Der Begriff "Sharrow" ist eine Kombination aus "share" (teilen) und "arrow" (Pfeil). Diese Markierungen bestehen typischerweise aus einem Fahrrad-Symbol mit zwei darüber liegenden Pfeilen.

Sharrows sind besonders nützlich in städtischen Gebieten, wo es keine separaten Fahrradwege gibt, aber Rad- und motorisierter Verkehr die Fahrbahn gemeinsam nutzen müssen. Sie sollen zu einer besseren Verkehrssicherheit und einem harmonischen Miteinander auf der Straße beitragen.

8.2 Wie wird markiert?

Die Markierung kann durch verschiedene Möglichkeiten ausgebildet werden. Vornehmlich werden zur Markierung von Fahrbahnen Epoxidharz oder Kaltplastik genutzt. Zudem kann auch die Wahl der Oberflächenbefestigung eine Markierungswirkung erzielen. So können beispielsweise farbige Pflastersteine oder farbiger Asphalt eingesetzt werden. Als Fahrbahnrandmarkierung eignen sich außerdem Zeilen aus Pflastersteinen aber auch Markierungsnägel mit geringem Durchmesser (Abbildung 49). Die sogenannten „Kölner Teller“ sind hingegen im Bereich von Radverkehrsanlagen nicht anzuwenden, da hierdurch eine besonders hohe Sturzgefahr durch Ausrutschen auf den „Tellern“ besteht. Sollten „Kölner Teller“ dennoch gewünscht werden, ist dem Radverkehr eine Möglichkeit anzubieten, diese sicher umfahren zu können (Abbildung 50). Es ist darauf zu achten, dass die Hindernisse auch bei Dunkelheit gut erkennbar sein müssen.

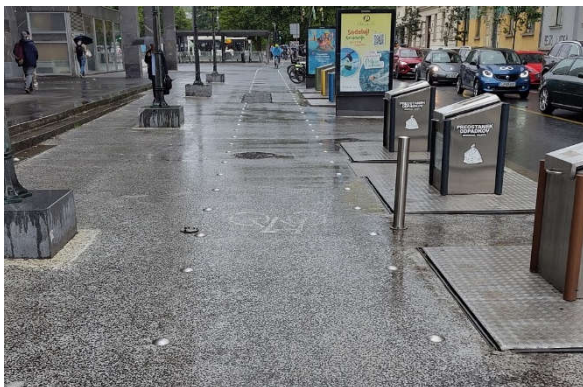


Abbildung 49: Markierungsnägel (Ljubljana)
Quelle: Eigene Abbildung



Abbildung 50: Kölner Teller
Quelle: ZIEGLER Metallbearbeitung GmbH, 2024 ⁶⁷

8.3 Fazit

Die Markierung von Radverkehrsanlagen hat vor allem positive Auswirkungen für den Radverkehr. Neben der Erhöhung der objektiven und auch der subjektiven Sicherheit der Radfahrenden, können Markierungen dazu beitragen, dass die Radfahrspur schneller von Radfahrenden erkannt wird und damit ein Komfortgewinn für den Radverkehr erzielt wird. Durch den flächendeckenden Einsatz von Markierungen für den Radverkehr, kann die Akzeptanz und der Respekt gegenüber Radfahrenden erhöht werden, was auch zu einer Steigerung der Wertschätzung gegenüber Radfahrenden führt. Durch diese Maßnahmen kann eine Erhöhung des Radverkehrsanteils am Gesamtverkehrsaufkommen erzielt werden.

Weiterhin können abschließend folgende Hinweise und Empfehlungen zur Markierung von Radverkehrsanlagen relevant sein: ⁶⁸

Hinweise & Empfehlungen:

- Bei jedweder Markierung ist auf deren **Griffigkeit** zu achten, um die Sturzgefahr auch bei nasser Witterung zu verhindern!
- **Fahrbahnrandmarkierung** können besonders im Dunkeln hilfreich sein und die Führung des Weges verdeutlichen.
- In besonderen Fällen können **fluoreszierende Markierungen** zum Einsatz kommen.
- Die Farbe der **vollflächigen Markierung** sollte innerhalb einer Kommune **einheitlich** sein.
- In denkmalgeschützten Bereichen werden statt farblichen Markierungen **Markierungsnägel** aus Metall empfohlen.

9 Zusammenfassung

Um den Radverkehrsanteil am Gesamtverkehrsaufkommen im Land Brandenburg signifikant zu erhöhen, bedarf es dem Ausbau einer sicheren und attraktiven Infrastruktur für den Radverkehr. Ein wesentlicher Aspekt für die Qualität dieser Infrastruktur ist die Oberflächengestaltung unter Beachtung verschiedener Randbedingungen (z.B. Umwelt- und Denkmalschutz).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Asphaltdecken die meisten Anforderungen an attraktive Radverkehrsanlagen erfüllen, während Pflasterbeläge und Deckschichten ohne Bindemittel nur in speziellen Fällen eingesetzt werden sollten. Bei der Planung und der Umsetzung von Bauvorhaben bedarf es einer engen Abstimmung mit den genehmigenden Behörden. Um einen Konsens zwischen allen Beteiligten zu finden, werden im Fachgutachten Empfehlungen für die Oberflächengestaltung von Radverkehrsanlagen gegeben. Zusätzlich bedarf es jedoch auch der Anpassung von Gesetzen und Richtlinien, um den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur zu beschleunigen.

Weiterhin können auch unkonventionelle Methoden wie der Einsatz von umweltfreundlichen Materialien wie Biobitumen, „grüner Asphalt“ oder Solarplatten im Land Brandenburg erprobt werden, um eine nachhaltige und attraktive Radverkehrsinfrastruktur herzustellen.

Neben der Oberflächengestaltung von Radverkehrsanlagen nimmt auch das Thema Wurzelschutz einen erhöhten Stellenwert ein. Hierbei sollen neben der Verkehrsanlage auch gleichermaßen der anliegende Bewuchs nachhaltig geschützt werden.

Ein Zugewinn an Sicherheit für Radfahrende kann weiterhin durch die Herstellung klarer und eindeutiger Fahrbahneinfärbungen und Markierungen von Radverkehrsanlagen erzielt werden. Dies erhöht zusätzlich die Attraktivität einer Radverkehrsanlage und zeugt von Wertschätzung gegenüber Radfahrenden, was zu einer Steigerung des Radverkehrsanteils am Gesamtverkehrsaufkommen führt.

Literaturverzeichnis

- ¹ Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung des Landes Brandenburg: Die Radverkehrsstrategie 2030 des Landes Brandenburg. 2 Zielbild: Gemeinsame Vision für mehr und sicheren Radverkehr. Potsdam: MIL, 03/2023
- ² Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). 11.1.2 Oberbau. Köln: FGSV, 2010
- ³ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO). Tafel 6. Köln: FGSV, 2012 / Fassung 2024
- ⁴ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO). 5.2 Rad- und Gehwege. Köln: FGSV, 2012 / Fassung 2024
- ⁵ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen zur Anwendung und Weiterentwicklung von FGSV-Veröffentlichungen im Bereich Verkehr zur Erreichung von Klimaschutzzielen (E Klima). Köln: FGSV, 2022
- ⁶ Amt für Statistik Berlin-Brandenburg: Statistischer Bericht – Bevölkerungsentwicklung und Bevölkerungsstand im Land Brandenburg Dezember 2023. Berlin/Potsdam: 12/2023
- ⁷ Bauportal BG Bau: Straßenbau mit Biobitumen. <https://bauportal.bgbau.de/bauportal-42023/thema/meldungen/zukunft-des-bauens/strassenbau-mit-biobitumen>. Abgerufen am 09.04.2024
- ⁸ STRABAG AG: STRABAG und B2Square kooperieren bei Asphaltherstellung mit synthetisch hergestelltem Bitumen (Biobitumen). <https://newsroom.strabag.de/news-strabag-und-b2square-kooperieren-bei-asphaltherstellung-mit-synthetisch-hergestelltem-bitumen-biotumen-?id=183016&menueid=28033&tl=deutsch>. Abgerufen am 09.04.2024
- ⁹ KEMPKENS, WOLFGANG: Grüner Asphalt: Neuer Straßenbelag hält CO₂ zurück. <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/umwelt/gruener-asphalt-neuer-strassenbelag-haelt-co%E2%82%82-zurueck/>. Abgerufen am 09.04.2024
- ¹⁰ HÜHN, SILVIA: Recycling-Kunststoff-Module: Ein Meilenstein im Straßenbau. <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/umwelt/recycling-kunststoff-module-ein-meilenstein-im-strassenbau/>. Abgerufen am 15.03.2024

- ¹¹ PlasticRoad: Recycling-Kunststoff-Module: Ein Meilenstein im Straßenbau <https://www.ingenieur.de/wp-content/uploads/2019/06/plasticroad-7-hr-e1561624589965-980x490.jpg>. Abgerufen am 15.03.2024
- ¹² TIMMERS, OSCAR: Wattway : les Pays-Bas inaugurent deux pistes cyclables recouvertes de panneaux solaires. <https://www.neozone.org/blog/wp-content/uploads/2023/12/environnement-pistes-cyclable-002.jpg>. Abgerufen am 16.03.2024
- ¹³ Wattway: Die Solarstraße. <https://www.wattwaybycolas.com/de/die-solarstrasse.html>. Abgerufen am 16.03.2024
- ¹⁴ BASF SE: Elastopave® (PU) – Innovatives Material zur Oberflächengestaltung. https://plastics-rubber.basf.com/global/de/performance_polymers/products/elastopave. Abgerufen am 31.07.2024
- ¹⁵ bema Bauchemie: Neue Wege mit Elastopave®. <https://www.bema-bauchemie.de/produkt/basf-elastopave/>. Abgerufen am 31.07.2024
- ¹⁶ BASF SE: Elastopave® (PU) – Innovatives Material zur Oberflächengestaltung. https://plastics-rubber.basf.com/api/imaging/focalarea/16x9/768x/dam/jcr%3A881df5b9-00e6-3c6a-985a-01b5634aecdb/Elastopave_Lu_Titel.jpg. Abgerufen am 31.07.2024
- ¹⁷ A&L Asphalt & Liquids GmbH: Straßen und Plätze mit KlimaPhalt naturnah bauen. <https://www.klimaphalt.de/klimaphalt%20k%C3%BChl%20staedte.html>. Abgerufen am 13.03.2024
- ¹⁸ Mitteldeutscher Rundfunk: Mehr Grundwasser und besseres Stadtklima durch wasserdurchlässigen Asphalt. <https://www.mdr.de/nachrichten/deutschland/panorama/wasserdurchlaessiger-asphalt-versiegelung-100.html>. Abgerufen am 04.03.2024
- ¹⁹ SIEVERT, RENÉ | NABU Leipzig: Langer Weg für Mensch und Kröte. <https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/dimension=667x10000:format=jpg/path/sf7eedf5b50884c60/image/ifa286117632a5ffe9/version/1676817489/image.jpg>. Abgerufen am 01.07.2024
- ²⁰ Landratsamt Kronach | Der Neue Wiesentbote: Geh- und Radweg an der KC 3 bei Gifting für den Verkehr freigegeben. <https://www.wiesentbote.de/wb/wp-content/uploads/2020/11/radweg-gifting.jpg>. Abgerufen am 01.07.2024
- ²¹ GIEBELER, BERTRAM | ADFC Frankfurt: Sachsenhausen: guter Kompromiss für Radverkehr und Naturschutz! https://www.adfc-frankfurt.de/wp-content/uploads/2022/07/Frankfurt_aktuell-FFA_Archiv-Ausgabe_2021_3-05_sachsenhausen_guter_gross.jpg. Abgerufen am 13.05.2024

- ²² Kronimus: UNNI-2N. https://www.kronimus.de/wp-content/uploads/2016/03/UNNI-2N_DSC_0689_1260x600.jpg. Abgerufen am 13.05.2024
- ²³ Baustoff- und Umweltlabor GmbH im Auftrag des Ministeriums für Verkehr, Bau und Landesentwicklung Mecklenburg-Vorpommern: Überprüfung der Vergleichbarkeit von bodenmechanischen Eigenschaften natürlicher Böden mit Radwegekonstruktionen in naturnahen Bereichen – Versiegelungswirkung von Radwegen. Friedrichsmoor, 31.07.2009
- ²⁴ tobiaso | Mapillary: <https://www.mapillary.com/app/?lat=51.063493399972&lng=13.694171900000015&tz=18.95080024903852&tpKey=902686653610543&tfocus=photo>. Abgerufen am 28.02.2024
- ²⁵ Stadt Nordhorn: Komfortradweg am Nordhorn-Almelo-Kanal. https://www.nordhorn.de/static/images/bilder/doppelradweg_verbindungskanal-900004309-26710-13.webp?20210408174131. Abgerufen am 29.02.2024
- ²⁶ Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft und Ministerium für Umwelt Brandenburg: Gemeinsamer Runderlass zur Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung bei der Errichtung von Radwegen. 20.12.2011
- ²⁷ Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung: Alleenkonzeption 2030 des Landes Brandenburg. Potsdam, 03.2024
- ²⁸ Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung: Handbuch für die Landschaftspflegerische Begleitplanung bei Straßenbauvorhaben im Land Brandenburg (HB LBP), 08/2022
- ²⁹ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien zum Schutz von Bäumen und Vegetationsbeständen bei Baumaßnahmen (R SBB). Köln: FGSV, 2023
- ³⁰ Deutsches Institut für Normung: DIN 18920 – Vegetationstechnik im Landschaftsbau – Schutz von Bäumen, Pflanzenbeständen und Vegetationsflächen bei Baumaßnahmen. Fassung 2014-07
- ³¹ Arbor Artist: Baumschutz auf Baustellen. <https://arborartist.de/baum-und-wurzelschutz-auf-baustellen>. Abgerufen am 22.07.2024
- ³² Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR): Biokunststoffe. Gülzow-Prüzen: FNR, 2020
- ³³ European Bioplastics: Biobasierte Kunststoffe. https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/waldbau-bergwald/bilder/fittosize_600_0_a9f46760cb2781e2bfd82bcdfe54ef86_a132_kunststoffe_3.jpg. Abgerufen am 23.07.2024

- ³⁴ Philognosie GbR: Wurzeln können Hauswände und Mauern beschädigen. https://www.gartenpflege-tipps.de/gartenarbeiten/wahnsinnige-wurzeln?utm_content=cmp-true. Abgerufen am 23.07.2024
- ³⁵ GEFA Produkte® Fabritz GmbH: GEFAguard® PP. https://www.gefafabritz.de/media/wy-siwyg/gefaguard/GEFAGuard_PP_Leitungen.png. Abgerufen am 23.07.2024
- ³⁶ Greenleaf GmbH & Co. KG: ReRoot – die lineare Wurzelführungsbahn mit integrierten Rippen. https://greenleaf.de/wp-content/uploads/ArborSystem-Versorgung_Wurzelraum/Wurzelschutz/ReRoot300_schema.jpg. Abgerufen am 23.07.2024
- ³⁷ Greenleaf GmbH & Co. KG: RootDirector – das einteilige Wurzelschutzsystem. https://greenleaf.de/wp-content/uploads/ArborSystem-Versorgung_Wurzelraum/Wurzelschutz/RootDirector_darstellung.jpg. Abgerufen am 23.07.2024
- ³⁸ GEFA Produkte® Fabritz GmbH: GEFAguard® PP. https://www.gefafabritz.de/media/wy-siwyg/gefaguard/GEFAguard_PP.png. Abgerufen am 23.07.2024
- ³⁹ DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH: Der neue Plantex® Rootprotector. <https://www.dupont.de/products/plantex-root-protector.html>. Abgerufen am 23.07.2024
- ⁴⁰ GREENMAX: Wurzelsperre & Wurzelführung. <https://greenmax.eu/de/loesungen/wurzelpraevention-und-leitung/>. Abgerufen am 22.07.2024
- ⁴¹ KING RootBarrier: Wurzeldruck bekämpfen. <https://www.kingrootbarrier.com/de/anwendungen/wurzeldruck-bekaempfen/>. Abgerufen am 08.08.2024
- ⁴² LESSIG, FRANK / PSL Projektentwicklung & Spezialdienstleistungen: Maschinelles Einbau von Wurzelschutzfolien und Weiterentwicklung Wurzelschutzfräsen. <https://www.profiwurzelschutz.de/de/wissenswertes.html>. Abgerufen am 02.08.2024
- ⁴³ DR. HEIDGER, CLEMENS: Alternative Bauweise im Radwegebau zur Vermeidung von Wurzelschäden. Hannover, 31.08.2013
- ⁴⁴ Beton Tille GmbH: Wurzelbrücken für Bestandsbäume – Die befahrbare Lösung zum Wurzelschutz. <https://www.beton-tille.de/wurzelbruecke.html>. Abgerufen am 08.08.2024
- ⁴⁵ Göttinger Tageblatt: Radweg bei Westerode: Sieben Brücken für Baumwurzeln. <https://www.goettinger-tageblatt.de/lokales/goettingen-1k/duderstadt/radweg-bei-westerode-sieben-bruecken-fuer-baumwurzeln-SLS6MXI2RL2FAPGZDRZHDNMEZA.html>. Abgerufen am 30.07.2024

- ⁴⁶ Greenleaf GmbH & Co. KG: Arborgrid Wurzelbrücke – Die Wurzelbrücke für Bestandsbäume. <https://greenleaf.de/stadtbaum-standorte/ueberbaubarer-wurzelraum/wurzelbruecke-arborgrid/>. Abgerufen am 08.08.2024
- ⁴⁷ Greenleaf GmbH & Co. KG: Arborgrid Wurzelbrücke – Die Wurzelbrücke für Bestandsbäume. https://greenleaf.de/wp-content/uploads/ArborSystem-ArborGrid/ArborGrid_Wurzelwerk.jpg. Abgerufen am 08.08.2024
- ⁴⁸ EcoTrade Leipzig GmbH: Wurzelbrücke mit Terram Geozellen. <https://www.ecotrade-leipzig.de/terram-geozellen-wurzelbruecke.html>. Abgerufen am 09.08.2024
- ⁴⁹ EcoTrade Leipzig GmbH: Wurzelbrücke mit Terram Geozellen. https://www.ecotrade-leipzig.de/files/cto_layout/ecotrade/blog/2022_09_radwegebau/vergleich-tragschichtaufbau-radweg-ecotrade-leipzig.jpg. Abgerufen am 09.08.2024
- ⁵⁰ dsmm | Mapillary: <https://www.mapillary.com/app/?lat=51.868099793936&lng=13.42362219147&tz=4.7783935499569345&tpKey=1937927693042774&focus=photo&tx=0.4941250871829185&ty=0.511001985911864&tzoom=0>. Abgerufen am 28.02.2024
- ⁵¹ Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat: Verkehr und Mobilität in der historischen Stadt. Berlin: BMI, 08/2019
- ⁵² DIETZE, ULF / ADFC Hamburg: Gute Beispiele: Umgang mit Kopfsteinpflaster. https://hamburg.adfc.de/fileadmin/Gliederungen/Pedale/hamburg/_processed/_b/c/csm_20230420ud_IMG_0293_7cb728b5ba.jpeg. Abgerufen am 10.11.2023
- ⁵³ PAUSCH, INGRID / ADFC Hamburg: Gute Beispiele: Umgang mit Kopfsteinpflaster. https://hamburg.adfc.de/fileadmin/Gliederungen/Pedale/hamburg/_processed/_9/1/csm_Fricke_Sackstr._71aab4bc0a.jpg. Abgerufen am 10.11.2023
- ⁵⁴ ADFC Hamburg: Gute Beispiele: Umgang mit Kopfsteinpflaster. <https://hamburg.adfc.de/artikel/gute-beispiele-umgang-mit-kopfsteinpflaster>. Abgerufen am 10.11.2023
- ⁵⁵ HEGERFELD, ANSGAR: Kopenhagen – Licht und Schatten der „Fahrradhauptstadt“. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/168677/analyse/kopenhagen-radverkehr-gute-und-schlechte-elemente-reportage/>. Abgerufen am 13.02.2024
- ⁵⁶ HEGERFELD, ANSGAR: Kopenhagen – Licht und Schatten der „Fahrradhauptstadt“. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/wp-content/uploads/2018/10/kopenhagen-radverkehr-zweigeteilter-kreisverkehr.jpg>. Abgerufen am 13.02.2024
- ⁵⁷ HEGERFELD, ANSGAR: Kopenhagen – Licht und Schatten der „Fahrradhauptstadt“. <https://www.zukunft-mobilitaet.net/wp->

content/uploads/2018/10/kopenhagen-hauptbahnhof-radabstellanlagen-doppelparker.jpg. Abgerufen am 13.02.2024

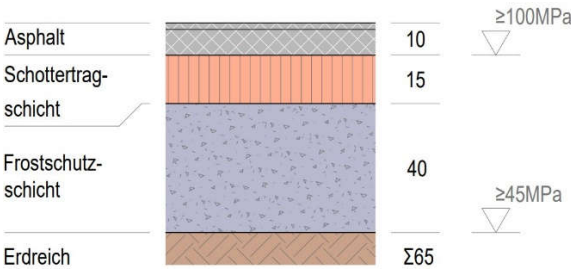
- ⁵⁸ SASSENSCHEIDT, KRISTINA / Denkmalverein Hamburg: Historisches Pflaster versus Verkehrswende. <https://www.denkmalverein.de/gefaehrdet/gefaehrdet/historisches-pflaster-versus-verkehrswende>. Abgerufen am 10.11.2023
- ⁵⁹ UEDING, MARTIN: Inspiration aus Utrecht und Umgebung. https://martin-ueding.de/posts/inspiration-aus-utrecht-und-umgebung/2022-08-06_16-52-34.jpg. Abgerufen am 14.02.2024
- ⁶⁰ UEDING, MARTIN: Inspiration aus Utrecht und Umgebung. UEDING, MARTIN: Inspiration aus Utrecht und Umgebung. https://martin-ueding.de/posts/inspiration-aus-utrecht-und-umgebung/2022-08-06_16-52-34.jpg. Abgerufen am 14.02.2024.
- ⁶¹ UEDING, MARTIN: Inspiration aus Utrecht und Umgebung. <https://martin-ueding.de/posts/inspiration-aus-utrecht-und-umgebung/>. Abgerufen am 14.02.2024
- ⁶² Arbeitsgemeinschaft „Städte mit historischen Stadtkernen“ des Landes Brandenburg: Fahrradfreundliche historische Stadtkerne im Land Brandenburg. 3.2 Oberflächen. Potsdam: 04/2010
- ⁶³ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). 3.2 Schutzstreifen. Köln: FGSV, 2010
- ⁶⁴ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA). 3.3 Radfahrstreifen. Köln: FGSV, 2010
- ⁶⁵ Stadt Ludwigsfelde: Wegeverbindung zwischen Verwaltung und Ludwig Arkaden deutlich schneller fertiggestellt. <https://www.ludwigsfelde.de/wp-content/uploads/2020/06/Wegeverbindung4.jpg>. Abgerufen am 15.03.2024
- ⁶⁶ GIEBELER, BERTRAM / ADFC Frankfurt (Main): Bockenheimer Schloßstraße neu markiert – jetzt bitte richtig fahren! https://www.adfc-frankfurt.de/wp-content/uploads/2022/07/Posts_18969_Schlossstrasse-neu_web.jpg. Abgerufen am 23.07.2024
- ⁶⁷ ZIEGLER Metallbearbeitung GmbH: Geschwindigkeitshemmer KÖLNER TELLER. https://mediax.ziegler-metall.de/geschwindigkeitshemmer-koelner-teller__shoKAT0060920.webp?d=1000x470. Abgerufen am 03.05.2024
- ⁶⁸ Arbeitsgemeinschaft „Städte mit historischen Stadtkernen“ des Landes Brandenburg: Fahrradfreundliche historische Stadtkerne im Land Brandenburg. 3.3 Markierungen. Potsdam: 04/2010

Anlagen

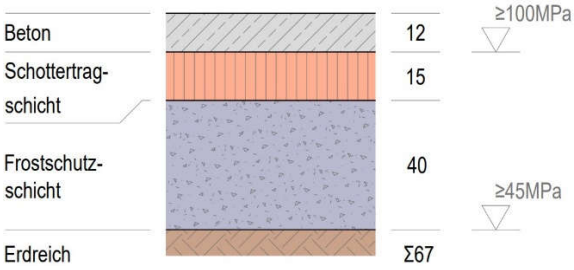
ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1	Datenblatt – Asphaltdecke	54
Anlage 2	Datenblatt – Betondecke	55
Anlage 3	Datenblatt – Pflasterdecke	56
Anlage 4	Datenblatt – Wassergebundene Decke / Deckschicht ohne Bindemittel	57
Anlage 5	Datenblatt – PlasticRoad	58
Anlage 6	Datenblatt – Elastopave	59
Anlage 7	Datenblatt – KlimaPhalt	60
Anlage 8	Vergleich der Befestigungsarten	61
Anlage 9	Empfehlungen ohne weitere Randbedingungen	63
Anlage 10	Empfehlungen mit der Randbedingung Umweltschutz	64
Anlage 11	Empfehlungen mit der Randbedingung Denkmalschutz	65
Anlage 12	Fragebögen Stadt Treuenbrietzen, Stadt Ludwigfelde, Landkreis Dahme-Spreewald und MIL des Landes Brandenburg	66

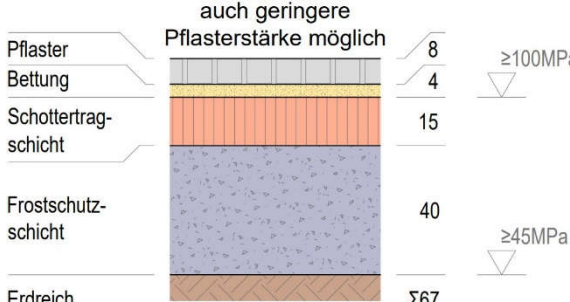
Anlage 1 Datenblatt – Asphaltdecke

Asphaltdecke	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
	
Vorteile	Nachteile
▪ geringer Abrollwiderstand ▪ glatte Oberfläche ▪ langlebig ▪ witterungsbeständig ▪ wartungsfreundlich & geringe Wartungskosten ▪ farbliche Gestaltungsmöglichkeiten ▪ relativ kurz nach Einbau befahrbar	▪ Umwelt unfreundlich, wenn herkömmliche Materialien genutzt werden ▪ hitzeempfindlich ▪ bei dünner Asphaltschicht können schon kleine Wurzeln die Fahrbahn uneben machen ▪ nicht sehr ästhetisch (abhängig von farblicher Gestaltung) ▪ Aufheizung der Umgebung, durch Wärmeabsorption des Asphalts (vornehmlich bei dunklem Material)
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten ca. 40 – 60 €/m² <i>Die Kosten beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung der Decke. Ungebundene Trag-schichten sind nicht enthalten.</i> Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
▪ Radschnellverbindungen ▪ Fahrradstraßen ▪ hoch frequentierte Wege ▪ Hauptradrouten ▪ touristische Routen	▪ ökologisch wertvolle Bereiche ▪ denkmalgeschützte Bereiche

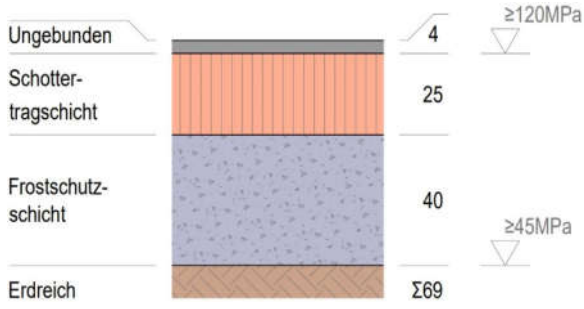
Anlage 2 Datenblatt – Betondecke

Betondecke	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
	 Beton 12 $\geq 100\text{MPa}$ Schottertragschicht 15 Frostschuttschicht 40 $\geq 45\text{MPa}$ Erdreich $\Sigma 67$
Vorteile	Nachteile
■ langlebig ■ witterungsbeständig ■ geringe Wartungskosten ■ hitzebeständig ■ variable Gestaltungsmöglichkeiten (Farbe, Textur, Gesteinskörnung, etc.)	■ höhere Kosten (als Asphalt) ■ längere Bauzeit ■ harte & starre Oberfläche ■ Fugen können Rollwiderstand erhöhen und Fahrkomfort verringern
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten ca. 60 – 80 €/m ² <i>Die Kosten beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung der Decke. Ungebundene Trag-schichten sind nicht enthalten.</i>	
Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
■ touristische Routen mit besonderen gestalterischen Ansprüchen (Terrazzo / Waschbeton Oberflächen) ■ Radwege, die gering von Schwerverkehr befahren werden (landwirtschaftliche Wege, etc.) ■ zur Abgrenzung von Radwegen, sowohl optisch als auch belagsartig (neben bspw. Asphaltbelägen)	■ ökologisch wertvolle Bereiche ■ im Bereich von Baumwurzeln

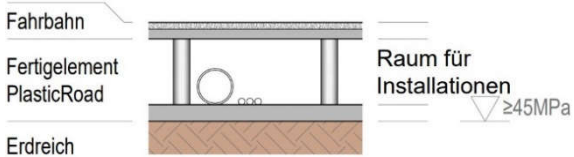
Anlage 3 Datenblatt – Pflasterdecke

Pflasterdecke	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
	 auch geringere Pflasterstärke möglich Pflaster 8 Bettung 4 Schottertragschicht 15 Frostschuttschicht 40 Erdreich Σ67 ≥100MPa ≥45MPa
Vorteile	Nachteile
- sehr vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten - gute Wasserableitung durch versickern - reparaturfreundlich - umweltfreundlich - Setzungen & Bewegungen werden leicht kompensiert, ohne, dass Risse & Schäden entstehen	- Unebenheiten durch Fugen, Wurzelwachstum, Ausschwemmungen - wartungsintensiv - Baukosten können, je nach Gestaltung sehr variieren - in den Fugen wachsende Pflanzen können die Sicherheit gefährden
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten ca. 30 – 50 €/m ² <i>Die Kosten beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung der Decke inkl. Bettung. Ungebundene Tragschichten sind nicht enthalten.</i>	
Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
- Freizeitradwege - innerörtliche Bereiche mit geringerer Frequentierung oder in verkehrsberuhigten Bereichen - zur Abgrenzung von Radwegen (neben bspw. Asphaltbelägen)	- Radschnellverbindungen - Fahrradstraßen - Hoch frequentierte Wege - Hauptradrouten

Anlage 4 Datenblatt – Wassergebundene Decke / Deckschicht ohne Bindemittel

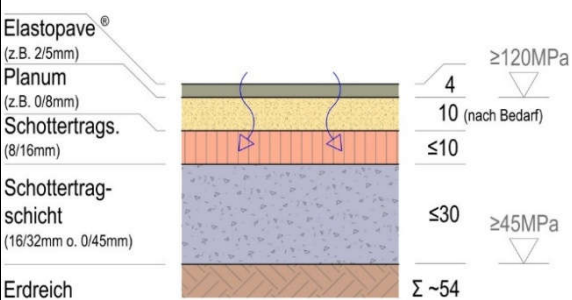
Wassergebundene Decke / Deckschicht ohne Bindemittel	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
	
Vorteile	Nachteile
■ gute Sichtbarkeit ■ geringe Aufheizung durch helle Farbe der Oberfläche ■ geringe Baukosten ■ Einsatz regionaler Materialien möglich	■ trotz wassergebundener Decke erfolgt nahezu Vollversiegelung (keine Vorteile bzgl. Wasserhaushalt gegenüber gebundenen Decken) ■ Staubbildung bei Trockenheit ■ Pfützenbildung, Unebenheiten möglich ■ bei Pfützenbildung besteht die Gefahr des Ausweichens der Radfahrenden in den Nebenraum (Zerstörung von Grünflächen) ■ hoher Unterhaltungsaufwand ■ geringere Nutzungsdauer ■ erhöhter Rollwiderstand ■ Gefahr von Steinschlag ■ besonders in engen Kurven hohe Sturzgefahr möglich (Griffigkeit gering)
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten ca. 15 – 25 €/m² <i>Die Kosten beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung der Decke. Ungebundene Tragschichten sind nicht enthalten.</i> Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
■ touristische Routen ■ ökologisch wertvolle Bereiche ■ gering frequentierte Wege ■ Wege, wo eine geringe Frequentierung gewünscht ist	■ Radschnellverbindungen ■ Fahrradstraßen ■ hochfrequentierte Wege ■ Hauptradrouten

Anlage 5 Datenblatt – PlasticRoad

PlasticRoad®	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
 Quelle: Cinderela, 2022¹	
Vorteile	Nachteile
▪ nachhaltig durch Verwendung von recyceltem Kunststoff ▪ langlebig ▪ schnelle Installation durch Modulbauweise ▪ leichtes Gewicht ▪ sehr gute Wasserableitung durch wasserdurchlässige Oberflächen oder integriertes Entwässerungssystem ▪ reparaturfreundlich	▪ wenige Langzeiterfahrungen ▪ vermutlich hohe Kosten (keine Stangenware, keine etablierte Bauweise) ▪ fragwürdige Hitzebeständigkeit ▪ Rutschgefahr bei abgenutzter Oberfläche ▪ Mikroplastikbildung durch Abrieb
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten k.A. (schätzungsweise > 1.000 €/Modul) <i>Durchschnittliche Baukosten/Unterhaltungskosten liegen aufgrund der noch seltenen Anwendungsfälle nicht vor. Eventuelle Kosten können vom Hersteller nur bei konkreten Planungsvorhaben kalkuliert werden. Vermutlich liegen die Kosten höher als bei herkömmlichen Bauweisen.</i> Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
▪ geradlinig & eben verlaufende Radwege ▪ Untergründe oder Bereiche in denen eine Anbindung an eine extra Regenentwässerung schwierig sind. ▪ Radschnellverbindungen ▪ Fahrradstraßen ▪ hoch frequentierte Wege ▪ Hauptradrouten	▪ stark ändernde Geländeverläufe ▪ kurvenreiche Strecken

¹ Cinderela: Plastic Road. https://www.cinderela.eu/var/cinderela/storage/images/media/images/plastic-1/41901-1-eng-GB/plastic-1_image-full.jpg. Abgerufen am 31.07.2024.

Anlage 6 Datenblatt – Elastopave

Elastopave®	
Abbildung	Fahrbahnaufbau
 Quelle: BASF SE, 2024¹	
Vorteile	Nachteile
- sehr gute Wasserdurchlässigkeit - Trägt zur Grundwassersättigung bei - keine zusätzliche Regenwasserbewirtschaftung nötig - vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten - Aufbau auf herkömmlicher ungebundener Tragschicht	- keine Mikroplastik-Filterung - Vergleichsweise hohe Einbau- und Materialkosten - wenig Erfahrungswerte im Hinblick auf die Haltbarkeit - Wartungskosten durch Reinigung - kann u.U. rutschiger als herkömmliche Beläge sein
Kosten	
Baukosten / Unterhaltungskosten k.A. (schätzungsweise ca. 50 – 100 €/m ²) <i>Durchschnittliche Baukosten/Unterhaltungskosten liegen aufgrund der noch seltenen Anwendungsfälle nicht vor. Eventuelle Kosten können vom Hersteller nur bei konkreten Planungsvorhaben kalkuliert werden. Vermutlich liegen die Kosten höher als bei herkömmlichen Bauweisen.</i>	
Stand 3. Quartal 2024	
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:
- touristische Routen mit besonderen gestalterischen Ansprüchen - Bereiche mit gestalterischen Konzepten - in Hochwassergefährdeten Zonen - Radschnellverbindungen - Fahrradstraßen - hoch frequentierte Wege - Hauptadtrouten	- Projekte mit geringem Baubudget - In Bereichen mit viel Schmutzanfall (Wirtschaftswege, Bauverkehr etc.)

¹ BASF SE: Elastopave® (PU) – Innovatives Material zur Oberflächengestaltung. https://plastics-rubber.basf.com/api/imaging/focalarea/16x9/768x/dam/jcr%3A881df5b9-00e6-3c6a-985a-01b5634aecdb/Elastopave_Lu_Titel.jpg. Abgerufen am 31.07.2024

Anlage 7 Datenblatt – KlimaPhalt

KlimaPhalt®																									
Abbildung	Fahrbahnaufbau																								
 Quelle: Asphaltbau und Mischwerke GmbH, 2024¹	Schichtstärken abhängig von Belastungsklasse <table><tr><td>CreaPhalt®</td><td></td><td>2</td><td>≥120MPa</td></tr><tr><td>wasserdurchlässige Bitumentragschicht</td><td></td><td>10 - 15</td><td></td></tr><tr><td>wasserdurchlässige Schottertragschicht</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Vlies-Filterschicht</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Frostschutzschicht</td><td></td><td>40</td><td>≥45MPa</td></tr><tr><td>Erdreich</td><td></td><td>Σ ~70</td><td></td></tr></table>	CreaPhalt®		2	≥120MPa	wasserdurchlässige Bitumentragschicht		10 - 15		wasserdurchlässige Schottertragschicht				Vlies-Filterschicht				Frostschutzschicht		40	≥45MPa	Erdreich		Σ ~70	
CreaPhalt®		2	≥120MPa																						
wasserdurchlässige Bitumentragschicht		10 - 15																							
wasserdurchlässige Schottertragschicht																									
Vlies-Filterschicht																									
Frostschutzschicht		40	≥45MPa																						
Erdreich		Σ ~70																							
Vorteile	Nachteile																								
- sehr gute Entwässerung - keine zusätzliche Regenwasserbewirtschaftung nötig - Wärmereduktion in urbanen Gebieten - umweltfreundlich - mindert Hochwassergefahr ab - filtert Mikroplastik - absorbiert Fahrgeräusche	- höhere Baukosten - häufigere Wartung, durch regelmäßiges Reinigen, um Wasser-durchlässigkeit zu gewährleisten - kann u.U. rutschiger als herkömmliche Beläge sein - komplexe Installation, daher Fachfirmen notwendig																								
Kosten																									
Baukosten / Unterhaltungskosten																									
k.A. (schätzungsweise bis zu 200 €/m²)																									
Durchschnittliche Baukosten/Unterhaltungskosten liegen aufgrund der noch seltenen Anwendungsfälle nicht vor. Eventuelle Kosten können vom Hersteller nur bei konkreten Planungsvorhaben kalkuliert werden. Vermutlich liegen die Kosten höher als bei herkömmlichen Bauweisen.																									
Stand 3. Quartal 2024																									
Anwendungsempfehlung für:	Keine Anwendungsempfehlung für:																								
- urbane Gebiete - Bereiche mit problematischer Regenentwässerung (Hochwassergefährdet) - touristische Routen mit besonderen gestalterischen Ansprüchen - Radschnellverbindungen - Fahrradstraßen - hoch frequentierte Wege - Hauptadtrouten	- Projekte mit geringem Baubudget - in Bereichen mit viel Schmutzanfall (Wirtschaftswege, Bauverkehr etc.)																								

¹ Asphaltbau und Mischwerke GmbH: Straße mit Sonnenreflexion, Versickerung und Wasserspeicher. <https://farbasphalt.info/images/KlimaPhalt-Glas-1.jpg>. Abgerufen am 31.07.2024

Anlage 8 Vergleich der Befestigungsarten

	Asphalt klassisch	Asphalt wasserdurchlässig (Dränasphalt)	Pflaster / Plattenbelag klassisch	Pflaster wasserdurchlässig (Rasengitter o.ä.)	Natursteinpflaster	Ortbeton klassisch	Ortbeton wasserdurchlässig (Dränbeton)	Wassergebundene Decke (z.B. Sandgeschlämmte Schotterdecke)	PlasticRoad®	wasserdurchlässige, ge- bundene Deckschicht Elastopave®	wasserdurchlässige gebun- dene Deckschicht KlimaPhalt®
Sicherheit & Komfort											
Sichtbarkeit	++ ¹	++ ¹	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Griffigkeit	++	+	++	0	+	++	++	0 ²	+ ³	++	++
Geringer Rollwiderstand	++	+	-	--	-	0	0	-	++	++	++
Ebenheit	++	++	-	--	-	+	+	-	++	++	++
Befahrbarkeit bei Niederschlägen	+	++	+	+	0	+	++	--	+	++	++
Umwelt- / Naturschutz											
Versickerungsfähigkeit	-	++	+	++	+	-	++	-	-	++	++
Barrierewirkung	-	-	-	0	-	-	-	+	-	-	-
Genehmigungsfähigkeit	-	0	0	+	0	-	0	+	--	0	0

¹ bei hellem Asphalt und/oder mit Fahrbahnmarkierung

² Rutschgefahr in Kurvenbereichen

³ Griffigkeit kann mit der Zeit nachlassen (Kunststoffabrieb)

	Asphalt klassisch	Asphalt wasserdurchlässig (Dränasphalt)	Pflaster / Plattenbelag klassisch	Pflaster wasserdurchlässig (Rasengitter o.ä.)	Natursteinpflaster	Ortbeton klassisch	Ortbeton wasserdurchlässig (Dränbeton)	Wassergebundene Decke (z.B. Sandgeschlämmte Schotterdecke)	PlasticRoad®	wasserdurchlässige, ge- bundene Deckschicht Elastopave®	wasserdurchlässige gebun- dene Deckschicht KlimaPhalt®
Denkmalschutz											
Gestaltungsmöglichkeiten	-	-	0	0	++	--	--	+	--	0	0
Genehmigungsfähigkeit	-	-	--	--	++	--	--	+	--	-	-
Bau und Betrieb											
Bauzeit	+	+	-	-	-	-	-	+	++	+	+
Baukosten	0	-	+	+	-	-	--	++	--	--	--
Nutzungsdauer	++	0	0	0	+	++	+	--	0	+	+
Unterhaltungsaufwand	++	-	0	-	-	++	-	--	0	--	--

Als Oberflächenbefestigung für Radverkehrsanlagen nicht geeignete Materialien:

- Sand (Einsinken, Instabil, Sturzgefahr hoch)
- Mutterboden (Instabil besonders bei Nässe, Sturzgefahr hoch)
- Kies (Instabil, Sturzgefahr hoch)
- Schotter- und Schotterrassen (Gefahr von Reifenschäden durch spitze Steine, lockere Oberfläche führt zu hoher Sturzgefahr)
- Schlackepflaster (besonders bei Nässe hohe Sturzgefahr durch Rutschen)

Anlage 9 Empfehlungen ohne weitere Randbedingungen

Empfehlungen für Oberflächenbefestigungen ohne weitere Randbedingungen	
Art der Radverkehrsanlage	Befestigungsempfehlung
Radfahrstreifen & Schutzstreifen im Zuge einer Straße	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen
Selbstständiger Radweg – Alltagsverkehr	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen ▪ Pflaster mit engen Fugen / ohne Fase
Selbstständiger Radweg – touristisch	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen ▪ Pflaster mit engen Fugen / ohne Fase ▪ Wassergebundene Decke (bei geringer Frequentierung)
Gemeinsamer Geh- und Radweg	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen / ohne Fase ▪ Pflaster mit engen Fugen
Radschnellverbindung	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen
Fahrradstraße	▪ Asphalt ▪ Beton mit engen Fugen
Kombination mit Wirtschaftsweg	▪ Asphalt, ▪ Beton mit engen Fugen ▪ Pflaster (evtl. in Kombination mit UNNI-2N-Pflaster oder Rasengitter etc.)

Anlage 10 Empfehlungen mit der Randbedingung Umweltschutz

Empfehlungen für Oberflächenbefestigungen mit der Randbedingung Umweltschutz	
Art der Radverkehrsanlage	Befestigungsempfehlung
Selbstständiger Radweg – Alltagsverkehr	▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ wasserdurchlässige, gebundene Deckschicht
Selbstständiger Radweg – touristisch	▪ Pflaster in Kombination mit UNNI-2N-Pflaster ▪ Wassergebundene Decke (bei geringer Frequenz) ▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ wasserdurchlässige, gebundene Deckschicht
Gemeinsamer Geh- und Radweg	▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ Beton mit engen Fugen ▪ Pflaster (mit engen Fugen / ohne Fuge)
Radschnellverbindung	▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ Beton mit engen Fugen
Fahrradstraße	▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ Beton mit engen Fugen
Kombination mit Wirtschaftsweg	▪ Asphalt (aufgehellte) ▪ Beton mit engen Fugen ▪ Pflaster in Kombination mit UNNI-2N-Pflaster oder Rasengitter etc.

Anlage 11 Empfehlungen mit der Randbedingung Denkmalschutz

Empfehlungen für Oberflächenbefestigungen mit der Randbedingung Denkmalschutz	
Art der Radverkehrsanlage	Befestigungsempfehlung
Radfahrstreifen & Schutzstreifen im Zuge einer Straße	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung ■ Kernfahrbahn in Pflasterbauweise, Streifen für Radverkehr in Asphalt
Selbstständiger Radweg – Alltagsverkehr	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung ■ (Naturstein-) Pflaster mit engen Fugen / ohne Fase
Selbstständiger Radweg – touristisch	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung ■ (Naturstein-) Pflaster mit engen Fugen / ohne Fase ■ Wassergebundene Decke (bei geringer Frequenzierung)
Gemeinsamer Geh- und Radweg	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung ■ (Naturstein-) Pflaster mit engen Fugen / ohne Fase
Radschnellverbindung	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung
Fahrradstraße	■ Asphalt (farbig / aufgehellte) ■ Beton mit engen Fugen und Oberflächengestaltung ■ Kernfahrbahn in Asphalt oder Beton, Seitenbereiche (z.B. PKW-Stellplätze) in Pflasterbauweise

Anlage 12 Fragebögen Stadt Treuenbrietzen, Stadt Ludwigsfelde, Landkreis Dahme-Spreewald und MIL des Landes Brandenburg

Auswertung des Fragebogens und ggf. Rückfragen

Stadt Treuenbrietzen, Christoph Höhne, 14.12.2023

Allgemeine Fragen

Frage 1: Wer sind Sie?

Antwort: Christoph Höhne

Frage 2: Für welche Kommune sind Sie tätig?

Antwort: Stadt Treuenbrietzen

Allgemeine Fragen zur Kommune

Frage 3: Wie viele Einwohner leben in Ihrer Kommune?

Antwort: 8.000 EW

Frage 4: Wie groß ist die Fläche Ihrer Mitgliedskommune?

Antwort: 200 km²

Frage 5: Wie hoch ist der Anteil des Radverkehrsaufkommens am Gesamtverkehrsaufkommen in Ihrer Kommune?

Antwort: 38 %

Frage 6: Wie hoch ist der Anteil des Alltagsradverkehrsaufkommens und der des Freizeitradverkehrsaufkommens am Gesamtradverkehrsaufkommen?

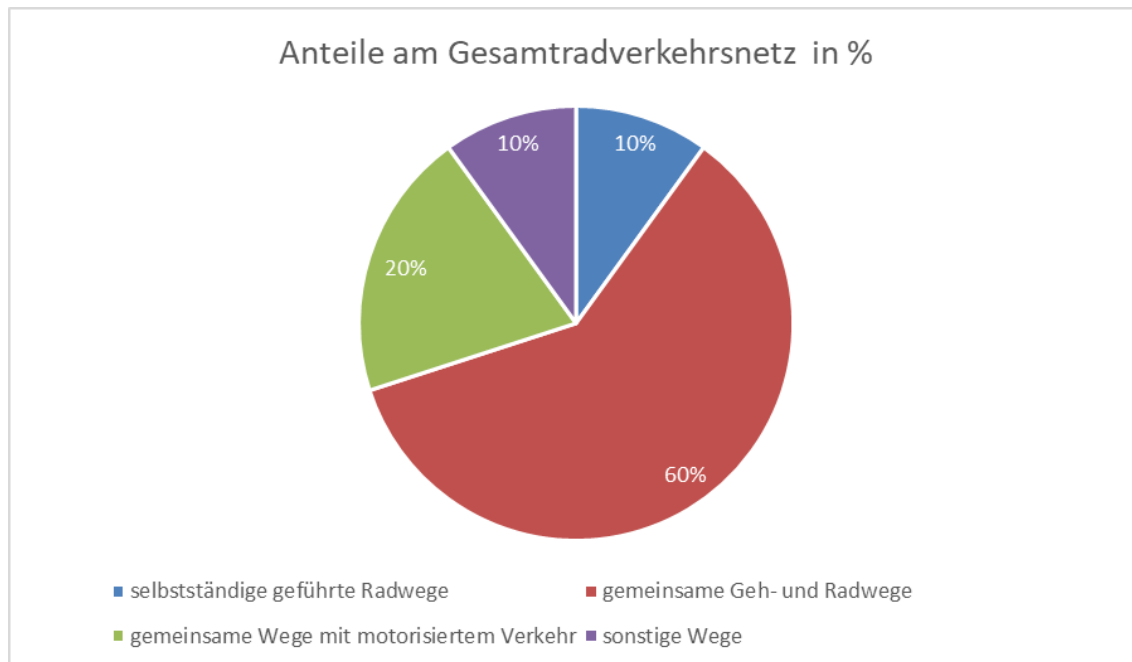
Antwort: Alltag – 70 % | Freizeit – 30 %

Frage 7: Wie groß ist das Radverkehrsnetz in Ihrer Kommune?

Antwort: 50 km

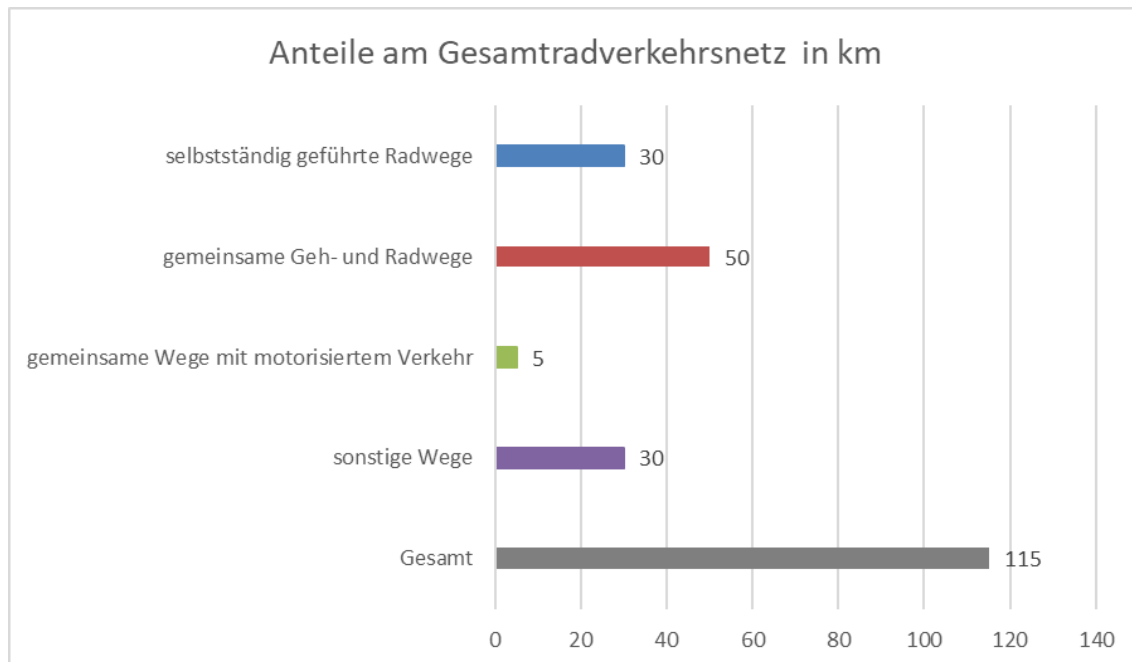
Frage 8: Wie hoch ist dabei der Anteil an...?

Antwort:



Frage 9: Welche Gesamtlänge besitzen die jeweiligen Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Antwort:



115 km Gesamtlänge → Widerspruch zu Antwort auf Frage 7

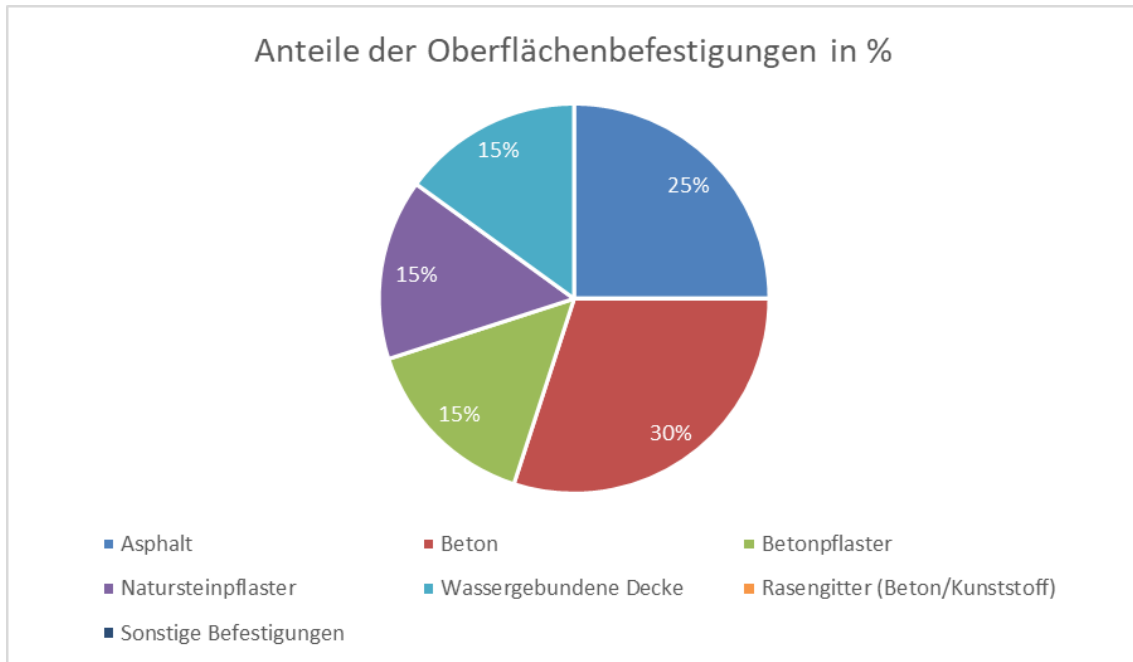
Oberflächenbefestigungen

Frage 10: Welche Oberflächenbefestigungen werden in Ihrer Kommune für Radverkehrsanlagen verwendet?

Antwort: Asphalt, Beton, Betonpflaster, Natursteinpflaster, Wassergebundene Decke

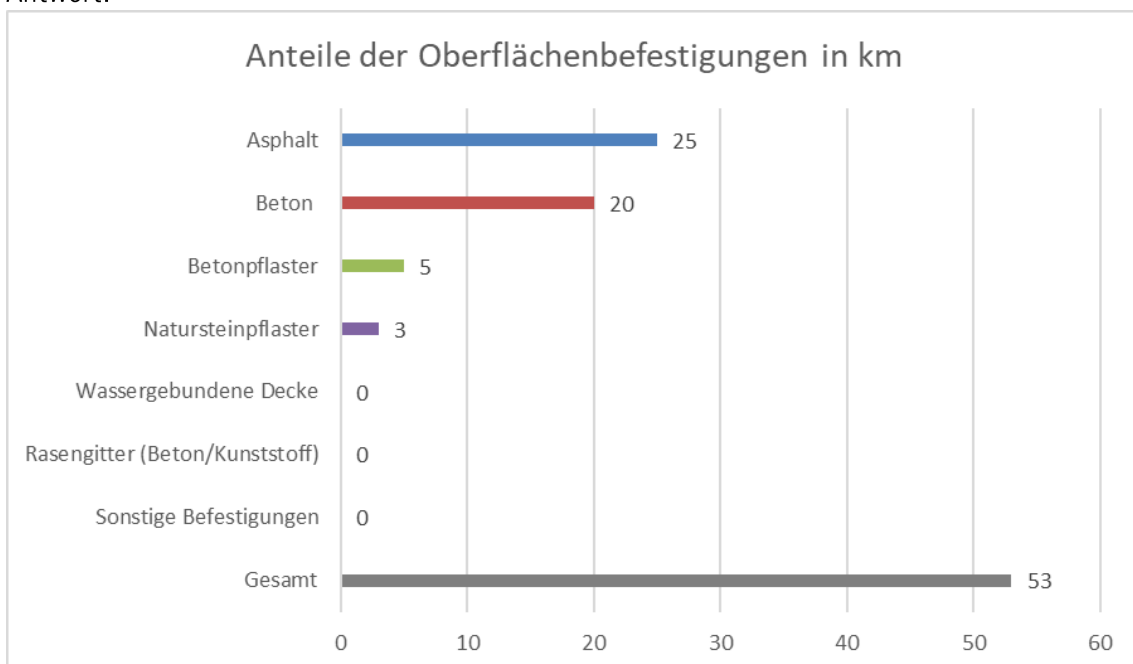
Frage 11: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



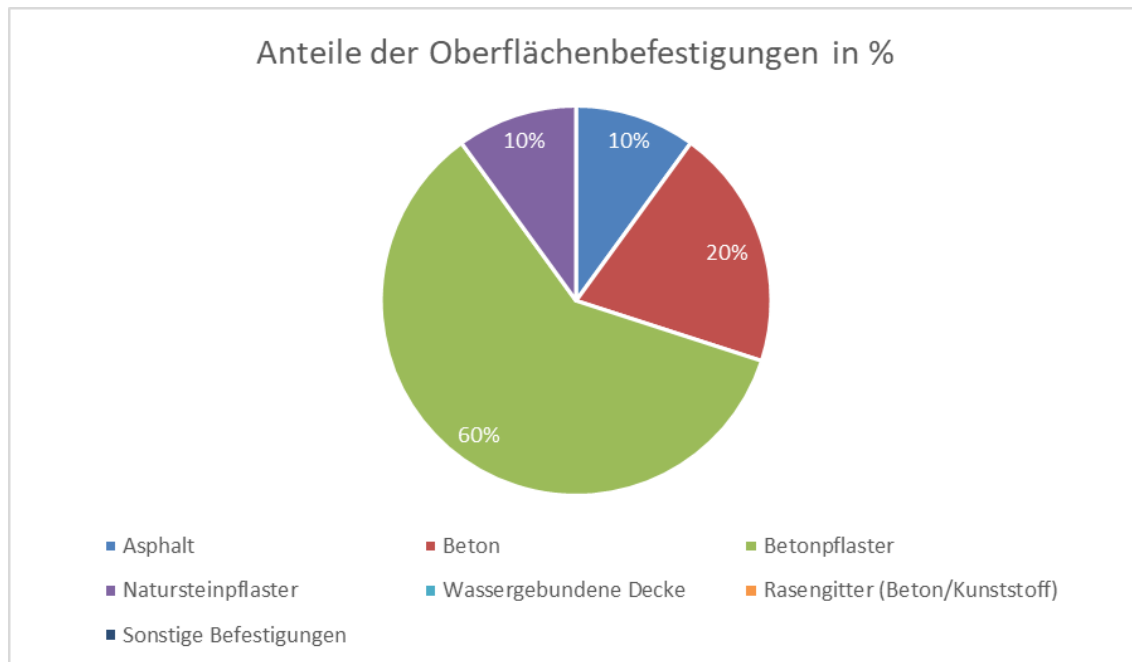
Frage 12: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



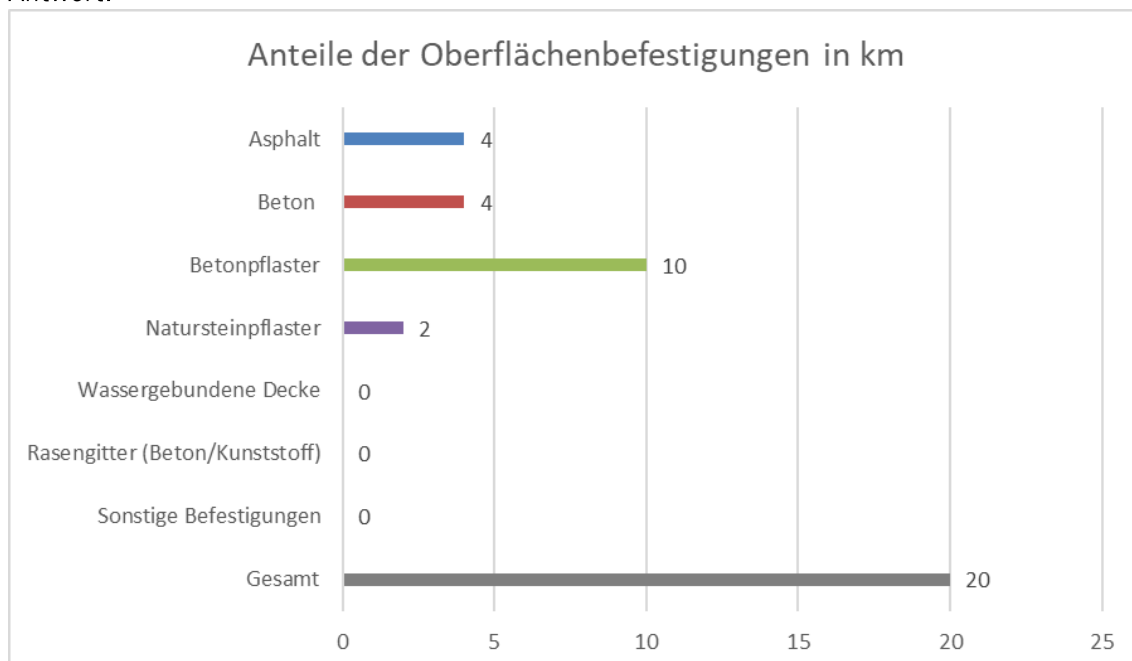
Frage 13: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



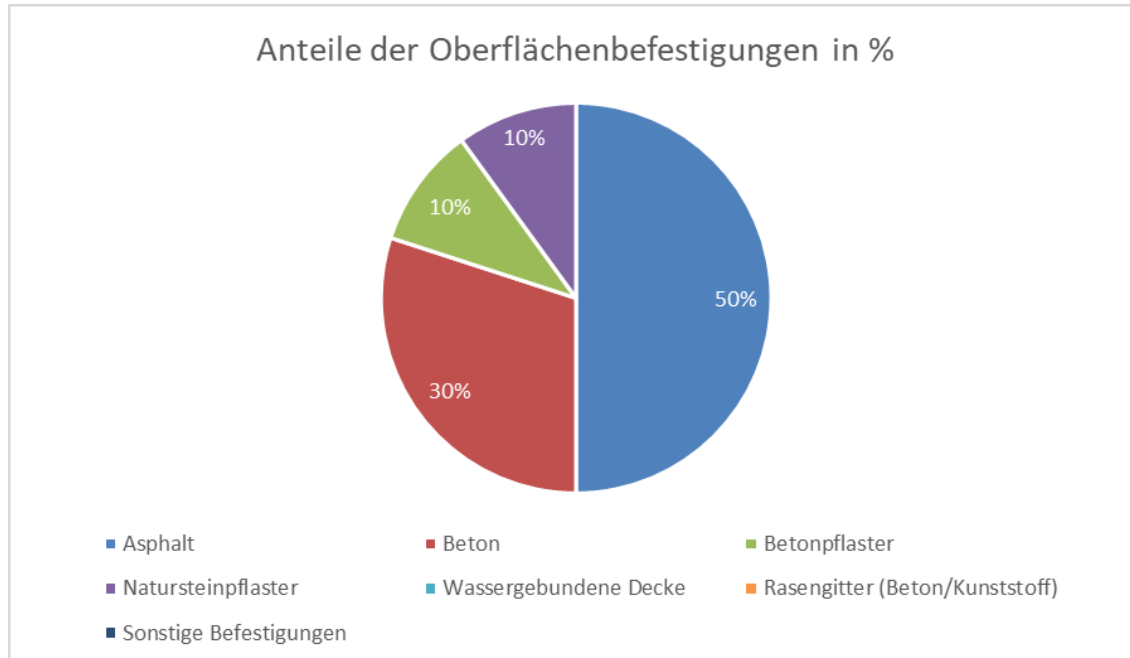
Frage 14: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



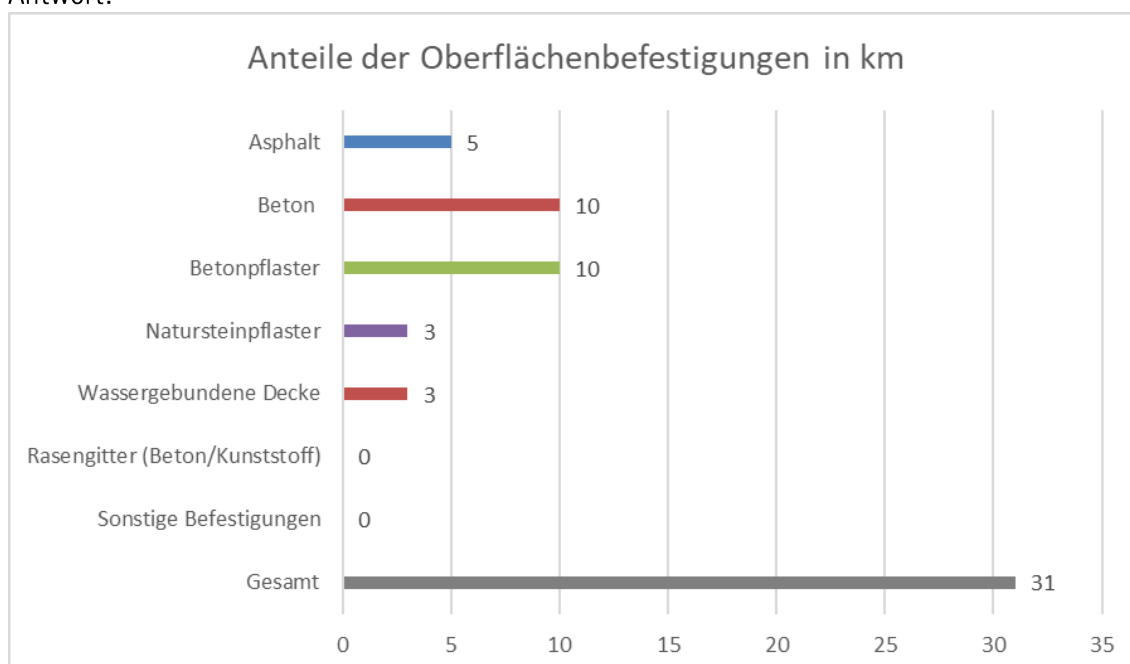
Frage 15: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



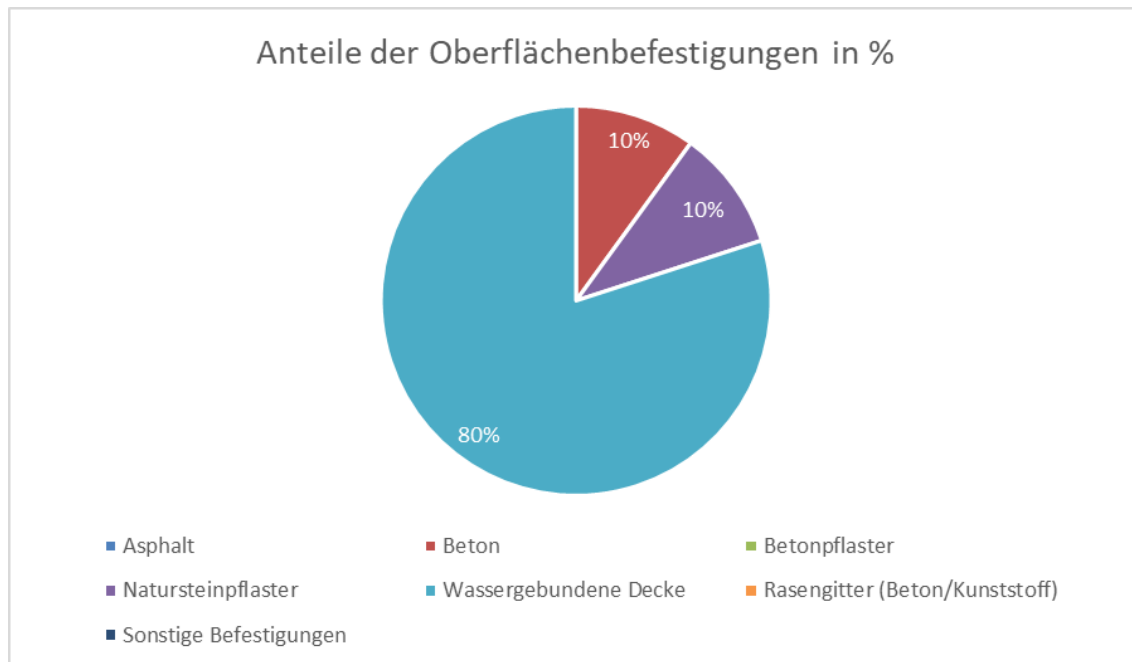
Frage 16: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort:



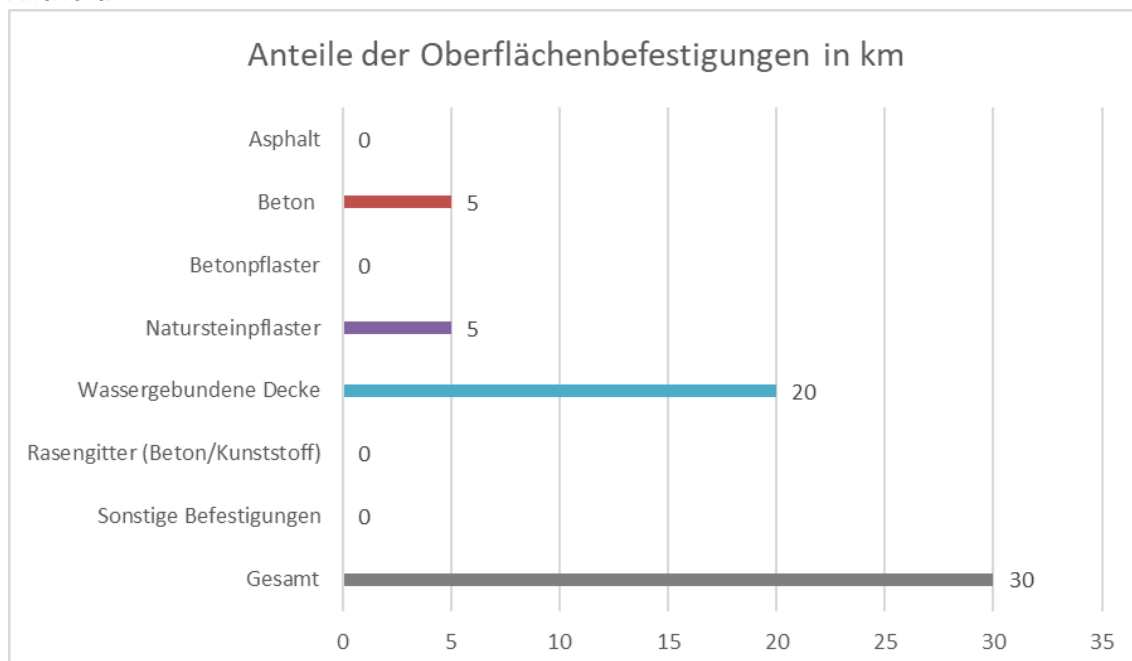
Frage 17: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



Frage 18: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort:



Frage 19: Welche umweltschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

Antwort: Naturschutz und Gewässerschutz sowie Denkmalschutz

Rückfragen:

Welche Probleme bestehen hier genau? Wie wird damit umgegangen?

z.B.: Verlegen des Radweges? Anpassung der Radwegbreite? Anpassung der Gestaltung der Radverkehrsanlage?

Frage 20: Kennen Sie Möglichkeiten, oft kostentreibende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit der geeigneten Wahl der Oberflächenbefestigung zu reduzieren?

Antwort: Einsatz von Beton als Baustoff. Hierdurch entfällt der Thermoeffekt bei Asphaltwegen und gleichzeitig entfällt der hohe Aufwand der Reparatur der Wurzelaufbrüche in Asphaltstrecken. Durch die hohe Drucklast des Betons und des fehlenden Nährbodens – da weniger Niederschlagswasserversickerung auf der Fahrbahn u.w., werden erhebliche Kosten eingespart.

Rückfragen:

Wie gestalten sich die Abstimmungen diesbzgl. mit der UNB?

Wie kompromissbereit sind die Beteiligten?

Frage 21: Welche denkmalschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

**Wie können Denkmalschutz und komfortable Radverkehrsanlagen in Einklang gebracht werden?
Gibt es Anwendungsbeispiele in Ihrer Kommune?**

Antwort: Einsatz von Mosaiksteinpflaster bzw. glattem Kleinstadtpflaster (abgefahrene Steine aus Altbestände) ermöglicht den Einklang mit dem Denkmalschutz.

Rückfragen:

Wie gestalten sich die Abstimmungen mit der Denkmalschutzbehörde? Gibt es weitere denkmalschutzrechtliche Randbedingungen?

Welche Auswirkungen hat die Verwendung von glatten / geschliffenen Pflaster auf den Fahrkomfort?

Frage 22: Hat Ihre Kommune bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen machen können (z.B. Solarplatten, [recycelte] Kunststoffe, Epoxidharz, beheizbare Oberflächen etc.)?

Wenn ja, in welchem Umfang?

Wie werden diese bewertet (z.B. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fahrkomfort, Denkmalschutz, Umweltschutz, Nachhaltigkeit etc.)?

Antwort: keine.

Frage 23: Welche Informationen über alternative / unkonventionelle Oberflächenbefestigungen fehlen Ihnen? Wie kann die AGFK Brandenburg Sie in Zukunft z.B. durch Weiterbildungen etc. unterstützen?

Antwort: Einsatz von Betonoberflächen für Radwege sollte sich mehr durchsetzen. Hierzu sollten Vergleiche angestellt werden.

Treuenbrietzen hat den Weg der Umstellung von Asphalt auf Beton erfolgreich umgesetzt und spart hierdurch Unterhaltungsaufwendungen.

Rückfragen:

Inwiefern Vergleiche? Vergleiche bzgl. Kosten, Unterhaltung etc. der verschiedenen Oberflächenbefestigungen?

Setzen Sie nur noch Radwege in Beton um bzw. wie ist die erfolgreiche Umsetzung zu verstehen?

Frage 24: Sind Ihnen Kommunen bekannt, welche bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen für Radverkehrsanlagen gemacht haben?

Wenn ja, welche?

Antwort: -

Frage 25: Wie schätzen Sie die Situation der Befestigung von Radverkehrsanlagen in Zukunft ein?

Wie sollen Radverkehrsanlagen perspektivisch (in Ihrer Kommune) befestigt werden?

Wird es aus Ihrer Sicht aufgrund von z.B. Klimaanpassungsmaßnahmen, Kostensteigerungen bei Oberflächenarten etc. eine grundsätzliche Anpassung der Art der Befestigung geben müssen?

Antwort: Einsatz von Betonoberflächen für Radwege sollte sich mehr durchsetzen. Hierzu sollten Vergleiche angestellt werden.

Treuenbrietzen hat den Weg der Umstellung von Asphalt auf Beton erfolgreich umgesetzt und spart hierdurch Unterhaltungsaufwendungen.

Asphalt ist u.a. in der Herstellung und Entsorgung wesentlich umweltschädlicher als Beton.

Rückfragen:

Herstellung von Beton erfordert viel Energie und verursacht ebenfalls CO₂-Emissionen, wie genau bewerten Sie die Umweltverträglichkeit der Baustoffe?

Beton erfordert Fugen, was den Fahrkomfort einschränken kann. Wie ist die Meinung dazu? Werden die Radwege dennoch gern genutzt?

Sollen zukünftig alle Radwege aus Beton hergestellt / instandgesetzt werden oder gibt es eine weitere Idee / Vorstellung für die Gestaltung der zukünftigen Radverkehrsanlagen?

Frage 26: Wie wird bei Radverkehrsanlagen in unmittelbarer Nähe zu Baumbewuchs mit dem Thema Wurzeln umgegangen? Gibt es Möglichkeiten Radverkehrsanlagen mittels geeigneter Oberflächenwahl vor Wurzelschäden zu schützen?

Antwort: Einsatz von Betonoberflächen für Radwege sollte sich mehr durchsetzen. Hierzu sollten Vergleiche angestellt werden.

Treuenbrietzen hat den Weg der Umstellung von Asphalt auf Beton erfolgreich umgesetzt und spart hierdurch Unterhaltungsaufwendungen.

Rückfragen:

Wie wird bei Radverkehrsanlagen in unmittelbarer Nähe zu Baumbewuchs mit dem Thema Wurzeln umgegangen?

Wäre eine Kombination aus Asphalt und Beton denkbar? Asphalt kann durch Farbstoffe auch aufgehellert werden (weniger Aufheizung)

Frage 27: Welche Erfahrungen haben Sie und / oder Ihre Kommune mit der Instandhaltung von unterschiedlichen Oberflächenarten gemacht?

Antwort: "Asphalt = erheblich hohe Aufwendungen

Beton = derzeit gegen null

Wassergeb. Decke = Unterhaltungsarbeiten ca. alle 5 Jahre – wird jedoch aus Kostengründen gern vernachlässigt.

Rückfragen:

Gibt es eine Kostengegenüberstellung zu Baukosten / Unterhaltungskosten / etc.?

Werden die zukünftigen Kosten der Instandhaltung / Entsorgung von Betondecken nicht vernachlässigt?

Frage 28: Gibt es Wünsche / Bedenken / Anregungen aus der Bevölkerung zu Oberflächenbefestigungen von Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Wenn ja, welche?

Wie schätzen Sie diese ein?

Antwort: Der Einsatz von Betonfahrbahnen finden großen Anklang und Zuspruch. Beispiele können gern angesehen werden.

Rückfragen:

Welche konkreten Beispiele können Sie nennen und ggf. der Studie als Fallbeispiele zur Verfügung stellen?

Fahrbahneinfärbungen/ Markierungen

Frage 29: Werden in Ihrer Kommune Fahrbahneinfärbungen zur Markierung / Hervorhebung von Radverkehrsanlagen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: nein noch nicht.

Rückfragen:

Welche Gründe gibt es dafür? Nicht notwendig? Angedacht?

Frage 30: In welchem Umfang werden diese Fahrbahneinfärbungen genutzt?

Antwort: keine

Rückfragen:

Keine

Frage 31: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Welche Erfahrungen wurden damit gemacht?

Antwort: keine

Rückfragen:

Keine

Frage 32: Welche Farbe wird in Ihrer Kommune für Fahrbahneinfärbungen verwendet?

Antwort: keine

Frage 33: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Gibt es für die Farbwahl einen Grund?

Wenn ja, welcher?

Wie ist Ihre persönliche Meinung zur Farbwahl?

Antwort: keine

Rückfragen:

Wie ist Ihre persönliche Meinung zu Fahrbahneinfärbungen & zur diesbzgl. Farbwahl?

Frage 34: Werden sonstige Markierungen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: Piktogramm auf Landes - und Bundesstraßen

Rückfragen:

Welche Piktogramme werden hierfür benutzt?

Frage 35: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Wann werden diese angewendet und können diese empfohlen werden?

Antwort: Beim Ausbau durch Bund- bzw. Land

Rückfragen:

Wo werden diese angeordnet? Am Beginn von Radwegen? Mittendrin?

**Frage 36: Konnten Sie bereits Erfahrungen mit aktuellen Trends / Lösungen bzgl. Fahrbahnmarkierungen machen?
Schildern Sie bitte Ihre Erfahrungen.**

Antwort: nein.

Auswertung des Fragebogens und ggf. Rückfragen

Stadt Ludwigsfelde, Stefan Seewald, 18.12.2023

Inkl. Antworten auf Rückfragen, telefonisch, 15.03.2024

Allgemeine Fragen

Frage 1: Wer sind Sie?

Antwort: Stefan Seewald

Frage 2: Für welche Kommune sind Sie tätig?

Antwort: Stadt Ludwigsfelde

Allgemeine Fragen zur Kommune

Frage 3: Wie viele Einwohner leben in Ihrer Kommune?

Antwort: 29.000 EW

Frage 4: Wie groß ist die Fläche Ihrer Mitgliedskommune?

Antwort: 100 km²

Frage 5: Wie hoch ist der Anteil des Radverkehrsaufkommens am Gesamtverkehrsaufkommen in Ihrer Kommune?

Antwort: 20 %

Frage 6: Wie hoch ist der Anteil des Alltagsradverkehrsaufkommens und der des Freizeitradverkehrsaufkommens am Gesamtradverkehrsaufkommen?

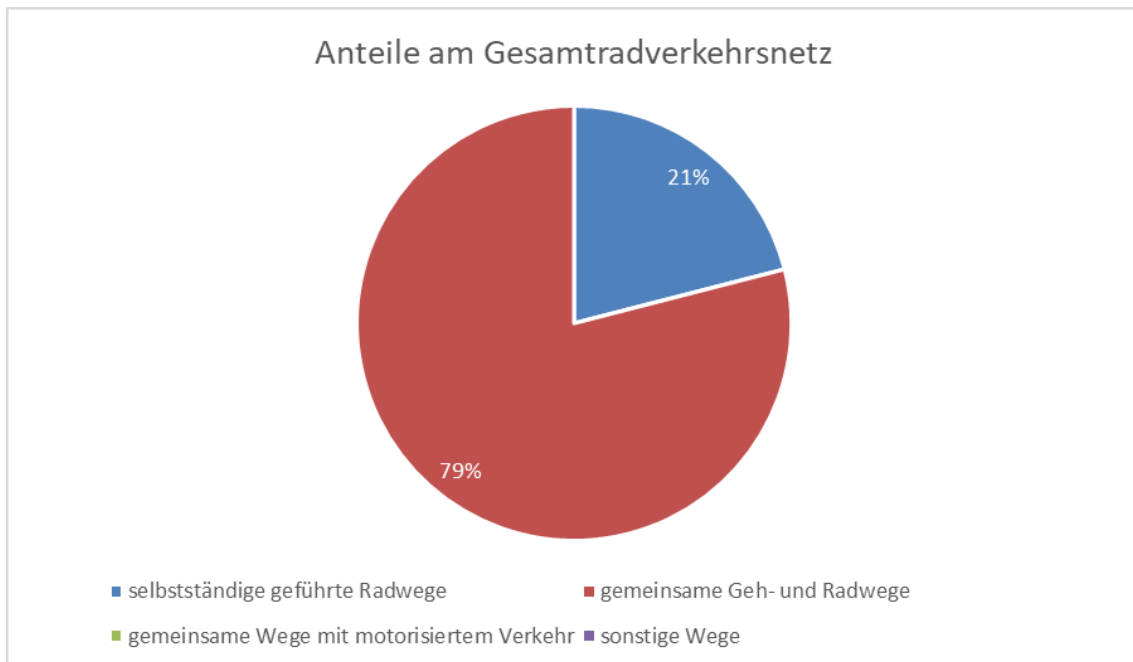
Antwort: Alltag – 80 % | Freizeit – 20 %

Frage 7: Wie groß ist das Radverkehrsnetz in Ihrer Kommune?

Antwort: 65,4 km

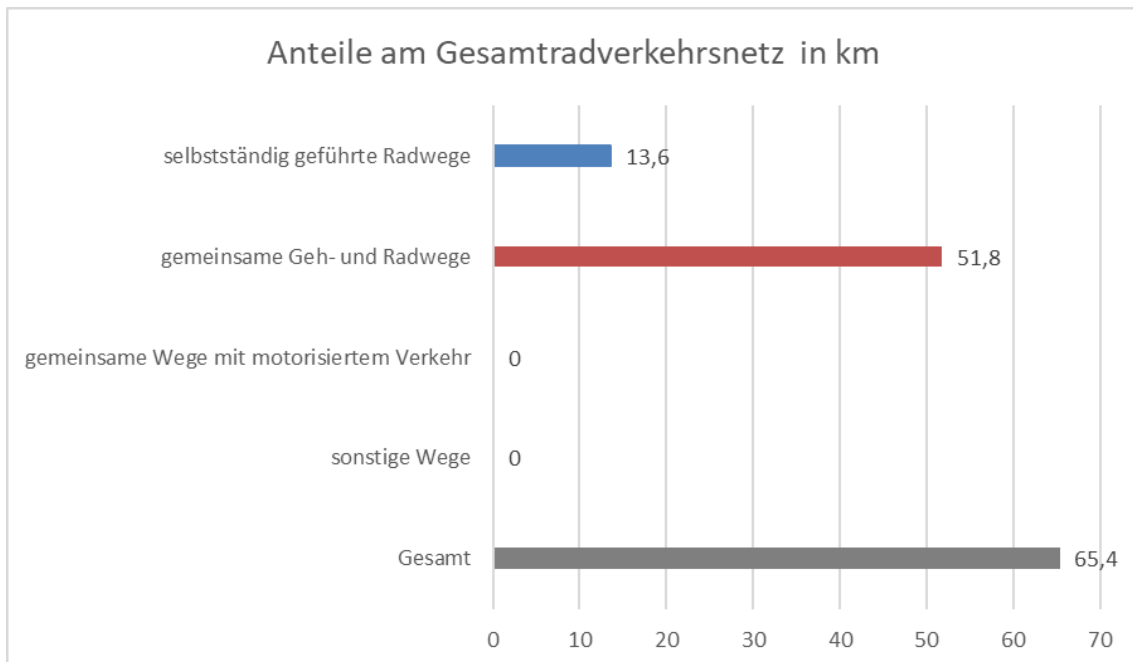
Frage 8: Wie hoch ist dabei der Anteil an...?

Antwort:



Frage 9: Welche Gesamtlänge besitzen die jeweiligen Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Antwort:



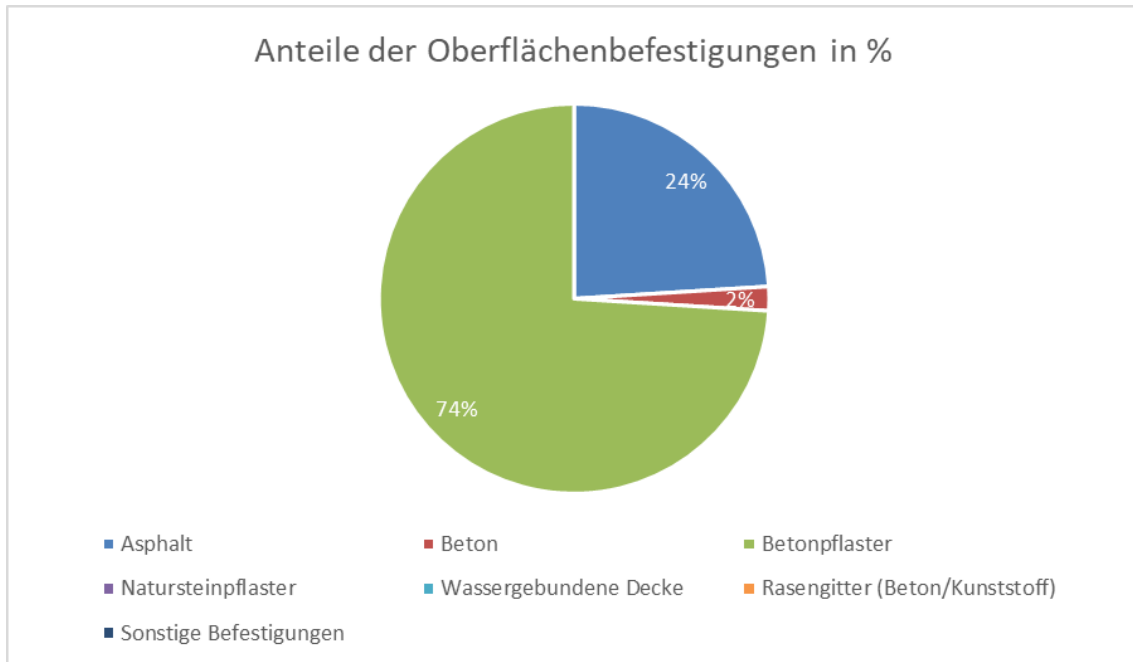
Oberflächenbefestigungen

Frage 10: Welche Oberflächenbefestigungen werden in Ihrer Kommune für Radverkehrsanlagen verwendet?

Antwort: Asphalt, Beton, Betonpflaster

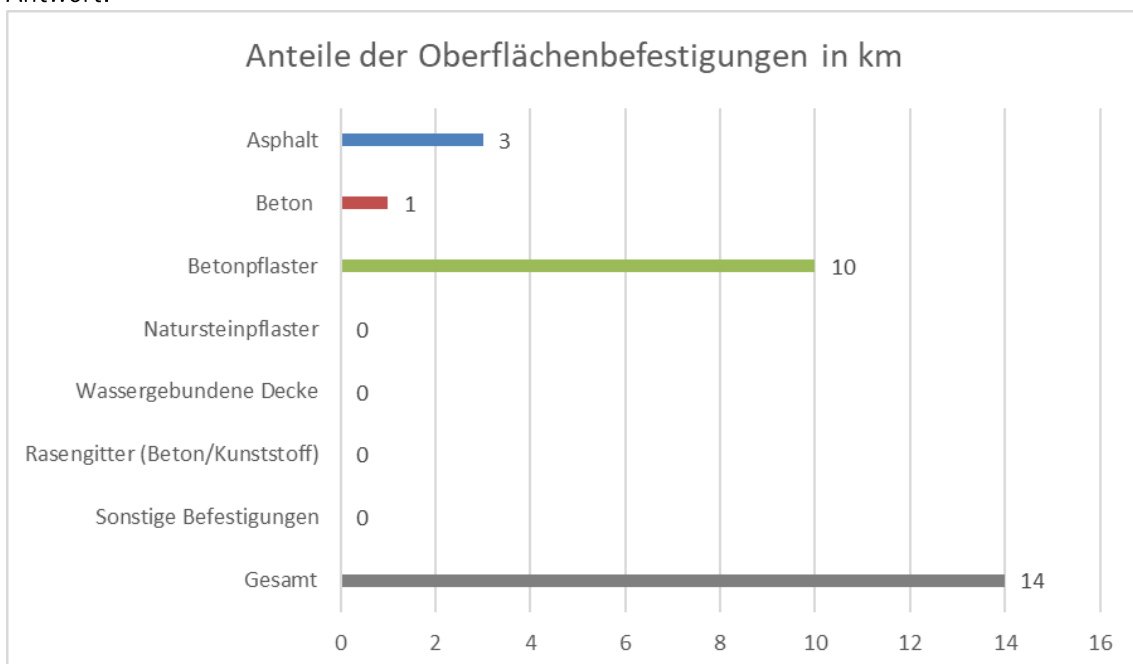
Frage 11: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



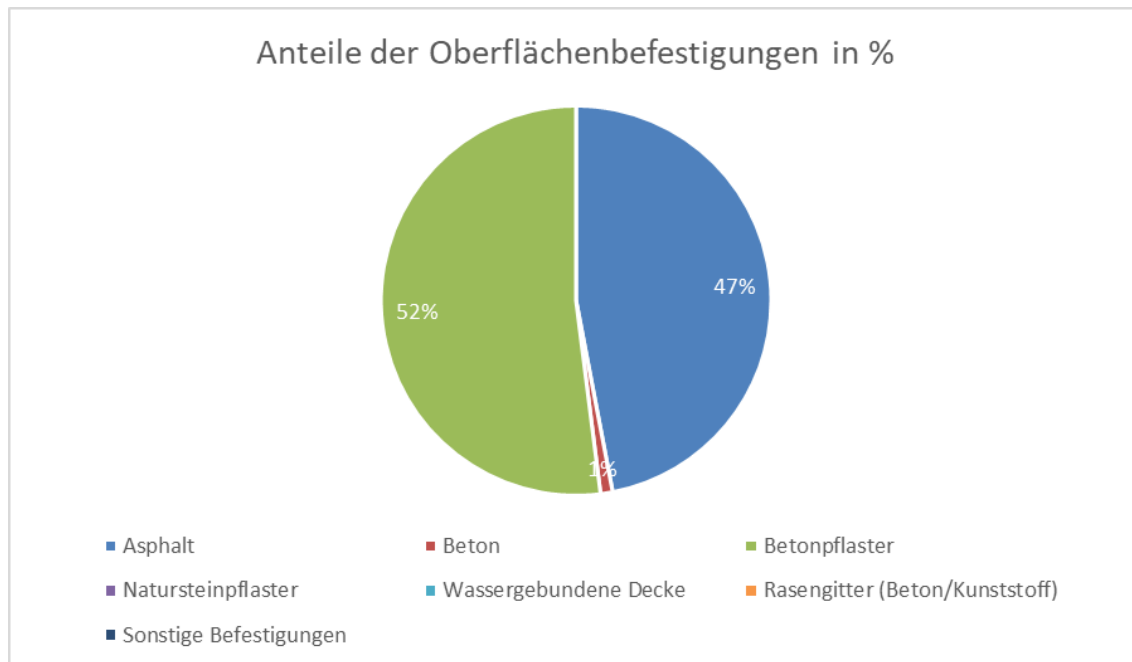
Frage 12: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



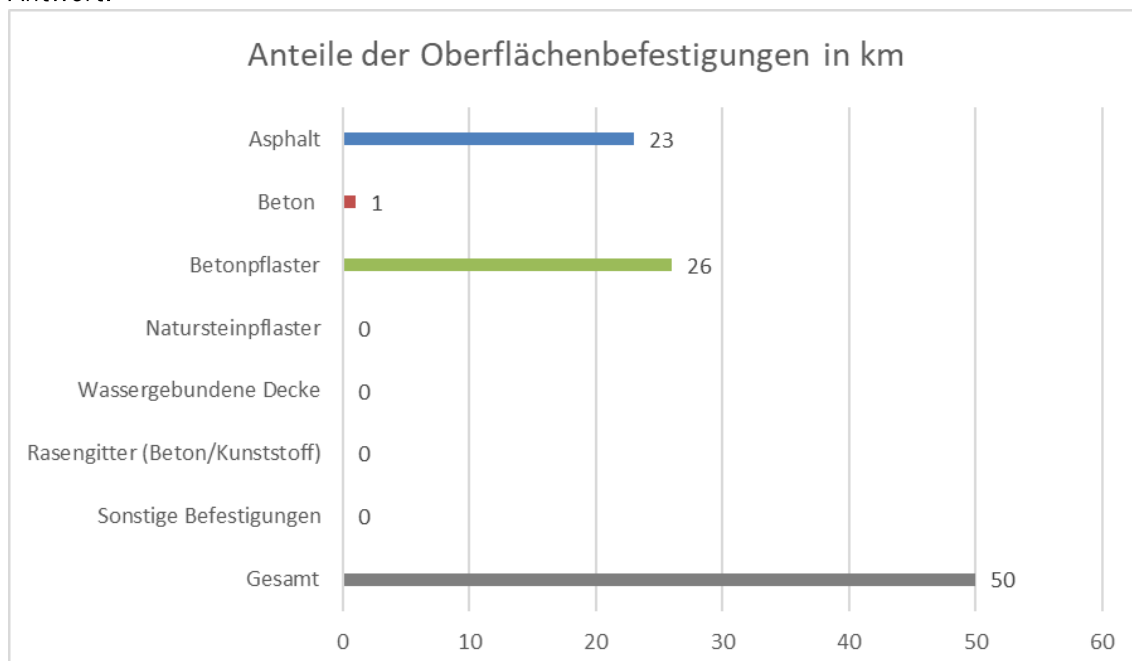
Frage 13: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



Frage 14: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



Frage 15: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 16: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort: keine Angaben

Frage 17: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 18: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort: keine Angaben

Oberflächenbefestigungen

Frage 19: Welche umweltschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

Antwort: Naturschutz (v.a. Alleeebäume)

Rückfragen:

Welche Probleme bestehen hier genau? Wie wird damit umgegangen? Fällung von Alleeebäumen?
Verlegen des Radweges? Anpassung der Radwegbreite? Anpassung der Gestaltung der
Radverkehrsanlage?

Antworten auf Rückfragen:

- Radweg sollte so nah wie möglich an Bäumen entlanggeführt werden, um Flächenverbrauch zu reduzieren.
- uNB fordert mindestens 4 m zum Bau bzw. Radweg nur außerhalb des Kronenbereiches
- Abweichen von den Regemaßen gemäß ERA kommt seitens Baulastträger nicht in Frage

Frage 20: Kennen Sie Möglichkeiten, oft kostentreibende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit der geeigneten Wahl der Oberflächenbefestigung zu reduzieren?

Antwort: Ideen dazu sind vorhanden, aber Abstimmungen mit der UNB sind diesbezüglich sehr schwierig.

Rückfragen:

Welche Ideen sind vorhanden? Wie gestalten sich die Abstimmungen mit der UNB? Wird hier auf Konfrontation gegangen? Wie kompromissbereit sind die Beteiligten?

Antworten auf Rückfragen:

- Radweg näher an Bäume rücken, aber keine Kompromissbereitschaft seitens uNB
- Schwere Beläge sind schlecht für Wurzeln (Betondecken)
- Möglichkeit der Verwendung von Pflaster im Bereich der Wurzeln (einfacher Austausch bei Zerstörung durch Wurzeln)

Frage 21: Welche denkmalschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

**Wie können Denkmalschutz und komfortable Radverkehrsanlagen in Einklang gebracht werden?
Gibt es Anwendungsbeispiele in Ihrer Kommune?**

Antwort: Albert-Tanneur-Straße soll zur Fahrradstraße umgebaut werden. Dazu soll das vorhandene Kopfsteinpflaster abgeschliffen werden. Die Denkmalschutzbehörde hat aber bereits ihr Veto dazu eingelegt, da das gesamte Quartier unter Denkmalschutz steht.

Rückfragen:

Was ist die genaue Argumentation der Denkmalschutzbehörde? Ist es evtl. möglich nur einen Teil der Fahrbahn abzuschleifen (nur die Randbereiche bzw. die Bereiche, wo Radverkehr ist)?

Welche Möglichkeiten sind alternativ zum Abschleifen des Pflasters in der Albert-Tanneur-Straße geprüft worden?

Antworten auf Rückfragen:

- Begründung der Denkmalschutzbehörde: Kopfsteinpflaster muss im gesamten Bereich rund sein (Katzenkopfpflaster)
- Kein Herankommen an Denkmalschutzbehörden

Frage 22: Hat Ihre Kommune bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen machen können (z.B. Solarplatten, [recycelte] Kunststoffe, Epoxidharz, beheizbare Oberflächen etc.)?

Wenn ja, in welchem Umfang?

Wie werden diese bewertet (z.B. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fahrkomfort, Denkmalschutz, Umweltschutz, Nachhaltigkeit etc.)?

Antwort: Bisher keine Erfahrungen in diesem Bereich.

Frage 23: Welche Informationen über alternative / unkonventionelle Oberflächenbefestigungen fehlen Ihnen? Wie kann die AGFK Brandenburg Sie in Zukunft z.B. durch Weiterbildungen etc. unterstützen?

Antwort: Eine Übersicht zu den verschiedenen Oberflächen und deren Einsatzgebieten wäre sinnvoll, inkl. Kosten für Bau und Instandhaltung (je Kilometer und Jahr)

Rückmeldung:

Soll im Zuge des Gutachtens tlw. erstellt werden

Frage 24: Sind Ihnen Kommunen bekannt, welche bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen für Radverkehrsanlagen gemacht haben?

Wenn ja, welche?

Antwort: Solarradweg in Erftstadt wurde nach kurzer Zeit wieder demontiert (siehe <https://www.zfk.de/energie/strom/erftstadt-maroder-solar-radweg-wird-demontiert>). Andere Beispiele sind nicht bekannt.

Rückfragen:

Wie stehen Sie persönlich zu solchen Pilotprojekten?

Antworten auf Rückfragen:

- Spannendes Thema, stadintern wurde es zur Kenntnis genommen, bisher keine weiteren Bestrebungen zur Planung/Umsetzung
- Weiteres Pilotprojekt: Messe Freiburg (geä. HL), Radweg mit aufgeständerten Solarplatten

Frage 25: Wie schätzen Sie die Situation der Befestigung von Radverkehrsanlagen in Zukunft ein?

Wie sollen Radverkehrsanlagen perspektivisch (in Ihrer Kommune) befestigt werden?

Wird es aus Ihrer Sicht aufgrund von z.B. Klimaanpassungsmaßnahmen, Kostensteigerungen bei Oberflächenarten etc. eine grundsätzliche Anpassung der Art der Befestigung geben müssen?

Antwort: Eigenständig geführte Radwege sollten entlang des Hauptstraßennetzes mit Betonpflaster errichtet werden, um bei eventuellen Leitungsarbeiten die Pflastersteine wiederzuverwenden. In den Nebenstraßen sollte der Radverkehr überwiegend im Mischverkehr geführt werden, im Idealfall als Fahrradstraße. Außerorts sollten kombinierte Geh-/Radwege asphaltiert werden, mit ausreichenden Breiten für den Begegnungsverkehr.

Rückfragen:

Betonpflaster für Radwege entlang Hauptstraßennetz. – Welches Pflaster wird verwendet? Wie sehen die Fugen aus? Inwieweit wird der Fahrkomfort gegenüber Asphalt eingeschränkt? Wird der Radweg gern genutzt?

Sie zählen hauptsächlich den aktuellen (bzw. aktuellen Plan-) Zustand auf, gibt es weitere Vorstellungen wie zukünftig Radverkehrsanlagen in Ludwigsfelde gestaltet werden könnten?

Antworten auf Rückfragen:

- Schnelle Radfahrende weichen auf Fahrbahn aus
- Ansonsten keine Probleme mit Pflasterbefestigungen
- Möglichkeit der Kombination aus Asphalt / Pflaster wäre Option (Pflaster nur in Bereich von kreuzenden Leitungen, bei längsverlaufenden Leitungen Kombi nicht praktikabel)

Frage 26: Wie wird bei Radverkehrsanlagen in unmittelbarer Nähe zu Baumbewuchs mit dem Thema Wurzeln umgegangen? Gibt es Möglichkeiten Radverkehrsanlagen mittels geeigneter Oberflächenwahl vor Wurzelschäden zu schützen?

Antwort: Es wird versucht den Wurzelbereich von Straßenbäumen nicht zu überbauen.

Rückfragen:

Sicherlich auch nicht immer möglich. Was wird dann gemacht? Wäre es möglich im Bereich von Wurzeln Betondecke herzustellen?

Antworten auf Rückfragen:

- Betonpflaster im Bereich von Wurzeln
- Betondecke zu schwer → Beschädigung der Wurzeln

Frage 27: Welche Erfahrungen haben Sie und / oder Ihre Kommune mit der Instandhaltung von unterschiedlichen Oberflächenarten gemacht?

Antwort: Instandhaltung von Pflaster ist günstiger als Beton- oder Asphaltdecken. Daher sollen insbesondere innerorts neue Fahrradwege überwiegend gepflastert werden.

Rückfragen:

Siehe Frage 25

Lässt sich der Mehraufwand an jährlichen Unterhaltungskosten von Asphalt zu Pflaster ausweisen, mit Zahlen belegen?

Antworten auf Rückfragen:

- Neuer Asphalt teurer als Pflaster, keine genauen Zahlen vorh.
-

Frage 28: Gibt es Wünsche / Bedenken / Anregungen aus der Bevölkerung zu Oberflächenbefestigungen von Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Wenn ja, welche?

Wie schätzen Sie diese ein?

Antwort: Bevölkerung kritisiert den Fahrradweg entlang der Potsdamer Straße (L 79). Für die Instandhaltung ist aber der Landesbetrieb Straßenwesen zuständig. Außerdem soll es nach Wunsch der Bevölkerung mehr und sichere Querungshilfen geben, insbesondere außerorts.

Rückfragen:

Was wird am Radweg kritisiert? Kann die Kommune „Druck“ auf den Landesbetrieb ausüben? Gibt es seitens des LS einen Terminplan/Bedarfsplan? Könnte die Kommune die Planung und den Bau für den LS übernehmen?

Antworten auf Rückfragen:

- Oberfläche mangelhaft
- Kritik von Anwohnenden, ADFC, Autofahrenden etc.
- „Druck“ kann nur durch ständiges Nachfragen aufgebaut werden
- Möglichkeit der Aufteilung von Planungskosten wurde dem LS mehrfach angeboten, keine Einigung bisher

Fahrbahneinfärbungen/ Markierungen

Frage 29: Werden in Ihrer Kommune Fahrbahneinfärbungen zur Markierung / Hervorhebung von Radverkehrsanlagen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: In Kreuzungsbereichen entlang der Potsdamer Straße sind die Fahrspuren für den Radverkehr rot markiert. Jedoch müsste die Markierung stellenweise erneuert werden.

Rückfragen:

Wurden durch die Markierung Unfallschwerpunkte beseitigt? Wie viele Unfälle/Konfliktsituationen passieren in diesen Bereichen trotz Markierung? Welche Wirkung hat die Markierung auf die Verkehrsteilnehmenden? (siehe auch Frage 31)

Antworten auf Rückfragen:

- Unfallschwerpunkte wurden nicht beseitigt durch Markierung
- Markierung sehr alt
- Unfallschwerpunkte vorh. aufgrund Zusammenspiel verschiedener Faktoren (Markierungen, Grünphasen, Unübersichtlichkeit etc.)

Frage 30: In welchem Umfang werden diese Fahrbahneinfärbungen genutzt?

Antwort: im Kreuzungsbereich

Rückfragen:

Keine

Frage 31: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Welche Erfahrungen wurden damit gemacht?

Antwort: Farbmarkierungen haben eine hohe Akzeptanz, müssten aber erneuert werden. Trotz der Markierungen bleiben die Kreuzungsbereiche Unfallschwerpunkt.

Rückfragen:

Siehe Frage 29

Frage 32: Welche Farbe wird in Ihrer Kommune für Fahrbahneinfärbungen verwendet?

Antwort: Rot

Frage 33: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Gibt es für die Farbwahl einen Grund?

Wenn ja, welcher?

Wie ist Ihre persönliche Meinung zur Farbwahl?

Antwort: rot = Signalfarbe

Zukünftig könnten die Kreuzungsbereiche bzw. die Fahrradwege generell grün gestaltet werden, um den Nachhaltigkeitscharakter des Radverkehrs zu unterstreichen.

Rückfragen:

Eigene Meinung zu grün, oder allgemeine Meinung in der Kommune? Was spricht dagegen? Warum wurde es noch nicht umgesetzt in Ludwigsfelde?

Antworten auf Rückfragen:

- positive Meinung zu grün → Erregung von Aufmerksamkeit, Betonung der Klimafreundlichkeit des Radverkehrs
- rotes Pflaster im Bereich von Radwegen soll aber bleiben

Frage 34: Werden sonstige Markierungen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: Piktogramme auf der Fahrradstraße

Rückfragen:

Welche Piktogramme werden hierfür benutzt? Siehe Abb.?



Quelle: <https://www.ludwigsfelde.de/wp-content/uploads/2020/06/Wegeverbindung4.jpg>

Antworten auf Rückfragen:

- ja, wie in Abb. dargestellt

Frage 35: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Wann werden diese angewendet und können diese empfohlen werden?

Antwort: Da Piktogramme relativ häufig erneuert werden müssen und bei Schnee und Laub nicht zu erkennen sind, sollten vermehrt Hinweisschilder am Straßenrand errichtet werden.

Rückfragen:

Hinweisschilder im Sinne von Z 244.1? Schilder anordnungspflichtig. Piktogramme nicht.

Antworten auf Rückfragen:

- ja, Z244.1

**Frage 36: Konnten Sie bereits Erfahrungen mit aktuellen Trends / Lösungen bzgl. Fahrbahnmarkierungen machen?
Schildern Sie bitte Ihre Erfahrungen.**

Antwort: Bislang noch nicht.

Auswertung des Fragebogens und ggf. Rückfragen

Landkreis Dahme-Spreewald, Wolfgang Schwerin, 15.01.2024

Inkl. Antworten auf Rückfragen, telefonisch, 28.02.2024 – 13.30 Uhr

Allgemeine Fragen

Frage 1: Wer sind Sie?

Antwort: Wolfgang Schwerin

Frage 2: Für welche Kommune sind Sie tätig?

Antwort: Landkreis Dahme-Spreewald

Allgemeine Fragen zur Kommune

Frage 3: Wie viele Einwohner leben in Ihrer Kommune?

Antwort: 181.000 EW

Frage 4: Wie groß ist die Fläche Ihrer Mitgliedskommune?

Antwort: 2.260 km²

Frage 5: Wie hoch ist der Anteil des Radverkehrsaufkommens am Gesamtverkehrsaufkommen in Ihrer Kommune?

Antwort: 10 %

Frage 6: Wie hoch ist der Anteil des Alltagsradverkehrsaufkommens und der des Freizeitradverkehrsaufkommens am Gesamtradverkehrsaufkommen?

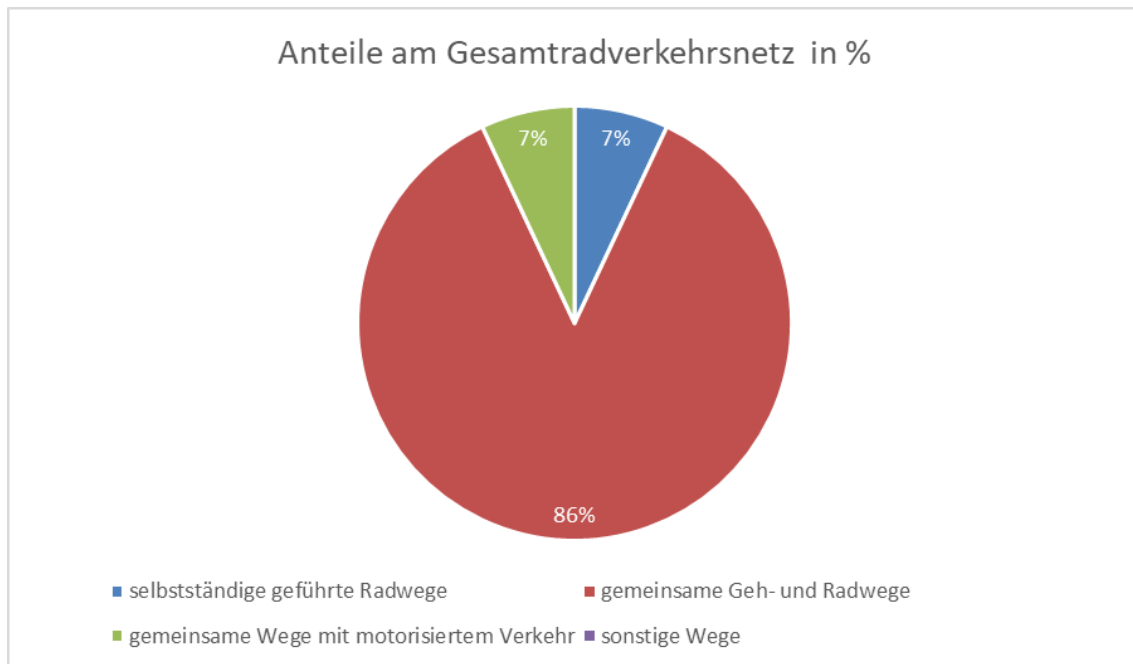
Antwort: Alltag – 60 % | Freizeit – 40 %

Frage 7: Wie groß ist das Radverkehrsnetz in Ihrer Kommune?

Antwort: 332 km (straßenbegleitende Radinfrastruktur)

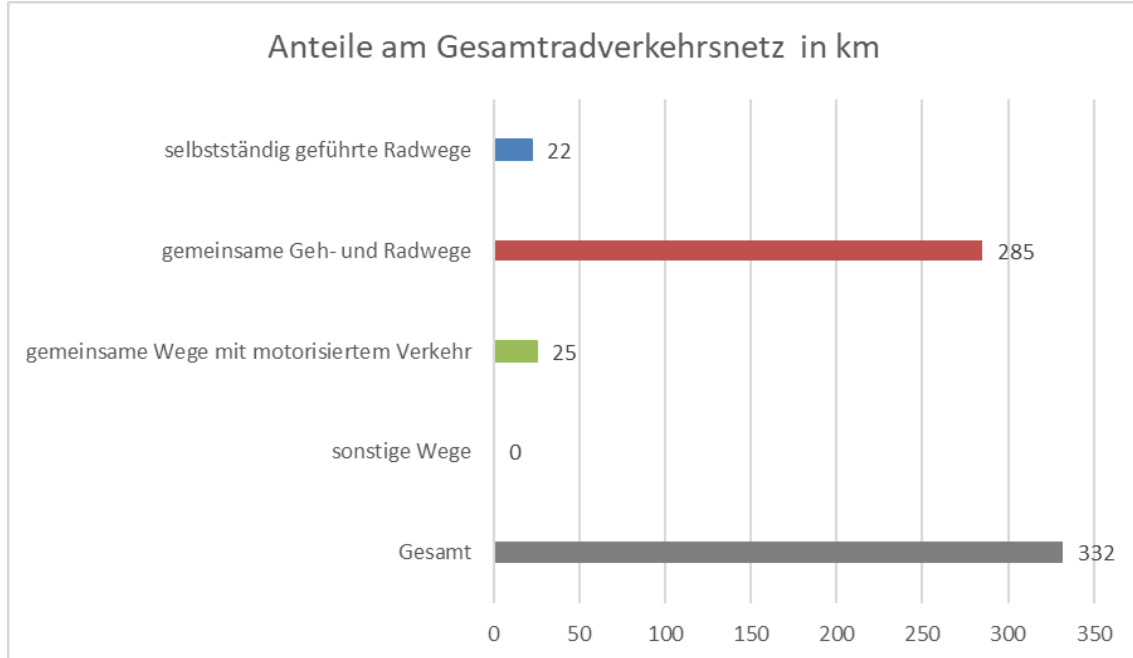
Frage 8: Wie hoch ist dabei der Anteil an...?

Antwort:



Frage 9: Welche Gesamtlänge besitzen die jeweiligen Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Antwort:



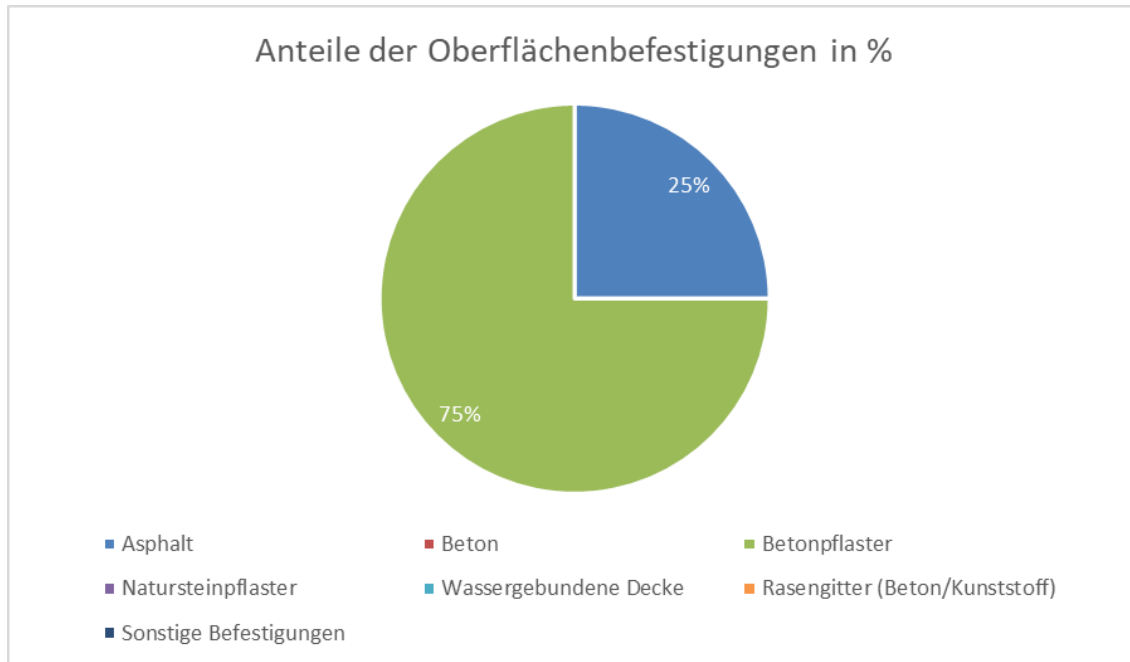
Oberflächenbefestigungen

Frage 10: Welche Oberflächenbefestigungen werden in Ihrer Kommune für Radverkehrsanlagen verwendet?

Antwort: Asphalt, Betonpflaster, Rasengitter (Beton/Kunststoff), Sonstiges

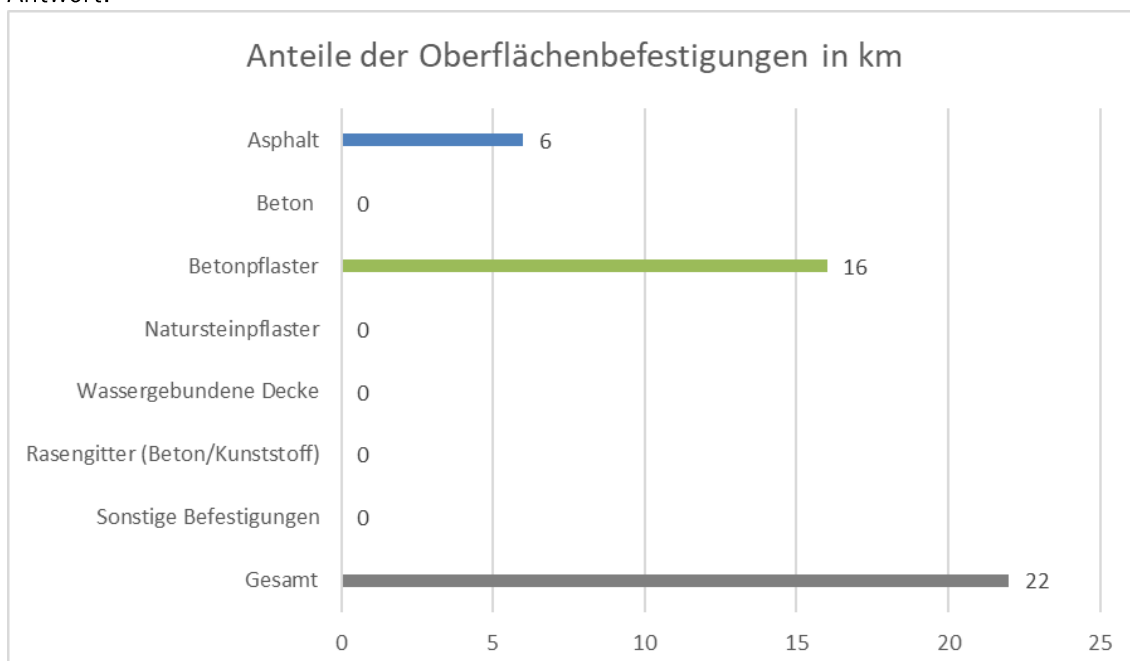
Frage 11: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



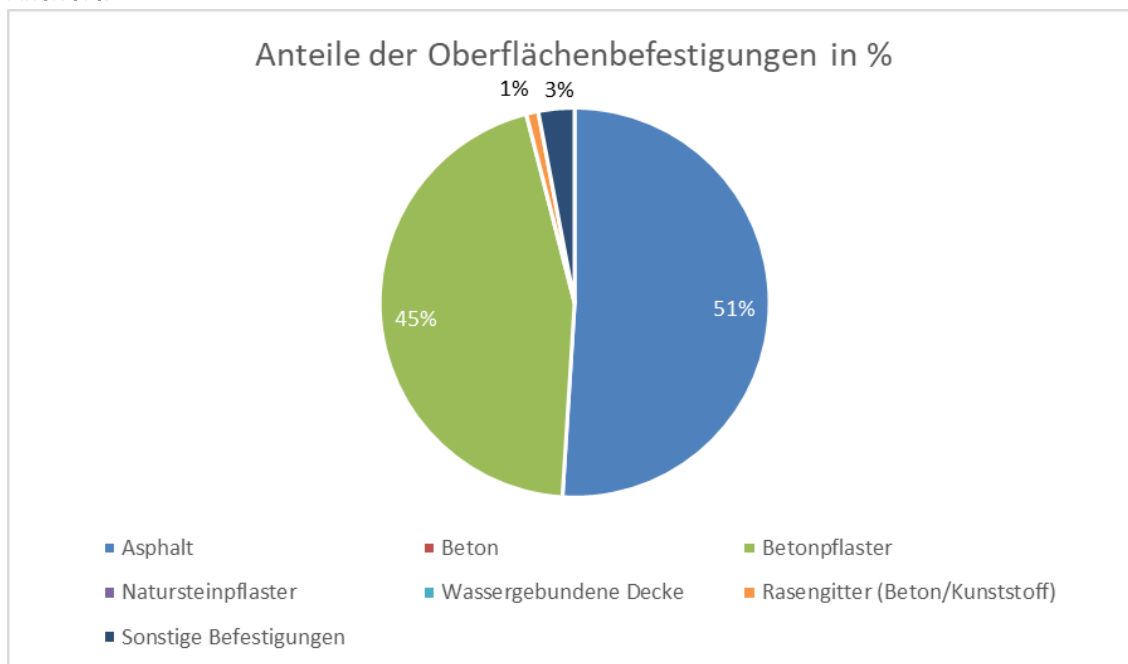
Frage 12: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



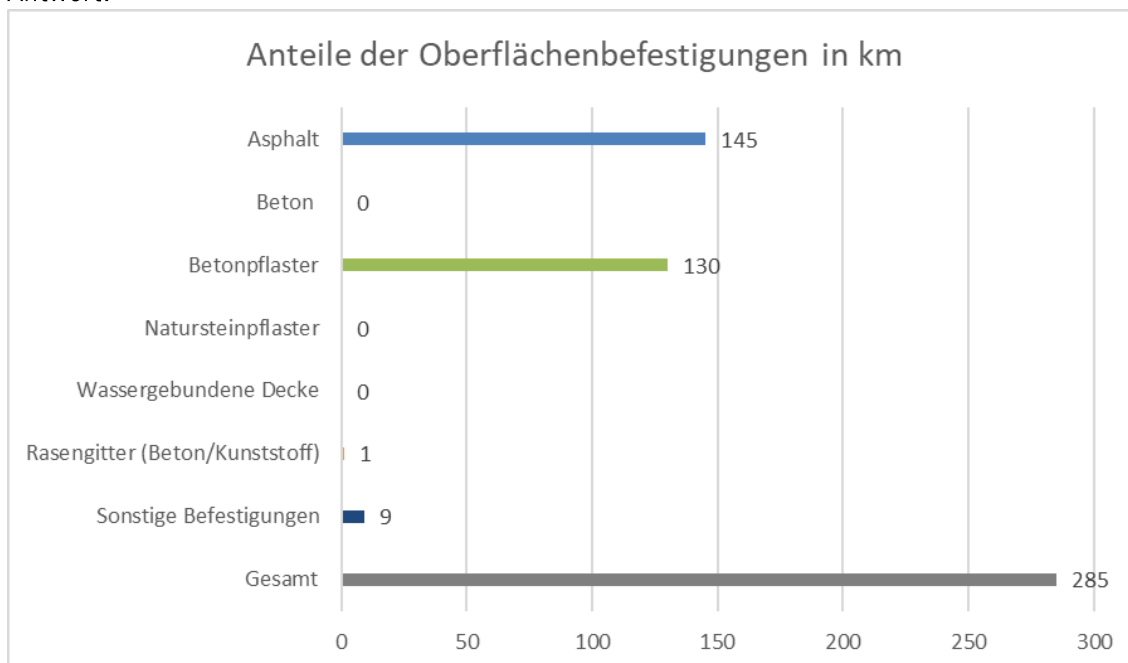
Frage 13: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



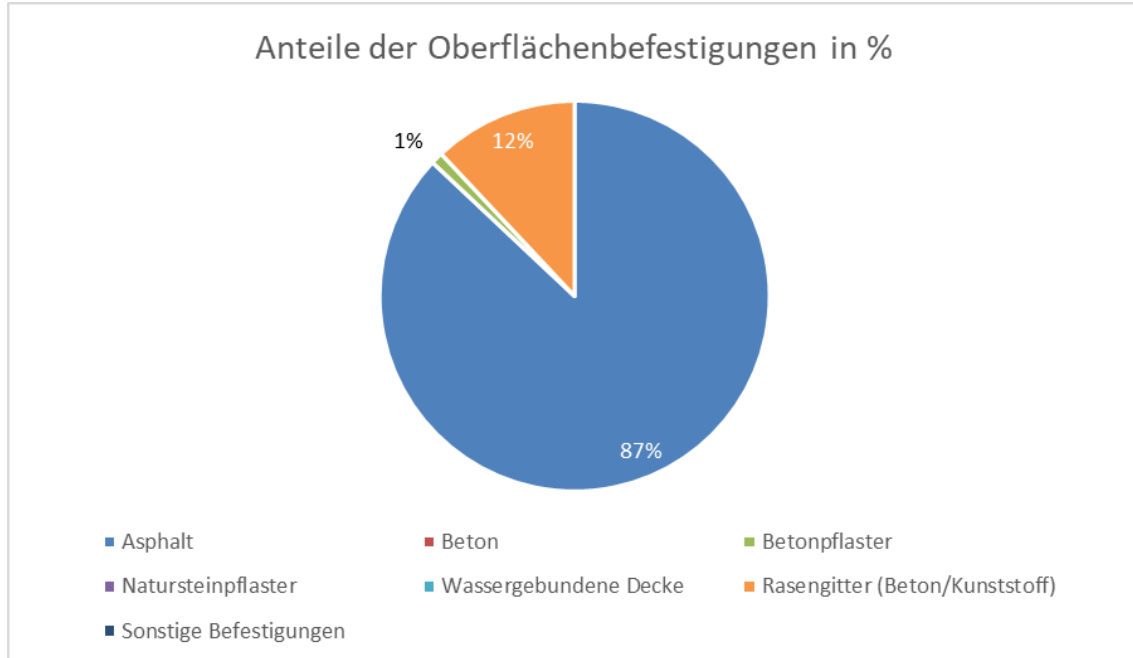
Frage 14: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort:



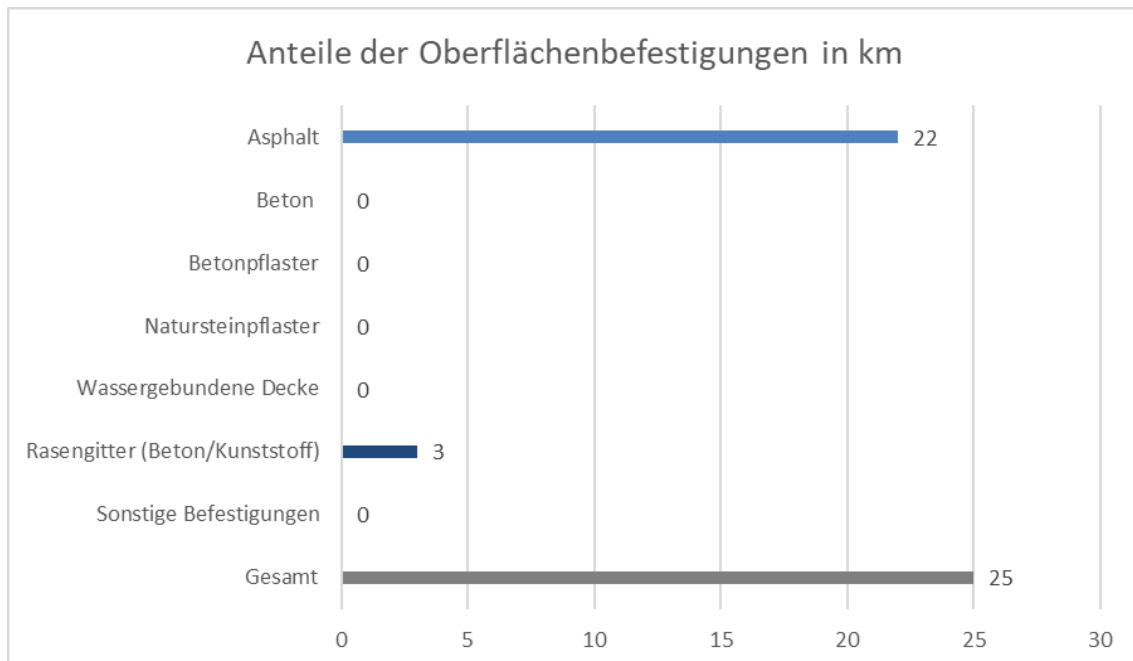
Frage 15: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort:



Frage 16: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort:



Hier besteht ein Widerspruch zu den Angaben zu Frage 15.

Frage 17: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

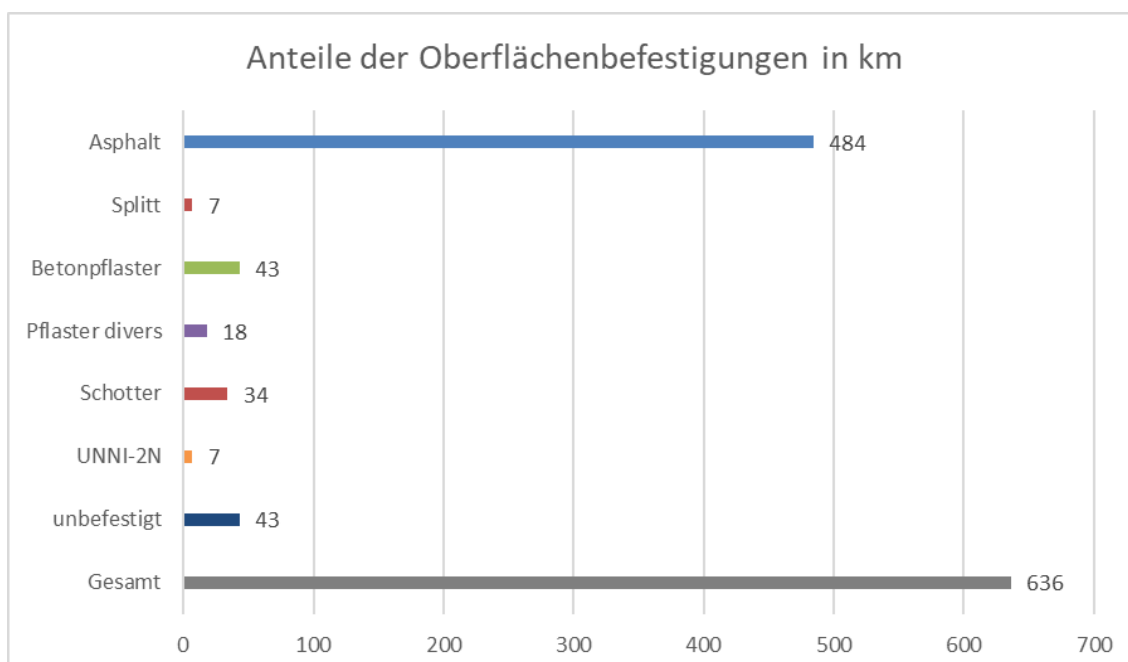
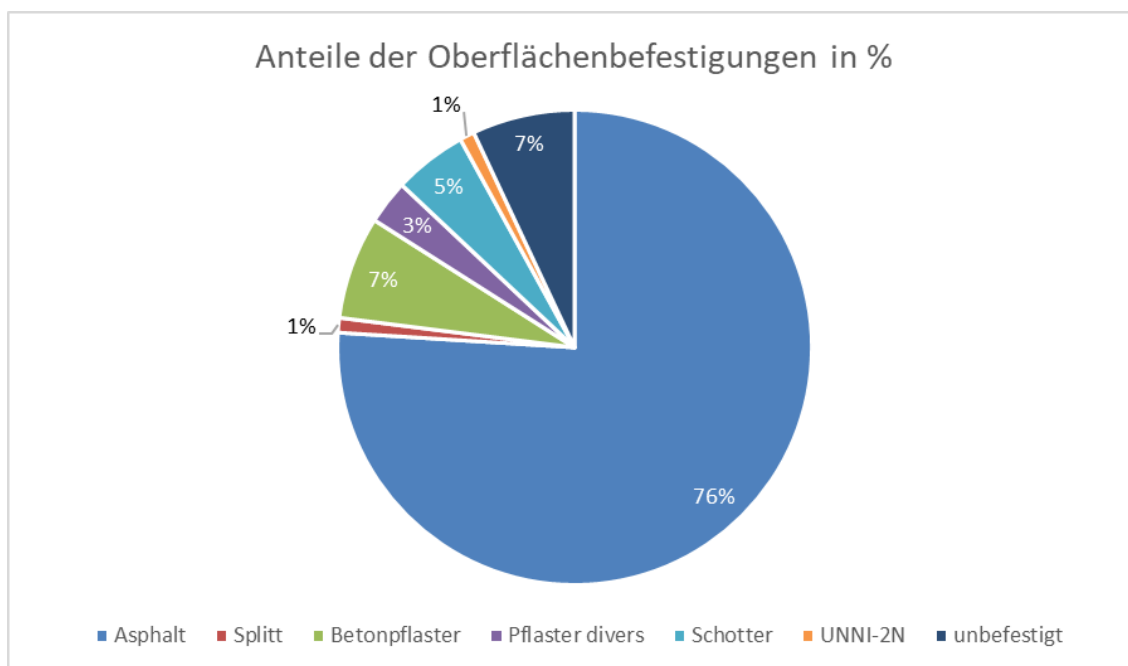
Antwort: keine Angaben

Frage 18: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort: keine Angaben

Zusätzliche Angaben:

Größe Radverkehrsnetz: 636 km (touristische Radrouten)



Frage 19: Welche umweltschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

Antwort: Biosphärenreservat Spreewald,

LSG, NSG, FFH-Gebiete

Rückfragen:

Welche Probleme bestehen hier genau? Wie wird damit umgegangen? Verlegen des Radweges?
Anpassung der Radwegbreite? Anpassung der Gestaltung der Radverkehrsanlage?

Antworten auf Rückfragen:

Naturschutzbehörde fordert unversiegelte Befestigungen, Straßenbaulastträger fordert in erster Linie Asphalt als Befestigung → Widerspruch.

Naturschutzbehörde beruft sich auf gesetzliche Grundlagen (Schutzgebietsverordnung, Bundesnaturschutzgesetz)

Kompromiss: in Teilen UNNI-2N-Pflaster möglich (Bsp. Lübben, Sanierung eines Weges auf ca. 200 m)

Wegbreiten können i.d.R. nicht angepasst werden (vornehmlich im Bereich von Wirtschaftswegen, da landwirtschaftlicher Verkehr Mindestbreiten benötigt)

Frage 20: Kennen Sie Möglichkeiten, oft kostentreibende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit der geeigneten Wahl der Oberflächenbefestigung zu reduzieren?

Antwort: Oberflächen ohne Asphalt oder Pflasterbefestigung werden oft aus dem Naturschutzbereich gefordert. Von den Baulastträgern werden diese Oberflächen oft abgelehnt, da sie einen oft nicht unerheblichen jährlichen Unterhaltungsaufwand nach sich ziehen.

Manchmal wird UNNI-2N-Pflaster als Möglichkeit zum Einbau knapp akzeptiert.

Rückfragen:

Wie gestalten sich die Abstimmungen diesbzgl. mit der UNB?

Wie kompromissbereit sind die Beteiligten?

Lässt sich der Mehraufwand an jährlichen Unterhaltungskosten für Oberflächenalternative zu Asphalt und Pflaster ausweisen, mit Zahlen belegen?

Wie bewerten Sie den Einsatz von Rasengittersteinen als Oberflächenbefestigung für Radverkehrsanlagen?

Antworten auf Rückfragen:

Schwierige Abstimmungen mit Naturschutzbehörden aufgrund gesetzlicher Vorgaben. Behörden können nur in sehr geringem Umfang von gesetzlichen Vorgaben abweichen. Es ist eine Änderung der Gesetzesgrundlagen notwendig, um den Bau von Radwegen voranzubringen und somit den Radverkehrsanteil zu steigern (Klimaschutz etc.).

UNNI-2N-Pflaster ist aufgrund sehr schmaler Fugen gut befahrbar für Radverkehr.

Frage 21: Welche denkmalschutzrechtlichen Randbedingungen sind (in Ihrer Kommune) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

**Wie können Denkmalschutz und komfortable Radverkehrsanlagen in Einklang gebracht werden?
Gibt es Anwendungsbeispiele in Ihrer Kommune?**

Antwort: Die jeweilige Lösung hängt vom Einsatzort und der Umgebung und der Kompromissbereitschaft beider Seiten ab.

Rückfragen:

Wie gestalten sich die Abstimmungen mit der Denkmalschutzbehörde? Welche Beispiele gibt es?

Antworten auf Rückfragen:

Abstimmungen mit Denkmalschutzbehörde gestalten sich etwas leichter als mit Naturschutzbehörde.

Bsp. Holzähnlicher Kunststoff als Belag für Brücken in Lübben (nachrichtl.: WPC) als Alternative zu Holz wurde von Denkmalschutzbehörde zugelassen.

Frage 22: Hat Ihre Kommune bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen machen können (z.B. Solarplatten, [recycelte] Kunststoffe, Epoxidharz, beheizbare Oberflächen etc.)?

Wenn ja, in welchem Umfang?

Wie werden diese bewertet (z.B. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fahrkomfort, Denkmalschutz, Umweltschutz, Nachhaltigkeit etc.)?

Antwort: nein.

Antworten auf Rückfragen:

Bau eines Radweges mit Decke aus Epoxidharz vor ca. 20 Jahren. Hat sich nicht bewährt. Ausbrüche, Risse etc. Bauweise wurde nicht weiterverfolgt.

Frage 23: Welche Informationen über alternative / unkonventionelle Oberflächenbefestigungen fehlen Ihnen? Wie kann die AGFK Brandenburg Sie in Zukunft z.B. durch Weiterbildungen etc. unterstützen?

Antwort: Was gäbe es für unkonventionelle Oberflächenbefestigungen und vor allem, wie lange halten diese bzw. welcher Unterhaltungsaufwand muß jährlich betrieben werden.

Rückmeldung:

Soll zum Teil mit Fachgutachten erarbeitet werden.

Frage 24: Sind Ihnen Kommunen bekannt, welche bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen für Radverkehrsanlagen gemacht haben?

Wenn ja, welche?

Antwort: nein

Frage 25: Wie schätzen Sie die Situation der Befestigung von Radverkehrsanlagen in Zukunft ein?

Wie sollen Radverkehrsanlagen perspektivisch (in Ihrer Kommune) befestigt werden?

Wird es aus Ihrer Sicht aufgrund von z.B. Klimaanpassungsmaßnahmen, Kostensteigerungen bei Oberflächenarten etc. eine grundsätzliche Anpassung der Art der Befestigung geben müssen?

Antwort: Komfortable Radverkehrsanlagen sollten eine glatte, stoßfreie und rutschfeste Oberfläche besitzen, die dazu eine lange Haltbarkeit hat.

Rückfragen:

Wie kann das umgesetzt werden bzgl. diverser Randbedingungen (Umweltschutz, Denkmalschutz, Kostensteigerungen etc.)?

Gibt es aus Ihrem Landkreis den Bedarf an alternativen / unkonventionellen Oberflächenbefestigungen, um ggf. das Radwegenetz schneller auszubauen, wenn die oben genannten Bedingungen erfüllt sind?

Frage 26: Wie wird bei Radverkehrsanlagen in unmittelbarer Nähe zu Baumbewuchs mit dem Thema Wurzeln umgegangen? Gibt es Möglichkeiten Radverkehrsanlagen mittels geeigneter Oberflächenwahl vor Wurzelschäden zu schützen?

Antwort: Beim Neubau wird Wurzelschutz eingebaut. In Extremfällen bezüglich einzelner Wurzeln werden Wurzelbrücken verwendet.

Rückfragen:

Wie gestalten sich die Wurzelbrücken? Wäre es auch möglich im Bereich von Wurzeln Betondecken anzulegen?

Antworten auf Rückfragen:

i.d.R. innerorts

schmale, lange U-Profile

Bsp.: Deutsch Wusterhausen entlang der L40 (vor über 10 Jahren gebaut)

Frage 27: Welche Erfahrungen haben Sie und / oder Ihre Kommune mit der Instandhaltung von unterschiedlichen Oberflächenarten gemacht?

Antwort: keine

Rückfragen:

Wer übernimmt die Instandhaltung von Radwegen im Landkreis Dahme-Spreewald?

Antworten auf Rückfragen:

Instandhaltung wird von Baulastträgern übernommen. LDS hat nur wenige straßenbegleitende Radwege entlang von Kreisstraßen (wenn dann aber mit Asphaltbef.).

Frage 28: Gibt es Wünsche / Bedenken / Anregungen aus der Bevölkerung zu Oberflächenbefestigungen von Radverkehrsanlagen in Ihrer Kommune?

Wenn ja, welche?

Wie schätzen Sie diese ein?

Antwort: Die Oberflächen von Radverkehrsanlagen sollen möglichst glatt und eben und rutschfest sein.

Rückfragen:

Kann das immer eingehalten werden beim Bau von Radwegen in LDS, bzw. schätzen Sie den Zustand (glatt, eben, rutschfest) aller Radverkehrsanlagen im Landkreis so ein?

Fahrbahneinfärbungen/ Markierungen

Frage 29: Werden in Ihrer Kommune Fahrbahneinfärbungen zur Markierung / Hervorhebung von Radverkehrsanlagen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: bisher nicht.

Rückfragen:

Welche Gründe gibt es dafür? Nicht notwendig? Sind Fahrbahneinfärbungen/Markierungen in Planung?
Wenn ja, wo und aus welchem Grund?

Frage 30: In welchem Umfang werden diese Fahrbahneinfärbungen genutzt?

Antwort: bisher nicht.

Rückfragen: Keine

Frage 31: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Welche Erfahrungen wurden damit gemacht?

Antwort: bisher nicht.

Rückfragen: Keine

Frage 32: Welche Farbe wird in Ihrer Kommune für Fahrbahneinfärbungen verwendet?

Antwort: keine

Frage 33: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Gibt es für die Farbwahl einen Grund?

Wenn ja, welcher?

Wie ist Ihre persönliche Meinung zur Farbwahl?

Antwort: keine

Rückfragen:

Wie ist Ihre persönliche Meinung zu Fahrbahneinfärbungen & zur diesbzgl. Farbwahl?

Antworten auf Rückfragen:

Fahrbahneinfärbungen nur in Konfliktbereichen in höher frequentierten Bereichen (nicht in jedem Knotenpunkt etc.)

Frage 34: Werden sonstige Markierungen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: bisher nicht.

Rückfragen: keine

Frage 35: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Wann werden diese angewendet und können diese empfohlen werden?

Antwort: bisher nicht.

Rückfragen: keine

**Frage 36: Konnten Sie bereits Erfahrungen mit aktuellen Trends / Lösungen bzgl. Fahrbahnmarkierungen machen?
Schildern Sie bitte Ihre Erfahrungen.**

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Auswertung des Fragebogens und ggf. Rückfragen

MIL, Karena Kelm & Kathrin Beier, 30.01.2024

Allgemeine Fragen

Frage 1: Wer sind Sie?

Antwort: Karena Kelm, Kathrin Beier

Frage 2: Für welche Kommune sind Sie tätig?

Antwort: Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung

Allgemeine Fragen zum Land Brandenburg

Frage 3: Wie hoch ist der Anteil des Radverkehrsaufkommens am Gesamtverkehrsaufkommen im Land Brandenburg?

Antwort: 11 %

Frage 4: Wie hoch ist der Anteil des Alltagsradverkehrsaufkommens und der des Freizeitradverkehrsaufkommens am Gesamtradverkehrsaufkommen?

Antwort: keine Angabe

Frage 5: Wie groß ist das Radverkehrsnetz im Land Brandenburg?

Antwort: keine Angabe

Frage 6: Wie hoch ist dabei der Anteil an...?

Antwort: keine Angaben

Frage 7: Welche Gesamtlänge besitzen die jeweiligen Radverkehrsanlagen im Land Brandenburg?

Antwort: keine Angaben

Zusätzliche Angaben:

Länge der Radwege an Bundesstraßen: 1.081 km

Länge der Radwege an Landesstraßen: 1.168 km

Länge der Radwege an Kreisstraßen: 341 km

Oberflächenbefestigungen

Frage 8: Welche Oberflächenbefestigungen werden im Land Brandenburg für Radverkehrsanlagen verwendet?

Antwort: Asphalt, Betonpflaster, Wassergebundene Decke

Frage 9: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 10: Denken Sie jetzt bitte nur an die selbstständig geführten Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort: keine Angaben

Frage 11: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 12: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Geh- und Radwege. Auf welcher Weglänge kommen die verschiedenen Oberflächenbefestigungen zum Einsatz? [in km]

Antwort: keine Angaben

Frage 13: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 14: Denken Sie jetzt bitte nur an die gemeinsamen Wege mit dem motorisierten Verkehr (z.B. Schutzstreifen, Radfahrstreifen, Fahrbahnen mit Mischverkehr, Fahrradstraßen etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort: keine Angaben

Frage 15: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in %]

Antwort: keine Angaben

Frage 16: Denken Sie jetzt bitte nur an die sonstigen Wege (z.B. Waldwege, Wirtschaftswege, Deichwege etc.). Wie hoch sind die Anteile der verschiedenen Oberflächenbefestigungen? [in km]

Antwort: keine Angaben

Frage 17: Welche umweltschutzrechtlichen Randbedingungen sind (im Land Brandenburg) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

Antwort: Ersatzbaustoffverordnung beim Einsatz von Recycling-Baustoffen (Mantelverordnung)

Rückfragen:

Inwiefern kommen Recycling-Baustoffe beim Radwegebau im Land Brandenburg zum Einsatz? Wird der Einsatz dieser Materialien vom Land explizit gefordert? Gibt es dadurch Kostenersparnisse und positive Auswirkungen z.B. bzgl. umweltschutzrechtlicher Abstimmungen in der Planungsphase?

Bei der Beschaffung der Bauleistungen werden die Baustoffe produktneutral ausgeschrieben. Insofern können auch RC-Baustoffe angeboten werden und bei bautechnischer Eignung und Güteüberwachung (sehr wichtig) zum Einsatz kommen. Dies ist auch Praxis im Landesbetrieb Straßenwesen. Zu beachten ist das für Brandenburg spezifische technische Regelwerk, die BTR RC-StB 14 in Verbindung mit der ErsatzbaustoffV. In Einzelfällen sind punktuell Anhebungen des dünnen Asphaltbelages (Deckschicht) bekannt, wenn in den ungebundenen Schichten RC-Baustoffe verwendet werden. In BB werden sehr häufig RC-Baustoffe im Straßenbau verwendet, da wir nur über sehr geringe natürliche Baustoffe verfügen. Zudem hat der Aspekt der Kreislaufwirtschaft der Baustoffe eine hohe Priorität. Auswirkungen auf die Planungsphase sind nicht bekannt.

Frage 18: Kennen Sie Möglichkeiten, oft kostentreibende Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit der geeigneten Wahl der Oberflächenbefestigung zu reduzieren?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 19: Welche denkmalschutzrechtlichen Randbedingungen sind (im Land Brandenburg) bei der Planung und beim Bau von Radverkehrsanlagen zu berücksichtigen?

Wie können Denkmalschutz und komfortable Radverkehrsanlagen in Einklang gebracht werden?
Gibt es Anwendungsbeispiele in Ihrer Kommune?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 20: Hat das Land Brandenburg bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen machen können (z.B. Solarplatten, [recycelte] Kunststoffe, Epoxidharz, beheizbare Oberflächen etc.)?

Wenn ja, in welchem Umfang? Wie werden diese bewertet (z.B. hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Fahrkomfort, Denkmalschutz, Umweltschutz, Nachhaltigkeit etc.)?

Antwort: Nein.

In Zuständigkeit des Landes liegen die straßenbegleitenden Radwege. Diese werden nach dem technischen Regelwerk des Straßenbaus gebaut, z. B. RStO, ZTV Asphalt.

Rückfragen:

Gibt es Bestrebungen seitens des Landes Brandenburg von diesen Regelwerken (in Pilotprojekten) abzuweichen?

Können ggf. Erfahrungen aus anderen Bundesländern, dem europäischen Ausland helfen, um die Bestrebungen des Einsatzes von unkonventionellen Oberflächenbefestigungen in Brandenburg eine Chance einzuräumen?

An dieser Stelle wird auf die geltenden Straßengesetze verwiesen (FStrG, BbgStrG). Danach hat der Baulastträger Sorge zu tragen, dass die Bauten technisch und verkehrlich einwandfrei sowie wirtschaftlich geplant, hergestellt und unterhalten werden und allen Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Die Regelwerke regeln die Anforderungen an Baustoffe (auch europäisch genormte wie Asphalt) und die notwendigen Prüfverfahren. Das Regelwerk dokumentiert die allgemein anerkannten Regeln der Technik, die in den Bauverträgen einzuhalten sind.

Die Regelwerke werden in der Mehrzahl von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. unter Beteiligung der Wissenschaft, der Wirtschaft und den Straßenbauverwaltungen aller bundesdeutscher Gebietskörperschaften erarbeitet. Bis zum Vorliegen bundeseinheitlicher Regelungen bzw. zur Berücksichtigung regionaler Besonderheiten kann die Oberste Straßenbaubehörde im Einzelfall landesspezifische Regeln erarbeiten, die ggf. zu notifizieren sind. Davon haben wir mit der BTR RC-StB 14 Gebrauch gemacht, um den Einsatz von RC-Baustoffen landesweit einheitlich zu regeln.

Innovative Baustoffe, Bauverfahren und Bauweisen können im Rahmen von Untersuchungsstrecken (Pilotstrecken) getestet werden. Auch das Bauen mit gutachterlichem Nachweis gemäß § 10 BbgStrG ist möglich.

Frage 21: Welche Informationen über alternative / unkonventionelle Oberflächenbefestigungen fehlen Ihnen? Wie kann die AGFK Brandenburg Sie in Zukunft z.B. durch Weiterbildungen etc. unterstützen?

Antwort: Fortbildungen konkret für bautechnische Ansätze im Radwegebau, konventionell und in Entwicklung bzw. Erprobung befindliche.

Radwege mit Biobitumen

Rückmeldung:

Weiterleitung an AGFK

Frage 22: Sind Ihnen Kommunen und / oder Länder bekannt, welche bereits Erfahrungen mit unkonventionellen Oberflächenbefestigungen für Radverkehrsanlagen gemacht haben?

Wenn ja, welche?

Antwort: Radweg Wildpoltsweiler aus Asphalt mit Biobitumen

Rückfragen: keine

Frage 23: Wie schätzen Sie die Situation der Befestigung von Radverkehrsanlagen in Zukunft ein?

Wie sollen Radverkehrsanlagen perspektivisch (im Land Brandenburg) befestigt werden?

Wird es aus Ihrer Sicht aufgrund von z.B. Klimaanpassungsmaßnahmen, Kostensteigerungen bei Oberflächenarten etc. eine grundsätzliche Anpassung der Art der Befestigung geben müssen?

Antwort: Aktuell werden auf Bundesebene KlimaAsphalte entwickelt, die eine größere Resilienz ggü. klimatischen Veränderungen haben werden. Diese werden vsl. auch beim Radwegebau zur Anwendung kommen.

Auf die Erneuerung von vorhandenen Radwegen soll künftig größeres Augenmerk gelegt werden. Im Jahr 2022 wurde eine straßenbegleitender Radweg in Kaltrecycling-Bauweise erneuert.

Rückfragen:

Wo wurde dieser Radweg hergestellt? Welche Erfahrungen konnten mit der Kaltrecycling-Bauweise gemacht werden?

Der straßenbegleitende Radweg wurde im Zuge der B 115 erneuert. Bei dieser Bauweisen wird der vorhandene schadhafte Radweg gefräst und mittels Einmischen von Spezialbindemittel und Wasser stabilisiert. Die vorhandenen Fahrbahnmaterialien werden zu einem neuen Straßenunterbau zusammengefügt und mit einem Asphaltbelag überbaut. In jedem Fall kann die Bauzeit erheblich reduziert werden und es können Baumaterialien eingespart werden. Die Pilotstrecke ist noch unter Beobachtung. KRC ist ein geregeltes Bauverfahren.

Frage 24: Wie wird bei Radverkehrsanlagen in unmittelbarer Nähe zu Baumbewuchs mit dem Thema Wurzeln umgegangen? Gibt es Möglichkeiten Radverkehrsanlagen mittels geeigneter Oberflächenwahl vor Wurzelschäden zu schützen?

Antwort: Es ist geplant einen Pilotradweg mit einer alternativen Bauweise mit Wurzellenkung zu bauen. Erfahrungen dazu liegen in Niedersachsen vor.

Rückfragen:

Wo soll dieser Radweg hergestellt werden? Gibt es die Möglichkeit für die Planung / Umsetzung einen Erfahrungsbericht abzugeben?

Ein derartiger Radweg wird vsl. erst nach 2024 geplant und gebaut. Details liegen jetzt noch nicht vor.

Frage 25: Welche Erfahrungen haben Sie und / oder das Land Brandenburg mit der Instandhaltung von unterschiedlichen Oberflächenarten gemacht?

Antwort: keine

Rückfragen:

Frage 26: Gibt es Wünsche / Bedenken / Anregungen aus der Bevölkerung zu Oberflächenbefestigungen von Radverkehrsanlagen im Land Brandenburg?

Wenn ja, welche? Wie schätzen Sie diese ein?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Fahrbahneinfärbungen/ Markierungen

Frage 27: Werden im Land Brandenburg Fahrbahneinfärbungen zur Markierung / Hervorhebung von Radverkehrsanlagen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 28: In welchem Umfang werden diese Fahrbahneinfärbungen genutzt?

Antwort: keine

Rückfragen: Keine

Frage 29: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Welche Erfahrungen wurden damit gemacht?

Antwort: keine

Rückfragen: Keine

Frage 30: Welche Farbe wird im Land Brandenburg für Fahrbahneinfärbungen verwendet?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 31: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Gibt es für die Farbwahl einen Grund?

Wenn ja, welcher?

Wie ist Ihre persönliche Meinung zur Farbwahl?

Perspektiven der Oberflächengestaltung von Radwegen im Land Brandenburg

Auswertung der Fragebögen

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 32: Werden sonstige Markierungen genutzt?

Wenn ja, welche?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

Frage 33: Bezugnehmend auf die vorhergehende Frage: Wann werden diese angewendet und können diese empfohlen werden?

Antwort: keine

Rückfragen: keine

**Frage 34: Konnten Sie bereits Erfahrungen mit aktuellen Trends / Lösungen bzgl. Fahrbahnmarkierungen machen?
Schildern Sie bitte Ihre Erfahrungen.**

Antwort: keine.

Rückfragen: keine
