
Einbindung von Künstlicher Intelligenz in Planung, Unterhaltung und Bau von Straßen. Ein Praxisbeispiel des Landkreises Börde zur Aufstellung des Kreisstraßenbauprogramms 2023-2030

Dr. Denis Gruber

Abstract

Erhaltungs- und Investitionsmaßnahmen in das Straßennetz stellen Baulastträger vor grundlegende Herausforderungen, denn die hierfür aufzubringenden finanziellen Mittel sind nur in begrenztem Umfang verfügbar. Aufgrund des Einzugs Künstlicher Intelligenz auf der Ebene der Kommunalverwaltung lassen sich Fragen nach Dringlichkeiten und Prioritäten von Straßenbau und -unterhaltungsmaßnahmen objektiv begründen. Am Beispiel des Landkreises Börde wird verdeutlicht, wie Künstliche Intelligenz in Planung, Unterhaltung und Bau von Kreisstraßen eingebunden ist.

Schlagwörter / Keywords:

Straßeninfrastruktur, Künstliche Intelligenz, Straßenbaulastträger, Investitionen, Erhaltungsmaßnahmen

1. Einleitung

Einer leistungsfähigen und optimal vernetzten Infrastruktur kommt eine zentrale Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit als Basis für Arbeitsplätze, Wachstum und Wohlstand zu. Nahezu jeder Bürger ist auf Straßen angewiesen, die eine bedeutende Rolle im Transport und Verkehr sowohl auf Bundes- und Landesebene als auch auf Ebene der Landkreise und Gemeinden einnehmen. Allerdings verschlechterte sich der Zustand der Straßeninfrastruktur in Deutschland in den letzten Jahren zunehmend. Einerseits aufgrund der zunehmenden Verkehrsbelastung durch den motorisierten Verkehr (v.a. Schwerlastverkehr) wird die Verschlechterung der Substanz der Straßeninfrastruktur maßgeblich beeinflusst. Andererseits sorgen äußere Einflüsse wie Niederschläge, niedrige und hohe Temperaturen, UV-Strahlung, etc. für eine Zustandsverschlechterung.

Erschwerend kommt hinzu, dass vor allem kommunale Straßenbaulastträger sich in defizitären Haushaltssituationen befinden und den steigenden Aufwand für Erhaltungsmaßnahmen aufgrund einer unzureichenden Finanzausstattung nur schwer stemmen können. Ebenso stellt der wachsende In-

vestitionsstau, der sich auf den fehlenden grundhaften Neu- und Ausbau der Straßeninfrastruktur bezieht, ebenfalls als monetäre Herausforderung dar.

Laut einer Studie des Deutschen Institut für Urbanistik (DifU) wird allein der Nachhol- und Ersatzbedarf bei der kommunalen Straßenverkehrsinfrastruktur bis zum Jahr 2030 auf 283 Milliarden Euro geschätzt, hinzu kommen 64 Milliarden Euro für den Öffentlichen Nahverkehr.¹ Da Dreiviertel aller Straßen in Deutschland Kommunalstraßen sind, d.h. in Baulastträgerschaft der Landkreise und Gemeinden befinden, forderte der Städte- und Gemeindebund bereits im Jahr 2018 eine deutlich bessere Finanzausstattung der Kommunen und regte hierbei die Ausweitung der Lkw-Maut auf Kommunalstraßen an.²

Das Anlagevermögen Straße unterliegt einem, je nach einwirkendem Belastungsgrad und äußeren Bedingungen, unterschiedlich verlaufendem Alterungsprozess. Aufgrund der sich in den letzten Jahren verstetigten Finanznot deutscher Kommunen stehen sie als Träger öffentlicher Verkehrswege vor dem Problem, die knappen finanziellen Mittel für eine funktionsgerechte und wirtschaftliche Straßen-

¹ DifU (2023)

² DStGB (2018)

erhaltung und für den Straßenneubau effektiv einzusetzen. Weiterhin stellt sich sowohl für kommunale Straßenbaulastträger als auch für politische Entscheidungsträger in den Kommunen regelmäßig die Frage, welcher Straßenabschnitt bzgl. eines grundhaften Ausbaus (investive Maßnahme) bzw. einer Erhaltungsmaßnahme zu welchem Zeitpunkt an der Reihe ist.

Unabdingbar ist es daher für kommunale Straßenbaulastträger Prognosen zum Erhaltungsbedarf vorzulegen und Maßnahmen aufgrund ihrer Dringlichkeit zu priorisieren. Das führt zweifelsohne zu Konflikten und Diskussionen, da die knappen Finanzmittel jeweils nur punktuell in das Straßennetz als Erhaltungs- und/oder Investitionsmaßnahme umgesetzt werden können. In kommunalen Gremien wird häufig über die notwendigen Orte durchzuführender Erhaltungs- und Baumaßnahmen debattiert. Gerade auf der Ebene der Kommunalpolitik ist es wichtig, auf objektive Kriterien bei der Prioritätensetzung zu setzen, um sich gegen ein gewisses, mit der jeweiligen Wohnortnähe politischer Entscheidungsträger im Zusammenhang stehendes, „Kirchturmdenken“ argumentativ zu behaupten.³

Vor dieser Herausforderung, politischen Entscheidungsträgern objektives Datenmaterial bereitzustellen, um über zukünftige investive Maßnahmen an der Kreisstraßeninfrastruktur zu entscheiden und hierbei „Kirchturmpositionen“ entgegen zu können, stand auch der Landkreis Börde im Zuge der Aufstellung seines Kreisstraßenbauprogramms für den Zeitraum 2023-2030. Zielsetzung des Programms war, auf Basis validen Zahlenmaterials Prioritäten für Investitionen in die Kreisstraßeninfrastruktur zu ermitteln. Als wesentlicher Bestandteil der Aufzeigung objektiver Bewertungsgrundlagen erwies sich hierbei der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI), die in den Streckenkontrollfahrzeugen der Kreisstraßenmeisterei genutzt wird und eine automatische Zustandsnotenerfassung der Straßenoberfläche der einzelnen Kreisstraßenabschnitte erbringt. Die durch KI ermittelte Zustandsnote ist nicht subjektiv beeinflussbar, sondern stellt für jeden einzelnen Streckenabschnitt

im Kreisstraßennetz eine objektive aktuelle Bewertung dar.

Im Folgenden wird auf die Einbindung künstlicher Intelligenz in den Bereichen der Planung, des Baus und der Unterhaltung von Straßen eingegangen, die vor allem vor dem Hintergrund limitiert zur Verfügung stehender Finanzmittel kommunaler Straßenbaulastträger und des weiter wachsenden Investitions- sowie Unterhaltungsbedarfs an Straßen eine immer wichtiger werdende Funktion einnimmt und für die Entscheidungsfindung sowohl administrativer als auch politischer Entscheidungsträger von Relevanz ist.

2. Die Last der Straßenbaulast: Sanierungs- und Unterhaltungstau

Mit einer Einwohnerzahl von ca. 172.000 und einer Fläche von 2.3672 km² ist der Landkreis Börde der zwölftgrößte Landkreis Deutschlands. Er verfügt mit ca. 595 Kilometer Kreisstraßen über das größte Kreisstraßennetz aller sachsen-anhaltinischen Landkreise, welches in 111 Kreisstraßen mit 414 Straßenabschnitten gegliedert ist, die sich hinsichtlich inner- und außerörtlicher Abschnitte differenzieren. 484 der insgesamt 595 Kilometer Kreisstraßen verlaufen außerorts.⁴ Die 111 Kilometer innerörtlichen Kreisstraßen teilen sich auf insgesamt 131 verschiedene Ortsdurchfahrten auf.

Zugleich ist der Landkreis Baulastträger für 70 Brückenbauwerken, 645 Durchlässe und 72 Kilometer Radverkehrsanlagen. Von den ca. 595 km Kreisstraßen im Landkreis Börde wurden 455 km nach der politischen Wende 1989/90 grundhaft ausgebaut. Somit ist für noch 140 Kilometer Kreisstraße ein grundlegender Ausbau noch erforderlich.

Die Aufgaben des Landkreises Börde als Straßenbaulastträger ergeben sich aus dem Straßengesetz des Landes Sachsen-Anhalt und einschlägigen Verordnungen, Erlassen und Richtlinien. Bei der Straßenbaulast handelt es sich um eine öffentliche Aufgabe im Bereich der Daseinsvorsorge.⁵ Sie umfasst

³ Die Bezeichnung „Kirchturmdenken“ umschreibt eine Politik, die sich hinsichtlich politischer Entscheidungen nur bestimmte Orte bzw. Regionen bevorzugen. Der politische Entscheidungsträger setzt sich hierbei häufig engstirnig für den lokalen bzw. regionalen Raum ein, zu dem auch sein Wohnort gehört. Die Auswirkungen dieser von lokalpatriotischen Motiven bestimmten Verhaltensweise werden nur so weit bedacht, wie man den eigenen Kirchturm sieht. Aufgrund der primären Betrachtung des lokalen/regionalen Raumes mit dem man verhaftet ist, werden weitergehende Auswirkungen für andere Gebiete/Kommunen in den Hintergrund gerückt, was negative Auswirkungen auf Maßnahmen haben kann, die eine höhere Umsetzungspriorität besitzen.

⁴ Als den Bundes- und Landesstraßen nachgeordnetes Netz übernehmen Kreisstraßen regionale und überregionale verbindende Funktionen. Vielfach sind Kreisstraßen aber auch die einzigen Verbindungsstraßen, hauptsächlich im ländlichen Raum. Aufgrund ihrer Zubringerfunktion erbringen Kreisstraßen einen unentbehrlichen Anschluss an das übergeordnete Netz und stellen Verbindungen zwischen Orten und Ortsteilen dar. In seiner Struktur ist das Kreisstraßennetz zersplittert und nicht durchgängig, wie dies bei Bundes- und Landesstraßen der Fall ist.

⁵ Baulastträgerschaft umfasst alle mit dem Bau und der Unterhaltung der Verkehrsflächen zusammenhängenden Aufgaben wie beispielsweise Verkehrssicherungspflicht, Erhaltung, Erneuerung, Reinigung, Grünpflege, Winterdienst und Verwaltungsaufgaben, die den Betrieb und das Eigentum organisieren.

alle mit dem Bau und der Unterhaltung zusammenhängenden Aufgaben. Zwar ermöglicht das Straßengesetz Einschränkungen, weil die eigene (finanzielle) Leistungsfähigkeit Maßstab dabei sein soll, die Straßen in einem dem regelmäßigen Verkehrsbedürfnis genügenden Zustand zu bauen und zu unterhalten, entbindet den Straßenbaulastträger jedoch nicht von der Verpflichtung, Straßen so herzustellen und zu unterhalten, dass sie den Erfordernissen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung genügen.⁶ Diese Verkehrssicherungspflicht zielt auf die Notwendigkeit der gefahrlosen Benutzung einer Straße ab.

Das Kreisstraßennetz mit seinen Brückenbauwerken und Radwegen stellt ein Anlagevermögen in erheblichem Umfang dar. Um dieses Anlagevermögen des Landkreises Börde entsprechend den infrastrukturellen und verkehrlichen Erfordernissen unter umweltrelevanten und technischen Gesichtspunkten zu erhalten, müssen jährlich erhebliche Haushaltsmittel aufgebracht werden. Straßen unterliegen einem, je nach einwirkendem Belastungsgrad und äußeren Bedingungen, unterschiedlich verlaufendem Alterungsprozess. Die fortlaufende Erfassung des Straßenzustandes mittels einheitlicher Betrachtungsweise ist daher zentrale Voraussetzung für einen optimalen Einsatz der zur Verfügung stehenden finanziellen und personellen Ressourcen. Bezogen auf die Doppik kommunaler Haushalte sind hinsichtlich notwendiger Investitionen und Erhaltungsmaßnahmen am Straßennetz sind zwei unterschiedliche Sphären betroffen. Einerseits, im Falle von Investitionen (grundhafter Neu- und Ausbau von Straßen, Ingenieurbauwerken und Radverkehrsanlagen), die kommunale Finanzplanung, andererseits im Falle von Erhaltungsmaßnahmen, die sich in betrieblicher und baulicher Erhaltung unterscheiden, der kommunale Ergebnishaushalt.

Bauliche Erhaltung hat die Instandhaltung (Unterhaltung), Instandsetzung und Erneuerung von Straßen und Brücken zum in kleinerem Umfang zur Substanzerhaltung von Verkehrsflächen zum Gegenstand, die mit eigenem Aufwand i.d.R. sofort nach dem Auftreten eines lokal begrenzten Schadens von Hand oder maschinell ausgeführt werden.⁷

Der Erhaltungsbedarf für Straßen wird mit Hilfe empirisch ermittelter Nutzungsdauern bestimmt, wodurch konkrete Erhaltungsmaßnahmen unter Einbeziehung festgelegter Erhaltungsziele (z.B. Befahrbarkeit, Substanzerhalt, Sicherheit) eruiert werden.⁸ Erhaltung bezieht sich auf Maßnahmen, die der Erhaltung der Substanz und des Gebrauchswertes von Verkehrsflächen einschließlich Nebenflächen sowie

der Umweltverträglichkeit dienen.⁹ Bei Investitionen sollen neu gebaute Straßen über 30 Jahre, Brücken über 80 Jahre abgeschrieben werden. Dabei soll angestrebt werden, dass diese mindestens für diese bezifferten Zeiträume in Nutzung bleiben sollten, besser noch länger. Hierfür ist ein effektives Erhaltungsmanagement erforderlich. Zum Beispiel ergibt sich je Brückenbauwerk im Laufe ihres Lebenszyklus ein Erhaltungsaufwand, der in Summe noch einmal dem Anschaffungswert entspricht bzw. auch höher sein kann. Es ist davon auszugehen, dass nach 30 bis 40 Jahren Nutzung der Brücke ca. ein Drittel der Gesamtinvestitionssumme für eine Grundinstandsetzung einer Brücke fällig werden.

3. Bewertungsgrundlagen des Kreisstraßenbauprogramms

Der Landkreis Börde hat im Zuge der Aufstellung des Investitionsprogramms 2023-2030 Kreisstraßen, Ingenieurbauwerke und Radverkehrsanlagen in seiner Baulast durch den Kreistag eine Bedarfsliste investiver Maßnahmen beschließen lassen, die auf validen und objektiven Bewertungsgrundlagen beruht und Dringlichkeiten per vorgenommener Priorisierung bestimmt. Mit der Prioritätenliste sollen politische Gremien frühzeitig über den im Landkreis bestehenden Investitionsbedarf informiert und in die Diskussion um die Rangfolge bei der Umsetzung der investiven Maßnahmen einbezogen werden. Hierbei war es von besonderer Wichtigkeit, dass die verwendeten Bewertungsgrundlagen von den politischen Entscheidungsträgern klar nachvollzogen werden können. Diesbezüglich war die Kreisverwaltung bei der Erarbeitung des Kreisstraßenbauprogramms aufgefordert, die Entscheidungsfindungsprozesse transparent zu gestalten und gegenüber den politischen Entscheidungsträgern erläutern und vermitteln zu können. In der erarbeiteten Prioritätenliste wird der mittel- und langfristige Investitionsbedarf des Landkreises dargestellt und Prioritäten in Bezug auf Notwendigkeit und Dringlichkeit bei deren Realisierung untersetzt.

Der Katalog an möglichen Bewertungsgrundlagen ist weit gefächert. Neben der Analyse der Straßenzustandserfassung gibt es zahlreiche weitere wichtige Kriterien, die von erheblicher Bedeutung sein können. Neben der softwarebasierten Zustandserfassung der Straßenoberfläche, auf die im nächsten Abschnitt eingegangen wird, wurde sich auf folgende

⁶ § 10 Abs. 2 StrG LSA

⁷ BAST (2023b), S.11

⁸ Institut für Verkehrswirtschaft, Systemwesen und Städtebau (2020)

⁹ § 48 SächsVwNG

Bewertungsgrundlagen gestützt: Verkehrsbelastungen, Raumordnungskriterien und sonstige fachliche Belange.

Hohe Verkehrsbelastungen verweisen darauf, dass der Verschleiß an der Straßenoberfläche die Nutzungsdauer der Straße einschränken kann und die Dringlichkeit baulicher Maßnahmen an diesen Streckenabschnitten wächst. Grundlage für die Bewertung der Verkehrsbelastungen durch Personenkraftwagen und Schwerlastverkehr bilden umfangreiche Verkehrsmessungen entlang der ca. 600 Kilometer Kreisstraßen. Durch die vorliegenden automatischen Zählungen über 24 Stunden mittels Zählplatten konnten in den vergangenen Jahren aussagefähige Belastungszahlen für die einzelnen Abschnitte des Kreisstraßennetzes erhoben werden. Das gesamte Kreisstraßennetz wurde in drei Verkehrsstufen mit hohen, mittleren und geringen Verkehrsbelastungen unterteilt. Zur Unterteilung der Straßen wurden etwa je ein Drittel der gesamt untersuchten Straßennetzlänge gebildet.

Die Bedeutung der Raumordnung ergibt sich hinsichtlich spezifischer Netzkriterien der einzelnen Kreisstraßenabschnitte.

Tabelle 1: Einteilung der Kreisstraßenabschnitte hinsichtlich Raumordnungskriterien

TYP	Funktion	Netzbedeutung	Punkte
A	Zubringer für Orte oder Ortsteile zum klassifizierten Netz (innere Erschließung des Landkreises)	Keine	0
		gering	1
		mittel	2
		hoch	3
B	Zubringer der Orte oder Ortsteile zum Mittelzentrum, bzw. Kreisstadt oder Grundzentrum oder Mittelzentrum außerhalb des Landkreises	Keine	0
		gering bis	1
		mittel bis	2
		hoch	
C	Wichtige Ortsverbindung (auch über die Kreisgrenze hinaus) Verbindungsfunktion zwischen Bundes- und Landesstraße	Keine	0
		gering bis	1
		mittel bis	2
		hoch	
D	Wichtige Ortsdurchfahrt (innerörtliche Hauptverkehrsstraße)	Nein	0
		Ja	1
E	Bedeutung für den Erholungsverkehr	Nein	0
		ja	1

Quelle: Eigene Datenerhebung

Die funktionale Gliederung des Straßennetzes stellt für die Verkehrsplanung eine Rahmenkonzeption dar. Die Raumordnung ermöglicht, das Straßennetz in Abhängigkeit von der Bedeutung der jeweiligen Netzabschnitte zu gestalten.

Hierbei wurde eine Typisierung bestehender Kreisstraßenabschnitte vorgenommen, die sich auf Standardisierungen bezog und die Straßenart bzw. den Straßentyp hinsichtlich Funktion und Bedeutung im Netzzusammenhang bewertete. Unterschieden wurden die einzelnen Streckenabschnitte hinsichtlich fünf Typen (Tabelle 1)

Schließlich bilden sonstige fachliche Belange eine weitere Bewertungsgrundlage. Hiermit sind gemeint: Aufwendungen für regelmäßige Unterhaltungsaufwendungen; Beschwerden der Nutzer und Anlieger; Zustand und Dimensionierung des Kanalnetzes; Zustand der Versorgungsleitungen; Vorhaben Dritter im Straßenraum (auch korrespondierende Planungen); Umweltschutzkriterien (z.B. Wasserschutzgebiet) und zur Verfügung stehende finanzielle Mittel (auch hinsichtlich Fördermöglichkeiten und Refinanzierungsaspekten sowie Finanzierungsmöglichkeiten im Falle von Gemeinschaftsaufgaben bei geteilter Baulast, auch im Hinblick auf Kostenbeteiligungen von Versorgungsträgern).

4. Zustandsbewertung und -erfassung von Straßen

Für die Fahrbahnoberflächen der Bundesfernstraßen wird seit Anfang der 1990er Jahre die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) durchgeführt. Die ZEB ist ein amtlich festgelegtes Untersuchungsverfahren öffentlicher Straßen zur Ermittlung der Qualität des Straßennetzes und den damit verbundenen Unterhalts- bzw. Erhaltungskosten.¹⁰ Bei der Zustandserfassung und -bewertung wird nur der Zustand der Fahrbahnoberfläche erfasst.

Die ermittelten Werte sind damit nur ein Indikator für die Erneuerungswürdigkeit eines Streckenabschnittes und geben Hinweise auf tieferliegende Schäden der Fahrbahnbefestigung. Durch die Einbeziehung von weiteren Erkenntnissen zum Zustand des gesamten Fahrbahnaufbaus lassen sich Schadensursachen genauer ableiten. Um konkrete Erneuerungsmaßnahmen zu planen und durchzuführen, sind weitere spezielle straßenbautechnische Untersuchungen erforderlich.

Im Zuge einer Wertesynthese werden die Zustandswerte miteinander zu einem Gebrauchswert, einem Substanzwert und einem Gesamtwert ver-

¹⁰ Schmid (2019), S.64

knüpft. Der Gebrauchswert ergibt sich aus der Griffigkeit sowie den Längs- und Querebenenmerkmalen. Dieser Wert ist wesentlich für den Fahrkomfort und die Fahrsicherheit.¹¹ Der Substanzwert ergibt sich neben den Längs- und Querebenenmerkmalen auch aus den Substanzmerkmalen (Oberfläche) und spiegelt den Zustand einer Straßenoberfläche wider. Der Gesamtwert wird aus dem Maximum von Gebrauchs- und Substanzwert gebildet.¹²

Aus den Daten der Messsysteme werden physikalische Zustandsgrößen berechnet, die über ein Normierungserfahren in dimensionslose Zustandswerte in einen Notenbereich von 1,0 bis 5,0 überführt werden. Die Zustandswerte werden in Zustandsklassen mit Intervallbreiten aufgeteilt und farblich gekennzeichnet. Im Rahmen einer Normierung werden diese Zustandsgrößen nachfolgend in dimensionslose, einheitlich skalierte Zustandswerte in einen Notenbereich überführt.

Zu diesem Zweck wird ein Bewertungsschlüssel angewendet, der den Zustand der Kreisstraßen im Landkreis Börde mit Hilfe von Zustandsnoten im Intervall von 1,0 bis 5,0 bewertet. Hierbei bedeutet der Wert 1,0 den besten anzunehmenden Zustand unmittelbar nach Herstellung der Straße und der Wert 5,0 den schlechtmöglichen Zustand. Ist letzter Wert erreicht, kann die Verkehrssicherheit nicht mehr durchgängig gewährleistet und der Straßenabschnitt muss grundhaft erneuert werden.

Innerhalb dieser Einteilung wird zwischen Zustandswerten unterschieden. Zum einen spielt der Zielwert mit der Note von 1,5 eine wichtige Rolle. Zum anderen der Warnwert mit einer Note 3,5 und der Schwellenwert mit einer Note von 4,5. Ist bei Straßenabschnitten der Warnwert von 3,5 erreicht, ist für Straßenbaulastträger Anlass zur intensiven Beobachtung und zur Analyse der Ursachen für den schlechten Zustand gegeben. Gegebenenfalls ist auch die Planung von geeigneten Maßnahmen zur Verbesserung des Zustandes notwendig.¹³ Der Schwellenwert, der ab einer Note von 4,5 vorliegt, beschreibt einen Zustand, bei dessen Erreichen die Einleitung von verkehrsbeschränkenden oder baulichen Maßnahmen zur Erhaltung des Straßenabschnittes geprüft werden muss.¹⁴

Da die durchschnittliche Nutzungsdauer bei Kreisstraßen bei 30 Jahren liegt, ergibt sich eine rechnerische Minderung der Zustandsnote der Straße von 0,133 pro Jahr.¹⁵ Über die Dauer von 30 Jahren würde sich somit eine Straße bis auf den Zustandswert von 4,0 verschlechtern. Hierbei handelt es sich

um einen Wert, welcher die verschiedenen Randbedingungen wie Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen, zusätzliche Verkehrsbelastungen der Straße durch Umleitungs- und Schwerverkehre sowie die Schädigung durch Umwelt- oder sonstige äußere Einflüsse nicht berücksichtigt und somit ausschließlich eine Aussage über eine notwendige grundlegende Erneuerung trifft.¹⁶

5. Softwarebasierte Zustandsbewertung und -erfassung von Straßen mittels KI

Eine umfassende Erhaltung der Straßeninfrastruktur ist für eine lange Lebens- und Nutzungsdauer essentiell notwendig. Grundlegende Kenntnisse der konkreten Schadensursachen sind für die Auswahl technisch und ökonomisch zweckmäßiger Erhaltungsmaßnahmen erforderlich. Die fortlaufende Erfassung des Straßenzustandes mittels einheitlicher Betrachtungsweise ist eine wesentliche Voraussetzung für einen optimalen Einsatz zur Verfügung stehender finanzieller und personeller Ressourcen.

Hierfür müssen Informationen über den Straßenzustand gesammelt, um eine relativ zuverlässige Abschätzung des Erhaltungsbedarfes vorzuhalten. Aufgrund der fortschreitenden Technisierung greifen die jeweiligen Baulastträger häufig auf visuell-sensitive oder messtechnische Erfassungsverfahren zurück. Auf den Kreisstraßen im Landkreis Börde wird die Zustandserfassung mit Hilfe Künstlicher Intelligenz auf Basis einer softwarebasierten Lösung durch Smartphones vorgenommen, die den Zustand der Straßenoberfläche aufnehmen.

Bei jeder Befahrung der einzelnen Streckenabschnitte werden neue Aufnahmen des Straßenoberbaus aufgenommen, wodurch sich auch über unterschiedliche Zeiträume Vergleichsergebnisse erheben lassen, um den realen Verschlechterungswert im Laufe der Zeit durch automatische Zustandsbewertung zu erfassen. Die Zustandserfassung und -bewertung der Künstlichen Intelligenz bezieht sich auf die Erhebung und Analyse der Quer- und Längsebenenheiten, Griffigkeit, Substanz und Oberflächenbild.

Hierdurch ergibt sich für den Straßenbaulastträger ein Mehrwert, denn er kann aufgrund der Vergleichsergebnisse für sich eruieren, wie der spezifische Straßenabschnitt sich hinsichtlich gegebener Randbedingungen (u.a. Witterung, Verkehr, Schadensbild) verändert und welche konkreten Maßnahmen zum Erhalt der Straße erforderlich sind. Weiterhin ist

¹¹ ebd., S.65

¹² ebd., S.68

¹³ BAST (2023b), S.19

¹⁴ ebd., S.19

¹⁵ Landkreis Potsdam-Mittelmark (2018), S.9

¹⁶ ebd., S.9

es zeitlich planbar, die notwendigen Maßnahmen zu fixieren und zu priorisieren.

Die Nutzung Künstlicher Intelligenz für die Zustandserfassung und -bewertung sowie Planung baulicher und betrieblicher Erhaltung hilft dem kommunalen Straßenbaulastträger, um sein Streckennetz flächendeckend anhand aktualisierter Daten zur Straßeninfrastruktur zu bewerten. Durch die Datenerhebung und -auswertung mittels Künstlicher Intelligenz konnte der Detaillierungsgrad gegenüber dem bisherigen Stand der Technik im Landkreis Börde deutlich gesteigert werden, da unterschiedliche Schadensklassen objektscharf ausgewertet werden und die einzelnen Rissarten individuell gewichtet in die Gesamtnote einfließen.

Analog des oben beschriebenen Systems der ZEB werden die Schadensflächen auf den jeweiligen Streckenabschnitten in einer Gesamtnote ausgedrückt. Auch hierbei gelten die drei charakteristischen Grenzwerte Zustandswert (1,5), Warnwert (3,5) und Schwellenwert (4,5) als Bewertungskriterium. Im Rahmen der Erhaltung und der Entscheidungsfindung zur Priorisierung zukünftiger grundhafter Aus- und Neubauvorhaben sind die durch den Einsatz der Künstlichen Intelligenz erkannten unterschiedlichen Schadensklassen von hoher Relevanz, da Aufschluss über das Aufkommen u.a. von Ausbrüchen, Schlaglöchern, Rissen, Abplatzungen und Schichtablösungen, Flickstellen, Fugen und Nähte erlangt wird.

Für die Fahrbahnoberflächen der Bundesfernstraßen wird seit Anfang der 1990er Jahre die Zustandserfassung und -bewertung (ZEB) durchgeführt. Die ZEB ist ein amtlich festgelegtes Untersuchungsverfahren öffentlicher Straßen zur Ermittlung der Qualität des Straßennetzes und den damit verbundenen Unterhalts- bzw. Erhaltungskosten.¹⁷ Bei der Zustandserfassung und -bewertung wird nur der Zustand der Fahrbahnoberfläche erfasst.

Die ermittelten Werte sind damit nur ein Indikator für die Erneuerungswürdigkeit eines Streckenabschnittes und geben Hinweise auf tieferliegende Schäden der Fahrbahnbefestigung. Durch die Einbeziehung von weiteren Erkenntnissen zum Zustand des gesamten Fahrbahnaufbaus lassen sich Schadensursachen genauer ableiten. Um konkrete Erneuerungsmaßnahmen zu planen und durchzuführen, sind weitere spezielle straßenbautechnische Untersuchungen erforderlich.

6. Auswirkungen der mangelnden Finanzausstattung auf den Sanierungsstau

Insgesamt wurden durch die auf Künstliche Intelligenz beruhende softwarebasierende automatische Benotung 61,4 Kilometer des gesamten Kreisstraßennetzes mit der Note 1,0-1,4 bewertet. 121,4 Kilometer sind mit der Note 1,5-1,9 bewertet und 93,7 Kilometer liegen im Bereich der Note 2,0-2,4.

Im Intervall 2,5-2,9 finden sich 82,9 Kilometer wieder und mit 3,0-3,4 wurden 82,6 Kilometer bewertet. Der Warnwert mit der Note ab 3,5 (Intervall bis 3,9) ergibt sich für 59,1 Kilometer Kreisstraßen. Im Bereich der Note 4,0-4,4 finden sich 34,0 Kilometer wieder. Der Schwellenwert mit Zustandswert von 4,5 (Intervall bis 4,9) liegt insgesamt auf 33,2 Kilometern Kreisstraße vor. Mit 5,0 wurden 26,93 Kilometer benotet. In den Bereich dieser Zustandsnote fallen nicht nur Straßenabschnitte, die durch die Software eine sehr schlechte Zustandsanalyse erhalten haben, sondern auch Abschnitte, die über keine Asphalt- oder Betonbauweise verfügen, sondern aus Split, Schotter, Pflastersteinen oder als Feldweg bestehen.

Die hinsichtlich der einzelnen Intervalle ermittelte Straßenzustandserfassung belegt, dass 153,23 Kilometer bzw. 25,7 Prozent oberhalb des Warnwertes von 3,5 liegen. Hiervon fallen 93,15 Kilometer in den Zustandsbereich zwischen 3,5 bis 4,5. Für diese Kreisstraßenabschnitte ist somit Anlass zur intensiven Beobachtung und zur Ursachenanalyse des mangelnden Zustandes gegeben, wobei der Baulastträger gefordert ist, nach geeigneten Maßnahmen zur Verbesserung des Ist-Zustandes zu suchen.

Tabelle 2: Rohpunktevergabe der baulichen Zustandsnote je Kreisstraßenabschnitt

Punkte	Intervall	Anzahl Kreisstraßenabschnitte	Länge Straßenkilometer
1	1,0-1,4	49	61,4
2	1,5-1,9	40	121,4
3	2,0-2,4	69	93,7
4	2,5-2,9	55	82,9
5	3,0-3,4	66	82,6
6	3,5-3,9	39	59,1
7	4,0-4,4	42	34,0
8	4,5-4,9	26	33,2
9	5,0	4	26,93

Quelle: Eigene Datenerhebung

Eine umfassende Erhaltung der Straßeninfrastruktur ist für eine lange Lebens- und Nutzungsdauer essentiell notwendig. Grundlegende Kenntnisse der konkreten Schadensursachen sind für die Auswahl technisch und ökonomisch zweckmäßiger Erhal-

¹⁷ Schmid (2019), S.64

tungsmaßnahmen erforderlich. Die fortlaufende Erfassung des Straßenzustandes mittels einheitlicher Betrachtungsweise ist eine wesentliche Voraussetzung für einen optimalen Einsatz zur Verfügung stehender finanzieller und personeller Ressourcen.

Das Erreichen der technischen Nutzungsdauer des Straßenoberbaus tritt dann ein, wenn dieser durch die verursachten Witterungs- und Verkehrsbelastungen in seiner Substanz so stark zerstört ist, dass der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) erreicht und eine bestimmungsgemäße Funktion und Nutzung nicht mehr gewährleistet ist.¹⁸ Die wirtschaftliche Lebensdauer einer Straße ist somit der Zeitraum, in dem eine wirtschaftliche Nutzung ohne oder auch mit Erhaltungsmaßnahmen möglich ist, wobei die finanzielle Mittelvorhaltung für Erhaltungsmaßnahmen die wirtschaftliche Nutzungsdauer maßgeblich beeinflusst.

Die Aufwendungen der Kreisstraßenmeisterei des Landkreises Börde für Instandsetzung und Unterhaltung der Kreisstraßen und aller zugehörigen Fahrbahnteile belaufen sich auf ca. 2,6 Mio. Euro jährlich (einschließlich Maschinenteknik und Personal). Mit diesen Mitteln müssen sowohl Unterhaltungsmaßnahmen, Instandsetzungen, Baumpflege, Markierungsarbeiten etc. finanziert werden. Ein weiteres Schwerpunktproblem sind die jährlichen nicht kalkulierbaren Aufwendungen des Winterdienstes und die Beseitigung der Winterschäden. Die benannte Summe ist bei weitem nicht ausreichend, um auf den bestehenden Sanierungsbedarf, der sich durch das Erreichen des Warnwertes ergeben hat, zu reagieren. Folglich fallen in den Folgejahren zahlreiche Streckenabschnitte in einen Zustandsbereich, der schlechter als die Note 4,5 (Schwellenwert) ausfällt und folglich einen grundhaften Ausbau erforderlich macht.

Instandhaltungsmaßnahmen wie Oberflächenbehandlungen, Decken- und Rissanierungen oder Asphaltkonservierungen dienen ausschließlich dem Ziel über den gesamten Zeitraum der Nutzungsdauer von 30 Jahren eine höchstmögliche Verkehrssicherheit bei gleichzeitig möglichst geringen Reparatur- und Instandhaltungskosten zu gewährleisten. Vor allem Deckenerneuerungen werden in den kommenden Jahren immer wichtiger, denn viele Fahrbahndecken, die in den 1990er Jahren gebaut wurden, sind an ihre Verschleißgrenze gelangt.

Deckensanierungsmaßnahmen sind notwendig, um durch die Erneuerung von verschlissenen Asphaltdeckschichten einer tiefgehenden Zerstörung von Tragschichten und damit der Notwendig-

keit von vorzeitigen grundhaften Erneuerungen vorzubeugen. Gefahr bergen jedoch die Folgen einer unzureichenden Finanzierung sowohl für Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen als auch beim Aus- und Neubau. Aufgrund der unzureichenden Finanzmittelausstattung kommunaler Straßenbaulastträger wächst der Unterhaltungs- und Instandsetzungsaufwand für die Straßeninfrastruktur weiter an. Der Aufwand für die Instandhaltung steht im engen Zusammenhang mit dem Neubau von Straßen und Brücken. Hier spielt der Investitionsrückstau an Straßen eine entscheidende Rolle.

In der Folge kommt es aufgrund von Zustandsverschlechterungen und unzureichender finanzieller Mittel zum Nicht-Erreichen geplanter Lebensdauern von Straßen und Brücken, notwendigen Sonderabschreibungen und Nutzungseinschränkungen, was wiederum zum Anwachsen des Investitionsstaus führt, der sich ebenfalls darin ausdrückt, dass die Investitionsfähigkeit der Kommunen aufgrund fehlender finanzieller Mittel gering ist.

60,08 Kilometer bzw. 10,1 Prozent des gesamten Kreisstraßennetzes sind mit einer Note schlechter gleich 4,5 (Schwellenwert) bewertet. Für diese Abschnitte besteht ein dringender Investitionsbedarf. Kurz- und mittelfristig wurden im Rahmen des Investitionsprogramms 2023-2030 somit jene Kreisstraßenabschnitte als prioritär eingestuft, die eine Zustandsbewertung schlechter gleich 4,5 Notenpunkte aufweisen, da der Schwellenwert bereits erreicht bzw. überschritten wurde.

Für diese dann erforderlichen Investitionen (grundhafter Ausbau) stehen dem sich in Haushaltskonsolidierung befindlichen Landkreis Börde aufgrund seiner defizitären Haushaltslage keine Eigenmittel zur Verfügung, sondern nur Landeszuweisungen i.H.v. derzeit ca. 4,11 Millionen Euro. Würde sich die Landeszuweisung innerhalb der Zeitspanne 2023 bis 2030 verstätigen, stünden für den grundhaften Ausbau maximal 32,88 Millionen Euro zur Verfügung, um den Investitionsbedarf zu verringern. Problematisch ist aber, dass die Landeszuweisungen nicht nur für Kreisstraßenabschnitte zu veranschlagen sind, bei denen ein grundhafter Ausbau erforderlich ist, sondern auch für den Neu- und Ausbau von Ingenieurbauwerken und Radverkehrsanlagen verwendet werden müssen.

Mit Datum vom 31.10.2024 ergibt sich hinsichtlich des ca. 600 Kilometer langen Kreisstraßennetzes des Landkreises Börde eine Durchschnittsnote von 2,65. Selbst unter Berücksichtigung aller geplanten Straßenausbauvorhaben ist diese Zustandsnote nicht

¹⁸ Fehling, E. / Leutbecher, T. (2001), S.1

dauerhaft zu halten und wird sich durch die derzeitigen Rahmenbedingungen (Baupreisentwicklung, Rückgang der Fördermittelzuweisung/Landeszuwendung) jährlich verschlechtern.

Aus einer Grobkostenschätzung geht hervor, dass allein für die 60,08 Kilometer inner- und außerörtlichen Kreisstraßenabschnitte, für die ein dringlicher Investitionsbedarf vorliegt, ein Investitionsstau im oberen zweistelligen Millionenbereich vorliegt. Würden die ca. 33 Millionen Euro Landeszuweisungen allein dafür verwendet werden, um den bezifferten Investitionsstau zu entgegnen, müsste sich der Investitionsstau verringern.

Allerdings ist diese Rechnung fehlerhaft, denn wie oben beschrieben, werden sich die Zustandsnoten diverser Kreisstraßenabschnitte, die sich derzeit im Benotungsintervall zwischen 3,5 und 4,4 befinden, aufgrund ihrer zunehmenden Abnutzungen weiter verschlechtern und prognostisch aus dem Warnbereich in den Bereich schlechter des Warnwertes fallen. Hierdurch nimmt der Investitionsstau nicht ab, sondern steigt vielmehr an. Für diesen erweiterten Bedarf, also Kreisstraßenabschnitte, die eine Benotung von 3,5 bis 4,4 aufweisen, was aktuell für 93,15 Kilometer der Fall ist, liegt der potentielle Investitionsbedarf nach Grobkostenschätzung im unteren dreistelligen Millionenbereich.

Insgesamt sind also 153,23 Kilometer Kreisstraßen bzw. 25,7 Prozent des gesamten Netzes mit Stichtag zum 31.10.2024 schlechter gleich 3,5 Notenpunkten bewertet. Diese Zahlen verdeutlichen, dass sich die Spirale des Sanierungs- und Investitionsstaus unaufhaltbar weiterdreht. Kommunen versuchen sich diesem Sog entgegenzustellen, aber wie verdeutlicht, reichen die finanziellen Ressourcen nicht für eine Trendwende aus. Zudem bewirken die im Bausektor deutlich gestiegenen Preise und der Fachkräftemangel in den Kommunalverwaltungen, vor allem an Bauingenieuren, weitere Herausforderungen für kommunale Baulastträger, die seit Jahren vor der fast unlösbaren Aufgabe stehen, ihren Haushalt zusammenzuhalten.

Des Weiteren konkurrieren im Zuge der Haushaltsplanungen Investitionen in die Straßeninfrastruktur mit anderen investiven Baumaßnahmen wie z.B. im Hochbaubereich (u.a. Investitionen in Schulen und Kindertageseinrichtungen) und werden auch aufgrund von Krisenkosten (u.a. Klimaanpassung, Corona-Pandemie, Flüchtlingsunterbringung), die sich für die Kommunen ergeben haben, weiter eingeschränkt. Letztlich zeigt sich in den Schlaglöchern der Straßenbaulasten die chronische Unterfinanzierung der Kommunen, die seit Jahren von den Ländern eine deutlich bessere finanzielle Grundausstattung einfordern.

7. Ermittlung von Dringlichkeiten und Festlegung von Prioritäten

Im weiteren Schritt war es bei der Aufstellung des Kreisstraßenausbauprogramms notwendig, die ermittelten Resultate hinsichtlich der verwendeten Bewertungsgrundlagen in ein lineares Rohpunktesystem zu überführen. Beispielhaft wird dies an der Stelle für die Bewertung des baulichen Zustandes der jeweiligen Kreisstraßenabschnitte verdeutlicht.

Da die Benotungen der einzelnen Abschnitte extrem divergieren, wurde im Investitionsprogramm folgender Bewertungsrahmen verwendet: Kreisstraßen mit einer baulichen Note von 5,0 erhielten die Maximalpunktzahl von 9 Rohpunkten. Abgestuft erhielten alle Kreisstraßenabschnitte mit einer Benotung von 4,5-4,9 8 Rohpunkte. Mit einer weiteren analogen Verringerung von jeweils 0,5 Benotungspunkten, die sich aus den Ergebnissen des baulichen Zustands mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz ergaben, wurden die einzelnen Straßenabschnitte mit entsprechenden Rohpunkten versehen. Dementsprechend erhielten Kreisstraßenabschnitte mit einer baulichen Zustandsnote von 1,0 1 Rohpunkt.

Ausgehend von den vier Rohpunkteergebnissen der einzelnen vier Säulen der Bewertungsgrundlage wurde im weiteren Schritt festgelegt, dass die Verkehrsbelastung mit 2,5-facher Punktzahl bewertet wird, so dass sich für den Abschnitt mit der höchsten Verkehrsbelastung ausgehend von der maximalen Rohpunktzahl 10 eine Gesamtpunktzahl von 25 Punkten ergibt. Die drei anderen Säulen Raumordnung, bauliche Zustandsnote und sonstige fachliche Belange wurden mit dem Faktor 1,0 bewertet. Ausschlaggebend für die Festlegung der Faktorisierung von 2,5 für die Verkehrsbelastung sind die Auswirkungen des Verkehrs auf den Straßenzustand, die die durch die Künstliche Intelligenz ermittelten Schadensarten auf der Straßenoberfläche zum großen Teil verursachen.

Die Festlegung von Dringlichkeiten (Priorisierungen) richtet sich nach der baulichen Zustandsnote (Schadensschwere) und dem Nutzen für den Verkehrsteilnehmer in Form der Verkehrsbelastung der Kreisstraßenabschnitte. Ausgehend vom Schwellenwert von 4,5 und der Notwendigkeit, bei Erreichen dieser Zustandsnote verkehrsbeschränkende oder bauliche Maßnahmen zur Erhaltung des Straßenabschnittes zu prüfen, wurde das Tabellenwerk hinsichtlich der Dringlichkeit investiver Maßnahmen nachbewertet. Diesbezüglich wurden kurz- und mittelfristig jene Kreisstraßenabschnitte prioritär eingestuft, die schon aktuell eine Benotung schlechter gleich 4,5 Notenpunkte erhalten haben.

Unter Berücksichtigung der weiteren Verkehrsentwicklung und -belastung sollten die hier ermittelten dringlichen Maßnahmen zeitnah umgesetzt werden. Als weiterer Bedarf sind Maßnahmen an Kreisstraßenabschnitte heranzuziehen, die vorerst nicht bis 2030 investiv umgesetzt werden können. Diese Abschnitte, die mit einer aktuellen Benotung von schlechter gleich 3,5 vorliegen (Warnwert) werden jedoch verstärkt beobachtet. Wird eine nicht vorhersehbare Verschlechterung festgestellt, muss der jeweilige Abschnitt vorgezogen und das Programm angepasst werden. Dies macht eine jährliche Überarbeitung des vorliegenden Kreisstraßenbauprogrammes notwendig.

8. Zusammenfassung

Bei der Beschlussfassung über das Kreisstraßenbauprogramm 2023-20230 des Landkreises Börde zeigte sich, dass die politischen Entscheidungsträger, denen die Ergebnisse im Rahmen der Gremiensitzungen erläutert wurden, sich mit den Vorschlägen der Verwaltung einverstanden zeigten, welche Kreisstraßenabschnitte in den zukünftigen Jahren mit Priorität neu- bzw. ausgebaut werden müssen. Dieses Beschlussverhalten lässt sich in einem klaren Zusammenhang mit den verwendeten Bewertungsgrundlagen bringen. Nicht nur die verdeutlichten Verkehrsbelastungen auf den einzelnen inner- und außerörtlichen Kreisstraßenabschnitten waren ein entscheidender Faktor, sondern zuvorderst die durch Künstliche Intelligenz erbrachte automatische Benotung der Straßenoberfläche trugen zum Beschlussverhalten bei.

Straßenschäden und ihre Prävention sowie Behebung bleiben für Kommunen eine Daueraufgabe. Einen besseren Überblick über den Zustand der Straßen sowie die Dringlichkeit und Wirtschaftlichkeit des Instandsetzungs-, Unterhaltungs- und Investitionsbedarfs können sich kommunale Baulasträger mittels einer softwarebasierten Künstlichen Intelligenz verschaffen. Aufgrund der Fähigkeit der KI, Schäden auf der Straße per Bildauswertung zu erkennen und in verschiedene Schadenskategorien einzuteilen, bekommen sowohl Mitarbeiter der Verwaltungen als auch politische Entscheidungsträger einen umfassenden Überblick über den Zustand der Straßen. Darüber hinaus erbringt der Einsatz der Software in den Streckenkontrollfahrzeugen der Kreisstraßenmeisterei wesentliche Erkenntnisse für die Unterhaltung der einzelnen Straßenabschnitte.

Ziel dieses Erhaltungsmanagements ist, die vorhandenen finanziellen und personellen Ressourcen des Landkreises Börde für Straßenunterhalt und Straßensanierung möglichst gezielt, effektiv und effizient einzusetzen. Weiterhin ist auch die Beschilderung, die

Markierung und das Straßenbegleitgrün in die Dokumentation aufgenommen. Hierdurch lassen sich grundlegende Fragen nach dem Zustand der einzelnen Streckenabschnitte, Schadensmerkmale, Priorität bei Instandsetzung bzw. Unterhaltung beantworten. Im Ergebnis wird sowohl das Management der Planung von Erhaltungsmaßnahmen vereinfacht und beschleunigt als auch die Begründung investiver Maßnahmen im Falle des erforderlichen grundhaften Ausbaus von Straßenabschnitten.

Literatur

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2016): Zustandserfassung und-bewertung (ZEB) auf Bundesfernstraßen, in: <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/zustandserfassung-und-bewertung.html>, letzter Zugriff 23.09.2024)

Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2023a): Leistungsheft für den Straßenbetrieb auf Bundesfernstraßen, in: https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/Daten/Leistungsheft-Strassenbetrieb.pdf?__blob=publicationFile&v=3, letzter Zugriff am 13.10.2024

Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST) (2023): Verfahren zur Bildung und Beschreibung zustands-homogener Abschnitte und repräsentativer Kennzahlen für das Erhaltungsmanagement, Heft S 195, in: <https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2810/file/S195+BA+Gesamtversion.pdf>, letzter Zugriff 23.10.2024

Deutsches Institut für Urbanistik (Difu) (2023): Verkehrswende mit Investitionen in die Infrastruktur der Kommunen vorantreiben, in: difu.de/17207, letzter Zugriff 11.11.2024

Deutscher Städte- und Gemeindebund (StGB) (2018): DStGB fordert Lkw-Maut auf Kommunalstraßen, in: <https://www.dstgb.de/aktuelles/archiv/archiv-2018/dstgb-fordert-lkw-maut-fuer-kommunale-strassen/>, letzter Zugriff am 08.11.2024

Fehling, E. / Leutbecher, T. (2001): Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1045-1:2001-07, in https://www.bau.uni-siegen.de/subdomains/massivbau/publikationen/download/nachweise_in_den_grenzzustanden_der_gebrauchstauglichkeit_nach_din_1045-1_2001-07.pdf, 17.10.2024

Institut für Verkehrswirtschaft, Systemwesen und Städtebau (2020): Erhaltungsbedarf von Bundes- und Landesstraßen in Niedersachsen anhand von Zustandsbewertungen ausgewählter Strecken, in:

https://www.bauindustrie-nord.de/fileadmin/bauindustrie-nord.de/Dateien/Stiftung/20001009_Erhaltungsbedarf_von_Bundes-und_Landestras-sen_in_Niedersachsen.pdf, 11.10.2024

Landkreis Potsdam-Mittelmark (2018): Kreisstraßenbauprogramm 2028, in: https://www.potsdam-mittelmark.de/fileadmin/user_upload/Landkreis___Kreisverwaltung/Strategische_Fachkonzepte/Fachkonzepte/Kreisstrassenbauprogramm_2028.pdf, letzter Zugriff am 30.10.2024

Landkreis Schaumburg (2002): Verkehrsplan Kreisstraßen einschließlich Radwegebedarfsplan, Hannover (Ingenieurgemeinschaft Dr.-Ing. Schubert)

Niedersächsische Landesbehörde für Straßenbau und -verkehr (2024): Erhaltungsmanagement, in: https://www.strassenbau.niedersachsen.de/startseite/aufgaben/strassenunterhaltung_und_strassenbetrieb/erhaltungsmanagement/erhaltungsmanagement-133353.html, 26.10.2024

Sächsisches Verwaltungsneuordnungsgesetz (SächsVwNG) vom 29.01.2008, in: https://www.umwelt-online.de/regelwerk/cgi-bin/suchausgabe.cgi?pfad=/allgemei/laender/sa/z08_0138.htm&such=Wassergesetz%20DDR, letzter Zugriff am 12.10.2024

AutorInnenangaben

Dr. Denis Gruber
Dezernent für Umwelt und Infrastruktur
Anschrift (Landkreis Börde, Bornsche Straße 2,
39340 Haldensleben, Deutschland)

E-Mail: denis.gruber@landkreis-boerde.de