

# Kommunaler Straßenbau und -unterhalt

Verfasser: Manfred **Schmid**

Inhaltsübersicht	Seite
<b>1 Einleitung</b>	<b>54</b>
1.1 Allgemeines	54
1.2 Gesetzliche Grundlage der Straßenbaulast (Straßenbauerhaltung)	55
1.2.1 Straßenbaulast	55
1.2.2 Straßenbaulastträger (Zuständigkeiten)	55
1.2.3 Straßenbaulast für Gemeindestraßen	56
1.2.4 Straßenverkehrssicherungspflicht	56
1.2.5 Sicherheitsvorschriften	56
<b>2 Straßenzustand, Erfassung und Bewertung</b>	<b>56</b>
2.1 Zustand der Kreis- und Gemeindestraßen	56
2.2 Typische Schäden, Mängel und Fehler der Straßen	57
2.3 Zustandserfassung bei Straßen	63
2.3.1 Visuelle Zustandserfassung	63
2.3.2 Messtechnische Zustandserfassung	64
2.3.3 Auswertung der messtechnischen Zustandserfassung	68
2.3.4 Zustand der Straßenoberfläche – Übersicht	69
2.3.5 Vertiefte messtechnische Zustandserfassung – flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse	69
2.3.6 Kosten der Zustandsermittlung des Straßennetzes	73
2.3.7 Budgetermittlung nach der Zustandsermittlung des Straßennetzes	74
<b>3 Kommunaler Straßenbau und -unterhalt</b>	<b>75</b>
3.1 Straßenneubau nach RStO 12 – Grundlagen des kommunalen Straßenneubaus	75
3.2 Bestandsorientierter Ausbau von Straßen	78
3.2.1 Grundlagen des bestandsorientierten Ausbaus	78
3.2.2 Vereinfachte Budgetermittlung für den Straßenbau und -unterhalt	79

3.3	Straßenbau innerstädtisch	80
3.3.1	Eingriffe durch Ver- und Entsorgungsträger	82
3.3.2	Straßenaufbrüche – Grundsätze und Dokumentation	83
3.4	Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmaßnahmen im Straßenbau	85
<b>4</b>	<b>Straßenbefestigungen aus Asphalt</b>	<b>86</b>
4.1	Vereinbarung der ZTV-Asphalt und Kommunalstraßenregelung	86
4.2	Fehlender Nachweis der Einbaudicken zur Abrechnung der Asphaltflächen	88
4.3	Unzureichende Mengen- und Qualitätskontrolle der Asphaltsschichten	90
4.4	Fehlende Asphaltdeckschichten lassen Bauschäden erwarten	91
<b>5</b>	<b>Fiskalische Betrachtung Straßenbau und -unterhalt</b>	<b>93</b>
5.1	Budgetermittlung nach Kennzahlen	93
5.2	Budgetermittlung nach objektbezogenen Baumaßnahmen	95
5.2.1	Kostenübersichten der Straßenbaumaßnahmen	96
5.2.2	Kostenübersichten nach Herstellungskosten pro m und m <sup>2</sup> Straße	97
5.2.3	Anhaltswerte für Herstellungskosten von kommunalen Straßen	98
5.2.4	Vergleich Kosten Zustandsermittlung zu Herstellungskosten von Straßen	100
5.3	Finanzierung und Förderung des Straßenbaus	101
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>103</b>

## Anlagen

# 1 Einleitung

## 1.1 Allgemeines

Das kommunale Straßennetz in Bayern stammt zu einem erheblichen Anteil aus den 1960er und 1970er Jahren. Die 50 bis 60 Jahre währende tägliche Beanspruchung hat an den Kreis- und Gemeindestraßen ebenso wie die zunehmende Verkehrsbelastung auf den öffentlichen Straßen deutliche Spuren hinterlassen.

Fakt ist:

Der Zustand der bayerischen Straßeninfrastruktur ist nicht so, wie er sein sollte, und verschlechtert sich zunehmend. Zu einem nicht unerheblichen Teil sind die Kreis- und Gemeindestraßen zudem unzureichend ausgebaut.

Immer häufiger werden deswegen Geschwindigkeiten und Lasten begrenzt. Dem stetig fortschreitenden Substanzverlust wird aber nicht entschieden genug entgegengetreten.



Abb. 1: Deutliche Schäden an der Straßeninfrastruktur

Diese Abwärtsspirale kann nur durch erhöhte Investitionen durchbrochen werden. Es ist unabdingbar, dass Kommunen in den kommenden Jahren vermehrt in das kommunale Straßennetz investieren. Nur dann kann die Straßeninfrastruktur nachhaltig erhalten, verbessert und auf die künftig weiter steigenden Verkehrsanforderungen vorbereitet werden. Eine hohe Qualität und Sicherheit der öffentlichen Straßen ist für eine funktionierende und reibungslose Verkehrsinfrastruktur in einem Flächenstaat wie Bayern unabdingbar.

Die Landkreise, Städte und Gemeinden müssen im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge unter Beachtung der Sparsamkeit und Wirtschaftlichkeit für die Sicherheit und Leistungsfähigkeit des kommunalen Straßennetzes sorgen. Um die häufig eng begrenzten Mittel optimal einzusetzen, ist ein Erhaltungsmanagement erforderlich, das die Straßen von der Planung über den Bau bis zur Erhaltung erfasst. Die regelmäßige Überprüfung der Qualität der Verkehrswege spielt dabei eine wesentliche Rolle.

Zudem ist es sinnvoll und zweckmäßig, die knapp bemessenen Geldmittel für die bauliche Erhaltung der Kreis- und Gemeindestraßen so zu investieren, dass durch eine effiziente und wirtschaftliche Planung und Erhaltung ein größtmöglicher Nutzen für den Straßenbaulastträger erzielt wird. Ein Lösungsansatz ist der so genannte „bestandsorientierte Ausbau“, bei dem mit der Einhaltung unterer Grenzen der Regelwerke eine verkehrssichere Lösung erreicht werden kann. Wir möchten zudem verdeutlichen, dass eine unzureichende turnusmäßige Erfassung und Bewertung des Straßenzustands regelmäßig dazu führt, dass Straßen vorzeitig aufwendig saniert oder neu hergestellt werden müssen. Werden Mängel durch sachgerechte Methoden

frühzeitig entdeckt, können diese oft mit verhältnismäßig geringem Aufwand beseitigt werden. Wer erst auf offenkundig erhebliche Mängel reagiert, spart am falschen Ende, da verfrüht anfallende Sanierungskosten sehr schnell die vermeintlich ersparten Kosten einer regelmäßigen Zustandserfassung überschreiten.

Um Verkehrssicherheit herzustellen, muss es nicht immer ein Vollausbau der Straße sein. Mit der Einbeziehung des Bestandes werden schon heute immer häufiger Straßen „umgebaut“, was – im begründeten Einzelfall auch unter Abweichung von den Regelwerken – eine gangbare und anerkannte Möglichkeit darstellt, um mit den begrenzt verfügbaren Mitteln einen möglichst großen Straßenbereich wieder verkehrssicher herzustellen.

Der vorliegende Beitrag soll eine Hilfestellung für Landkreise, Städte und Gemeinden bei der Koordinierung der Planung und Umsetzung von Erhaltungsprogrammen für Straßen sein. Unsere Erfahrungen bei der Prüfungs- und Beratungstätigkeit in Bayern münden dabei in konkrete Hinweise zum Erhaltungsmanagement bei Straßen in rechtlicher, technischer und fiskalischer Hinsicht. Es geht dabei fachlich ausschließlich um die Betrachtung der Trassierung, Breite, Frostsicherheit und Tragfähigkeit im Asphaltstraßenbau. Die Konstruktion und Tragfähigkeit der Ingenieurbauwerke sowie Betonfahrbahnen sind nicht Gegenstand unseres Beitrags.

## **1.2 Gesetzliche Grundlage der Straßenbaulast (Straßenbauerhaltung)**

### **1.2.1 Straßenbaulast**

Die Straßengesetze der Länder regeln die Straßenbaulast. In Bayern ist dies das Bayerische Straßen- und Wegegesetz (BayStrWG). Es gilt für die Staats-, Kreis- und Gemeindeverbindungs- bzw. Ortsstraßen und die sonstigen öffentlichen Straßen, Wege und Plätze. Die Straßenbaulast umfasst gemäß Art. 9 BayStrWG alle mit dem Bau und der Unterhaltung der Straße zusammenhängenden Aufgaben. Beim Bau und der Unterhaltung der Straßen sind die allgemein anerkannten Regeln der Baukunst und Technik zu beachten. Die Straßen sind in einem den Erfordernissen der öffentlichen Sicherheit und Ordnung genügenden Zustand zu bauen und zu erhalten. Die Verkehrssicherungspflicht ist eine Amtspflicht, die von den meisten Ländern gesetzlich als Hoheitsaufgabe definiert wurde. Die Verkehrssicherungspflicht bezieht sich auf Gefahren, die vom Betrieb der Straßen ausgehen, nicht aber vom Straßenverkehr selbst.

Die Straßengesetze der Länder bestimmen für jede Straßenklasse einen Träger der Straßenbaulast. Als Straßenbaulast bezeichnet man sämtliche mit dem Bau, der Unterhaltung und dem Betrieb von Straßen und Wegen zusammenhängenden Aufgaben und Pflichten. Verantwortlich für die Erfüllung dieser Aufgaben und Pflichten ist der so genannte Straßenbaulastträger. Die Straßenbaubehörde ist die Behörde, die die hoheitlichen Aufgaben aus der Straßenbaulast wahrnimmt.

### **1.2.2 Straßenbaulastträger (Zuständigkeiten)**

Die Träger der Straßenbaulast für Gemeindestraßen ergeben sich aus den entsprechenden Bestimmungen der Länderstraßengesetze bzw. für Ortsdurchfahrten im Zuge von Bundesstraßen aus § 5 Bundesfernstraßengesetz (FStrG). Die Verwaltungszuständigkeit obliegt den jeweiligen Straßenbaubehörden. Träger der Straßenbaulast sind in Bayern gemäß Art. 41 BayStrWG für die Staatsstraßen der Freistaat Bayern und für die Kreisstraßen die Landkreise und kreisfreien Gemeinden. Dies gilt auch für die Ortsdurchfahrten, soweit nicht die Straßenbaulast für diese den Gemeinden obliegt.

### 1.2.3 Straßenbaulast für Gemeindestraßen

Gemäß Art. 47 Abs. 1 BayStrWG sind die Gemeinden Träger der Straßenbaulast für die erforderlichen Gemeindestraßen innerhalb des Gemeindegebietes. Ist eine Gemeindestraße ordnungsgemäß hergestellt, hat die Straßenbaubehörde sie unverzüglich zu widmen.<sup>1</sup>

Die Gemeinden können durch Satzung die Eigentümer solcher Grundstücke, die über Ortsstraßen erschlossen werden, und die sonst zur Nutzung dinglich Berechtigten zur Unterhaltung der Gehwege verpflichten oder zu den Kosten nach dem Maß dieser Verpflichtung heranziehen, soweit der Gehweg überwiegend dem Grundstückseigentümer oder dem sonst zur Nutzung dinglich Berechtigten dient.<sup>2</sup>

### 1.2.4 Straßenverkehrssicherungspflicht

Im Sonderheft „Haftungsrechtliche Organisation im Interesse der Schadenverhütung 2018“ der Bundesarbeitsgemeinschaft Deutscher Kommunalversicherer BADK sind im Punkt II. Straßenverkehrssicherungspflicht einige wichtige Grundsätze zur Straßenverkehrssicherungspflicht aufgeführt. Wir fassen zusammen:

Die Gerichte sehen im Straßenverkehr eine Schlaglochtiefe von 5 bis 20 cm als abhilfebedürftige Gefahrenquelle an. Bei Radfahrern stellen Schlaglöcher und andere typische Fahrbahnvertiefungen mit einer Tiefe von bis zu 5 cm keinen verkehrswidrigen Zustand dar. Beim Fußgängerverkehr liegt die Bagatellgrenze für Bodenunebenheiten im Bereich von 2 bis 2,5 cm. Die Kontrollpflicht des Verkehrssicherungspflichtigen liegt bei stark befahrenen Straßen bei einer wöchentlichen Kontrolle. Bei nicht so stark frequentierten Verkehrsbereichen (z. B. Fußgängerzonen) ist ein Kontrollintervall von etwa 14 Tagen (noch) angemessen.

### 1.2.5 Sicherheitsvorschriften

Die Straßenbaubehörde trägt gemäß Art. 10 BayStrWG (Sicherheitsvorschriften) die Verantwortung dafür, dass die öffentlich-rechtlichen Vorschriften und die allgemein anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden.

DIN-Normen geben nicht immer allgemein anerkannte Regeln der Technik wieder, da sie veraltet sein können. Es besteht nach der Rechtsprechung allerdings eine widerlegliche Vermutung, dass DIN-Normen anerkannte Regeln der Technik beinhalten.

## 2 Straßenzustand, Erfassung und Bewertung

### 2.1 Zustand der Kreis- und Gemeindestraßen

Das überwiegend aus den 1960er und 1970er Jahren stammende kommunale Straßennetz in Bayern ist veraltet. Entsprechend der Altersstruktur und der zunehmenden Verkehrsbelastung auf den öffentlichen Straßen verschlechtert sich der Zustand der Straßeninfrastruktur zune-

---

<sup>1</sup> Art. 47 Abs. 2 BayStrWG

<sup>2</sup> Art. 47 Abs. 3 BayStrWG

mend. Besonders auffällig ist hierzu der mangelhafte Zustand vieler Straßen, Rad- und Gehwege im kommunalen Straßennetz.

Diese ursprünglich für wesentlich weniger Verkehr und geringere Belastungen dimensionierten und zum Teil mit mittlerweile technisch überholten Bauweisen erstellten Straßen halten den Beanspruchungen des heutigen Verkehrs nicht mehr Stand. Die Substanz und damit die Gebrauchstauglichkeit vieler Kreis- und Gemeindestraßen sind durch die ständig steigende Beanspruchung und den fortlaufenden Alterungsprozess in erheblichem Umfang geschädigt und viele Straßen sind nicht mehr ausreichend verkehrssicher.

Vielen Kommunen stehen aber für den Straßenunterhalt immer weniger Finanzmittel zur Verfügung. Auch Versäumnisse der Kommunen bei der Straßenunterhaltung haben zu einer Verschlechterung des kommunalen Straßennetzes geführt. Dies gilt sowohl für den ländlichen wie auch den städtischen Bereich. Die Mittel für den Straßenunterhalt werden leider auch manches Mal zugunsten öffentlichkeitswirksam darstellbarer Neubaumaßnahmen (Stichwort Spatenstich) gekürzt.

Außerorts treten vor allem Schäden auf, die durch die erhebliche Zunahme des Verkehrs verursacht werden. Innerorts sind zudem Aufgrabungen und Aufbrüche durch Ver- und Entsorgungsträger Ursache für die Verschlechterung des Straßenzustands. Aber auch die Dimensionierung des Straßenoberbaus hat sich verändert. Die Straßen in den 1960er und 1970er Jahren wurden mit einem geringeren Aufbau als heute hergestellt und haben somit eine geringere Lebensdauer.

## **2.2 Typische Schäden, Mängel und Fehler der Straßen**





Im Folgenden sind typische Zustands- und Schadensbilder bayerischer Kreis- und Gemeindestraßen dargestellt. Es werden dazu die üblich auftretenden Schäden, Mängel- und Fehler an der Fahrbahnoberfläche und in der Straßenkonstruktion sowie deren Ursachen beschrieben, bildlich dokumentiert und erklärt.

Der Straßenzustand ist beschreibbar durch Gebrauchs- und Substanzmerkmale:





- allgemeine Unebenheiten (z. B. Wellen, Buckel)
- Risse, offene Nähte, Flickstellen
- schadhafte Fugen, offene Pflasterfugen
- Ausbrüche, Schlaglöcher, Frostschäden
- Ausmagerungen, Abplatzungen, sonstige Oberflächenschäden
- Schäden an Randeinfassungen (z. B. Bordsteine, Gerinne)
- Unebenheiten im Querprofil (z. B. Spurrinnen)
- schadhafte Entwässerungseinrichtungen
- Einbaufehler usw.




Schaden, Mängel und Fehler	Beschreibung	Bilddokumentation
Netzrisse, Risshäufungen und Einzelrisse	Einzelne Risse und Häufung von Rissen, die netzartig miteinander verbunden sind; im Bereich der netzartigen Risse bereits Ausbrüche erkennbar; teilweise offene und vergossene Risse; Arbeitsnähte, die aufgebrochen bzw. nicht vergossen sind; ursächlich ist meist die ungenügende Tragkraft des Ober- und Unterbaus	
Allgemeine Unebenheiten, Risse, offene Nähte, schadhafte Fugen, Ausbrüche, Unebenheiten in Quer- und Längsrichtung	Umfangreiche Schäden erkennbar (Ausbrüche, Schlaglöcher, offene Risse, Fugenschäden etc.); Beeinträchtigung der Nutzung und/oder maßgebende strukturelle Beeinträchtigung (Tragfähigkeit); punktuelle Ausbesserungen sichtbar; erhebliche Frostschäden	
Risse und Ausbrüche, Frostschäden, Ausmagerungen, Flickstellen	Umfangreiche Schäden erkennbar; Ausbrüche, Schlaglöcher, Flickstellen; netzartige Risse bis hin zu Ausbrüchen des Asphalts; allgemeine Unebenheiten, Ausmagerungen, maßgebende strukturelle Beeinträchtigung (Tragfähigkeit); erhebliche strukturelle Schäden durch ungenügende Tragkraft des Ober- und Unterbaus sowie durch Frost- und Taubeanspruchung	
Risse und Aufbrüche, schadhafte Bordsteine und Entwässerungsrinnen	Häufung von Rissen und Aufbrüchen, schadhafte Bordsteine und Entwässerungsrinnen, teilweise ausgebessert; Flickstellen mit und ohne Verguss	



Schaden, Mängel und Fehler	Beschreibung	Bilddokumentation
Risse und Aufbrüche, schadhafte Bordsteine und Entwässerungsrinnen	Weggebrochene Bordsteine; schadhafte Entwässerungsrinnen; erhebliche Rissbildung; stetiger Wassereintritt durch offene Fugen; erhebliche Schäden verursacht durch langjährige Frost- und Taubeanspruchung	
Risse netzartig und in Längsrichtung	Große und tiefe Risse netzartig und in Längsrichtung; Wassereintritt in die offenen Risse führt zu Frostschäden; bereits Fahrbahnhebung im Bereich der netzartigen Risse durch Frost- und Tauwechsel	
Flickstellen	Flickstellen und Bereiche geschädigter Verkehrsflächen; Herauslösen von Teilen der Fahrbahnoberfläche infolge von Verkehr oder Verwitterung; Ausbrüche wurden durch provisorisches Ausbessern notdürftig wiederhergestellt; Unebenheiten im Querprofil	
Schadhafte Entwässerungseinrichtungen	Schadhafte Entwässerungsrinnen, teilweise ausgebessert; großformatige Fugen zwischen Asphalt und Entwässerungsrinne provisorisch mit Beton verfüllt; Ursache meist fehlende bituminöse Fugenausbildung zwischen Beton und Asphalt; Randbereiche brechen durch Frost- und Taubeanspruchung weg	



Schaden, Mängel und Fehler	Beschreibung	Bilddokumentation
Risse und Aufbrüche, schadhafte Bordsteine und Entwässerungsrinnen	Erhebliche Rissbildung mit großen Ausbrüchen im Straßenbereich; bereits erkennbare Schlaglochbildung; Zusammenbruch der Asphaltstruktur in den Ausbesserungsflächen; schadhafte Entwässerungsrinnen, teilweise ausgebessert	
Nicht funktionierende Entwässerungseinrichtungen	Nicht funktionierende Entwässerungseinrichtungen; Oberflächenentwässerung defekt, Straßenabläufe oder Kanalleitungen verstopft; Beeinträchtigung der Nutzung (Spritzwasser, Aquaplaning, Glatteis); Gefahr für den Verkehr, Radfahrer und Fußgänger	
Unebenheiten in Quer- und Längsrichtung	Unebenheiten in Querrichtung; Absacken der Straße am Fahrbahnrand (Wegbrechen der Schulter); Ursache der Unebenheiten in Quer- und Längsrichtung meist mangelnde Tragfähigkeit im Straßenober- und -unterbau; Vernässung des Unterbaus durch fehlende bzw. zu geringe Neigung des Erdplanums	
Ausbrüche	Großformatige Ausbrüche der Asphaltdeckschicht; Ursache meistens fehlender Schichtenverbund zwischen Asphaltdeckschicht und -tragschicht.  Es entstehen anfänglich Risse. Die Deckschicht ist nicht mehr dicht. Eindringen des Wasser zerstört den Schichtenverbund, die Deckschicht selbst und die darunterliegenden Schichten.	

Schaden, Mängel und Fehler	Beschreibung	Bilddokumentation
Risse und Aufbrüche bis hin zum Schlagloch	Erhebliche Rissbildung mit großen Ausbrüchen im Straßenbereich; bereits erkennbare Schlaglochbildung; Zusammenbruch der Asphaltstruktur	
Zu geringe Einbaudicken und mangelnde Qualität der Asphaltschichten	Zu geringe Einbaudicken der Asphaltschichten; meist bei älteren Erschließungsstraßen; mangelnde Qualität der eingebauten Trag- und Deckschichten aus Asphalt; häufig durch Alterung und Umwelteinflüsse ausgemaigert; die Asphaltschichten sind nur noch Fragmente und zerfallen bei der Bohrkernentnahme.	
Fehlender Schichtenverbund	Nicht ausreichender Schichtenverbund bituminöser Fahrbahnbefestigungen reduziert die Dauerhaftigkeit der Straßen.  Schäden wie Risse, Abplatzungen und Ausbrüche der Asphaltdeckschichten sind die Folge.	



Frostschäden an Straßen, beispielsweise Schlaglöcher, entstehen im Winterhalbjahr in Form blasenförmiger Aufwölbungen, wenn Wasser durch eine defekte Oberfläche (Risse) ins Innere eindringt. Bei Eisbildung vergrößert sich das Volumen des Wassers um bis zu zehn Prozent. Die Fahrbahndecke wölbt sich unter Druck – verursacht durch die Volumenvergrößerung – nach oben. Bei steigenden Temperaturen schmilzt das Eis, Hohlräume mit Wasser bleiben zurück. Unter dem Gewicht der Fahrzeuge bricht der Asphalt ein. Wiederholen sich diese Vorgänge bei Temperaturwechsel, werden schließlich Teile des Materials durch „Frostsprennung“ abgetrennt.

Ist die Oberfläche erst einmal aufgebrochen, schreitet der Zerstörungsprozess schnell voran, weil nun noch mehr Wasser eindringen und gefrieren kann. Dazu kommt die mechanische Beanspruchung insbesondere der Bruchränder durch den Verkehr. Es vergrößert sich ein Frostaufbruch von einer Aufwölbung oder einer breiteren Spalte bis hin zu einem größeren Loch, indem die offenen Ränder wegbrechen und sich neue Risse im Material öffnen.

Frostschäden an Straßen können auch entstehen, wenn die Tragschicht nicht aus frostsicherem Material besteht. Wasser aus dem Untergrund bzw. Unterbau kann dann kapillar nach oben steigen und zur Frostlinsenbildung in der Tragschicht führen.

Ein kreisförmig aufgebrochener Straßenbelag vergrößert und vertieft sich in relativ kurzer Zeit zu großen und meist tiefen Schlaglöchern. Davon betroffen sind vor allem Fahrbahnen, auf denen viele LKW unterwegs sind. Denn die Belastung durch eine 10-Tonnen-Achse eines LKW entspricht in etwa der von 160.000 PKW-Achsen.<sup>3</sup>



Bild: Straße mit erheblichen Frostschäden



Bild: tiefes Schlagloch kreisrund ausgebrochen

<sup>3</sup> Quelle: Ulli Benz/TU München

## 2.3 Zustandserfassung bei Straßen

Grundlage jeder Straßenerhaltung ist der Aufbau eines systematischen Erhaltungsmanagements der Straßeninfrastruktur für die Kreis- und Gemeindestraßen. Dazu gehört die bautechnische, funktions- und sicherheitsbezogene Bewertung als regelmäßige systematische Erfassung des baulichen Zustands der Straßen. Nachfolgend geben wir Einblick in die Möglichkeiten der Zustandserfassung.

### 2.3.1 Visuelle Zustandserfassung

Die Oberflächenbeschaffenheit von Straßen ist die Eigenschaft, die von den Verkehrsteilnehmern als erstes wahrgenommen wird. Mit der visuellen Zustandserfassung (Oberflächeneigenschaften) werden Schäden und Mängel an der befestigten Oberfläche der Fahrbahnen und Nebenflächen (Parkflächen, Geh- und Radwege) erfasst, die den baulichen Zustand kennzeichnen. Dazu werden die Straßen begangen. Die Begehung sollte möglichst bei abtrocknender Fahrbahn nach Regenfällen erfolgen (optimale Erkennbarkeit der Risse).

Die Schäden und Mängel an der befestigten Oberfläche der Fahrbahnen und Nebenflächen werden in der Regel nach Zustandsmerkmalen erfasst (z. B. schriftlich aufgenommen, fotografiert und/oder gefilmt) und anschließend ausgewertet. Diese sind unter anderem allgemeine Unebenheiten, Risse, offene Nähte, schadhafte Fugen, Ausbrüche, Ausmagerungen, Abplatzungen, Flickstellen, Schäden an Randeinfassungen und Entwässerungseinrichtungen sowie Unebenheiten im Querprofil. Für die Straßenbauverwaltung sind dies wichtige Aussagen über den Zustand der Straßen.

Die Zustandserfassung und -bewertung der Straßen erfolgt bei vielen Städten und Gemeinden aber kaum oder meist nur auf visueller Basis. Grundvoraussetzung für eine möglichst wirtschaftliche Erhaltungsmaßnahme ist aber eine möglichst genaue und lückenlose Kenntnis der vorhandenen Substanz. Dazu ist die Erhebung einer Vielzahl von Daten erforderlich.

Visuelle Kontrollverfahren reichen hierfür alleine nicht aus. Besonders im kommunalen Bereich ergeben sich ständig variierende Straßenbauverhältnisse. Mit visuellen Kontrollverfahren und rein punktuellen Untersuchungen (Bohrkernentnahme) stößt man für gesicherte Aussagen schnell an Grenzen. Die daraus entstehenden Unsicherheiten und Fehlinterpretationen können zu fehlerhaften Sanierungskonzepten führen. Die rein visuelle Zustandserfassung ist nicht effizient, es fehlt die Objektivität. Es werden ohne qualifiziertes Fachpersonal nur Schäden und Mängel erfasst, die an der Oberfläche sichtbar sind.

Die Erhaltung der Straßen kostet Geld und muss deshalb vorausschauend geplant werden. Wir empfehlen deshalb den Landkreisen, Städten und Gemeinden, die Zustandserfassung und -bewertung der Straßen für den Straßenunterhalt künftig um die messtechnischen Verfahren zu erweitern. Nur die Kombination aus visueller und messtechnischer Zustands- und Substanzerfassung ermöglicht es, den Zustand der Straßen objektiv und zeitnah zu erfassen und zu bewerten.

Dies ist unabdingbar, wenn der wirtschaftliche Wert und die Restnutzungsdauer der Straßen genügend genau bewertet werden sollen.

### 2.3.2 Messtechnische Zustandserfassung

Messtechnische Prüfungen und Bewertungen von Verkehrswegen liefern fundierte Zusatzinformationen, die als Grundlage wirtschaftlicher Entscheidungen für den Straßenunterhalt und -erhalt dienen. Zu den bekannten Verfahren (visuelle Zustandserfassung) gibt es mittlerweile eine Reihe neuer innovativer Technologien, wie z. B. flächenhafte Erkundungen, Tragfähigkeitsuntersuchungen, Analysen zur strukturellen Substanz und Bestimmung des Alterungsstatus des Asphalts. Die Präzision der Zustandserfassung kann durch die neuen Verfahren erheblich gesteigert werden.

Technische Mess- und Aufnahmeverfahren ermöglichen es heute, den Zustand an der Straßenoberfläche objektiv zu erfassen. Die Messfahrzeuge fahren im Verkehr mit und beeinflussen somit kaum den Verkehrsablauf. Dies ist vor allem in Ballungsräumen ein wichtiger Gesichtspunkt.

Neben der Aufnahme der technischen Messdaten können die Koordinaten über GPS-Vermessungssysteme aufgenommen und die lokalen Zustandsdaten dem digitalen Straßennetz zugeordnet werden. Dies setzt ein Geographisches Informationssystem (GIS) bei den Städten und Gemeinden voraus.

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren zur Substanzbewertung basieren auf der „Zustandserfassung und -bewertung der Fahrbahnoberflächen von Straßen“ (ZEB) und den bewertungsrelevanten Zustandsgrößen der ZEB gemäß den Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen, Ausgabe 2006 (ZTV ZEB-StB 06).

Die Zustandserfassung und -bewertung ist ein in Deutschland amtlich festgelegtes Untersuchungsverfahren zur Ermittlung der Qualität des Straßennetzes und der damit verbundenen Unterhaltskosten von öffentlichen Straßen. Es liefert den Gebrauchswert einer Straße.

#### 2.3.2.1 Erfassung der Ebenheit

Die Ebenheit einer Asphaltfahrbahn wird mit Hilfe eines an dem Messfahrzeug angebrachten Messbalkens und moderner Lasertechnik in Längs- und Querrichtung aufgenommen. Für die Messung der Querebenheit werden bei diesem Messsystem Lasersensoren im Querbalken eingesetzt.

Das Bild zeigt ein Messfahrzeug mit Längs- und Querebenheitsmess-einrichtung. Dazu werden Längs- und Querebenheitsindikatoren der befahrenen Fahrspur ermittelt und Zustandsmerkmale wie z. B. Allgemeine Unebenheit (AUN), Welligkeit (W), Längsebenheit (LWI) und Spurrinnen (SPT) ausgewertet.



Bild: Messfahrzeug

### 2.3.2.2 Erfassung der Griffigkeit

Die Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche wird mit Hilfe eines schräg laufenden Messrades ermittelt, das mit einer definierten Kraft geführt wird. Die Griffigkeit (GRI) kennzeichnet die Wirkung der Rauheit der Fahrbahnoberfläche auf den Reibungswiderstand (Kraftschlussvermögen) zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn und wird auf der angestrichsten Fahrbahn gemessen.

Wegen der benötigten Wassermengen für netzweite Erfassungen wird ein größeres Tankfahrzeug (SKM-Fahrzeug) benötigt. Das Verfahren wird als „Seiten-Kraft-Messverfahren“ (SKM) bezeichnet. Die jeweilige Griffigkeit wird durch Messungen zum Nachweis der Erfüllung des Bauvertrages oder zur Zustandsermittlung des Straßennetzes festgestellt.



Bild: SKM-Fahrzeug

Die Rauheit ergibt sich aus der Oberflächentextur und Eigenschaften der Gesteine in der Deckschicht. Sie verändert sich im Laufe der Zeit durch Verkehrs-, Witterungs- und Umwelteinwirkungen. Die Griffigkeit ist eine der wichtigsten Nutzungseigenschaften von Straßenoberflächen für die Sicherheit im Straßenverkehr. Im Innerortsbereich spielt die Griffigkeit nur eine untergeordnete Rolle und wird oft nicht miterfasst.

### 2.3.2.3 Erfassung der Substanzmerkmale (Oberfläche)

Für die Erfassung der optischen Mängel, auch Substanzmerkmale Oberfläche genannt, werden hochauflösende Kameras verwendet, die an ein Messfahrzeug angebaut sind. Das Bild zeigt die Heckansicht des Messfahrzeugs mit Kameras, einer Spezialbeleuchtung (Stroboskoplampen) und der Verkehrssicherungseinrichtung.

Bei den Asphaltbauweisen werden folgende Substanzmerkmale der Oberfläche erfasst:

- Risse (RISS)
- Flickstellen (FLI)
- Ausbrüche (AUS)
- offene Arbeitsnähte (OAN)
- Bindemittelanreicherungen (BIN)



Bild: Heckansicht Messeinrichtung

Die mittels der Kameras aufgenommenen Bilder werden je laufenden Meter an Bildschirmen ausgewertet und die so ermittelten Daten mit den beiden anderen Messverfahren (Ebenheit und Griffigkeit) verknüpft. Diese Messdaten werden als Koordinaten über GPS-Vermessungssysteme aufgenommen und dem digitalen Straßennetz einer GIS-Fachschale zugeordnet. Das Gesamtbild der messtechnischen Auswertung mit Auf- und Rückschlüssen wird im Abschnitt 2.3.3 Auswertung der messtechnischen Zustandserfassung beschrieben.



#### 2.3.2.4 Mobile visuelle Zustandserfassung

Die mobile visuelle Zustandserfassung ist eine Datenerfassung durch Messfahrzeuge. Diese mobile, berührungslose Datenerhebung der Straßeninfrastruktur wird mit digitalen bildgebenden Verfahren durchgeführt.

Das Erfassen der gewünschten Daten erfolgt durch Befahren der jeweiligen Straßen und Wege. Dafür werden Groß- und Schmalspurmessfahrzeuge eingesetzt. Die Fahrzeuge verfügen über hochpräzise Technik, die mehrere Verfahren kombiniert. Das bildgebende Verfahren mit digitalen Stereokameras liefert hochauflösende Farbfotos und -videos und das stereoskopische Messverfahren und 3D-Laserscanner ermöglichen hochgenaue digitale Abbilder der Infrastruktur.



Bild: Messfahrzeug

Das Ergebnis sind detailgenaue und exakt georeferenzierte Daten über den Zustand von Wegen und Straßen. Alle relevanten Daten lassen sich zudem schnell und berührungsfrei erheben, ohne dabei Verkehrs- oder Betriebsabläufe zu stören. Die Daten können vielfach verwendet werden. Neben Planungsgrundlagen werden im technischen Bereich Erhaltungskonzepte daraus erstellt und es kann gleichfalls eine Vermögensbewertung der Infrastruktur erfolgen.

#### 2.3.2.5 Mobile Mapping

Das Mobile Mapping System besteht aus zwei Hochleistungslaserscannern mit einer 360-Grad-Panoramakamera, montiert auf einer mobilen Plattform und ausgestattet mit einer IMU (inertial measuring unit). Eine IMU ist eine inertielle Messeinheit aus räumlicher Kombination mehrerer Inertialsensoren wie Beschleunigungssensoren und Drehratensensoren. Dieses System kann auf verschiedenen Fahrzeugen montiert werden, wie z. B. einem PKW.



Bild: Messfahrzeug mit mobilem Laserscanning

Hauptunterschied zum bekannten terrestrischen Scanning ist die Möglichkeit der Datenaufnahme während der Fahrt. Hierbei können bei einer Geschwindigkeit von bis zu 110 km/h die gesamte Umgebung sowie die komplette Fahrbahn aufgenommen werden.

Das Resultat dieser Aufnahme sind hochverdichtete Punktwolken, welche aus Millionen bis Milliarden von Einzelpunkten bestehen. Durch ein verbautes GNSS (Globales Navigationssatellitensystem) werden jedem einzelnen Messpunkt Koordinaten vergeben sowie Werte der Intensität und der RGB-Farben. Diese so genannten Massendaten werden in einem Prozess der 3D-Datenverarbeitung und Analyse im weiteren Schritt bearbeitet. Auf Grundlage dieser Daten werden Vermessungsdaten wie Fahrbahn­ränder, Bruchkanten, Bordsteinkanten, Markierungen etc. abgeleitet und digitale Geländemodelle generiert. Ebenso werden Fahrbahnzustandsanalysen durch Ebenheitsmessungen, Risseverortung und Neigungsbewertungen berechnet.

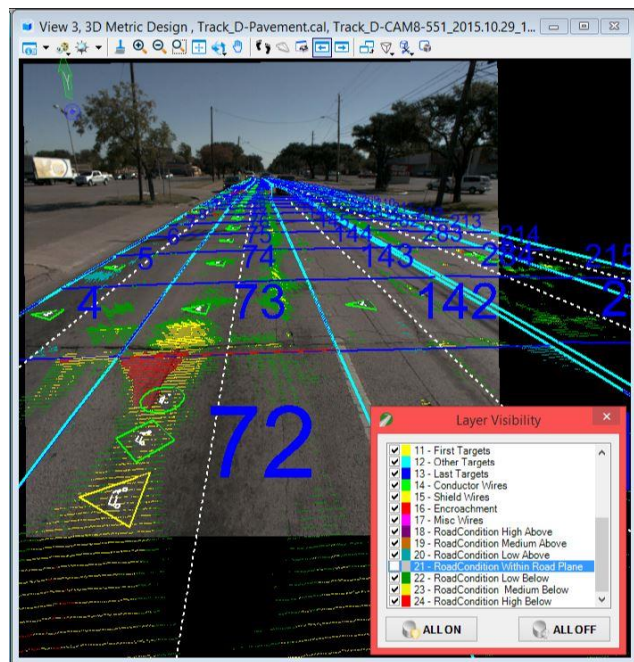


Bild: Auswertung der Messdaten

Eine 360-Grad-Kamera erzeugt parallel zu den Messdaten eine virtuelle Umgebung. Verschmolzen mit den erzeugten Punktwolken werden diese Daten auf einem webbasierten Viewer gelegt und virtuell im Infrastrukturprojekt angezeigt.

#### 2.3.2.6 Luftgestützte Zustandserfassung mit Drohnen

Eine weitere Technologie zur Zustandserfassung von Straßen ist die luftgestützte Aufnahme von Daten. Die Vermessung und Inspektion von Fahrbahnen wird mit unbemannten Luftfahrtsystemen durchgeführt.

Drohnen, ausgestattet mit hochauflösenden Kameras und Laserscannern, nehmen beim Überflug über das Projekt Daten in Form von Bildern und Punktwolken auf. Aus diesen Daten werden anschließend 3D-Modelle sowie hochauflösende georeferenzierte Orthofotos berechnet. Erzeugte Modelle können zu Vermessungszwecken sowie zur Visualisierung herangezogen werden. Ebenso werden erzeugte Orthofotos zur Verortung von Schäden und Rissen auf Fahrbahnen ausgewertet.



Bild: Drohne mit Kameras und Laserscanner

Durch GNSS-Unterstützung können alle Daten georeferenziert und präzise verortet und in GIS-Fachschalen eingelesen werden. Die Zukunft wird eine künstliche Intelligenz sein, zur automatisierten Objekterkennung und Klassifizierung der erzeugten Punktwolken. „KI-basierte Auswerteverfahren“ sind bereits in vielen Bereichen der Industrie als Standard für die Zukunft gesetzt.

### 2.3.3 Auswertung der messtechnischen Zustandserfassung

Aus den Daten der Messsysteme werden physikalische Zustandsgrößen berechnet und im Rahmen einer Normierung in dimensionslose, einheitlich skalierte Zustandswerte in einen Notenbereich von 1,0 (sehr gut) bis 5,0 (sehr schlecht) überführt. Dies charakterisiert den Zustand der jeweiligen Straße.

Die Werte werden nach festgelegter Gewichtung in einem Gebrauchs- und einem Substanzwert (Oberfläche) zusammengefasst (Wertesynthese). Der Gebrauchswert (Unebenheiten in Längs- und Querrichtung sowie Griffigkeit) zeigt, wie sich der Straßenzustand auf Befahrbarkeit und Verkehrssicherheit auswirkt. Der Schadens- oder Substanzwert (Risse, Flickstellen und Oberflächenschäden) drückt aus, wie in erster Linie der bauliche Zustand der Straße ist. Aus beiden Werten ergibt sich schließlich der Gesamtwert. Diese normierten Zustandswerte definieren Warn- und Schwellenwerte, nach denen Erhaltungsprogramme erstellt werden können.

Die Normierungsfunktion messtechnische Zustandsbewertung sieht in der Regel nur vier Zustandsklassen vor, ZK1 blau bis 1,5, ZK2 grün bis 3,5, ZK3 gelb bis 4,5 und ZK4 rot. Diese Aufteilung ist allgemein sehr grobmaschig. Institute oder Ingenieurbüros für Zustandserfassung fügen in der Praxis gerne Zwischenbereiche ein. Dazu nachfolgendes Beispiel:

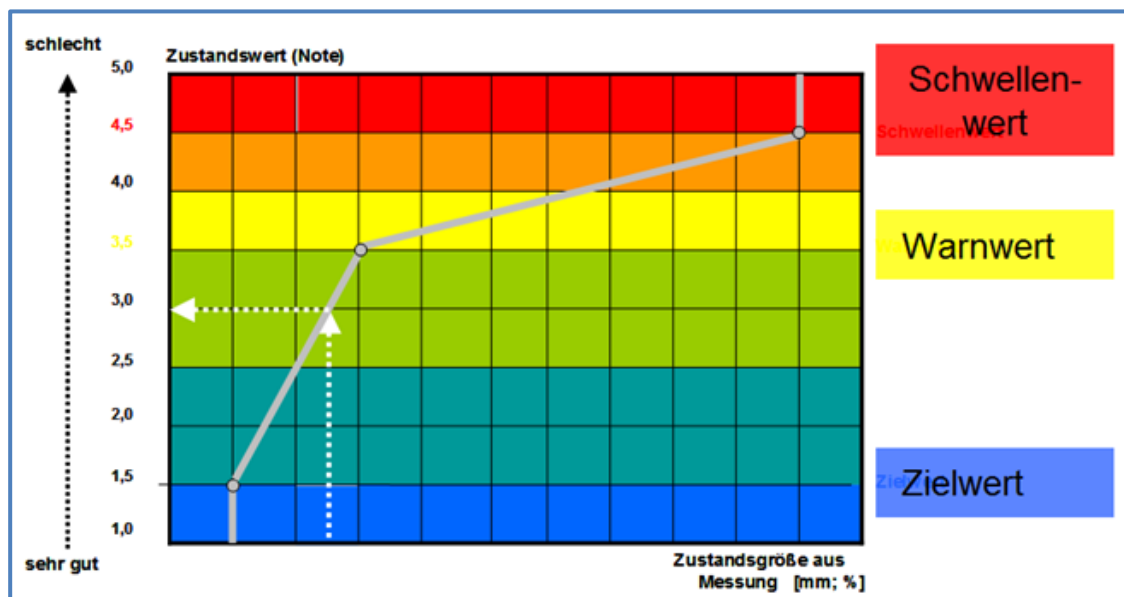


Bild: Normierungsfunktion messtechnische Zustandsbewertung in Anlehnung an AP9 Reihe K 3.1 der FGSV



Der Straßenzustand wird in fünf Zustandsklassen (ZK) eingeteilt:

Zustandsklasse	Straßenzustand
1	neue/neuwertige Straße (sehr gut)
2	guter Zustand, kein Handlungsbedarf (gut)
3	brauchbarer Zustand, mittelfristiger Handlungsbedarf in 5 bis 10 Jahren (mittelmäßig)
4	kritischer Zustand, kurzfristiger Handlungsbedarf in 1 bis 5 Jahren (schlecht)
5	unbrauchbarer Zustand, sofortiger Handlungsbedarf (sehr schlecht)

#### 2.3.4 Zustand der Straßenoberfläche – Übersicht

Die einzelnen ermittelten Zustandswerte und die verknüpften Werte werden visuell dargestellt, z. B. in speziellen Gemeinde-, Stadt- oder Landkreiskarten.

Auch das Einpflegen der Zustandswerte für Straßen in so genannten GIS-Fachschalen ist machbar.

So erhält man eine Übersicht über den Zustand des Straßennetzes und eine Grundlage für die Planung der Straßenerhaltung.

Die Übersichtskarte zeigt den Zustand der Straßenoberflächen in einem Landkreisgebiet.

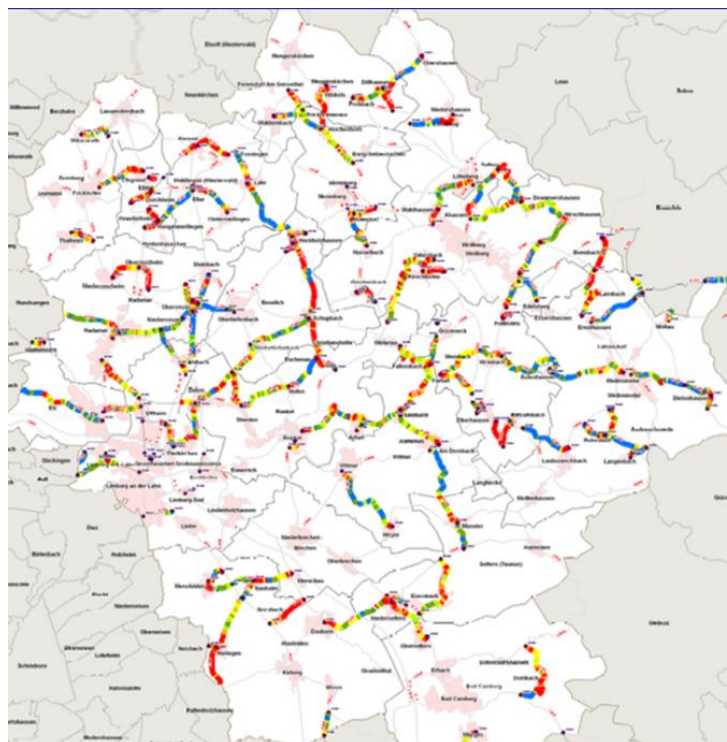


Bild: Übersichtskarte über den Zustand der Straßenoberflächen

#### 2.3.5 Vertiefte messtechnische Zustandserfassung – flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse

Wird der Zustand von Straßenabschnitten auf Basis der angewandten Regelwerke als kritisch klassifiziert, sind zusätzliche Kenntnisse über Substanz, Tragfähigkeit und Schadensursache erforderlich.

Dazu gibt es eine Reihe von zerstörungsfreien Untersuchungen, wie z. B. die flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse zur Erhebung von weiteren Daten des Straßenaufbaus. Diese zusätzlichen Kenntnisse über die Substanz und Schadensursache machen erst eine wirtschaftliche Konzeption von Erhaltungsmaßnahmen und deren Budgetplanung möglich.

Basierend auf diesen Ergebnissen können homogene Straßenabschnitte für Untersuchungen bzw. für Sanierungsvorschläge gebildet werden.

Die Ermittlung der Tragfähigkeit erfolgt beispielsweise mit dem Lacroix-Messsystem.

Die Tragfähigkeitsanalyse ermittelt mit statischen Messungen auf flexiblen Befestigungen die erforderlichen Informationen über die Tragfähigkeit des Straßenaufbaus und homogene Bereiche in Form von „fahrenden Benkelman-Messungen“.

Die flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse stellt die erforderlichen Informationen über die Tragfähigkeit des Straßenaufbaus und homogene Bereiche für beide Rollspuren zur Verfügung.

Das Messprinzip der Tragfähigkeitsanalyse basiert auf einer Verformung der Straßenoberfläche unter der Radlast eines 10-Tonnen LKWs. Auf die Straßenoberfläche abgelegte Messarme erfassen während der Fahrt des Messfahrzeugs die Einsenkung der Straßenoberfläche unter den belasteten Hinterrädern. Der Standardauswertung liegen die maximalen Einsenkungen unter der Radlast zugrunde. Die Messungen erfolgen in beiden Rollspuren mit einem Längsabstand von 3 m, dies ergibt über 600 Messungen je Fahrtrichtungs-km.

Nach RStO 12 (Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012) können Messungen der Tragfähigkeit unmittelbar zur Ermittlung der erforderlichen Schichtdicken beim Straßenaufbau herangezogen werden. Die Ergebnisse der Tragfähigkeitsmessung werden in einem Streckenband der maximalen Einsenkungen dargestellt.



Bild: Lacroix-Messsystem, LGA Nürnberg

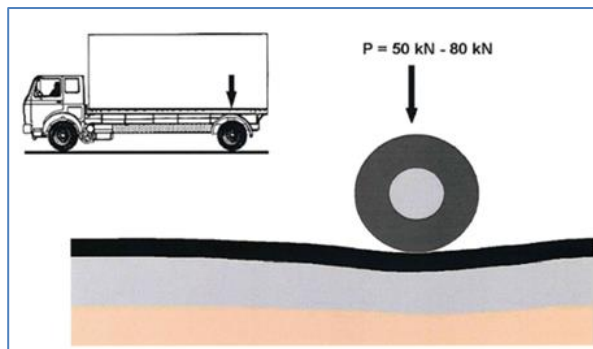


Bild: Verformungsprinzip Lacroix-Messsystem, LGA Nürnberg

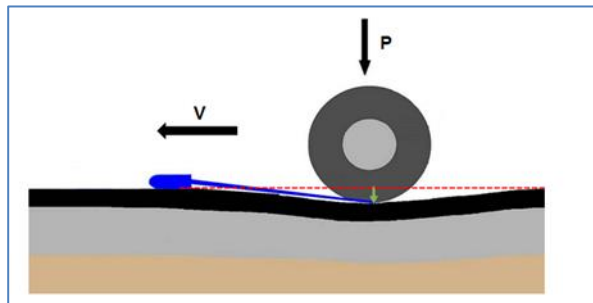


Bild: Detail Verformungsprinzip, LGA Nürnberg

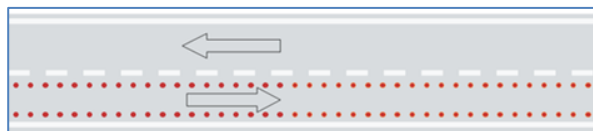


Bild: Messpunkte mit Abstand von 3 m in beiden Rollspuren, LGA Nürnberg

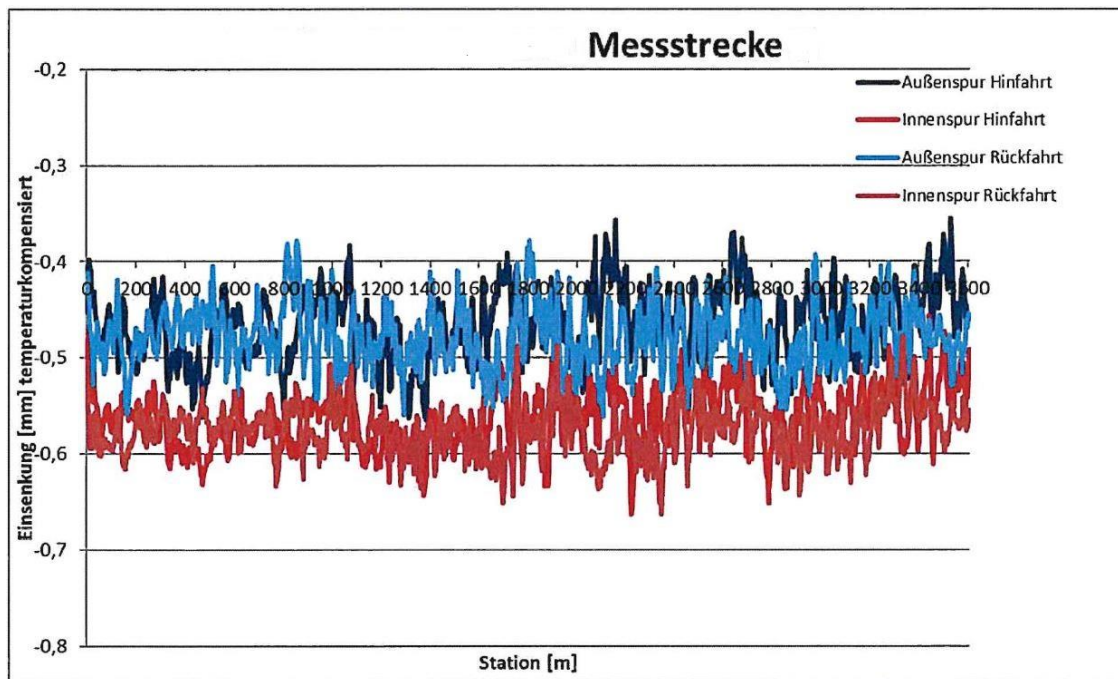


Bild: Darstellung der Messergebnisse – gemessene Einsenkungen Innen- und Außenspur, LGA Nürnberg

Die Auswertung der Messergebnisse erfolgt nach FGSV Arbeitspapier Tragfähigkeit von Straßenbefestigungen, Teil C 3, Tabelle 1:

<b>Bk* 3,2</b>		<b>Bk* 1,8</b>		<b>Bk* 1,0</b>		<b>Bk* 0,3</b>	
<b>w<sub>m</sub>**</b> (mm)	<b>h***</b> (cm)	<b>w<sub>m</sub>**</b> (mm)	<b>h***</b> (cm)	<b>w<sub>m</sub>**</b> (mm)	<b>h***</b> (cm)	<b>w<sub>m</sub>**</b> (mm)	<b>h***</b> (cm)
≤ 0,38	ausreichend	≤ 0,42	ausreichend	≤ 0,46	ausreichend	≤ 0,55	ausreichend
≤ 0,68	≥ 12	≤ 0,67	≥ 10	≤ 0,66	≥ 8	≤ 0,71	≥ 6
≤ 0,76	≥ 14	≤ 0,76	≥ 12	≤ 0,74	≥ 10	≤ 0,82	≥ 8
≤ 0,85	≥ 16	≤ 0,88	≥ 14	≤ 0,90	≥ 12	≤ 0,95	≥ 10
≤ 0,97	≥ 18	≤ 1,00	≥ 16	≤ 1,0	≥ 14	≤ 1,1	≥ 12
*Bk = Belastungsklasse    **w <sub>m</sub> = maßgebende Einsenkung    ***h = Verstärkung							

Bild: Standardauswertung: Zuordnung von Einsenkungsmessungen zu Erneuerungsklassen der RStO 12 in Abhängigkeit von der angestrebten Belastungsklasse

Die Standardauswertung dient der Zuordnung von Einsenkungsmessungen zu Erneuerungsklassen der RStO 12 in Abhängigkeit von der angestrebten Belastungsklasse. Die Standardauswertung gibt an, welche erforderlichen Maßnahmen für eine ausreichende Tragfähigkeit der Straße notwendig sind. Diese beginnt bei blau (Tragfähigkeit ausreichend, keine Maßnahmen erforderlich) und reicht bis orange (Tragfähigkeit nicht ausreichend, z. B. bei Belastungsklasse 1,0 Mehrstärken ≥ 14 cm erforderlich).



Die Darstellung der Messergebnisse zeigt ein Streckenband der homogenen Bereiche nach FGSV Arbeitspapier 431<sup>4</sup> am Beispiel der Belastungsklasse 1,0. Das Beispiel zeigt die schlechteren Randbereiche der Asphaltfahrbahnen, die erfahrungsgemäß durch das „Wegbrechen der Schulter“ verursacht werden. In derartigen Fällen sind weitergehende Untersuchungen der Asphaltschichten durch Bohrkernentnahmen und Überprüfung der Entwässerungsanlagen mittels Bohrungen in den Untergrund/Unterbau zu empfehlen.

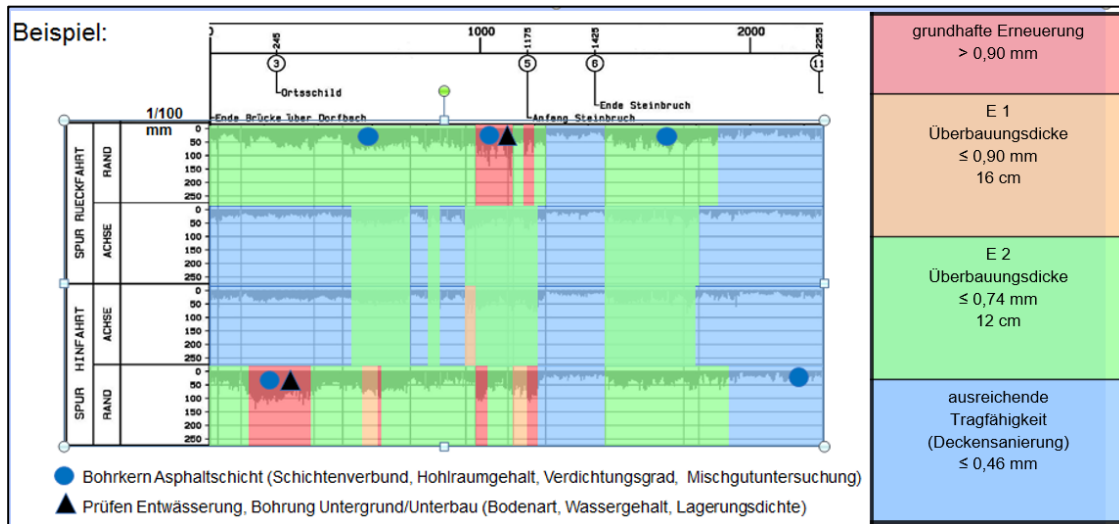


Bild: Darstellung der Messergebnisse im Streckenband, LGA Nürnberg

Zusammenfassend ist mit dem Lacroix-Messsystem die flächendeckende Bestimmung der Tragfähigkeit des Straßenaufbaus möglich. Die Schwachstellen werden lagemäßig identifiziert. Erhaltungsmaßnahmen können vorgeplant und genau budgetiert werden.

Die flächendeckende Tragfähigkeitsuntersuchung lässt sich aber vor allem im innerstädtischen Bereich nicht immer verwirklichen.

Bei der häufigen Situation zugeparkter Straßen im innerstädtischen Bereich ist die Bestimmung der Tragfähigkeit flächendeckend kaum möglich.

Wir empfehlen deshalb den Kommunen, die messtechnische Zustandserfassung bei ausgesuchten wichtigen Haupt- und Verbindungsstraßen (keine Parkfläche und Nebenstraßen) zu beginnen, um auf diesem Gebiet Erfahrungen zu sammeln.



Bild: Häufige Situation zugeparkter Straßen im innerstädtischen Bereich

<sup>4</sup> [FGSV 431], FGSV: Arbeitspapier – Grundlagen zur Ermittlung homogener Abschnitte zur Bewertung der strukturellen Substanz von Straßenbefestigungen, FGSV, Ausgabe 2009

### 2.3.6 Kosten der Zustandsermittlung des Straßennetzes

Die Kosten für die Untersuchungen des Straßenzustands kann man nicht einfach in einer fixen Preisliste benennen, da es immer auf die Umstände des Einzelfalls ankommt. Die Preise hängen sehr stark von den spezifischen Anforderungen und der Größe der Projekte und Länge der Straßenabschnitte ab.

Wir wollen aber trotzdem überschlägige Kosten für die Zustandsermittlung des Straßennetzes als Anhaltspunkt für die Praxis aufführen, auch um zu verdeutlichen, in welcher Relation die Untersuchungskosten zu den Sanierungskosten stehen.

Die Kosten für die Zustandsermittlung des Straßennetzes haben eine große Spannweite, beginnend von der einfachen Videobefahrung ohne Auswertung i. H. v. rd. 100 €/km bis hin zur kompletten Zustandserfassung i. H. v. rd. 2.000 bis 3.000 €/km.

Nachfolgend geben wir einige ungefähre Erfahrungswerte verschiedener Zustandsermittlungen an. Diese Aufzählung ist nicht vollständig; die Kosten sind Anhaltswerte für eine grobe Abschätzung.

<b>Zustandsermittlung</b>	<b>Kosten</b>
Reine Videobefahrung ohne Auswertung	rd. 100 €/km
Mobile Mapping ohne Auswertung	rd. 150 €/km
Visuelle Erfassung der Straßenoberfläche zu Fuß für 20 km inkl. Bewertung und Einpflegen in ein GIS-System	rd. 300 €/km
Drohnenvermessung	rd. 400 €/km
Gesamte Oberflächenanalyse (einschl. Auswertung)	rd. 500 €/km
Tragfähigkeitsmessung für einen Abschnitt bis 1.400 m in beide Fahrtrichtungen inkl. Auswertung mit Sanierungsvorschlag	rd. 1.300 €/km bei längeren Strecken (> 1.400 m) rd. 600 €/km; zzgl. Berichtskosten rd. 500 € pro Bericht
Komplette Zustandserfassung mit elektronischer und technischer Auswertung und Einpflegen in ein GIS-System	rd. 2.000 bis 3.000 €/km (mit Bordsteinen, Verkehrsschildern, Straßenschildern, Einbauteilen, Ampeln usw.)

### 2.3.7 Budgetermittlung nach der Zustandsermittlung des Straßennetzes

Nach der messtechnischen Zustandserfassung der Straßenoberflächen wird die Übersichtskarte über den Zustand der Straßen im Gemeindegebiet nach der vertieften messtechnischen Zustandserfassung der flächendeckenden Tragfähigkeitsanalyse (Lacroix-Verfahren) konkretisiert. Zustandsklassen ab 4,5 mit sehr schlechtem Fahrbahnzustand können detailliert aufgezeigt werden.

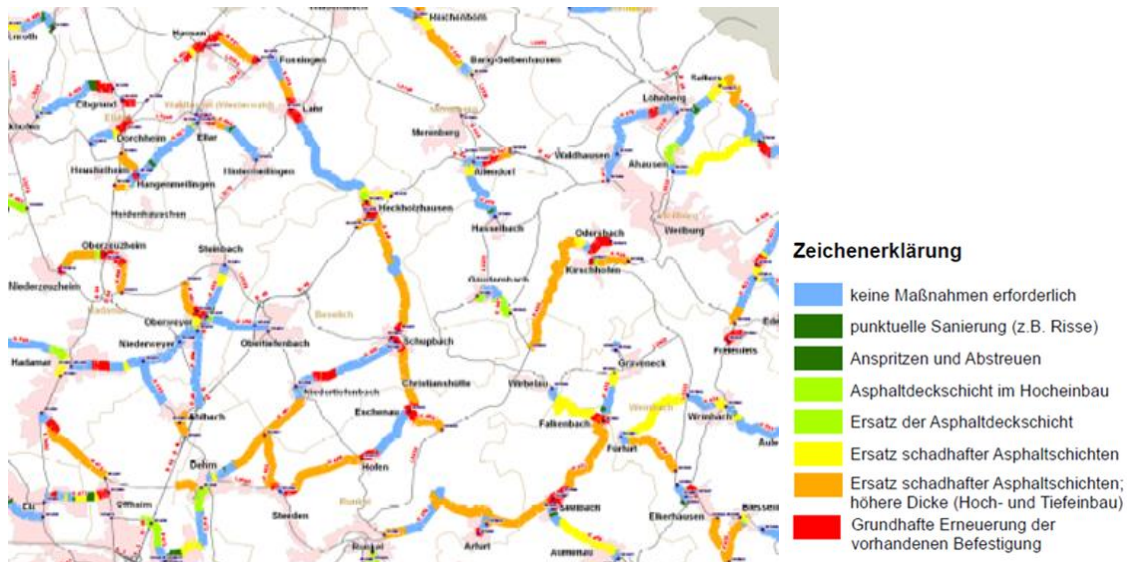


Bild: Übersichtskarte über den Zustand der Straßen in einem Landkreisgebiet nach vertiefter messtechnischer Zustandserfassung – Flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse, LGA Nürnberg

Die Ermittlung des erforderlichen Budgets zur Qualitätsverbesserung des Straßennetzes auf ein Niveau „besser Zustandsklasse 4,5“ kann dadurch sehr genau und gezielt erfolgen. Dies bestimmt nach der ersten Zustandserfassung aber nur den kurzfristigen Erhaltungsbedarf. Langfristig sollte ein jährliches Budget zur Beibehaltung oder Qualitätsverbesserung des Straßennetzes ermittelt und in den Haushalt aufgenommen werden.

In den Anlagen 1 und 2 zeigen wir zwei Beispiele für flächendeckende Tragfähigkeitsanalysen, die Grundlage für die Planung der Erhaltungsmaßnahmen waren.

Anlage 1 „Flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse einer Kreisstraße“ zeigt als Ergebnis der Tragfähigkeitsuntersuchung die Überbauung des Straßenbestandes im Hocheinbau mit Asphaltdeck- und Tragschicht.

Anlage 2 „Flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse einer Kreisstraße (Ortsdurchfahrt)“ zeigt die Untersuchung mit dem Ergebnis einer ausreichenden Tragfähigkeit des Straßenaufbaus. Es wurde nur eine Deckensanierung durchgeführt.

Auf Einführung und Aufbau eines Erhaltungsmanagement-Systems gehen wir in diesem Geschäftsberichtsbeitrag nicht näher ein. Die damit verbundene netzweit optimierte Erhaltungsplanung ist die Entwicklung und Anwendung der Erhaltungsmanagement-Systeme, wie Pavement-Management-System (PMS), Verbesserte Erhaltungsplanung (VEP), Koordiniertes Erhaltungs- und Bauprogramm (KEB) und Controlling, die hauptsächlich bei den staatlichen Straßenbauverwaltungen Anwendung finden.

### 3 Kommunalen Straßenbau und -unterhalt

#### 3.1 Straßenneubau nach RStO 12 – Grundlagen des kommunalen Straßenneubaus

Die „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (RStO 12) regeln die Standardfälle bei Neubau und Erneuerung der Straßen innerhalb und außerhalb geschlossener Ortslage.

Die Richtlinien regeln für alle inner- und außerörtlichen Straßen, Wege (außer ländliche Wege) und Verkehrsflächen die Art und Weise des Straßenoberbaus und werden für dessen Bemessung verwendet. Es werden Straßen und Wege klassifiziert und Handlungsanweisungen für den Neubau und die Erneuerung von Straßen gegeben.

Die RStO 12 gliedern sich in allgemeine Punkte, enthalten Grundlagen für die Dimensionierung des Oberbaus, regeln den Neubau und die Erneuerung von Fahrbahnen im Tief- und Hoheinbau sowie den Neubau und die Erneuerung von sonstigen Verkehrsflächen.

Grundsatz einer Straßenneuplanung nach RStO 12 ist, dass der Oberbau der neuen Straße die prognostizierte Verkehrsbelastung im Oberbau so aufnehmen kann, dass die Gebrauchstauglichkeit mit wirtschaftlichen Maßnahmen erhalten werden kann.

Straßenflächen werden entsprechend der Verkehrsbeanspruchung bemessen und verschiedenen Belastungsklassen zugeordnet. Grundlage ist die Ermittlung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B, die in der Regel von der Anzahl der im Nutzungszeitraum von 30 Jahren auftretenden äquivalenten 10-t-Achsübergänge abhängt.

Für Kreis- und Gemeindestraßen sind hauptsächlich folgende Belastungsklassen in Abhängigkeit der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B maßgebend:

Belastungsklasse	Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B, äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.
Bk <sub>0,3</sub>	bis 0,3
Bk <sub>1,0</sub>	über 0,3 bis 1,0
Bk <sub>1,8</sub>	über 1,0 bis 1,8
Bk <sub>3,2</sub>	über 1,8 bis 3,2
Bk <sub>10</sub>	über 3,2 bis 10
Bk <sub>32</sub>	über 10 bis 32 (meist nur bei Autobahnen und Bundesstraßen)
Bk <sub>100</sub>	über 32 (meist nur bei Autobahnen und Bundesstraßen)

Tabelle: Belastungsklassen in Abhängigkeit der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B

Die Belastungsklassen Bk lassen eine größere Differenzierung zu, in Abhängigkeit der typischen Entwurfssituation nach den Richtlinien für Anlagen von Straßen (RASt) und der jeweiligen Straßenkategorie.

Bei den typischen Entwurfssituationen wird unterschieden nach Wohnweg, Wohnstraße, Sammelstraße, Quartiersstraße, dörfliche Hauptstraße, örtliche Einfahrtsstraße, örtliche Geschäftsstraße, Hauptgeschäftsstraße, Gewerbestraße, Industriestraße, Verbindungsstraße und anbaufreie Straße.

Die möglichen Belastungsklassen für die typischen Entwurfssituationen können aus der RStO 12 Tabelle 2 entnommen werden. Dazu gehören auch weitere Differenzierungen der Belastungsklassen nach Busverkehrsflächen, Neben- und Rastanlagen, Abstellflächen und weiteren Verkehrsflächen.

Bei der weiteren Bemessung des Oberbaus spielen der Baugrund und die Untergrundverhältnisse eine wichtige Rolle. Ein frostsicherer Straßenaufbau ist so zu bemessen, dass auch während der Frost- und Auftauperioden keine schädlichen Verformungen entstehen.

### Frostempfindlichkeitsklassen

Die Frostempfindlichkeit beschreibt die Eigenschaft eines Bodens oder Baustoffs, durch die Einwirkung von Frost Schaden zu nehmen. Besonders in Böden entsprechender Zusammensetzung (Feinkornanteil, Kornverteilung, Mineralart) kann es bei Zutritt von Wasser und anschließendem Frost zur Bildung von Eislinsen und Eisschichten kommen.

Dieser Effekt ist bei der Anlage von Straßen- und Wegebefestigungen unerwünscht, da es infolge der Eislinnenbildung zu Hebungen kommt und auf diesem Weg der Straßenkörper beschädigt wird. Aus diesem Grund werden Bodengruppen hinsichtlich ihrer Frostempfindlichkeit in drei Klassen eingeteilt.

Das zugrundeliegende Regelwerk sind die Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten (ZTV E-StB 17).

<b>Anmerkung:</b>  1. zu F 1 gehörig bei einem Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 M.-% bei $C_U \geq 15,0$ oder 15,0 M.-% bei $C_U \leq 6,0$ .  Im Bereich $6,0 < C_U < 15,0$ kann der für eine Zuordnung zu F 1 zulässige Anteil an Korn unter 0,063 mm linear interpoliert werden (siehe Bild 2).		
	<b>Frostempfindlichkeit</b>	<b>Bodengruppen (DIN 18196)</b>
F 1	nicht frostempfindlich	GW, GI, GE; SW, SI, SE
F 2	gering bis mittel frostempfindlich	TA; OT, OH, OK; ST <sup>1)</sup> , GT <sup>1)</sup> ; SU <sup>1)</sup> , GU <sup>1)</sup>
F 3	sehr frostempfindlich	TL, TM; UL, UM, UA; OU; ST*, GT*; SU*, GU*

Tabelle: Klassifikation von Bodengruppen nach der Frostempfindlichkeit, RStO 12, Tabelle 3



Die erforderliche Mindestdicke des frostsicheren Straßenoberbaus richtet sich nach der jeweiligen Frostempfindlichkeitsklasse des anstehenden Bodens, der Belastungsklasse der Straße und der maximalen Frosteindringtiefe im betreffenden Gebiet.

Bei der Frostempfindlichkeitsklasse F 1 ist keine Mindestdicke vorgesehen. Hier kann die Frostschuttschicht entfallen, wenn der Verdichtungsgrad straßenbauliche Anforderungen erfüllt und die Frostzone nicht in frostempfindliche Schichten reicht.

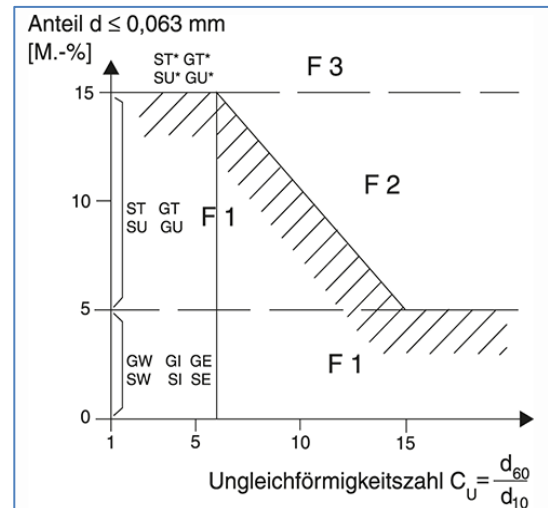


Bild: Zuordnung der Frostempfindlichkeitsklassen, RStO 12

Die Mindestdicken des frostsicheren Oberbaus variieren je nach Belastungsklasse bei den Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3 zwischen 40 und 65 cm.

### Frosteinwirkungszonen

Auch die Tiefe der Frosteindringung in den Boden hat Einfluss auf die Mindestdicken des frostsicheren Oberbaus. Bei der Frosteinwirkungszone I besteht keine Gefahr von Frosts Schäden. Maßgebend ist die Betrachtung von frostgefährdeten und frostempfindlichen Böden der Frosteinwirkungszonen II und III. Bei diesen Frosteinwirkungszonen werden Mehrdicken beim Oberbau berücksichtigt:

**Zone I (rot) +0 cm**  
geringe Frostgefährdung,  
geringe Eindringtiefen

**Zone II (gelb) +5 cm**  
mittlere Frostgefährdung,  
mittlere Eindringtiefen

**Zone III (grün) +15 cm**  
große Frostgefährdung,  
große Eindringtiefen

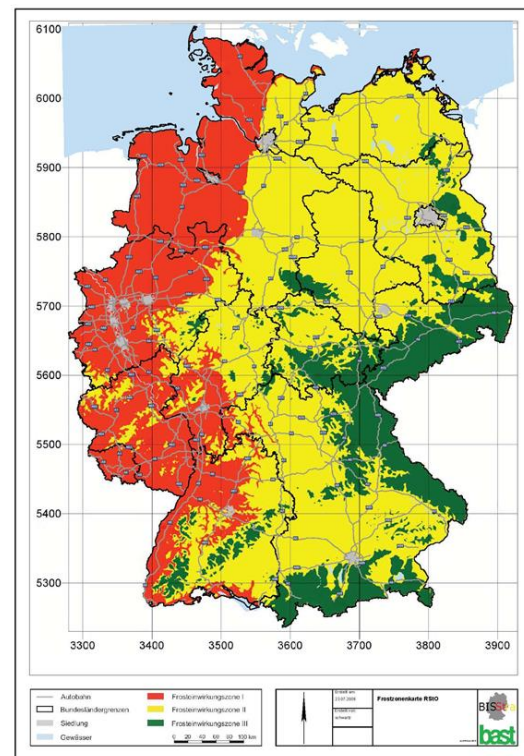


Bild: Frosteinwirkungszonen in Deutschland, BAST

Weitere Auswirkungen auf die Schichtdicke des Oberbaus haben die Lage der Gradienten und die anstehenden Wasserverhältnisse. Nach der Ermittlung der erforderlichen Schichtdicke für den Oberbau erfolgt die Wahl des Schichtenaufbaus in Abhängigkeit der Belastungsklasse, der im Oberbau zu verwendenden Materialien und des jeweiligen Untergrundes. Das Vorgehen bei der Ermittlung des Oberbaus für den Straßenneubau ist in der RStO 12 detailliert beschrieben.



## 3.2 Bestandsorientierter Ausbau von Straßen

Unter „bestandsorientiertem Ausbau“ versteht man den Umbau einbahniger, nicht oder unzureichend ausgebauter Straßen. Beim Umbau einer Straße im bestandsorientierten Ausbau ist von einem deutlichen Kostenvorteil gegenüber einem Aus- oder Neubau auszugehen. Maßstab ist die deutliche Verbesserung der Verkehrsverhältnisse insgesamt.

Grundsätzlich geht es also beim bestandsorientierten Ausbau darum, kostengünstig Straßen im Bestand umzubauen, um einen möglichst großen Teil der Straßeninfrastruktur mit den eng bemessenen und zur Verfügung stehenden Mitteln nachhaltig zu verbessern und zu erhalten. Ein Neubau oder die Erneuerung der Straße ist in vielen Fällen für Kommunen mangels Finanzierung nicht leistbar.

Die damalige Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern hat 2012 einen Beitrag zum kostenbewussten Planen und Bauen veröffentlicht. Aufgabe der Straßenbauverwaltung ist die nachhaltige Erhaltung und Verbesserung der Straßeninfrastruktur mit den verfügbaren Mitteln. Dazu steht im Leitgedanken:

*„Kostenbewusstes Planen und Bauen erfordert die den örtlichen und verkehrlichen Verhältnissen angemessene Anwendung der Regelwerke. Dies bedeutet vorhandene Spielräume zu nutzen. Auch die Einhaltung unterer Grenzen der Regelwerke ist im Regelfall eine verkehrssichere Lösung. In begründeten Einzelfällen kann auch von den Regelwerken abgewichen werden, wenn trotzdem eine verkehrssichere Lösung gewährleistet ist. Bei der Abwägung zwischen kostengünstigen und wünschenswerten Lösungen sind die verschiedenen Gesichtspunkte in einer Gesamtbetrachtung zu sehen. Dabei ist nicht allein das Einzelprojekt maßgebend. Ziel ist es, mit den verfügbaren Haushaltsmitteln einen möglichst großen Streckenanteil im Gesamtnetz zu verbessern. Kostenbewusstes Bauen erfordert eine Lebenszyklusbetrachtung: Kostenbewusstes Planen und Bauen heißt nicht ‚billig Bauen‘, sondern wirtschaftlich Bauen.“*

### 3.2.1 Grundlagen des bestandsorientierten Ausbaus

Der vor allem von Landkreisen praktizierte bestandsorientierte Ausbau von Straßen basiert auf dem Umbau der bestehenden „Landstraßen“. Der Bestand bleibt erhalten und wird durch Verbreiterung der Fahrbahn und Verstärkung des Oberbaus an die heutigen straßenbaulichen und verkehrstechnischen Erfordernisse angeglichen. Nur im Ausnahmefall wird in Teilbereichen, beispielsweise bei zu engen Radien, der Straßenkörper, komplett erneuert.

Die praxisnahe Auslegung der straßenbaulichen Vorschriften und Richtlinien für Trassierung (z. B. RAL – Richtlinien für die Anlage von Landstraßen) und Querschnitt (z. B. RStO) führt durch kostenbewusstes Planen und Bauen zu wirtschaftlichen und nachhaltigen Lösungen.

Dies gilt ebenso für die Verkehrssicherheit (z. B. RPS – Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme). Die Straßen sollen so geplant und gebaut werden, dass sie sich dem Gelände gut anpassen mit dem Grundsatz der kostengünstigen Herstellung, dem Erhalt und Betrieb der Straße.

In den Anlagen zeigen wir mehrere Beispiele zum bestandsorientierten Ausbau von Kreis- und Gemeindestraßen. Die Beispiele zeigen bestandsorientierte Ausbauten von geringen bis erheblichen Eingriffen in die Substanz (Höhe und Lage) der Straßen.

Meist wird aber beim bestandsorientierten Ausbau versucht, die Linienführung der Straßen mit geringfügiger Verbreiterung der Straßen und der Verstärkung des Oberbaus zu belassen.

### 3.2.2 Vereinfachte Budgetermittlung für den Straßenbau und -unterhalt

Das Budget für den Straßenbau und -unterhalt wird bei den Landkreisen, Städten und Gemeinden sehr unterschiedlich ermittelt. Am Beispiel eines Landkreises zeigen wir eine vereinfachte und durchaus nachvollziehbare Budgetermittlung für den Straßenbau und -unterhalt auf.

Nach der Gesamtübersicht der Kreisstraßen sind in unserem Beispiel-Landkreis 50 Kreisstraßen mit insgesamt 400 km Straßennetz verzeichnet. Dazu hat das Tiefbauamt des Landkreises im Kreistag eine Budgetermittlung für die jährlichen Erhaltungsmaßnahmen vorgetragen.

Die theoretische Nutzungsdauer einer Straße wird in der Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung – ABBV) vom 01.07.2010 (BGBl I S. 856) geregelt.

Darin sind die theoretischen Nutzungsdauern der Asphaltschichten und Einbauten im Straßenbau aufgeführt.

Oberbau von Straßen und Wegen	Theoretische Nutzungsdauer
Tragschichten ohne Bindemittel	80 Jahre
Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln	35 Jahre
Asphalttragschichten	40 Jahre
Asphaltbinderschicht	20 Jahre
Deckschichten aus Asphaltbeton, Splittmastixasphalt	20 Jahre
Pflasterdecken für Fahrverkehrsflächen	25 Jahre
Pflasterdecken für Flächen mit überwiegend ruhendem Verkehr, Fußgängerzonen	60 Jahre

Tabelle: Theoretische Nutzungsdauern von Schichten im Oberbau nach ABBV

Für einen grundsätzlich angestrebten bestandsorientierten Ausbau der Kreisstraßen ist die Asphalttragschicht von entscheidender Bedeutung. Daher wird die theoretische Nutzungsdauer einer Straße vom Landkreis mit 40 Jahren veranschlagt.

Für die Ermittlung des erforderlichen jährlichen Unterhalts für den bestandsorientierten Ausbau der 50 Kreisstraßen mit insgesamt 400 km Straßennetz und einer theoretischen Nutzungsdauer der Landkreisstraße von 40 Jahren ergibt sich deshalb eine jährliche Streckenlänge für den Straßenbau und -unterhalt von 10 km Straße pro Jahr.

Bei dieser vereinfachten Budgetermittlung für den bestandsorientierten Ausbau und den Erhaltungsmaßnahmen geht man überschlägig von einer Erneuerung der Asphaltdeck- und Tragschicht aus. Alle nachfolgend angegebenen Kosten und Kostenansätze sind Bruttobeträge ohne Nebenkosten.

- 4 cm Asphaltdeckschicht (Kostenansatz 12 €/m<sup>2</sup>)
- 8 cm Asphalttragschicht (Kostenansatz 18 €/m<sup>2</sup>)

Dies ergibt zusammengerechnet einen Kostenansatz von 30 € pro m<sup>2</sup>. Bei der theoretischen Nutzungsdauer von 40 Jahren ergibt sich ein Kostenansatz von 0,75 € pro m<sup>2</sup> und Jahr (30 € pro m<sup>2</sup>/40 Jahre).

Bei einer üblichen durchschnittlichen Breite der Kreisstraßen von 5,50 m und einem Kostenansatz von 30 € pro m<sup>2</sup> Straßenfläche ergeben sich Kosten für einen Kilometer Straßenbau und -unterhalt i. H. v. 165.000 €. Multipliziert mit der jährlichen Streckenlänge von 10 km Straße ergeben sich für die Budgetermittlung Kosten i. H. v. rd. 1,65 Mio. € pro Jahr für den Straßenbau und -unterhalt im bestandsorientierten Ausbau. Der Kreistag beschloss eine grundlegende jährliche Budgetierung im Haushalt für den Straßenbau und -unterhalt i. H. v. rd. 1,65 Mio. € (Kosten werden mit Preisindex fortgeschrieben).

In diesem Rahmen werden entsprechend dem jährlichen Haushaltsbudget Straßenbau- und Unterhaltsmaßnahmen von der Tiefbauabteilung geplant und vom Kreistag beschlossen. Nach Auskunft des Tiefbauamtes ist das Budget auskömmlich für den Erhalt der Straßen im Landkreis.

Die genannten Zahlen wurden von mehreren Landkreisen bestätigt und können im Regelfall für kommunale Außerortsstraßen und Gemeindeverbindungsstraßen als sachgerechte Größenordnung bei der Budgetierung in Ansatz gebracht werden. Innerstädtisch ist dagegen jede einzelne Baumaßnahme gesondert zu betrachten.

### 3.3 Straßenbau innerstädtisch

Kennzeichnend für den innerstädtischen Verkehr ist das gleichzeitige Auftreten verschiedener Verkehrsarten, teils räumlich getrennt, teils gemischt auf gemeinsamen Verkehrsflächen.

Innerstädtische Straßen unterscheiden sich bezüglich Funktion, Beanspruchung und Erhaltung deutlich von Außerortsstraßen. Im innerstädtischen Raum gibt es neben der Fahrbahn auch Nebenflächen und Abgrenzungen der Verkehrsflächen, wie z. B. Fußgängerzonen, Fuß- und Radwege, Entwässerungseinrichtungen und Bordsteine. Einbauten in den Verkehrsflächen, wie Schieber, Abläufe, Schachtabdeckungen und Gleisanlagen, wirken sich durch unterschiedliche Spannungen im Straßenraum negativ auf die Gesamtkonstruktion der Straße aus.



Bild: Gleisanlagen in der Fahrbahn

Auch strukturell ist der Oberbau im innerstädtischen Bereich vielfältiger als bei außerstädtischen Straßen. Viele Kleinfächen und verkehrliche Probleme erschweren den Erhaltungsaufwand in den Städten und Gemeinden gegenüber der freien Strecke.

Dies gilt vor allem bei einem erheblichen Anteil an Pflasterflächen und Plattenbefestigungen, beispielsweise im Altstadtbereich oder im Bereich von Nebenflächen. In Großstädten sind vor allem in älteren Wohngebieten viele Nebenstraßen und Nebenflächen gepflastert.

Weiterhin wirken sich Einbauteile in den Verkehrsflächen, wie Schächte, Schieber, Abläufe, Rinnen oder Gleise, durch unterschiedliches Trag- und Ausdehnungsverhalten negativ auf die Gesamtkonstruktion der Straße aus. Schäden können sich im Bereich der Einbauteile durch Absackungen oder Unebenheiten in der Fahrbahn oder der Bordsteinführung, Wachsen oder Absacken von Schächten und Abläufen sowie vermehrte Rissbildung bemerkbar machen. In die Risse dringt Wasser ein. Gefriert das Wasser, dehnt es sich aus. Bei Frost sprengt das gefrierende Wasser aufgrund seiner Volumenausdehnung den Asphalt oder Beton im Umgebungsbereich.

Aus der Straße herauswachsende Kanaldeckel sind eine große Gefährdung für die Straße und den Straßenverkehr. Der Straßenkörper senkt sich über die Jahre immer weiter ab, so dass die Kanaldeckel „in die Höhe wachsen“. Das Ergebnis sind Risse im Umfeld der Schachtabdeckung. Herauswachsende – genauso wie eingesunkene, vertieft sitzende – Schachtabdeckungen haben starke Geräuschbelästigungen durch schadhafte Mörtelfugen zur Folge. Zudem sind herauswachsende Schächte eine Gefahr für den Straßenverkehr, insbesondere für Radfahrer.

Der Erhaltungsaufwand im Straßenbau ist im innerstädtischen Bereich erheblich höher als außerhalb der Städte und Gemeinden. Selbst die Erfassung von Straßen und der umfangreichen Nebenflächen ist durch Grünbewuchs oder am Straßenrand parkende Fahrzeuge meist



Bild: Gepflasterte Nebenstraße in älteren Wohngebieten



Bild: Straßenschäden meist in Bereichen von Einbauteilen, wie z. B. bei Straßensinkkästen oder Kanalschächten



Bild: Straßenschäden durch „herauswachsende“ Kanalschächte



nur eingeschränkt möglich. Häufige Belag- und Querschnittswechsel und vor allem das Bauen unter Verkehr mit möglichst kurzer Bauzeit zur Stauvermeidung erschweren den Erhaltungsaufwand im innerstädtischen Bereich.

### 3.3.1 Eingriffe durch Ver- und Entsorgungsträger

Die Hauptaufgabe der kommunalen Straßen ist die verkehrstechnische Erschließung. Neben den eigentlichen Verkehrsflächen umfasst der Straßenraum die gesamte innerörtliche Infrastruktur wie Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Nah- und Fernwärme, Strom, Kabel, Telekommunikation oder Breitband. Damit verbunden sind häufige Aufbrüche von Verkehrsflächen zur Leitungsverlegung. Diese Leitungen müssen unterhalten, erneuert und ergänzt werden.

Das Zitat des Tiefbauamtsleiters einer bayerischen Regierungsbezirkshauptstadt bringt es auf den Punkt: *„Bei uns werden die Straßen nicht kaputtgefahren, sondern kaputtgerissen oder kaputtgebrochen. Sie werden aufgebrochen, bis sie kaputt sind.“*

Jede Aufgrabung bewirkt eine dauerhafte Störung der Verkehrsflächenbefestigung. Lagerungsdichte, Schichtenfolge und Schichtenverbund ändern sich. All diese Eingriffe der Ver- und Entsorgungsträger führen stets zu einer Schwächung der Konstruktion und zur Verkürzung der Lebensdauer. Es kommt häufig auch zu Zustandsänderungen der innerörtlichen Verkehrsflächen. Große Eingriffe in den Straßenbereich sind regelmäßig durch den Kanalbau und den Bau für Nah- und Fernwärmeleitungen zu erwarten.



Bild: Massiver Eingriffe in den Straßenkörper durch Kanalbau

Auch die nicht so tiefgreifenden Leitungsverlegungen für die sonstigen Versorgungsträger, wie Wasserversorgung, Strom, Kabel oder Telekommunikation, hinterlassen in Teilen erhebliche Schwächungen in der Straßenbefestigung.

Die Folge ist ein unterschiedliches Tragverhalten des Oberbaus. Verstärkt wird dies durch ständig neue Aufgrabungen mit strukturellen Gefügestörungen im Straßenbereich.



Bild: Massiver Eingriff in die Straße durch Leitungsbau

### 3.3.2 Straßenaufbrüche – Grundsätze und Dokumentation

Aufgrabungen werden aus verschiedenen Gründen vorgenommen. Die häufigsten Auslöser sind die Verlegung von Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Reparaturen an diesen Leitungen oder an der Asphaltstraßenbefestigung selbst. Jede Aufgrabung einer öffentlichen Verkehrsfläche bedarf der Genehmigung durch den Straßenbaulastträger.

Für Straßenaufbruch- und Erdarbeiten sowie für die Herstellung zwischenzeitlicher Befestigungen der Grabungsflächen gelten die „Zusätzlichen Technischen Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“, Ausgabe 2017 (ZTVE-StB 17) und das „Merkblatt für das Verfüllen von Leitungsräumen“, beide herausgegeben von der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV). Auch die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen“, Ausgabe 2012 (ZTV A-StB 12) regeln die Vorgehensweise bei Aufgrabungsarbeiten im Bereich öffentlicher Straßen, Wege und Plätze. Darin ist beschrieben, dass eine aufgegrabene Verkehrsfläche so wiederherzustellen ist, dass sie dem ursprünglichen Zustand technisch gleichwertig ist.

Ein Aufbruch und dessen nicht fachgerechte Wiederverfüllung bedeuten, dass die Fugen im Asphalt nicht geschlossen sind. Eindringendes Wasser zerstört den Schichtenverbund, den Fugenbereich und auch die Deckschicht selbst. Die Randbereiche fransen aus und Teile der Asphaltdecke brechen heraus.

Ursachen sind häufig eine fehlende Fugenausbildung, nicht fachgerecht hergestellte Fugen oder mangelhafte Verdichtung des Ober- und/oder Unterbaus.

Eindringendes Wasser führt in der Straßenkonstruktion zu Schäden durch Frost- und Tauwechselbeanspruchung.



Bild: Straßenschäden durch nicht fachgerechte Herstellung von Leitungsräumen

Deshalb spielen der Straßenaufbruch und die Wiederherstellung der Straße im innerstädtischen Bereich meist eine wichtige Rolle. Das Aufnehmen des Straßenoberbaus, das Ausheben von Untergrund bzw. Unterbaumaterial (z. B. zur Ver- oder Freilegung von Leitungen), das Wiederverfüllen bis zum Planum und das Wiederherstellen des Oberbaus bergen eine Vielzahl von Fehlerquellen. Aufgrabungen müssen richtig geschlossen werden, damit die Oberfläche „wieder dicht wird“.

Der Zustand der Verkehrsflächen im Bereich der Baustelle ist in der Regel vor Beginn des Aufbrechens vom Versorgungsträger gemeinsam mit dem Straßenbaulastträger festzustellen und zu dokumentieren.

Wir zeigen dies am Beispiel einer Stadt, die für den Straßenaufbruch und die Wiederherstellung der Straßen ein richtiges Qualitätsmanagement in Form eines Aufbruchkatasters einge-



führt hat. Die Stadt verfügt bereits in weiten Teilen des Stadtgebietes über ein digitales Straßennetz auf Grundlage digitaler Flurkarten, einem so genannten Geographischen Informationssystem (GIS).

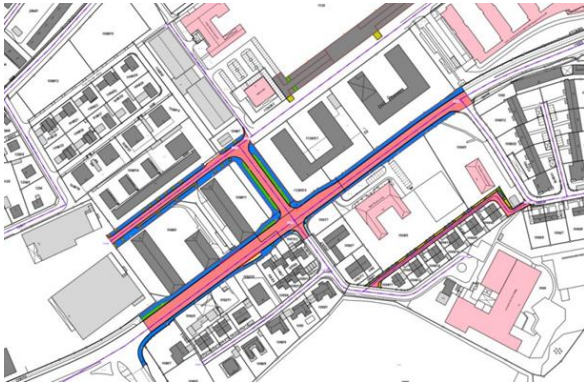


Bild: Auszug aus dem digitalen Straßennetz mit der GIS-Fachschale Straßen



Bild: Darstellung der Layer Straßen (rot), Gehwege (blau), Grünflächen (grün) und Ampeln im GIS

Das Aufbruchkataster zeigt alle Aufbrüche und Straßenöffnungen der Ver- und Entsorgungsträger in der digitalen Flurkarte an. Hierzu werden für den „Zustand“ des Straßenaufbruchs zur besseren Übersicht verschiedenfarbige Layer verwendet. Der rote Layer beschreibt einen Straßenaufbruch in Bearbeitung, der magenta Layer den Straßenaufbruch nach der Fertigstellung in der Gewährleistung und der grüne Layer den Straßenaufbruch nach Ablauf der Gewährleistung.

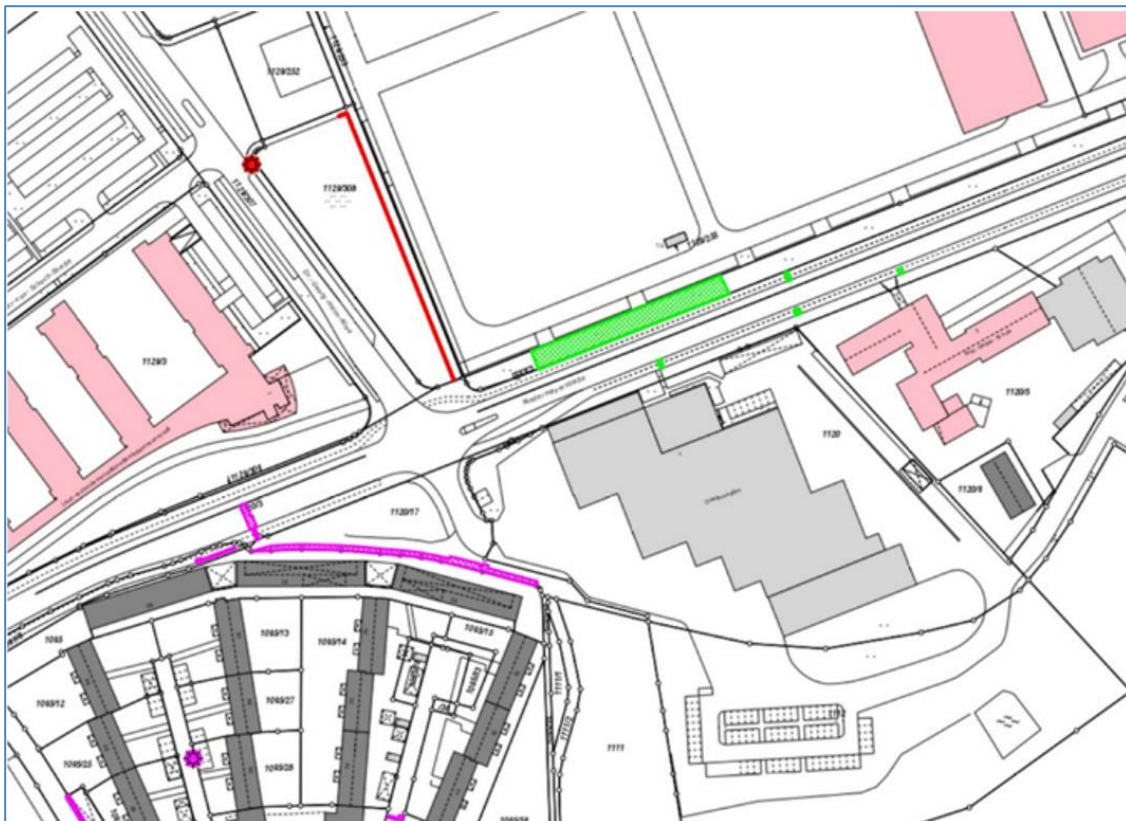


Bild: Auszug aus dem Aufbruchkataster im GIS

Zur Einführung des Aufbruchkatasters hat die Stadt zusätzlich eine Arbeitsgruppe „Straßenkontrollure“ im Tiefbauamt gegründet. Diese Arbeitsgruppe besteht aus einer Person im Innendienst und zwei Personen als Straßenkontrollure im Außendienst.

Die Aufgabe ist die fachliche und technische Überwachung sämtlicher Straßenaufbrüche im Zuständigkeitsbereich der Stadt von Baubeginn bis zur Gewährleistungsabnahme.

Dazu gehört auch die Dokumentation des Straßenaufbruchs im digitalen Aufbruchkataster.

Eine monatliche Abstimmung zwischen dem Tiefbauamt und den Ver- und Entsorgungsträgern ist Grundlage der Koordinierung von Straßenbaumaßnahmen mit Leitungsverlegung.



Bild: Lastplattendruckversuch zur Bestimmung der Druckfestigkeit und Tragfähigkeit von Planum und Frostschutzschicht (Verformungsmodul  $E_{v2}$ -Wert)

Die Überprüfung und Kontrolle der ausgeführten Bauleistungen bei den Straßenaufbrüchen ist eine wichtige Grundlage für ein Qualitätsmanagement zur Erhaltung der Straßen.

### 3.4 Dringlichkeitsreihung der Erhaltungsmaßnahmen im Straßenbau

Im kommunalen Straßenbau gibt es eine Vielzahl von Aspekten, die Erhaltungsmaßnahmen beeinflussen. Erhaltungsmaßnahmen sollten nachvollziehbar begründet sein und unter Beachtung wirtschaftlicher Belange ausgewählt werden.

Diese zusätzlichen Randbedingungen müssen in einer Dringlichkeitsreihung bei Erhaltungsmaßnahmen im Straßenbau berücksichtigt werden. Dies sind unter anderem technische Aspekte, wie z. B. der aktuelle Zustand der Straße, die Verkehrsbelastung, die Tragfähigkeit sowie Aufbau und Alter der Fahrbahn. Auch andere Aspekte, wie z. B. Unfallschwerpunkte oder eine besondere Anwohnersituation, spielen eine Rolle.

Bei den sonstigen Aspekten bestimmen vor allem Eingriffe in den Straßenkörper durch Ver- und Entsorgungsträger im innerstädtischen Bereich die Dringlichkeitsreihung bei Erhaltungsmaßnahmen im Straßenbau.

Die Maßnahmenreihung und die Kosten der Maßnahmen sind meist Grundlage von Entscheidungsvorlagen und -prozessen. Unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Finanzmittel ist eine optimale Maßnahmenplanung möglich.

Zum Beispiel sollten Netzkrisen in der Deckschicht frühzeitig durch eine geeignete Erhaltungsmaßnahme beseitigt werden, damit die gegebenenfalls schon eingetretene Schädigung nicht verstärkt wird. Risse in der Deckschicht führen im Winter zu einem intensiven Eindringen von Feuchtigkeit und Taumitteln in die tiefer liegenden Schichten, was dann wiederum zu weiteren Schädigungen mit deutlich höherem Erhaltungsaufwand führen kann.

## 4 Straßenbefestigungen aus Asphalt

Bei unseren bautechnischen Prüfungen stellen wir immer wieder fest, dass die mit der Planung, Ausschreibung und Abrechnung des Straßenbaus beauftragten Ingenieurbüros für Kommunen nachteilige Vertragsgrundlagen vereinbaren. Wir geben nachfolgend Hinweise zu vertraglichen und technischen Vereinbarungen sowie eine Darstellung der Folgen unzureichender Mengen- und Qualitätskontrollen bei der Herstellung von Straßenbefestigungen aus Asphalt. Die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“ – ZTV Asphalt-StB 07/13 sind bei Straßenbaumaßnahmen im Zuge der Bundesfernstraßen, der Staatsstraßen und der von den Staatlichen Bauämtern betreuten Kreisstraßen gemäß Bekanntmachung vom 29.08.2016 der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern anzuwenden. Den Landkreisen, Städten und Gemeinden wird empfohlen, die ZTV Asphalt-StB 07/13 ebenfalls anzuwenden.

### 4.1 Vereinbarung der ZTV-Asphalt und Kommunalstraßenregelung

Bei Ausschreibungen der Asphaltarbeiten für kommunale Baumaßnahmen nach der LB StB-By wird nur die Geltung der VOB/C und damit der DIN 18 299 (Allgemeine Regelungen für Bauarten jeder Art) sowie der DIN 18 317 (Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten aus Asphalt) vereinbart. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) zu den Straßenbauarbeiten werden meist nicht vereinbart.

Die Lebensdauer und Gebrauchsfähigkeit der Asphaltschichten von Kommunalstraßen ist maßgeblich davon abhängig, ob die geforderte Qualität der Asphaltmischung erfüllt und die Asphaltschichten in der vertraglich vereinbarten Dicke eingebaut werden. Um festzustellen, ob die Güteeigenschaften der Baustoffe, der Baustoffgemische und der fertigen Leistung den vertraglichen Anforderungen entsprechen, sollten geeignete Kontrollprüfungen durchgeführt werden. Auch für die Abrechnung der Asphaltschichten empfiehlt es sich, detaillierte Regelungen vertraglich zu vereinbaren. Die meist (als Teil der VOB/C) vereinbarte DIN 18 317 enthält einige Hinweise zu Stoffen, Bauteilen und Ausführung der Asphaltschichten; diese sind aber nicht sehr detailliert. Zur Abrechnung der Leistungen verweist die DIN 18 317 auf die Abrechnungsbestimmungen der DIN 18 299. Konkrete Regelungen zum Aufmaß und der Abrechnung von Asphaltschichten sind in der DIN 18 299 aber nicht enthalten. Es empfiehlt sich somit, ergänzende Regelungen zu Ausführung, Abnahme und Abrechnung dieser Leistungen in den Vertrag aufzunehmen.

In den ZTV Asphalt-StB 07/13 sind unter anderem die einzuhaltenden Grenzwerte, zulässige Toleranzen, Abzugsregelungen und die Bestimmungen zur Durchführung der Kontrollprüfungen detailliert geregelt. Diese ZTV müssen – was meist nicht erfolgt – ausdrücklich in den Vertrag einbezogen werden, um Geltung zu erlangen. Die isolierte Vereinbarung der ZTV Asphalt-StB 07/13 ist für Kommunen aber nicht empfehlenswert, da der Aufwand für die hierin geregelten Kontrollprüfungen recht hoch und gerade für kleinere Kommunen häufig nicht leistbar ist. Um den Aufwand bei den Kontrollprüfungen zu reduzieren, aber gleichzeitig einen angemessenen Qualitätsstandard zu erreichen, wurde die so genannte Asphalt-Kommunalstraßenregelung in einer Zusammenarbeit zwischen der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, dem Prüfamts für bituminöse Baustoffe und Kunststoffe der Technischen Universität München, dem Bayerischen Landkreistag und dem Bayerischen Kommunalen Prüfungsverband entwickelt.

Wird im Bauvertrag ergänzend zu den ZTV Asphalt-StB 07/13 die Asphalt-Kommunalstraßenregelung vereinbart, ergeben sich gegenüber den isolierten ZTV-Asphalt-StB 07/13 die nachfolgend aufgezeigten Vorteile und Einsparungen:

ZTV-Asphalt-StB 07/13	Asphalt-Kommunalstraßenregelung
<b>Verdichtung</b>	
<b>Verdichtungsgrad</b> Die Feststellung des Verdichtungsgrades erfordert Mischgutproben beim Einbau und Entnahmeprobe aus der fertigen Schicht.	<b>Hohlraumgehalt</b> Durch Festlegung des Hohlraumgehalts als Kriterium der Verdichtung sind nur Bohrkerne aus der fertigen Schicht erforderlich.
<b>Anzahl der Bohrkernentnahmen – bei Einbau nach Dicke gilt:</b>	
Der Längsabstand der Messprofile hat in der Regel gleichmäßig 50 m zu betragen; bei Bohrkernen kann er bis auf 200 m vergrößert werden. Es müssen jedoch mindestens 20 Messstellen erfasst sein, d. h. 20 Bohrkerne sind erforderlich.	Entnahme von Bohrkernen in Abständen von ca. 250 m gemäß festgelegtem Entnahmeschema. Bei Baumaßnahmen < 1 km sind mindestens vier Bohrkerne zu entnehmen. Objektbezogene Regelungen bei kleineren Maßnahmen sind möglich.
<b>Abrechnungsfläche</b>	
Abhängig von der Breite der jeweiligen Schicht ergeben sich für jede Schicht des Asphaltoberbaus unterschiedliche Abrechnungsflächen.	Abgerechnet wird bei Deck-, Binder- und Asphalttragschichten die im LV angegebene Breite der obersten Schicht: Dadurch gleiche Fläche für alle Schichten und einfache Abrechnung mit Formblättern
<b>Mischgutuntersuchungen</b>	
Feststellung sämtlicher Qualitätskennwerte an Einzelbohrkernen	Vier Bohrkerne bilden jeweils eine Sammelprobe; Rohdichte zur Berechnung der Hohlraumgehalte; Bindemittelgehalt und Korngrößenverteilung werden an Sammelproben bestimmt
<b>Kosten der Kontrollprüfungen</b>	
Personalaufwand bei der Entnahme der Mischgutproben während des Einbaus; Prüfkosten für 20 Bohrkerne	Kein Aufwand beim Einbau des Asphaltmischgutes; nur vier Bohrkerne je km Straße

Tabelle: Vorteile der Asphalt-Kommunalstraßenregelung gegenüber den ZTV Asphalt-StB 07/13

Die Vorteile der Asphalt-Kommunalstraßenregelung gegenüber den ZTV Asphalt-StB 07/13 ergeben sich durch die vereinfachten Aufmaß- bzw. Abrechnungsregelungen.

Nach den ZTV-Asphalt StB 07/13 sind für jede Baumaßnahme mindestens 20 Messpunkte bzw. Bohrkerne erforderlich; bei der Asphalt-Kommunalstraßenregelung genügen bereits vier Bohrkerne pro km. Dies hat den Vorteil, dass auch kleinere Lose nach Einbaudicke abgerechnet werden können und eine aufwendige Abrechnung nach Einbaugewicht nicht erforderlich ist.

Bei Abrechnung nach Einbaudicke muss das gemeinsame Aufmaß durch Auftragnehmer und Auftraggeber nicht zum Zeitpunkt des Einbaus erfolgen, sondern kann zu einem späteren Zeit-

punkt nachgeholt werden, so dass die ständige Anwesenheit eines Vertreters des Auftraggebers zur Überwachung von Lieferung und Einbau und zur Abzeichnung von Wiegescheinen entbehrlich wird. Durch die in der Asphalt-Kommunalstraßenregelung geforderte geringere Anzahl an Bohrkernen, die einfacheren Abrechnungsregelungen und den Nachweis der Verdichtung über den Hohlraumgehalt vermindert sich der Aufwand bei Qualitätskontrolle, Aufmaß und Abrechnung sowohl für den Auftragnehmer als auch für den Auftraggeber.

Beispielsweise ist nach den ZTV Asphalt-StB 07/13 zur Kontrolle des Verdichtungsgrads eine Mischgutprobe beim Einbau der Asphaltschichten zu entnehmen und die Entnahmestelle der Mischgutprobe zu markieren. Dies setzt die Anwesenheit eines Vertreters des Auftraggebers beim Asphalteinbau voraus. Dies ist bei der Ermittlung des Hohlraumgehaltes nach der Asphalt-Kommunalstraßenregelung nicht erforderlich.

Die standardmäßige Ziehung und Untersuchung von Bohrkernen vor der Abnahme verringert das Risiko einer durch qualitative Mängel verursachten verringerten Lebensdauer der Asphaltschichten. Der Einwand, es reiche aus, erst beim Auftreten von Mängeln Bohrkern zu ziehen, ist nicht überzeugend. Die aus unzureichender Qualität bzw. Einbaudicke resultierenden Mängel können sich auch erst zwischen dem Ablauf der Gewährleistungsfrist und der normalen Lebensdauer der Asphaltschicht zeigen. Dann hilft dem Bauherrn der (auch dann prinzipiell noch mögliche) Nachweis einer nicht vertragsgerechten Ausführung durch Ziehung von Bohrkernen nichts mehr, wenn der Auftragnehmer Verjährung einwendet.

Um eine ausreichende Qualitätskontrolle der Asphaltschichten sicherzustellen und eindeutige Abrechnungsregelungen festzulegen, empfehlen wir, bei der Ausschreibung von Asphaltarbeiten ergänzend zur VOB/C die Geltung der ZTV-Asphalt-StB 07/13 in Verbindung mit der Asphalt-Kommunalstraßenregelung zu vereinbaren. Die ZTV und die Asphalt-Kommunalstraßenregelung sollten den Vergabeunterlagen beigelegt werden.

#### **4.2 Fehlender Nachweis der Einbaudicken zur Abrechnung der Asphaltflächen**

Nachfolgend soll anhand eines anonymisierten Beispiels aus unserer Prüfungspraxis veranschaulicht werden, aus welchem Grund der Nachweis der Einbaudicken zur Abrechnung der Asphaltflächen so wichtig ist.

Eine Kommune hat die Asphaltarbeiten nach unserer Empfehlung ausgeschrieben. Vertragsgrundlage waren, ergänzend zur VOB/C, die ZTV Asphalt-StB 07/13 und die Asphalt-Kommunalstraßenregelung. Im Leistungsverzeichnis wurden zwei Asphaltschichten – Trag- und Deckschicht – in m<sup>2</sup> ausgeschrieben: Die Abrechnung erfolgte gemäß Leistungsverzeichnis über aufgemessene bzw. geplante Flächen nach m<sup>2</sup>. Bohrkern wurden nicht gezogen.

Die Einbaudicken der Trag- und Deckschicht wurden nicht wie vertraglich vereinbart durch Schichtdickenmessung mittels Bohrkernen, sondern fiktiv durch Umrechnung der Tonnage aus Lieferscheinen mit der jeweiligen Raumdichte der Mischgut-Eignungsprüfung ermittelt.

Der Auftragnehmer berechnete mittels Soll-Ist-Nachweises einen Mehreinbau bei der Asphaltdeckschicht von 8 %. Gemäß den ZTV Asphalt-StB 07/13 ist die Vergütung eines Mehreinbaus bis zu 5 % zulässig. Aufgrund des ermittelten Mehreinbaus bei der Asphaltdeckschicht wurde der vertraglich vereinbarte Einheitspreis um den prozentualen Mehreinbau von 5 % erhöht.



In den ZTV Asphalt-StB 07/13 wird unterschieden zwischen der Ausschreibung nach Gewicht ( $\text{kg/m}^2$ ) und der Ausschreibung nach Einbaudicke (cm). Sind – wie in den meisten Fällen – für die Asphaltdecken Einbaudicken (cm) vorgeschrieben, ist bei der Abrechnung für jede Schicht nachzuweisen, inwieweit die im Vertrag vorgeschriebene Einbaudicke ausgeführt wurde. Gemäß den hier vereinbarten ZTV Asphalt-StB 07/13 in Verbindung mit der Asphalt-Kommunalstraßenregelung hat der Nachweis der Einbaudicke mittels Bohrkernen zu erfolgen. Der durchgeführte Nachweis über Umrechnung der Tonnage auf die Einbaudicke war hingegen nicht vertragskonform.

Die Ziehung der Bohrkerns dient nicht nur zur Ermittlung der Abrechnungsmenge, sondern auch zur Beurteilung der Qualität der erbrachten Leistung. Das ist bei einer durchgeführten Abrechnungsermittlung aufgrund von Lieferscheinen nicht gewährleistet. Die Voraussetzungen für eine Anpassung des Einheitspreises der Asphaltdeckschicht waren im Übrigen wegen der nicht vertragsgerechten Ermittlung der Einbaudicke nicht gegeben.

Im einem weiteren Fall wurden Asphaltbohrkerne zur Qualitätskontrolle gezogen, von einem Prüfinstitut untersucht und ohne Beanstandungen bewertet. Im Einzelnen wurden der Schichtenverbund, der Bindemittelgehalt, die Sieblinie und der Hohlraumgehalt als „zulässig“ bewertet. Bei der Bohrkernuntersuchung wurden durch das Prüfinstitut auch die Einbaudicken (in cm) wie folgt aufgeführt.

Bohrkern	Soll	1	2	3	4	5	6	7	8
Deckschicht	4,0	4,9	3,9	3,5	3,0	4,5	4,0	5,3	4,6
Tragschicht	8,0	9,9	7,2	7,4	6,9	8,1	7,8	8,6	10,2
<b>Gesamt</b>	<b>12,0</b>	<b>14,8</b>	<b>11,1</b>	<b>10,9</b>	<b>9,9</b>	<b>12,6</b>	<b>11,8</b>	<b>13,9</b>	<b>14,8</b>

Tabelle: Einbaudicken von Deck- und Tragschicht gemessen an Bohrkernen, Beispiel

Die Schichtdicken wurden festgestellt, aber nicht bewertet. Die gelb hinterlegten Bereiche zeigen auf, wo die vertraglich vereinbarten Einbaudicken der Tragschicht (8,0 cm) und der Deckschicht (4,0 cm) nicht erreicht wurden.

Bei den Bohrkernen 2 bis 4 wurden die erforderlichen Schichtdicken der Trag-, Deckschicht und Gesamtkonstruktion nicht erreicht. Beim Bohrkern 6 wurde die Schichtdicke der Tragschicht und damit auch die der Gesamtkonstruktion nicht erreicht.

Die Baufirma wies durch Umrechnung der Tonnage aus Lieferscheinen auf die Einbaudicke (der sog. Soll-Ist-Nachweis) einen fiktiven Mehreinbau der Asphaltdeckschicht von 9,6 % nach. Der „Mehreinbau“ wurde gemäß den ZTV-Asphalt-StB 07/13 auf 5 % begrenzt.

Das Ingenieurbüro erkannte den Mehreinbau an und der Auftraggeber vergütete den Mehreinbau in der Schlussrechnung. Obwohl in drei von acht Fällen Mindereinbaudicken der Deckschicht durch die Bohrkernuntersuchungen festgestellt wurden, erhielt die Baufirma über die gesamten Einbauflächen der Straße zu Unrecht einen maximalen Mehreinbau von 5 % bei der Asphaltdeckschicht vergütet.

Hierzu können wir an die Bauämter und Verwaltungen nur appellieren, Bohrkernentnahmen durchzuführen und die Schichtdicken der Bohrkerns feststellen zu lassen. Auch wenn ein Inge-

nieurbüro mit der örtlichen Bauüberwachung und der Bauoberleitung beauftragt ist, ist stichprobenartig durch die Verwaltung zu prüfen, ob die Kontrollprüfungen und die Abrechnung vertragsgerecht durchgeführt werden.

#### **4.3 Unzureichende Mengen- und Qualitätskontrolle der Asphaltschichten**

Bei kommunalen Baumaßnahmen wird häufig für den Neubau einer Straße eine Deck- und Tragschicht aus Asphalt eingebaut. Diese Leistungen werden in der Regel abgenommen und vergütet, ohne dass die Einbaudicke und die geforderte Qualität mittels Bohrkernen kontrolliert werden. Die ZTV-Asphalt-StB 07/13 in Verbindung mit der Asphalt-Kommunalstraßenregelung werden häufig nicht vereinbart.

Die Lebensdauer und Gebrauchsfähigkeit der Asphaltschichten von Straßen ist wesentlich davon abhängig, ob die geforderte Qualität der Asphaltmischung erfüllt ist und die Asphaltschichten in der vertraglich vereinbarten Dicke eingebaut werden. Zur Überprüfung der Anforderungen sind Kontrollprüfungen durch den Auftraggeber sinnvoll.

Die Kontrollprüfungen der Asphaltschichten können erfolgen durch Bohrkernuntersuchungen zur Ermittlung der Einbaudicke, des Hohlraumgehalts, des Bindemittelgehalts und der Kornverteilung. Art und Umfang der Kontrollprüfungen sind in den den Kommunen zur Anwendung empfohlenen ZTV Asphalt-StB 07/13 und der Asphalt-Kommunalstraßenregelung detailliert beschrieben.

Die Untersuchungen müssen sachgerecht durchgeführt und die Prüfergebnisse richtig und umfassend ausgewertet werden. Ansonsten drohen Mängel, deren Beseitigung nicht mehr durchgesetzt werden kann, insbesondere wenn sie sich erst nach abgelaufener Gewährleistung zeigen.

Da gemäß der Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung (ABBV) die normale Lebensdauer einer Asphaltdeckschicht 15 Jahre, einer Asphaltbinderschicht 20 Jahre und einer Asphalttragschicht 40 Jahre beträgt, ist die Investition des Bauherrn in das Ziehen und Verfüllen der Bohrkern und die labormäßige Überprüfung ihrer Qualität vor Abnahme wirtschaftlich und sinnvoll. Die Gefahr einer vorzeitig auf Kosten des Bauherrn erforderlichen Sanierung der Straße kann dadurch deutlich verringert werden.

Folgendes Beispiel aus der Praxis zeigt die Problematik deutlich auf:

Nach der Herstellung der Asphalt-schichten fielen raue Stellen an der Asphaltoberfläche auf. Die Stadt beauftragte ein Baustoffinstitut mit der Untersuchung des Asphalts.

Es wurden Bohrkerns gezogen und untersucht. Deutlich erkennbar ist die raue und offeneporige Asphaltdeckschicht in der Draufsicht des Bohrkerns.

Das Baustoffinstitut hat Hohlraum-gehalte von bis zu 11,9 % (erlaubt 5,5 %) festgestellt.



Bild: Draufsicht Bohrkern aus dem Prüfbericht des Baustoffinstituts

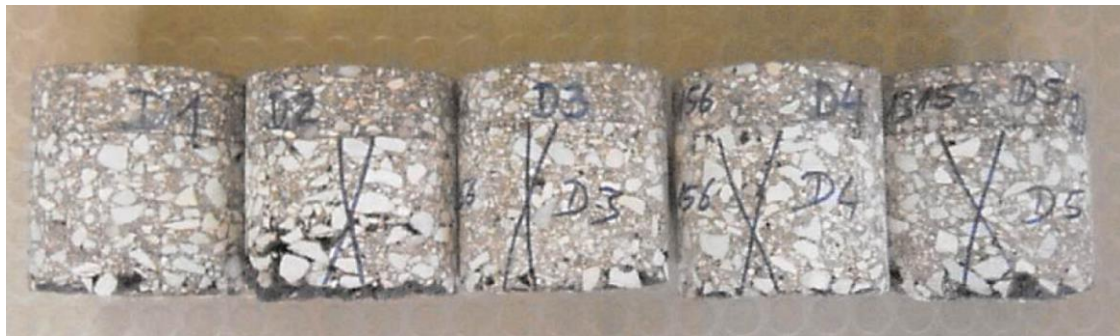


Bild: Seitenansicht der fünf entnommenen Bohrkerns aus dem Prüfbericht des Baustoffinstituts

Deutlich erkennbar sind im Profil der fünf entnommenen Bohrkerns die unterschiedlichen Einbaudicken der Deckschicht und die mindere Einbauqualität mit erheblichen Hohlräumen vor allem beim Bohrkern 2. Ohne Bohrkernentnahme wären die Mängel an den eingebauten Asphalt-schichten nicht feststellbar gewesen.

Die Kommune sollte generell vor Abnahme und Schlusszahlung eine Mengen- und Qualitätskontrolle der Asphalt-schichten im Rahmen von Kontrollprüfungen durchführen und diese dokumentieren. Grundlage für diese Kontrollprüfungen im kommunalen Straßenbau sollte immer die vertragliche Vereinbarung der ZTV-Asphalt-StB 07/13 in Verbindung mit der Asphalt-Kommunalstraßenregelung sein.

#### 4.4 Fehlende Asphaltdeckschichten lassen Bauschäden erwarten

Bei vielen Städten und Gemeinden wird bei der Erschließung von Bau- und Industriegebieten auf den Einbau einer Asphaltdeckschicht bei der Straßenherstellung verzichtet, bis die Erschließung ganz abgeschlossen ist. Maßnahmen zum Schutz der Asphalttragschicht werden in der Regel nicht ergriffen.

Die Folge des anfänglichen Verzichts auf die Asphaltdeckschicht sind meist auftretende Schäden an der Straßenkonstruktion im Bereich der bituminösen Tragschicht und der Frostschutzschicht. Teilweise sind die Schäden so gravierend, dass bereits nach einigen Jahren Lebensdauer die gesamte Straßenkonstruktion durch Frost- und Tauwechseleinwirkung zerstört ist.

Die bituminöse Tragschicht wird im Laufe der Zeit ohne den Schutz der Deckschicht relativ schnell in ihrer Struktur beschädigt. Asphalttragschichten haben einen höheren Hohlraumgehalt, einen geringeren Bindemittelgehalt und dadurch eine höhere Wasserdurchlässigkeit als die im Endausbauzustand darüber liegende Asphaltdeckschicht. An die Deckschicht eines Straßenkörpers werden auch Anforderungen bezüglich Griffigkeit, Verschleißfestigkeit und Ebenheit gestellt, die eine Tragschicht alleine nicht leisten kann.



Bild: Bereits auffällige Schäden an der Asphalttragschicht

Bei fehlender Asphaltdeckschicht kann Wasser in die Hohlräume der Asphalttragschicht eindringen. Dies führt durch Frost- und Tauwechselbeanspruchung zu Kornausbrüchen, Rissbildungen und Ausmagerungen der Asphalttragschicht. Weiter kann es durch das Befahren mit Kraftfahrzeugen, insbesondere mit schweren LKWs, infolge von Kurvenfahrten sowie von Bremsen und Beschleunigen zur Lockerung des Korngefüges und damit zu Kornausbrüchen kommen.



Bild: Kornausbrüche einer offen liegenden Asphalttragschicht

Zudem führt eine fehlende Asphaltdeckschicht dazu, dass die ursprünglich für die Fahrbahn vorgesehene Tragfähigkeit (Belastungsklasse nach den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, RStO 12) um die Dicke der Deckschicht vermindert wird. Dies kann durch Schwerverkehr zu Überlastungsrissen im Asphaltbelag führen, was wiederum den Wassereintritt in die Asphalttragschicht erleichtert und damit das Schadensrisiko erhöht. Bei entsprechend langen Zeiträumen ohne Asphaltdeckschicht kann im Extremfall auch die unter der Asphalttragschicht liegende Frostschutz- oder Schottertragschicht in Mitleidenschaft gezogen werden.

Der Schutz der Oberfläche neu eingebauter Asphalttragschichten begründet sich aus Abschnitt 1.3 „Baugrundsätze“ der ZTV Asphalt-StB 07/13. Hier heißt es unter anderem: *„Sollten Asphalttrag- und Asphaltbinderschichten in Ausnahmefällen über einen längeren Zeitraum befahren werden oder über Winter liegen bleiben, sind hierfür besondere Maßnahmen zum Schutz der Oberfläche festzulegen.“*



Um Bauschäden am Straßenaufbau zu vermeiden, sollten die Kommunen bestrebt sein, die Asphaltdeckschichten auf Fahrbahnen zeitnah einzubauen. Kann in Neubaugebieten die Lage der zukünftigen Hausanschlüsse von Ver- und Versorgungsleitungen nicht bestimmt werden oder sind Aufgrabungen in Verkehrsflächen durch die spätere Herstellung von Hausanschlüssen oder möglicher zusätzlicher Versorgungsleitungen unvermeidbar, kann beispielsweise eine Asphalttragschicht mit höherem Bindemittelgehalt als „Maßnahme zum Schutz der Oberfläche“ eingebaut werden, um die Auszehrung der Tragschichtoberfläche (ohne Deckschichteinbau) geringer zu halten und hinauszuzögern.

Grundsätzlich sollten aber kürzere Liegezeiten der Asphalttragschichten ohne Deckschicht angestrebt werden.

Um Straßenbaumaßnahmen sinnvoll zu koordinieren, wären zudem turnusmäßige Abstimmungen zwischen den Bauämtern und den Versorgungsträgern (z. B. Stadtwerke) über Leitungsverlegungen dringend anzuraten. Beispielsweise wäre auch die Durchsetzung einer Voraberschließung der Versorgungsträger denkbar, wo die Dimensionierung absehbar ist (z. B. in Wohngebieten). Wo auf Fachebene kein Konsens zwischen Bauämtern und Versorgungsträgern erzielt werden kann, ist gegebenenfalls eine Vorgabe durch den Stadtrat oder Verwaltungsgremien erforderlich. Eine engere Fassung von Bebauungsplänen durch die Kommunen hinsichtlich möglicher Baufenster könnte eine mögliche Voraberschließung durch die Versorgungsträger erleichtern.

Die gängige Praxis der Kommunen, auf die Asphaltdeckschicht bis zum Ende der Erschließungsmaßnahmen zu verzichten, sollte überdacht werden. Der Bau von Asphaltstraßen basiert auf dem System Frostschutzschicht + Tragschicht + Deckschicht, wobei die Frostschutz- und Tragschicht die Aufgabe des lastverteilenden Abtrags der Verkehrslasten in den Untergrund haben und die Deckschicht als so genannte Verschleißschicht unter anderem den Schutz der Tragschicht übernimmt. Die bituminöse Tragschicht wird im Laufe der Zeit ohne den Schutz der Deckschicht relativ schnell in ihrer Struktur beschädigt.

## **5 Fiskalische Betrachtung Straßenbau und -unterhalt**

### **5.1 Budgetermittlung nach Kennzahlen**

Im Jahresbericht 2019 hat der Bayerische Oberste Rechnungshof zum Zustand der Staatsstraßen und Brücken (TNR. 35) Stellung genommen. Darin beschreibt er den Zustand der Staatsstraßen und weist darauf hin, dass neben dem Nachholbedarf beim Vollausbau auch ein laufender Etat für die Erhaltung der Staatsstraßen notwendig ist. Der Bayerische Oberste Rechnungshof hat in seinem Jahresbericht 2019 auch zum jährlichen Finanzbedarf für die laufende Erhaltung der Staatsstraßen Kennzahlen aufgeführt. Die Entwicklung der Kennzahlen zeigen wir nachfolgend:

Die Oberste Baubehörde hat bereits im Jahr 2011 einen jährlichen Erhaltungsbedarf für die bayerischen Staatsstraßen von 1,17 €/m<sup>2</sup> beziffert (Baupreisentwicklung bis 2019 berücksichtigt). Diese Annahme deckt sich mit dem Bericht der Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ („Daehre-Kommission“) vom Dezember 2012. Hier wurde für die bauliche

Erhaltung von Staatsstraßen ein Wert von 1,16 €/m<sup>2</sup> angenommen.<sup>5</sup> Das Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr hat diesen Wert im Jahr 2018 weiter fortgeschrieben und ging von einem jährlichen Erhaltungssatz von 1,25 €/m<sup>2</sup> aus.

Die „Kommission Kommunale Straßen“ hat im Auftrag der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) ein Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Kommunen „M FinStraKom“, Ausgabe 2019 herausgegeben. Darin wird für die Gesamtstraßenfläche ein jährlicher Finanzbedarf für die Straßenerhaltung i. H. v. 1,30 €/m<sup>2</sup> angegeben. Die Kennzahl soll den finanziellen Bedarf darstellen, der notwendig ist, um die Substanz und die Verkehrssicherheit vorhandener Straßenverkehrsanlagen über einen Lebenszyklus zu erhalten. Der Vorbemerkung zum Merkblatt M FinStraKom ist zu entnehmen, dass der Finanzbedarf für die kommunale Straßenerhaltung aus Mittelwerten repräsentativer Umfragen unter deutschen Städten sowie Literaturrecherchen abgeschätzt wurde.

Staatliche Straßenbauverwaltungen arbeiten bei den verschiedenen Straßenkategorien (Autobahnen, Bundesstraßen und Staatsstraßen) mit der Abschätzung von Lebenszykluskosten. Dabei wird die Straßenbefestigung vor allem im Hinblick auf die Verkehrsbelastung und die Funktion als Verkehrsfläche auf eine geplante Nutzungsdauer von in der Regel 30 Jahren dimensioniert.<sup>6</sup>

Diese allgemeine Betrachtung von Kennzahlen ist übergeordnet meist nur für Bund und Länder sinnvoll. Für die jeweilige Kommune ist die Abschätzung des Finanzbedarfs der Erhaltungsmaßnahmen bei Verkehrsanlagen im Einzelfall mit diesen allgemeinen bayern- und deutschlandweiten Kennzahlen meist nicht zielführend. Bei Autobahnen, Bundes- und Staatsstraßen liegt der Fokus im Fernverkehr, bei Landkreisen, Städten und Gemeinden ist die örtliche Verkehrserschließung im Vordergrund, von Orts- und Erschließungsstraßen bis hin zum Altstadtbereich. Auch die lokalen Voraussetzungen (z. B. vorhandene Baustoffe, anstehender Baugrund, Einfluss von Wasser) und ökologische Aspekte (z. B. Ressourcen- und Umweltschutz, Verkehrsbelastung) sind wichtige Einflussfaktoren auf die Qualität und damit die mögliche Lebensdauer einer Straße.

Es weisen auch die einzelnen Schichten im Straßenaufbau unterschiedliche Nutzungszeiträume auf. So ist nach derzeitiger Erkenntnis davon auszugehen, dass eine Asphaltdeckschicht je nach Beanspruchung und Ausführung etwa zwischen 12 und mehr als 25 Jahren genutzt werden kann, eine tieferliegende Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln dagegen zwischen 60 und 80 Jahren.<sup>7</sup>

Aus diesem Grund haben wir objektbezogene Kennzahlen entwickelt, die für die Kommunen als Anhaltswerte für ähnliche oder vergleichbare Maßnahmen für eine erste überschlägige Finanzbedarfsermittlung herangezogen werden können. Diese objektbezogenen Kennzahlen basieren auf durchgeführten kommunalen Baumaßnahmen in Bayern.

---

<sup>5</sup> Jahresbericht 2019 des Bayerischen Obersten Rechnungshofs zum Zustand der Staatsstraßen und Brücken

<sup>6</sup> Richtlinien für die Standardisierung des Überbaus von Verkehrsflächen (RStO) – Ausgabe 2012

<sup>7</sup> Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra) – Ausgabe 2001

## 5.2 Budgetermittlung nach objektbezogenen Baumaßnahmen

Die Abschätzung der wirtschaftlichen Aufwendungen der Kommunen für den Straßenbau und -unterhalt wird zukünftig weiter an Bedeutung gewinnen. Ziel sollte sein, mit den verfügbaren Haushaltsmitteln der Kommunen einen möglichst großen Streckenanteil im Straßennetz zu erhalten und zu verbessern.

Es gibt eine Vielzahl verschiedener Straßentypen und Straßenbeanspruchungen bei den Landkreisen, Städten und Gemeinden: Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften, wie Kreis-, Gemeindeverbindungs- oder Bergstraßen und Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften, wie große Innerortsstraßen, Haupt- und Nebenstraßen, Erschließungsstraßen, Altstadtbereiche und Fußgängerzonen.

Wir haben in unserer Prüfung einige straßenbautypische Baumaßnahmen im kommunalen Straßenbau und -unterhalt in anonymisierter Form ausgewertet. In den Anlagen 3 bis 11 sind die entsprechenden Baumaßnahmen dargestellt. Die Auswahl reicht vom bestandsorientierten Ausbau außerorts mit Deckensanierung und Verbreiterung mit Oberbauverstärkung sowie der Erneuerung von Straßen mit erheblichen Eingriffen in den Bestand bis hin zur Sanierung innerstädtischer Straßen und zu Neubauten innerstädtischer Altstadtbereiche.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen objektbezogene Herstellungskosten von Straßenbaumaßnahmen auf. Die in den nachfolgenden vier Tabellen aufgeführten Herstellungskosten pro m und m<sup>2</sup> Straße können in den Anlagen 3 bis 11 nachvollzogen werden. Die angegebenen Kosten sind Auswertungen einzelner Baumaßnahmen. Sie dienen den Kommunen rein zur Abschätzung der wirtschaftlichen Aufwendungen vergleichbarer Straßenbaumaßnahmen.

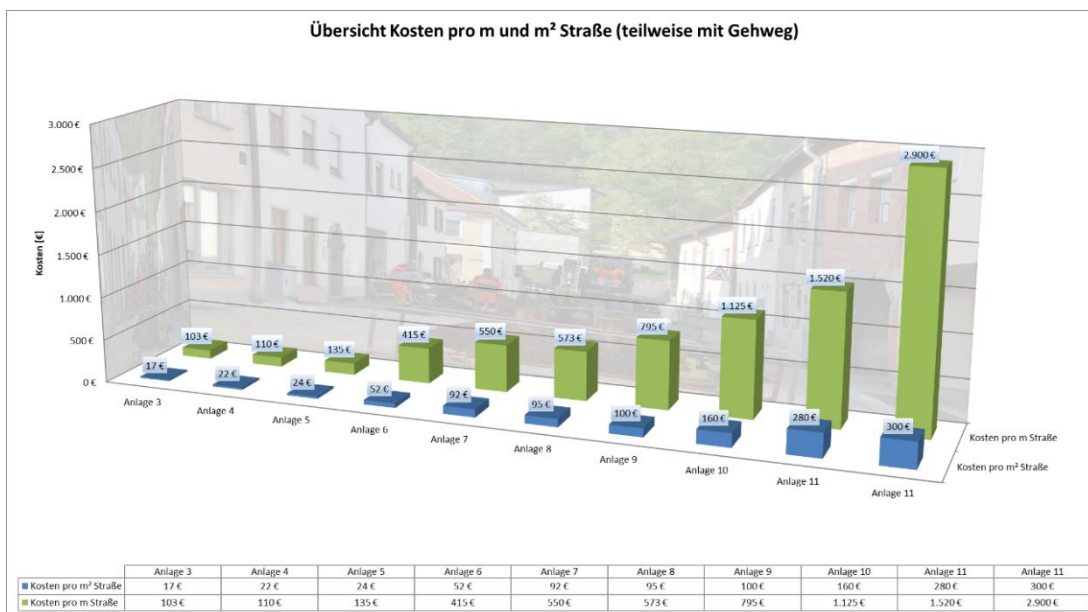
Zu berücksichtigen ist, dass alle Straßenbaumaßnahmen unterschiedlichen Randbedingungen wie Verkehrsbelastung, Anforderungen der Nutzer, Baugrundverhältnissen, Umweltaspekten, technischen Weiterentwicklungen, Ökonomie und Sicherheitsaspekten unterliegen.

In Teilen sind die Kosten für Gehwege bereits in den Herstellungskosten (Bruttokosten Stand 2019 ohne Nebenkosten) enthalten. Die Hinweise dazu sind in der nachfolgenden Tabelle vermerkt.

### 5.2.1 Kostenübersichten der Straßenbaumaßnahmen

Anlage	Straßenbaumaßnahme	Kosten pro m Straße	Kosten pro m <sup>2</sup> Straße
3	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung	103 €	17 €
4	Bestandsorientierter Ausbau – Verbreiterung und Oberbauverstärkung	110 €	22 €
5	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung und neue Bankette	135 €	24 €
6	Sanierung einer Gemeindestraße mit Gehwegen	415 € (Gehweg enthalten)	52 € (Gehweg enthalten)
7	Erneuerung einer Kreisstraße mit erheblichen Eingriffen in den Bestand	550 €	92 €
8	Erneuerung einer Kreisstraße mit Verbesserung der Breite und Sicht	573 €	95 €
9	Neubau einer Gemeindeverbindungsstraße mit Rad- und Gehweg	795 € (Gehweg enthalten)	100 € (Gehweg enthalten)
10	Erneuerung einer Kreisstraße – Ausbau einer Ortsdurchfahrt	790 € (Straße) 335 € (Gehweg) 1.125 € gesamt	145 € (Straße) 225 € (Gehweg) 160 € (Mittelwert) <sup>8</sup>
11	Altstadtsanierung – Neugestaltung von Straßenzügen im Altstadtbereich	1.520 € - 2.900 € (Gehweg enthalten)	280 € - 300 € (Gehweg enthalten)

Tabelle: Übersicht der Kosten pro m und m<sup>2</sup> Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen

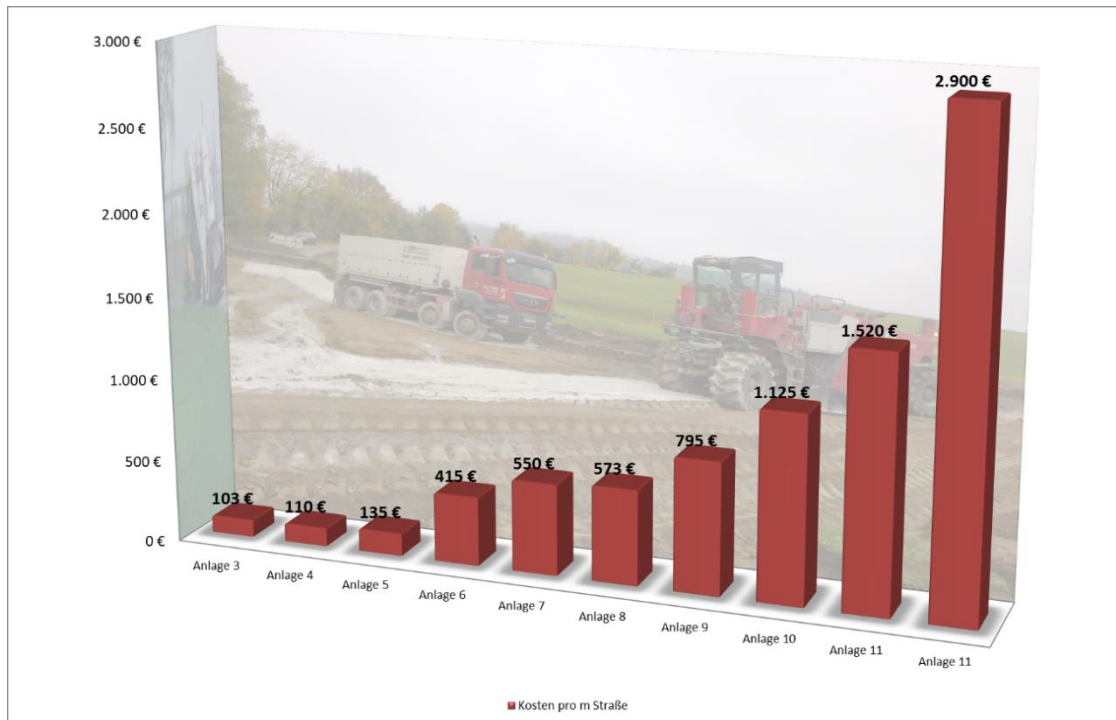


Grafik: Übersicht der Kosten pro m und m<sup>2</sup> Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen

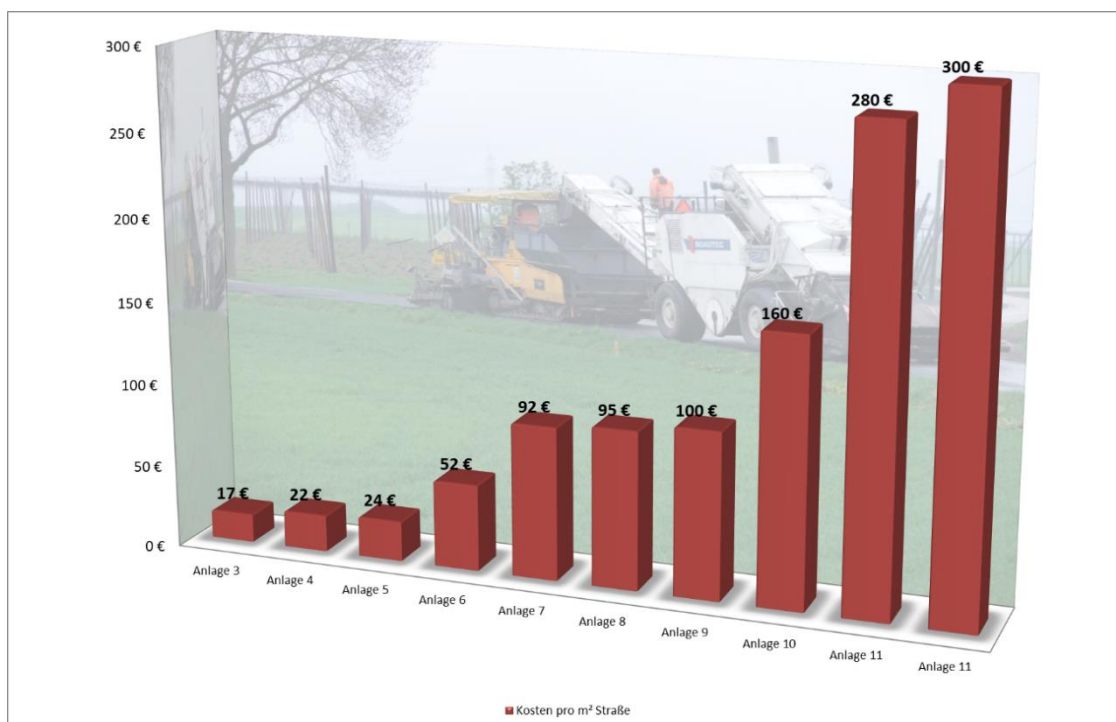
<sup>8</sup> Der Mittelwert i. H. v. 160 € pro m<sup>2</sup> ergibt sich aus 5,5 m breiter Straße (145 €/m<sup>2</sup>) und 1,5 m breitem Gehweg (225 €/m<sup>2</sup>).



## 5.2.2 Kostenübersichten nach Herstellungskosten pro m und m² Straße



Grafik: Übersicht der Kosten pro m Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen



Grafik: Übersicht der Kosten pro m² Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen

### 5.2.3 Anhaltswerte für Herstellungskosten von kommunalen Straßen

Die Herstellungskosten pro m und m<sup>2</sup> Straße wurden anhand konkreter Beispiele kommunaler Straßenbaumaßnahmen ermittelt. Diese Kosten können für eine grobe Abschätzung vergleichbarer Baumaßnahmen herangezogen werden. Die Anhaltswerte können nach örtlichen Verhältnissen variieren. Maßgebenden Einfluss haben mittlerweile aber auch die Entsorgungskosten. Zu berücksichtigen sind auch die unterschiedlichen Herstellungsbreiten bei den Anhaltswerten pro m Straße.

Zu bedenken ist ebenfalls, dass bei Baumaßnahmen im innerstädtischen Bereich außer der Befestigung und Asphaltierung von Straßen und dem Anlegen von Fuß- und Radwegen auch zusätzliche Kosten für die Errichtung von Parkbuchten und Fahrbahnteilern, die Erneuerung der Straßenentwässerung, die Begrünung von Nebenflächen (Bäume, Sträucher, Pflanzen) und die Verbesserung der Beleuchtung usw. anfallen können. Das kann im Einzelfall großen Einfluss auf die Baukosten der Straßenbaumaßnahmen haben. Zudem gibt es eine Vielzahl von verschiedenen Straßenarten, wie z. B. Hauptverkehrsstraßen, Industriestraßen, Kreisstraßen, Wohnsammelstraßen, Ortsstraßen, Durchfahrtsstraßen, Gemeindeverbindungsstraßen, Fußgängerzonen, Anliegerstraßen, landwirtschaftliche Bewirtschaftungswege, Geh- und Radwege, befestigte Wanderwege.

Anhaltswerte für Herstellungskosten von kommunalen Straßen pro m Straße

Anlage	Straßenbaumaßnahme	Kosten pro m Straße	Anhaltswerte pro m Straße
3	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung	103 €	100 - 150 €
4	Bestandsorientierter Ausbau – Verbreiterung und Oberbauverstärkung	110 €	
5	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung und neue Bankette	135 €	
6	Sanierung einer Gemeindestraße mit Gehwegen	415 € (Gehweg enthalten)	400 - 500 €
7	Erneuerung einer Kreisstraße mit erheblichen Eingriffen in den Bestand	550 €	500 - 600 €
8	Erneuerung einer Kreisstraße mit Verbesserung der Breite und Sicht	573 €	
9	Neubau einer Gemeindeverbindungsstraße mit Rad- und Gehweg	795 € (Gehweg enthalten)	800 €
10	Erneuerung einer Kreisstraße – Ausbau einer Ortsdurchfahrt	790 € (Straße) 335 € (Gehweg) 1.125 € gesamt	1.000 - 1.200 €
11	Altstadtsanierung – Neugestaltung von Straßenzügen im Altstadtbereich	1.520 € - 2.900 € (Gehweg enthalten)	1.500 - 3.000 €

Tabelle: Übersicht der Herstellungskosten und Anhaltswerte pro m Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen

# Anhaltswerte für Herstellungskosten von kommunalen Straßen pro m² Straßenfläche

Anlage	Straßenbaumaßnahme	Kosten pro m² Straße	Anhaltswerte pro m² Straßenfläche
3	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung	17 €	15 - 25 €
4	Bestandsorientierter Ausbau – Verbreiterung und Oberbauverstärkung	22 €	
5	Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung und neue Bankette	24 €	
6	Sanierung einer Gemeindestraße mit Gehwegen	52 € (Gehweg enthalten)	50 - 60 €
7	Erneuerung einer Kreisstraße mit erheblichen Eingriffen in den Bestand	92 €	90 - 100 €
8	Erneuerung einer Kreisstraße mit Verbesserung der Breite und Sicht	95 €	
9	Neubau einer Gemeindeverbindungsstraße mit Rad- und Gehweg	100 € (Gehweg enthalten)	
10	Erneuerung einer Kreisstraße – Ausbau einer Ortsdurchfahrt	160 € (Gehweg enthalten)	160 - 170 €
11	Altstadtsanierung – Neugestaltung von Straßenzügen im Altstadtbereich	280 € - 300 € (Gehweg enthalten)	280 - 300 €

Tabelle: Übersicht der Herstellungskosten und Anhaltswerte pro m² Straße bei den in den Anlagen dargestellten Straßenbaumaßnahmen.

Der ermittelte Anhaltswert für die Altstadtsanierung von rd. 280 bis 300 € pro m² Straße und Gehweg gibt übliche Herstellungskosten bei entsprechenden Baumaßnahmen im Altstadtbereich wieder.

Bei Baumaßnahmen im Altstadtbereich können bei sehr beengten Verhältnissen, bei Vorhandensein von vielen Kabeln, Leitungen, Kanälen oder Hindernissen im Straßenbereich auch wesentlich höhere Herstellungskosten entstehen. Hierbei sind Herstellungskosten i. H. v. 400 € pro m² Straßenfläche oder deutlich mehr möglich.

Auch die Wahl der Oberflächenbefestigung und zusätzliche Einbauten im Straßenbereich (z. B. im Bereich von Fußgängerzonen) haben erheblichen Einfluss auf die Kosten beim Bauen im Altstadtbereich. Zudem wirken sich fehlende Lagerflächen, viel Hand- und wenig Maschinenarbeit, geringe Bauabschnittslängen zur Vermeidung größerer Verkehrsbehinderungen usw. negativ auf die Preisgestaltung im Altstadtbereich aus.

Grundsätzlich können die angegebenen Werte nur als Anhalt dienen. Preise können regional variieren und die jeweilige Auftragslage und Auslastung der Baufirmen spielt ebenfalls eine große Rolle bei der Preisgestaltung und Kalkulation der Baumaßnahmen.

#### 5.2.4 Vergleich Kosten Zustandsermittlung zu Herstellungskosten von Straßen

Die Kosten der **Zustandsermittlung** von Straßen variieren in Abhängigkeit der durchgeführten Untersuchungen von 100 € bis 3.000 € **pro Kilometer** Straße (siehe oben Abschnitt 2.3.6).

Die **Herstellungskosten** von kommunalen Straßen variieren in Abhängigkeit der durchgeführten Straßenbaumaßnahme von 100 € bis 3.000 € **pro Meter** Straße (siehe Abschnitt 5.2.3).

Die Kosten der Zustandsermittlung von Straßen entsprechen daher im direkten Vergleich in etwa **einem Tausendstel** der Herstellungskosten von kommunalen Straßen. Rechnet man dies entsprechend um, so fallen vergleichend für

Straßenbaumaßnahmen **rd. 100 € bis 3.000 €**  
und für die Zustandsermittlung von Straßen nur **rd. 0,10 € bis 3 €**

**pro Meter** Straße an.

Es wird deutlich, dass die Kosten für die Zustandserfassung vergleichsweise gering gegenüber den Kosten für Straßenunterhaltsmaßnahmen oder Straßenneubauten sind.

Trotz – oder gerade wegen – der knappen Finanzmittel in den öffentlichen Haushaltskassen ist es dringend notwendig, die Gebrauchseigenschaften und die Substanz der kommunalen Straßen durch gezielte Bau- und Erhaltungsmaßnahmen aufrechtzuerhalten. Grundvoraussetzung ist immer, den Zustand der Straßen zu kennen. Je genauer der Zustand bekannt ist, desto gezielter sind die entsprechenden Maßnahmen planbar.

Beispielsweise können bei flächendeckender Bestimmung der Tragfähigkeit mit dem Lacroix-Verfahren genaue Aussagen über den Zustand des Straßenkörpers getätigt werden. Schwachstellen werden identifiziert. Erhaltungsmaßnahmen und das Budget können genau vorgeplant werden. Aus den Ergebnissen lassen sich homogene Abschnitte und das weitere Untersuchungsprogramm ableiten. Die beschriebenen Untersuchungen geben konkrete Zustandsdaten und ermöglichen eine realistische und genaue Planung, die erhebliche Kosten einsparen kann. Diese finanziellen Vorteile zeigen sich beispielsweise in der Ersparung der Einbaudicken von Asphaltsschichten.

Die Praxis zeigt, dass bei kommunalen Straßen für unterschiedliche Straßenkategorien Nutzungsdauern von 30 bis 60 Jahren durchaus erreicht werden können. Bei einer durchdachten und konsequenten Erhaltungsstrategie sind vermutlich gerade für untergeordnete Straßen auch längere Nutzungsdauern zu erzielen. Mit jedem Jahr, das sich die Lebensdauer der Straße durch sachgerechte Untersuchungen und entsprechend zeitnahe Sanierungsmaßnahmen verlängert, spart sich die Kommune bares Geld.

Dies zeigt folgendes an die oben unter Abschnitt 3.2.2 dargestellte Budgetermittlung eines Landkreises anknüpfende **Beispiel**:

Dem Landkreis entstehen bei sachgerechter regelmäßiger Untersuchung und daran anknüpfender zeitnaher Instandhaltung des Straßennetzes jährliche Kosten von 1,65 Mio. € (s. o.). Wird die regelmäßige Zustandsermittlung und zeitnahe Veranlassung baulicher Maßnahmen vernachlässigt, kann das zu einer deutlichen Verkürzung der Lebensdauer der Straßen um 5 bis 10 Jahre führen. Bei einer Verkürzung um 10 Jahre würden sich für den Landkreis jährliche Kosten in Höhe von  $1,65 \text{ Mio. €} \times 40/30 = 2,2 \text{ Mio. €}$  ergeben, also jährliche Mehrkosten



von 550.000 €. Die im Zeitraum der verkürzten Lebensdauer vermeintlich eingesparten Erfassungs- und Sanierungskosten werden durch die deutlich früher anfallenden Neuherstellungskosten nicht nur aufgezehrt, sondern weit übertroffen.

Wer den Zustand seiner Straßen nicht regelmäßig überprüfen lässt, spart somit in aller Regel am falschen Ende.

### **5.3 Finanzierung und Förderung des Straßenbaus**

Das bayerische Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr hat zum Thema „Finanzierung und Förderung des Straßenbaus“ auf seiner Homepage Folgendes veröffentlicht:

#### **„Finanzierung der Straßen**

*Für die Finanzierung der Straßen sind die jeweiligen Straßenbaulastträger verantwortlich: Für die Bundesfernstraßen der Bund, für die Staatsstraßen der Freistaat Bayern, für die Kreisstraßen die Landkreise und kreisfreien Städte und für Gemeindestraßen die Städte und Gemeinden.*

*Die Länder verwalten die Bundesautobahnen und Bundesstraßen im Auftrag des Bundes (Artikel 90 des Grundgesetzes). Die notwendigen Haushaltsmittel für Bau, Erhaltung und Betrieb werden im Bundeshaushalt ausgewiesen und vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) den Bundesländern zugewiesen. Darin enthalten sind auch die Mittel aus den Einnahmen nach dem Bundesfernstraßenmautgesetz.*

*Die Mittel für die Staatsstraßen in Bayern werden im Haushalt des Freistaats ausgewiesen (Einzelplan 09).*

*Abweichende Regelungen gibt es für Ortsdurchfahrten von Bundes-, Staats- und Kreisstraßen in größeren Städten. Dort liegt die Straßenbaulast bei den Städten (§ 5 Absatz 2 des Bundesfernstraßengesetzes – FStrG – und Artikel 42 Absatz 1 des Bayerischen Straßen- und Wegesetzes – BayStrWG). Besondere Regelungen bestehen auch für die Kostentragung für Kreuzungen von Straßen mit Straßen, Gewässern, Bundeswasserstraßen und Eisenbahnen.*

#### **Förderung des kommunalen Straßenbaus**

*Für den kommunalen Straßenbau und -unterhalt erhalten die bayerischen Landkreise, Städte und Gemeinden nach dem Bayerischen Finanzausgleichsgesetz (BayFAG) pauschale Fördermittel des Freistaats. Darüber hinaus können Neu- und Ausbauprojekte gefördert werden.*

*Das Bayerische Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr ist für das bayerische Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (BayGVFG) und das Sonderbaulastprogramm für Staatsstraßen nach Artikel 13f BayFAG zuständig.*

*Aus dem BayGVFG können verkehrswichtige Kreis- und Gemeindestraßen, Ortsdurchfahrten von Bundes-, Staats- und Kreisstraßen in Baulast von Städten sowie Maßnahmen an Kreuzungen von kommunalen Straßen mit Eisenbahnen und Bundeswasserstraßen gefördert werden.*

*Mit dem Artikel 13f BayFAG wurde eine besondere Fördermöglichkeit für Baumaßnahmen an Staatsstraßen geschaffen. Gemeinden können Fördermittel erhalten, wenn sie die Sonderbau-*

last für Ortsumgehungen oder die Kosten für unselbständige Geh- und Radwege übernehmen. Landkreise und Gemeinden können gefördert werden, wenn sie die Kosten für Änderungen von bestehenden Kreuzungen von Kreis- und Gemeindestraßen mit Staatsstraßen tragen.

Außerdem sind selbständige Radschnellwege in Baulast von Gemeinden oder in Sonderbaulast von Landkreisen förderfähig. Radschnellwege können seit 2018 auch aus einem Programm des Bundes nach § 5b Bundesfernstraßengesetz gefördert werden.

Eine weitere Fördermöglichkeit für Kommunalstraßen ist der Härtefonds (Artikel 13c BayFAG), für den das Bayerische Staatsministerium der Finanzen und für Heimat zuständig ist.

Die Höhe der Förderung bemisst sich nach der Bedeutung des Bauvorhabens, der finanziellen Lage des Vorhabenträgers, dem Staatsinteresse und der Höhe der verfügbaren Fördermittel. Weitere Informationen zur Förderung enthalten die genannten Gesetze und die Richtlinien für Zuwendungen des Freistaats Bayern zu Straßen- und Brückenbauvorhaben kommunaler Bau- lastträger (RZStra).“

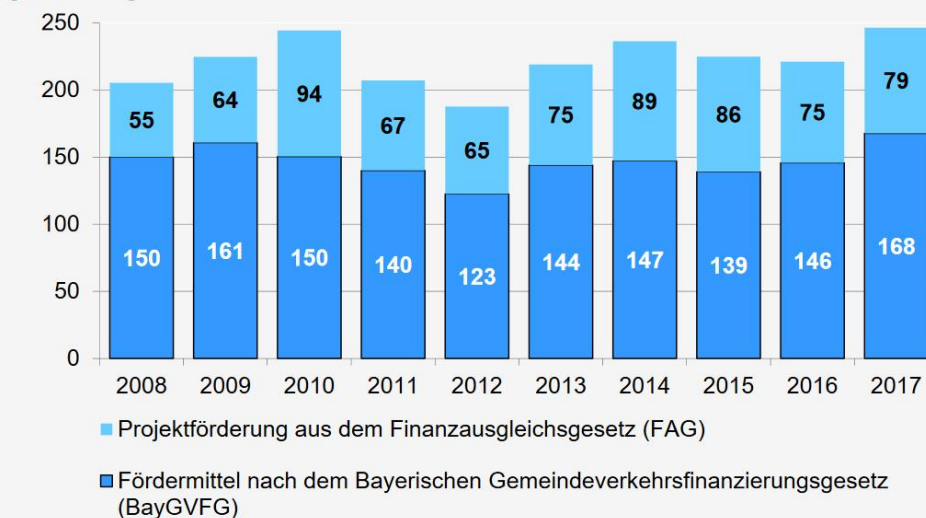
Nachfolgend Angaben zur Höhe der Mittel in den letzten Jahren.

Bayerisches Staatsministerium für  
Wohnen, Bau und Verkehr



### Entwicklung der Fördermittel für kommunale Straßenbauvorhaben in Bayern

[Mio. Euro]



Stand: 25.04.2018

Grafik: Entwicklung der Fördermittel für kommunale Straßenbauvorhaben in Bayern<sup>9</sup>

<sup>9</sup> vgl: [https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/vum/strasse/bauunterhalt/43\\_kommunale\\_foerdermittel.pdf](https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/vum/strasse/bauunterhalt/43_kommunale_foerdermittel.pdf) (gesichtet 31.01.2020)

## 6 Fazit

Grundvoraussetzung für wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten von Kommunen ist eine intakte Infrastruktur. Die Straße ist ein wichtiger Teil dieser Infrastruktur. Wirklich wahrgenommen wird sie allerdings oft erst dann, wenn Zeit-, Personen- oder Sachschäden entstanden sind. Wer nicht genügend Geld für die regelmäßige Erhaltung seiner Straßen ausgibt, riskiert, dass es letztlich wegen verkürzter Lebensdauer der Straße sehr viel teurer wird – nämlich dann, wenn sie vorzeitig von Grund auf erneuert oder gar neu hergestellt werden muss.

Die Landkreise, Städte und Gemeinden nehmen tendenziell zu wenig Geld in die Hand, um den Zustand ihrer Straßen mit moderner Technik zu erfassen. Meist gibt es nur einfache Ortsbegehungen von Mitarbeitern der Bauämter. Aber erst Untersuchungen mit modernen Messfahrzeugen zeigen den schlechten Zustand vieler Straßen auf. Mit einfachen Ortsbegehungen lassen sich keine genauen Analysen erstellen.

Die Ausführungen zum bestandsorientierten Ausbau von Straßen beschreiben in erster Linie Umbau-, Ausbau- und Bestandserhaltungsmaßnahmen bestehender, teilweise nicht oder unzureichend ausgebauter, einbahniger Straßen. Die praxisnahe Auslegung der straßenbaulichen Vorschriften und Richtlinien führt durch kostenbewusstes Planen und Bauen zu wirtschaftlichen und nachhaltigen Lösungen. Dabei setzen Abweichungen von den geltenden Richtlinien immer eine sorgfältige Analyse voraus.

Ziel der Landkreise und Kommunen sollte es sein, mit den begrenzt vorhandenen Haushaltsmitteln für den Straßenbau und -unterhalt so viel wie möglich an Straßen auszubauen und zu erhalten, wobei der wirtschaftliche Aspekt im Vordergrund stehen sollte. Entscheidend ist, dass die kommunale Straßenbaumaßnahme eine längerfristige Verbesserung der Substanz ohne Einbußen bei der Verkehrssicherheit bzw. im Falle von unfallauffälligen Straßenabschnitten eine Verbesserung der Verkehrssicherheit erreicht.

Die aufgeführten objektbezogenen Herstellungskosten von Straßenbaumaßnahmen pro m und m<sup>2</sup> Straße sollen zur Abschätzung der wirtschaftlichen Aufwendungen auf Basis vergleichbarer Straßenbaumaßnahmen dienen. Der Bau und die Erhaltung kommunaler Straßen sind nämlich von vielen Randbedingungen geprägt: Beengte Platzverhältnisse, Ver- und Entsorgungsleitungen mit damit verbundenen Aufgrabungen, verschiedene Verkehrsflächen mit unterschiedlichen Anforderungen der Nutzer, besonderer Druck auf die Bauzeiten, Umweltaspekte, Ökonomie und Sicherheitsaspekte sind zusätzliche Besonderheiten gegenüber dem Fernstraßenbau.

Die Erstellung eines Straßenzustandskatasters ist empfehlenswert, da es neben verschiedenen anderen zu berücksichtigenden Kriterien (z. B. Dringlichkeit der Maßnahme, Bedeutung der Straße im Verkehrsnetz, sinnvolle Gruppierung von Baumaßnahmen) eine wichtige Entscheidungshilfe für die Planung des kommunalen Straßenbaus sein kann.

Die im Geschäftsbericht dargestellten Bilder und Abbildungen wurden zum Teil von den Landkreisen, Städten, Gemeinden, der LGA Nürnberg und den Firmen eagle eye technologies und Strabag zur Verfügung gestellt. Diese haben der Veröffentlichung zugestimmt. Wir bedanken uns hierfür recht herzlich.

## Literaturverzeichnis

### – Vorschriften

[ZTV Asphalt-StB 07/13]

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt, Ausgabe 2007/Fassung 2013, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Asphaltbauweisen

[ZTV ZEB-StB 06]

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Zustandserfassung und -bewertung von Straßen, Ausgabe 2006, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Sonderaufgaben

[ZTV E-StB 17]

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau, Ausgabe 2017, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

[RStO 12]

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement

[DIN 18 317 VOB/C]

VOB Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV), Verkehrswegearbeiten – Oberbauschichten aus Asphalt, DIN 18 317, Ausgabe September 2019

[RPE-Stra 01]

Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen, Ausgabe 2001, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV)

[Ablösungsbeträge-Berechnungsverordnung - ABBV]

Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz vom 01.07.2010 (BGBl I S. 856)

### – Zeitschriften

[Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, bast]

Ermittlung von repräsentativen Substanzwerten in homogenen Abschnitten, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, bast, Straßenbautechnik Heft S. 89

[Erhaltungsmanagement an Straßen in Bayern]

Zeitschrift der Bayerischen Staatsbauverwaltung für Hochbau, Städtebau, Wohnungsbau, Straßen- und Brückenbau, Sonderheft August 2011

### – Drucksachen

[Asphalt-Kommunalstraßenregelung]

Änderungen und Ergänzungen der ZTV Asphalt-StB 07/13, Stand Oktober 2014, Herausgeber: Bayerischer Landkreistag

[E EMI]

Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI), Ausgabe 2012, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement

[Kostenbewusstes Planen und Bauen]

Planungshilfen für den Umbau einbahniger, nicht oder unzureichend ausgebauter Straßen, Bayerische Staatsbauverwaltung in der Obersten Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, Februar 2012

Bericht der Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“ („Daehre-Kommission“) vom Dezember 2012

[M FinStraKom]

Merkblatt über den Finanzbedarf der Straßenerhaltung in den Kommunen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Kommission Kommunale Straßen, Ausgabe 2019

[FGSV 431]

FGSV: Arbeitspapier – Grundlagen zur Ermittlung homogener Abschnitte zur Bewertung der strukturellen Substanz von Straßenbefestigungen, FGSV, Ausgabe 2009

[Jahresbericht 2019 TNR. 35 Zustand der Staatsstraßen und Brücken]

Jahresbericht 2019 des Bayerischen Obersten Rechnungshofs

[Haftungsrechtliche Organisation im Interesse der Schadenverhütung 5. Auflage 2018]

Sonderheft Haftungsrechtliche Organisation im Interesse der Schadenverhütung 2018, BADK Information (Bundesarbeitsgemeinschaft Deutscher Kommunalversicherer), II. Straßenverkehrssicherungspflicht von Delia Valbert



## Flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse einer Kreisstraße

Die Kreisstraße hatte auffällige Schäden am Randbereich in Längsrichtung. Teile der Fahrbahn wurden bereits in der Vergangenheit ausgebessert. Vor allem die Randbereiche der Fahrbahn schienen nicht mehr tragfähig zu sein (heruntergefahrte Schultern und Bankette). Es wurden Bohrkerne zur Untersuchung auf PAK gezogen und Grenzpunkte für eine mögliche Verbreiterung abgesteckt. Die reine Zustandserfassung der Oberfläche ergab hinsichtlich Tragfähigkeit keine objektiven Ergebnisse. Die Frage der Straßensanierung (Neubau, bestandsorientierter Ausbau oder nur Deckensanierung) konnte der Landkreis auf Grundlage der oben genannten Untersuchungen noch nicht abschließend klären. Zur Präzisierung der Zustandsbewertung wurde eine flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse durchgeführt.

maßgebende Einsenkung Fahr- spur innen [mm]	Bk* 1,0	
	$w_m^{**}$ (mm)	$h^{***}$ (cm)
0,853		
0,853	$\leq 0,46$	ausreichend
0,865	$\leq 0,66$	$\geq 8$
0,775	$\leq 0,74$	$\geq 10$
0,862	$\leq 0,90$	$\geq 12$
0,837	$\leq 1,0$	$\geq 14$

Die Tragfähigkeitsanalyse ergab, dass für eine ausreichende Tragfähigkeit der Straße eine Überbauung mit 12 cm Asphalt im Hocheinbau erforderlich ist.

Der Landkreis wählte einen bestandsorientierten Ausbau der Straße mit Verbreiterung und Überbauung des Bestands mit 4,0 cm Asphalt-deckschicht AC 11 D N und 8,0 cm Asphalt-tragschicht AC 22 T N.



Kreisstraße: Fahrbahnschäden in Längsrichtung



Ausgebesserte Fahrbahnschäden in Längsrichtung



Fahrbahnschäden im Kurveninnenbereich



Anhäufung von Rissen im Randbereich

### Flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse einer Kreisstraße (Ortsdurchfahrt)

Die Kreisstraße (Ortsdurchfahrt) hatte in der Fahrbahn mehrere Risse in Längsrichtung. Teile der Fahrbahn wurden bereits in der Vergangenheit ausgebessert. Es war durch die Oberflächenbetrachtung keine Ursache für die Beschädigungen des Asphalts erkennbar.

Eine Bohrkernentnahme hätte nur Erkenntnisse über den Asphaltaufbau gebracht. Ob es sich bei den Beschädigungen nur um optische Mängel oder einen grundlegenden Mangel im Tragverhalten der Straße handelte, konnte ohne weitere Untersuchungen nicht beurteilt werden.

Zur Präzisierung der Zustandsbewertung wurde eine flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse der Kreisstraße durchgeführt.

Mittelwert	-0,34	<b>Bk* 1,0</b>	
Standardabw.	0,05		
<b>maßgebende Einsenkung</b>	<b>0,43</b>	<b>w<sub>m</sub>** (mm)</b>	<b>h*** (cm)</b>
Mittelwert	-0,32	≤ 0,46	ausreichend
Standardabw.	0,07		
<b>maßgebende Einsenkung</b>	<b>0,46</b>	≤ 0,66	≥ 8
		≤ 0,74	≥ 10
Mittelwert	-0,29	≤ 0,90	≥ 12
Standardabw.	0,05		
<b>maßgebende Einsenkung</b>	<b>0,39</b>	≤ 1,0	≥ 14

Die Tragfähigkeitsanalyse ergab, dass die gemessenen Einsenkungen als geringfügig einzustufen sind. Die Tragfähigkeit des Straßenaufbaus ist als ausreichend zu bewerten.

Erneuerungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen in Hinblick auf Tragfähigkeitsaspekte waren nicht erforderlich. Es wurde nur eine Deckensanierung durchgeführt.



Risse in Längsrichtung im Fahrbahnbereich



Ausbesserungsstellen in der Fahrbahn



Sehr rauhe Oberfläche und Risse in der Deckschicht



### Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung

Die im Mittel 6,0 m breite Kreisstraße hatte erhebliche sichtbare Fahrbahnschäden an der Oberfläche.

Der Landkreis entschied sich für eine Deckensanierung und die Herstellung neuer Bankette.

Über den gesamten Streckenabschnitt wurde die bestehende Asphaltdeckschicht abgefräst. Erkennbare Schadstellen wurden ca. 8 - 10 cm dick abgefräst und mit einer Asphalttragschicht AC 22 T N ergänzt.

Im Bedarfsfall wurde ein Gittergewebe zur Verstärkung eingebaut. Die bituminösen Anschlüsse wurden mit einem anschmelzbaren Fugenband hergestellt.

Im gesamten Streckenabschnitt wurden 4 cm Asphaltdeckschicht AC 11 D N aufgebracht. Neue Bankette wurden nur im Einmündungsbereich einer Nebenstraße hergestellt.

Zufahrten zu öffentlichen Straßen und Grundstückszufahrten wurden bituminös befestigt.

Die vorhandenen Einbauten (Schieber, Schächte etc.) in der Asphaltfahrbahn und die Straßenabläufe wurden den neuen Straßenhöhen angepasst.

Es entstanden für die 2.800 m lange Ausbaustrecke Baukosten i. H. v. rd. 290 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **103 €** pro m Straße  
rd. **17 €** pro m<sup>2</sup> Straße



Kreisstraße mit erheblichen sichtbaren Fahrbahnschäden



Kreisstraße mit erheblichen sichtbaren Fahrbahnschäden



Kreisstraße nach der Fertigstellung



Kreisstraße nach der Fertigstellung

### Bestandsorientierter Ausbau – Verbreiterung und Oberbauverstärkung

Die Kreisstraße war aufgrund des Alters und Zustandes am Ende der Lebensdauer. Erhebliche Fahrbahnschäden und eine geringe Breite von nur 4,3 m waren für die Verkehrsteilnehmer eine zunehmende Gefahr.

Der Landkreis entschied sich aus Kostengründen gegen einen Vollausbau und für einen bestandsorientierten Ausbau der Straße.

Im Rahmen der Planung wurden die Grundstücksgrenzen überprüft. Aufgrund der Eigentumsverhältnisse konnte der Landkreis die Fahrbahn auf 5,0 m Breite zur Verbesserung der Verkehrssicherheit ausbauen.

Nach den Verbreiterungsmaßnahmen wurde der vorhandene PAK-haltige Oberbau mit 4 cm Asphaltdeckschicht AC 11 D N und 8 cm Asphalttragschicht AC 22 T N verstärkt.

Es wurden insgesamt 3.500 t Bankette, 5.800 t Asphalttragschicht AC 22 T N und 2.900 t Asphaltdeckschicht AC 11 D N eingebaut.

Der bestandsorientierte Ausbau der Kreisstraße durch Verbreiterung und Oberbauverstärkung führte zu einer deutlichen Verbesserung der Verkehrsverhältnisse und Verkehrssicherheit.

Es entstanden für die 5,3 km lange Ausbaustrecke Baukosten i. H. v. rd. 585 T€. Alleine die Verbreiterung belief sich auf rd. 70 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **110 €** pro m Straße  
rd. **22 €** pro m<sup>2</sup> Straße



Kreisstraße: Fahrbahnschäden und Breite von nur 4,30 m



Verbreiterung der Fahrbahn



Asphaltierung von Trag- und Deckschicht



Kreisstraße nach der Fertigstellung



## Bestandsorientierter Ausbau – Deckenerneuerung und neue Bankette

Die 5,5 m breite Kreisstraße hatte erhebliche sichtbare Fahrbahnschäden an der Oberfläche.

Zur genaueren Beurteilung des Straßenzustandes ließ der Landkreis eine vertiefte messtechnische Zustandserfassung als flächendeckende Tragfähigkeitsanalyse mit dem Lacroix-Messsystem durchführen.

Die Tragfähigkeitsanalyse ergab, dass die gemessenen Einsenkungen als geringfügig einzustufen waren. Die Tragfähigkeit des Straßenaufbaus wurde als ausreichend bewertet. Erneuerungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen in Hinblick auf Tragfähigkeitsaspekte waren nicht erforderlich.

Der Landkreis entschied sich für eine Deckensanierung und die Herstellung neuer Bankette.

Die bestehende Asphaltdeckschicht wurde abgefräst und die seitlichen Fahrbahnrande für die neuen Fahrbahnrande hergerichtet. Tiefergehende Schadstellen wurden im Bereich der Asphalttragschicht erneuert. Als Deckschicht wurde eine neue Asphaltdeckschicht AC 11 D N eingebaut.

Zur Verbesserung der Verkehrssicherheit wurden die Bankette im Kurvenbereich aus Beton-Fertigteilbankettplatten mit Reflexionsstreifen hergestellt.

Es entstanden für die 1.380 m lange Ausbaustrecke Baukosten i. H. v. rd. 185 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **135 €** pro m Straße  
rd. **24 €** pro m<sup>2</sup> Straße



Erhebliche Fahrbahnschäden an der Kreisstraße



Straße nach Abfräsen der Deckschicht



Herrichten der Fahbahnrande für neue Bankette



Kreisstraße nach der Deckensanierung



## Sanierung einer Gemeindestraße mit Gehwegen

Im Straßenerhaltungskonzept der Gemeinde wurde die Straße wegen so genannter Akutschäden (durchgängige Netzzrisse) mit einer hohen Priorität eingestuft. Die Straßenbreite variierte zwischen 6,0 m und 6,5 m. Der teilweise beidseitige Gehweg war zwischen 1,5 m und 2,0 m breit.

Die Straßenbaumaßnahme umfasste den Neubau der Straße im Bereich der Fahrbahn mit einer einheitlichen Breite von 6,0 m und der baulichen Anpassung der Gehwege sowie die Errichtung von Längsparkplätzen und einer Verkehrsinsel.

Der Asphaltaufbau der vorhandenen Gehwege wurde erneuert, die vorhandene Frostschutzschicht soweit möglich belassen. In Bereichen von Gehwegverschwenkungen (Längsparker) oder -erweiterungen erfolgte ein grundhafter Ausbau der Gehwege.

Betonborde wurden durch neue Granitbordsteine ersetzt. Fehlende Entwässerungsrinnen wurden vor dem Granitbordstein mit einem Einzeiler ergänzt.

Die Deckschicht wurde abgefräst und mit einer 4 cm dicken Asphaltdeckschicht AC 11 D N erneuert. In Teilbereichen erfolgte eine Sanierung von einzelnen Schadstellen, teilweise mit Erneuerung der Frostschutzschicht.

Es entstanden für die rd. 920 m lange Ausbaustrecke Baukosten i. H. v. rd. 383 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **415 €** pro m Straße und Gehweg  
rd. **52 €** pro m<sup>2</sup> Straße und Gehweg



Gemeindestraße mit erheblichen Fahrbahnschäden



Abfräsen der Deckschicht, teilweise Vollausbau der Straße, Erneuerung der Bordsteine



Asphaltierung der Deckschicht



Gemeindestraße nach der Fertigstellung

## Erneuerung einer Kreisstraße mit erheblichen Eingriffen in den Bestand

Die Kreisstraße war unübersichtlich, hatte erhebliche Fahrbahnschäden und eine geringe Fahrbahnbreite von 4,0 m bis 4,5 m. Der Landkreis entschied sich für einen grundlegenden Ausbau der Straße.

Bei der vorhandenen Kreisstraße waren erhebliche Eingriffe in den Straßenbereich durch den bestandsorientierten Ausbau notwendig, um eine Verbesserung der Verkehrsverhältnisse und Verkehrssicherheit zu erreichen.

Zur Erhöhung der Verkehrssicherheit wurden die Kurvenradien optimiert, die Fahrbahn auf 6,0 m verbreitert und aus Gründen der besseren Sichtverhältnisse Kuppen abgetragen. Teile der bestehenden Straße wurden für den Ausbau wiederverwendet.

Nach den Umbaumaßnahmen wurde die vorhandene PAK-haltige Asphaltschicht ausgebaut und als hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT – PAK-haltiges Material aus Bestand wird mit Zement gebunden) wieder als Verstärkung mit eingebaut.

Es wurden insgesamt 50.000 m<sup>3</sup> Erdmassen bewegt, 17.000 m<sup>3</sup> Froschschuttschicht und 4.500 t HGT verbaut sowie 3.000 t als 10 cm dicke Asphalttragschicht AC 32 T S und 1.300 t als 4 cm dicke Asphaltdeckschicht AC 11 D S eingebaut.

Die Kosten des bestandsorientierten Ausbaus der rd. 2,0 km langen Strecke beliefen sich auf rd. 1,1 Mio. €.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **550 €** pro m Straße  
rd. **92 €** pro m<sup>2</sup> Straße



Kreisstraße: Fahrbahnschäden und enge Fahrbahn



Bodenabtrag zur Verbesserung des Kurvenradius



Kuppenabtrag zur Verbesserung der Sichtverhältnisse



Kreisstraße nach der Fertigstellung



### Erneuerung einer Kreisstraße mit Verbesserung der Breite und Sicht

Die Kreisstraße wurde in den 1960er Jahren gebaut. Der Fahrbelag war wegen des fehlenden frostsicheren Oberbaus und der unzureichenden Entwässerung stark beschädigt.

Die Fahrbahnbreite betrug zwischen 4,8 m und 5,0 m. Die Kuppenausrundungen, Kurvenradien und die Haltesichtweiten entsprachen nicht mehr den heutigen verkehrstechnischen Anforderungen.

Die neue Kreisstraße wurde in einer Breite von 6,0 m mit Fahrbahnverbreiterungen in Kurvenbereichen und abgeflachten Kuppenausrundungen hergestellt.

Der bestehende Unterbau wurde durch großflächige Bodenstabilisierung mit Kalk verfestigt. Die Entwässerung der Straße wurde erneuert mit Pufferung des Oberflächenwassers durch Rückhaltebecken und kontrollierter Einleitung in die Vorflut.

Es wurden insgesamt 14.000 m<sup>3</sup> Erdmassen bewegt sowie 8.000 m<sup>3</sup> Frostschutzschicht, 11.000 m<sup>2</sup> Asphalttragschicht AC 32 T N und Asphaltdeckschicht AC 11 D N eingebaut.

Es entstanden für den 1.840 m langen bestandsorientierten Streckenausbau Baukosten i. H. v. rd. 1,054 Mio. €. Alleine die Entwässerungseinrichtungen beliefen sich auf 140 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **573 €** pro m Straße  
rd. **95 €** pro m<sup>2</sup> Straße



Kreisstraße aus den 1960er Jahren - erhebliche Schäden, eingeschränkte Haltesichtweiten, enge Kurvenradien



Verbreiterung der Bestandsstrasse



Großflächige Bodenstabilisierung mit Kalk



Kreisstraße nach der Fertigstellung



### Erneuerung einer Kreisstraße – Ausbau einer Ortsdurchfahrt

Die Kreisstraße wurde in den 1970er Jahren vom Landkreis im Zuge der Gebietsreform übernommen. Die Straße war wegen des fehlenden frostsicheren Oberbaus und der unzureichenden Entwässerung stark beschädigt.

Der Ausbau der Ortsdurchfahrt umfasst eine Länge von rd. 1.200 m. Die befestigte Ausbaubreite betrug insgesamt 5,5 m. Der Straßenoberbau wurde frostsicher und tragfähig ausgebaut. Kurvenengstellen wurden mittels Verbreiterung zur Verbesserung der Verkehrssicherheit beseitigt. Der bestehende Unterbau wurde durch großflächige Bodenstabilisierung mit Kalk verfestigt. Die Entwässerung der Straße wurde erneuert mit Pufferung des Oberflächenwassers durch Rückhaltebecken und kontrollierter Einleitung in die Vorflut. Der bestehende einseitige Gehweg mit unterschiedlichen Breiten wurde mit der Neutrassierung der Kreisstraße angepasst und frostsicher und tragfähig mit einer Gehwegbreite von 1,5 m hergestellt. Im Zuge der Straßenerneuerung wurden auch Regenwasserkanal und Wasserversorgung erneuert, die gesondert abgerechnet wurden.

Es entstanden für die rd. 1.200 m lange Erneuerung der Ortsdurchfahrt Baukosten für die Kreisstraße i. H. v. rd. 950 T€ und für den Gehweg i. H. v. rd. 404 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

rd. **790 €** pro m Straße  
rd. **145 €** pro m<sup>2</sup> Straße

rd. **335 €** pro m Gehweg  
rd. **225 €** pro m<sup>2</sup> Gehweg

rd. **1.125 €** pro m Straße und Gehweg  
rd. **160 €** pro m<sup>2</sup> Straße und Gehweg



Kreisstraße (Ortsdurchfahrt) mit erheblichen Schäden



Verbreiterung für Gehweg und Kabelbauarbeiten



Vollausbau für Straße und Gehweg



Kreisstraße (Ortsdurchfahrt) nach der Erneuerung



### Altstadtsanierung – Neugestaltung von Straßenzügen im Altstadtbereich

Zwei Straßen in der Altstadt bestanden aus unterschiedlichsten Materialien und Straßenbelägen, ebenso die Fußgängerbereiche. Unterschiedliche Höhen und Abstufungen von Bordsteinen und verschiedentliche Formen von Gebäudezugängen ergaben kein ansprechendes Stadtbild im Umfeld des Rathauses.

Die Stadt hat durch die Neugestaltung der beiden Straßen ein einheitlich durchgängiges Gestaltungsprinzip umgesetzt: Barrierefreier Belag aus Granitstein getrennt durch eine Entwässerungsrinne, Hausfassaden mit einheitlich durchlaufender Randeinfassung und Blockstufen aus Granitstein bei den Hauseingängen in einheitlicher Form.

Die A-Straße ist 107 m lang und hat eine Breite von 3,3 - 4,9 m und beidseitige Gehwege von jeweils 0,9 - 2,7 m. Zusätzlich musste in der A-Straße ein erheblicher Leitungsbestand umgelegt werden. Die B-Straße ist 54 m lang und hat eine Breite von 2,3 - 5,9 m und einen einseitigen Gehweg von 0,5 - 2,0 m.

Es entstanden folgende Baukosten:  
A-Straße rd. 309 T€,  
B-Straße rd. 82 T€.  
Gesamtkosten rd. 391 T€.

Bei Umrechnung der Herstellungskosten auf die Ausbaulänge ergeben sich Durchschnittswerte von

A-Straße:

rd. **2.900 €** pro m Straße und Gehweg  
rd. **300 €** pro m<sup>2</sup> Straße und Gehweg

B-Straße:

rd. **1.520 €** pro m Straße und Gehweg  
rd. **280 €** pro m<sup>2</sup> Straße und Gehweg



A-Straße vor der Neugestaltung



B-Straße vor der Neugestaltung



Erhebliche Erschwernisse bei der Bauausführung durch die beengten Verhältnisse im Stadtkernbereich



A-Straße nach der Fertigstellung